

ISSN 2224-5308

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES  
OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

**1 (313)**

**ҚАҢТАР – АҚПАҢ 2016 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2016 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2016**

**1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

**Ж. А. Арзықұлов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байгулин И.О.** (бас редактордың орынбасары); биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаева Н.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Күзденбаева Р.С.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рахышев А.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ақшолақов С.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Алшынбаев М.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Березин В.Э.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ботабекова Т.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қайдарова Д.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахыпбеков Т.К.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

**Абжанов Архат** (Бостон, АҚШ); **Абелев С.К.** (Мәскеу, Ресей); **Лось Д.А.** (Мәскеу, Ресей); **Бруно Луненфелд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); философия докторы, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Ұлыбритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Ұлыбритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, АҚШ); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, ҚХР)

Главный редактор

академик НАН РК

**Ж. А. Арзыкулов**

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин** (заместитель главного редактора); доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.К. Бишимбаева**; доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Р.С. Кузденбаева**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **А.Р. Рахисhev**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **С.К. Акшулаков**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.К. Алчинбаев**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Э. Березин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Ботабекова**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.Р. Кайдарова**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Рахыпбеков**

Редакционный совет:

**Абжанов Архат** (Бостон, США); **С.К. Абелев** (Москва, Россия); **Д.А. Лось** (Москва, Россия); **Бруно Луненфельд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); доктор философии, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Великобритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Великобритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, США); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, КНР)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская». ISSN 2224-5308

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**Zh.A. Arzykulov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**N.A. Aitkhozhina**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **N.K. Bishimbayeva**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.S. Kuzdenbayeva**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **A.R. Rakhishev**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **S.K. Akshulakov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.K. Alchinbayev**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.E. Berezin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Botabekova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **D.R. Kaidarova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Rakhypbekov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**Abzhanov Arkhat** (Boston, USA); **S.K. Abelev** (Moscow, Russia); **D.A. Los** (Moscow, Russia); **Bruno Lunenfeld** (Israel); **Harun Parlar**, dr., prof. (Munich, Germany); **Stefano Perni**, dr. phylos., prof. (Cardiff, UK); **Saparbayev Murat** (Paris, France); **Saul Purton** (London, UK); **Sarbassov Dos** (Houston, USA); **Gao Endzhun**, dr., prof. (Shenyang, China)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.**  
**ISSN 2224-5308**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/biological-medical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 5 – 10

**ASSESSMENT OF THE OIL-OXIDIZING ACTIVITY  
OF THE YEAST CULTURES ISOLATED FROM THE CASPIAN SEA****S. A. Aitkeldiyeva, M. M. Shormanova, T. V. Kuznetsova,  
E. R. Fayzulina, O. N. Auezova, A. K. Sadanov**RSE "Institute of Microbiology and Virology" CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: ecomicrolab@gmail.com**Keywords:** the oil-oxidizing microorganisms, yeast, the oil-oxidizing activity, oil destruction.

**Abstract.** Environmental pollution by oil and oil products reaches huge scales now. Hydrocarbons of oil are the main pollutants of internal reservoirs and the seas, creating various forms of pollution - the oil slicks floating on water, heavy fractions settled on a bottom that considerably breaks activity of an aerobic biota. In this regard the problem of recovery of natural capacity of the oil-polluted territories is very actual. In world practice the biotechnological methods based on use of highly active microorganisms -oil-destroyers are widely applied for purification of environment from oil and oil products.

For the purpose of creation of the bacterial and yeast associations capable effectively utilize oil in coastal ecosystems, 18 yeast cultures were isolates from sea water, sediments and adjacent soils of the Caspian Sea. As a result of screening 4 active cultures were selected. Their morphological, physiological and biochemical properties are studied, on the basis of which they were identified as representatives of the genus *Candida*. The gravimetric analysis of the content of residual oil in the medium after incubation within 14 days showed that these strains degraded oil for 39,7-60,3%. The strain 11d was the most active.

УДК579.66: 579.68: 579.083.13

**ОЦЕНКА НЕФТЕОКИСЛЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕВЫХ  
КУЛЬТУР, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КАСПИЙСКОГО МОРЯ****С. А. Айткельдиева, М. М. Шорманова, Т. В. Кузнецова,  
Э. Р. Файзулина, О. Н. Ауэзова, А. К. Саданов**

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** нефтеокисляющие микроорганизмы, дрожжи, нефтеокисляющая активность, деградация нефти.

**Аннотация.** Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами в настоящее время достигает огромных масштабов. Углеводороды нефти являются основными загрязнителями внутренних водоемов и морей, создавая различные формы загрязнения - плавающие на воде нефтяные пятна, осевшие на дно тяжелые фракции, что значительно нарушает жизнедеятельность аэробной биоты. В связи с этим проблема восстановления природного потенциала нефтезагрязненных территорий является весьма актуальной. В мировой практике для очистки окружающей среды от нефти и нефтепродуктов широко применяются биотехнологические методы, основанные на использовании высокоактивных микроорганизмов-нефтедеструкторов.

С целью создания бактериально-дрожжевых ассоциаций, способных эффективно утилизировать нефть в прибрежных экосистемах из морской воды, донных осадков и прилегающих почв Каспийского моря было выделено 18 дрожжевых изолятов. В результате проведенного скрининга было отобрано 4 активные культуры. Изучены их морфологические и физиолого-биохимические свойства, на основании которых они были идентифицированы как представители рода *Candida*. Гравиметрический анализ содержания остаточной нефти в среде после инкубирования в течение 14 суток показал, что эти штаммы деградировали нефть на 39,7-60,3%. Самым активным был штамм 11д.

**Введение.** Загрязнение нефтью и нефтепродуктами, особенно в регионах интенсивной разработки месторождений углеводородного сырья, является одной из серьезных экологических проблем современного Казахстана. Нефтезагрязнения оказывают отрицательное воздействие на химические, физические и биологические свойства почвы и воды [1-3]. Под влиянием нефти и ее компонентов изменяется численность полезных микроорганизмов, их основных физиологических групп, уменьшается активность окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов [4-6]. На данный момент одним из способов решения данной проблемы является биоремедиация, основанная на использовании биохимического потенциала микроорганизмов [7, 8]. Важнейшее преимущество данной технологии заключается в ее безопасности для окружающей среды, так как она основана на процессах самоочищения живой природы.

Основное внимание ученых ранее было уделено роли бактериальной микрофлоры в разложении углеводородов нефти в окружающей среде. Это связано с разнообразием их катаболических реакций, высокой скоростью роста на различных субстратах, особенностями генетической организации, способностью к окислительной деградации целого ряда сложных и простых углеводородов [9, 10]. При этом использовались как приемы стимулирования местной микрофлоры, обладающей способностью к окислению нефтяных углеводородов, так и внесение в места загрязнения биопрепаратов-нефтедеструкторов [11-14].

Однако значительный интерес представляют одноклеточные грибы и мицелиальные организмы, также способные использовать углеводороды [15]. Углеводородоокисляющие дрожжи широко распространены в водных экосистемах. Известны такие рода дрожжей, как *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Metschnikowia*, *Candida*, *Torulopsis* способные окислять углеводороды нефти. В экстремальных условиях (в кислой среде, ограничении в питательных веществах) как деструкторы углеводородов более эффективны дрожжи и грибы, кроме того, они активны на поздних стадиях разложения углеводородов. Этим и объясняется интерес к этой группе микроорганизмов-деструкторов [16].

Целью исследования было выделение дрожжевых культур из прибрежных вод, донных отложений и почв Каспийского моря и изучение их нефтеокисляющей способности.

**Материалы и методы исследования.** Выделение дрожжевых изолятов проводили методом накопительных культур на жидкой среде с последующим высевом на агаризованную среду Сабуро.

Анализ культуральных признаков выделенных дрожжей проводили при росте на жидком солодовом экстракте [17]. Образование мицелия и псевдомицелия изучали на картофельно-глюкозном агаре методом пластинок [18]. Наличие аскоспор определяли методом Виртца [18], баллистоспор по [19]. Осмотолерантность дрожжей изучали на дрожжевом агаре с содержанием сахарозы 50% [18]. Галотолерантность определяли при росте на среде, содержащей NaCl в концентрации 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%. Термофильность дрожжевых культур изучали при росте в диапазоне температур: 20-25, 28-34, 37-39, 40-45<sup>0</sup>C [19]. Протеолитическую активность дрожжей определяли по степени разжижения углеродной дрожжевой основы с 15% желатины, находящейся в пробирке в виде столбика. Гидролиз липидов определяли на среде Городковой с 0,1% карбоната кальция по наличию прозрачных зон вокруг роста дрожжей. Родовую принадлежность дрожжей определяли по определителю Бабьевой И.П., Голубева В.Л. [18].

Для изучения нефтеокисляющей активности, отобранных дрожжевых изолятов использовали среду Ворошиловой-Диановой. В качестве единственного источника углерода в среду вносили 1% нефти. Культивирование микроорганизмов проводили в колбах Эрленмейера, содержащих 100 мл среды, на шейкерах ISF1-X модель SMX1501 и KC 4000IC control (180 об./мин.) при 28<sup>0</sup>C в течение 14 суток. Количественное определение остаточного содержания нефтепродуктов в среде проводили гравиметрическим методом.

**Результаты исследований.** Из образцов прибрежной воды, донных отложений и прилегающей почвы Каспийского моря было выделено 18 культур дрожжей. Была изучена их способность утилизировать 1% нефть (таблица 1).

По результатам визуальных исследований было установлено, что при росте дрожжевых изолятов на среде ВД нефтяная пленка разрушалась и нефть превращалась в мелкодисперсную систему. Из 18 дрожжевых культур высокую активность показали 4 изолята (7д, 8д, 11д и 15д), 2 культуры показали умеренный рост, остальные были малоактивными.

Таблица 1 – Рост дрожжевых изолятов на минеральной среде с 1% нефти

Штамм	Активность	Штамм	Активность
1д	++	10д	+
2д	+	11д	++++
3д	++	12д	+++
4д	+++	13д	++
5д	++	14д	+
6д	+	15д	++++
7д	++++	16д	+
8д	++++	17д	+
9д	+	18д	+

*Примечание.* + – очень слабый рост, ++ – слабый рост, +++ – умеренный рост, ++++ – очень хороший рост.

Изучение морфологических признаков четырех активных дрожжевых культур показало, что при росте на агаризованной среде Сабуро 2-суточные культуры дрожжей образовывали пастообразные колонии круглой формы. Культура 7д имела колонии желтовато-белого цвета с матовой, складчатой поверхностью, врастающие в агар, размером 2-4 мм. Культура 8д образовывала колонии кремового цвета со слабым блеском, матовой, гладкой поверхностью, не врастающая в агар, размером 2-4 мм. У культур 11д и 15д колонии были кремового цвета, поверхность матовая, складчатая, врастающие в агар, размеры 4-6 и 5-10 мм, соответственно. Так как морфологические признаки лучше выявляются при описании гигантских колоний, исследуемые культуры дрожжей были посеяны уколом на агаризованную среду Сабуро и культивировались в течение 30 суток (рисунок 1). Как видно из рисунка, у штаммов 11д и 15д образовывались схожие по морфологии колонии в отличие от штаммов 7д и 8д.

В жидком солодовом экстракте дрожжи вызывали помутнение среды и образовывали осадок белого цвета. Вегетативные клетки размножались почкованием, имели овальную (7д, 8д) и круглую форму (11д, 15д).

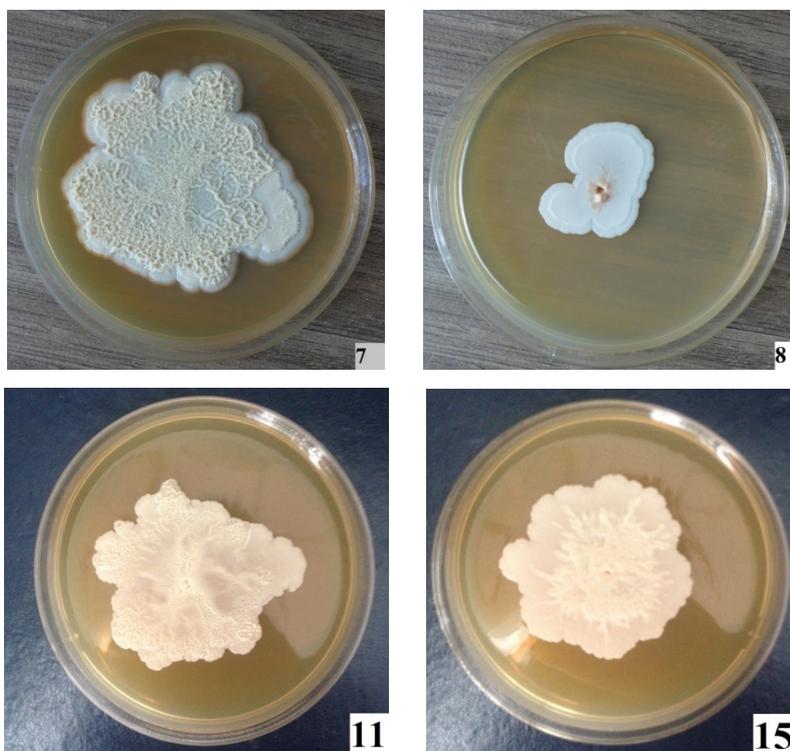


Рисунок 1 – Макроморфология дрожжевых культур

У всех исследуемых культур присутствовали аскоспоры, баллистоспоры не обнаружены. Исследуемые штаммы при росте на картофельно-глюкозном агаре на 3-5 сутки культивирования образовывали псевдомицелий (рисунок 2).

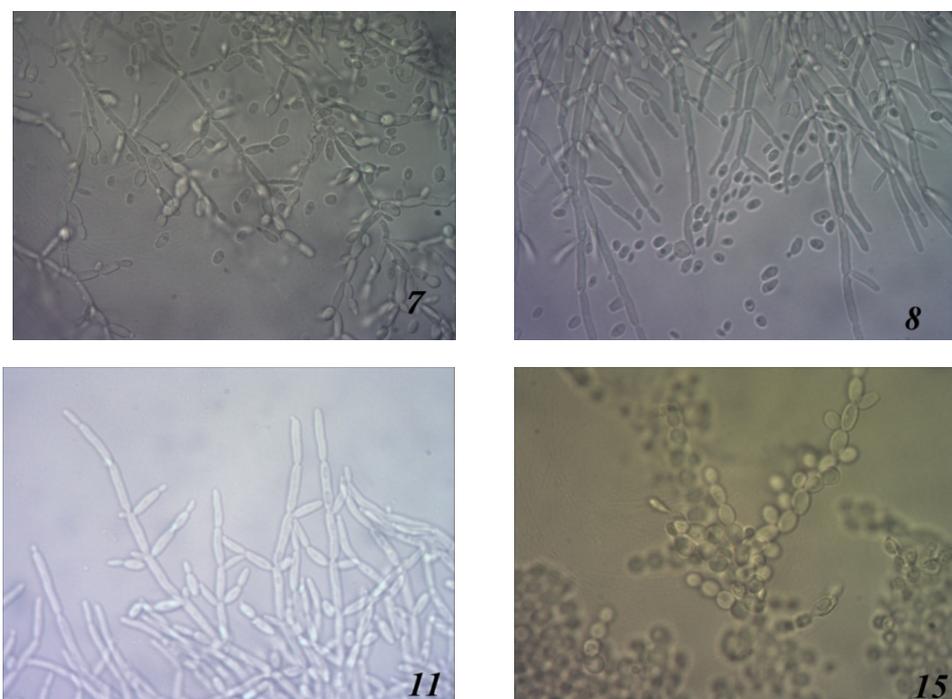


Рисунок 2 – Мицелий дрожжевых культур (среда картофельно-глюкозный агар)

Изучение галотолерантности изучаемых дрожжей показало, что все они способны расти в среде с содержанием NaCl до 10 %, два штамма 7д и 15д выдерживали концентрацию до 15%. Термофильных культур среди исследуемых штаммов дрожжей не выявлено, режим культивирования составил 20-34°C. Осмотолерантность проявлялась у штаммов 7д, 11д, 15д при росте на дрожжевом агаре с содержанием сахарозы в количестве 50%. Кислотообразующая способность так же, как и протеолитическая активность, отмечалась у штаммов 11д и 15д. Гидролиз липидов на 30 сутки при росте на среде Городковой осуществлялся штаммами 8д и 11д.

На основании изучения культуральных, морфологических и физиологических признаков проведена идентификация выделенных штаммов дрожжей. Все исследуемые штаммы являются представителями рода *Candida*.

У отобранных и идентифицированных штаммов дрожжей гравиметрическим методом была определена степень деструкции нефти (таблица 2).

Таблица 2 – Деструкция нефтяной смеси дрожжевыми культурами

Культура	Степень деструкции, %
7д	39,7
8д	51,8
11д	60,3
15д	51,0
Контроль	18,8

Установлено, что при культивировании на минеральной среде они утилизировали 39,7-60,3% нефти. У двух штаммов 8д и 15д активность была на одном уровне, степень деструкции составила 51,0-51,8%. Наиболее активной была культура 11д, которая утилизировала 60,3% нефти.

**Выводы.** Таким образом, из прибрежных вод, донных осадков и прилегающих почв Каспийского моря было выделено 18 дрожжевых изолятов. В результате проведенного скрининга было отобрано 4 активные культуры, которые были идентифицированы как представители рода *Candida*. Гравиметрический анализ содержания остаточной нефти в среде после их инкубирования в течение 14 суток показал, что они деградировали нефть на 39,7-60,3%. Самым активным был штамм 11д. Для дальнейших исследований отобраны три штамма 8д, 11д и 15д, которые будут использованы для составления бактериально-дрожжевых ассоциаций, способных эффективно утилизировать нефть в прибрежных экосистемах.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Колесниченко А.В. Процессы биодegradации в нефтезагрязненных почвах – М.: Промэкобезопасность, 2004. - 194 с.
- [2] Оборин А.А. Нефтезагрязненные биогеоценозы (процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). - Пермь, 2008. - 511 с.
- [3] Салангина Л.А. Изменение свойств почв под воздействием нефтезагрязнения и разработка системы мер по их реабилитации: Дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.03. – Екатеринбург, 2003. - 486 с.
- [4] Шаркова С.Ю., Полянская Е.А., Парфенова Е.А. Состояние микробного комплекса почв при нефтезагрязнении // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – Пенза, 2011. - №25. – С. 614-617.
- [5] Van Hamme J.D., Singh A., Ward O.P. Recent advances in petroleum microbiology // Microbiol. Mol. Biol. Rev. 2003 - V. 67. - № 4. - P. 503-549.
- [6] Рахимова Э.Р., Осипова А.Л., Зарипова С.К. Очистка почвы от нефтяного загрязнения с использованием денитрифицирующих углекислого окисляющих микроорганизмов // Прикладная биохимия и микробиология, 2004. - Т. 40. - № 6. – С. 649-653.
- [7] Бельков В.В. Биоремедиация: принципы, проблемы, подходы // Биотехнология. — 1995. - № 3. - С. 20-27.
- [8] Сидоров А.В., Морозов Н.В. Биодegradация углеводов нефти и нефтепродуктов отселекционированными углеводородокисляющими микроорганизмами // Фундаментальные исследования. - 2006. - № 11. – С. 74-75.
- [9] Desai J., Banat I. Microbial production of surfactants and their commercial potential // Microbiol, and Molecular Biology Reviews. - 1997. - Vol. 61, № 1. - P. 47-64.
- [10] Lima T.M., Procopio L.C., Brandao F.D., Carvalho A.M., Totola M.R., Borges A.C. Biodegradability of bacterial surfactants // Biodegradation. – 2011. – Vol. 22, № 3. - P. 585-592.
- [11] Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде // Прикладная биохимия и микробиология. - 1996. - № 6. - С. 579-585.
- [12] Арене В.Ж., Саушин А.З., Гридин О.М., Гридин А.О. Очистка окружающей среды от углеводородных загрязнений. – М.: Интербук. – 1999. – 315 с.
- [13] Врагова Е.В. Сравнительный анализ эффективности биопрепаратов для очистки торфа от нефтяного загрязнения // Мир науки, культуры, образования. – 2011. - № 3. – С. 317-319.
- [14] S.A. Aitkeldieva, E.R. Faizulina, A.A. Kurmanbaev, O.N. Auezova, Zh.A. Baigonusova, L.G. Tatarkina, T.Sh. Zaitova, A.K. Sadanov The Influence of associations of hydrocarbon oxidizing microorganisms to the microbial cenosis and oil destruction in soil // Natural Science. – 2012. – Vol. 4, N10. – P. 784-788.
- [15] Патент 2053205 РФ, МКИ С 02 F 3/34. Биопрепарат для очистки почвы и воды от нефти и нефтепродуктов / М.Д. Болонин, Е.А. Рогозин, Р.М. Свечина; заявитель и патентообладатель Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт. - № 94034274/13; заявл. 03.09.1994; опубл. 27.01.1996, Бюл. № 3. – 3 с.
- [16] Nitu S., Banwari L. Isolation of a novel yeast strain *Candida digboiensis* TERI ASN6 of degrading petroleum hydrocarbons in acidic conditions // Journal of environmental management. – 2009. – Vol. 90. – P.1728-1736.
- [17] Практикум по микробиологии / Под.ред. А.Н. Нетрусова. – М.: Academia, 2005. – 597 с.
- [18] Бабьева И.П., Голубев В.И. Методы выделения и идентификации дрожжей. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 120с.
- [19] Бабьева И.П., Чернов И.Ю. Биология дрожжей. – М.: МГУ, 1992. – 96с.

#### REFERENCES

- [1] Kolesnichenko A.V. Biodegradation processes in contaminated soils - M.: Promekobezopasnost, 2004. - 194 p. (in Russ.).
- [2] Oborin A.A. Oily biogeocoenoses (formation processes, the scientific basis of recovery, medical and environmental problems). - Perm, 2008. - 511 p. (in Russ.).
- [3] Salanginas L.A. Changing the properties of soils under the influence of oil pollution and the development of measures for their rehabilitation: Dis. ... Dr. biol. Sciences: 06.01.03. - Ekaterinburg, 2003. - 486 p. (in Russ.).
- [4] Sharkova S.Yu., Polyanskaya E.A., Parfenova E.A. Status microbial complex of oil-contaminated soils at // News of Penza State Pedagogical University. V.G. Belinsky. - Penza, 2011. - №25. - p. 614-617. (in Russ.).

- [5] Van Hamme J.D., Singh A., Ward O.P. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, **2003**, 67, 503-549 (in Eng.).
- [6] Rakhimova E.R., Osipova A.L., Zaripova S.K. Cleaning soil from oil pollution with denitrifying microorganisms hydrocarbon // *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2004. - V. 40. - № 6. - p. 649-653. (in Russ.).
- [7] Bel'kov V.V. Bioremediation: Principles, Problems and Approaches // *Biotechnology*. - 1995. - № 3. - p. 20-27. (in Russ.).
- [8] Sidorov A.V., Morozov N.V. Biodegradation of petroleum hydrocarbons and petroleum hydrocarbon oxidizing selected microorganisms // *Basic Research*. - 2006. - № 11. - p. 74-75. (in Russ.).
- [9] Desai J., Banat I. *Microbiol. and Molecular Biology Reviews.*, **1997**, 61, 47-64 (in Eng.).
- [10] Lima T.M., Procopio L.C., Brandao F.D., Carvalho A.M., Totola M.R., Borges A.C. *Biodegradation*, **2011**, 22, 3, 585-592 (in Eng.).
- [11] Coronelli T.V. Principles and methods of intensification of hydrocarbon biodegradation in the environment // *Applied Biochemistry and Microbiology*. - 1996. - № 6. - p. 579-585. (in Russ.).
- [12] Arene V.Zh., Saushin A.Z., Gridin O.M., Gridin A.O. Purification environment from hydrocarbon contamination. - M.: Interbuk. - 1999. - 315 p. (in Russ.).
- [13] Vragova E.V. Comparative analysis of the effectiveness of biological products for the treatment of peat from oil pollution // *The world of science, culture and education*. - 2011. - № 3. - p. 317-319. (in Russ.).
- [14] Aitkeldieva S.A., Faizulina E.R., Kurmanbaev A.A., Auezova O.N., Baigonusova Zh.A., Tatarkina L.G., Zaitova T.Sh., Sadanov A.K. *Natural Science*, **2012**, 10, 784-788.
- [15] Patent 2053205 RF MCI C 02 F 3/34. Biological product for purification of soil and water from oil and oil / MD Bolonin, EA Rogozin, P.M. Svechin; applicant and patentee Russia Petroleum Research Exploration Institute. - № 94034274/13; appl. 03/09/1994; publ. 27.01.1996, Bull. Number 3. - 3. (in Russ.).
- [16] Nitu S., Banwari L. *Journal of environmental management*, **2009**, 90, 1728-1736 (in Eng.).
- [17] Workshop on microbiology / psychology. A.N. Netrusov. - M.: Academia, 2005. - 597 p. (in Russ.).
- [18] Babeva I.P., Golubev V.I. Methods for isolating and identifying yeasts. - M.: Food Industry, 1979. - 120p. (in Russ.).
- [19] Babeva I.P., Chernov I.Yu. Biology yeast. - M.: MSU, 1992. - 96p. (in Russ.).

## КАСПИЙ ТЕҢІЗІНЕН БӨЛІНІП АЛЫНҒАН АШЫТҚЫ КУЛЬТУРАЛАРЫНЫҢ МҰНАЙТОТЫҚТЫРҒЫШ БЕЛСЕНДІЛІГІН БАҒАЛАУ

С. А. Айткельдиева, М. М. Шорманова, Т. В. Кузнецова,  
Э. Р. Файзулина, О. Н. Ауэзова, А. К. Саданов

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҚР БҒМ ҒК, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** мұнайтотықтырғыш микроорганизмдер, ашытқылар, мұнайтотықтырғыш белсенділік, мұнай құрылымының бұзылу.

**Аннотация.** Қазіргі таңда қоршаған ортаның мұнай мен мұнай өнімдерімен ластануы орасан зор масштабқа жетті. Мұнай көмірсутектері, су бетінде қалқып жүретін мұнай дақтары, су түбіне шөккен ауыр фракциялар секілді түрлі ластанушы формаларды түзе отырып, ішкі су қоймалары мен теңіздердің негізгі ластанушылары болып табылады және аэробты биотаның тіршілігін айтарлықтай бұзады. Осыған орай, мұнаймен ластанған аймақтарды табиғи қайта қалпына келтіру мүмкіндіктерінің проблемалары өзекті. Әлемдік практикада қоршаған ортаны мұнай мен мұнай өнімдерінен тазарту үшін, жоғары белсенді мұнай құрылымын бұзатын микроорганизмдерді қолдану негізіндегі, биотехнологиялық әдістер кеңінен қолданылады.

Жағалаулық экожүйелердегі мұнайды тиімді ыдыратуға қабілетті, бактерия-ашытқы ассоциациясын жасау мақсатымен, теңіз суынан, су түбіндегі шөгінділерден және Каспий теңізінің жағасындағы топырақтан 18 ашытқы изоляттары бөлініп алынды. Скрининг жүргізу нәтижесінде белсенді 4 культура сұрыпталынды. Олардың морфологиялық және физиологиялық-биохимиялық қасиеттері зерттеліп, соның негізінде олар *Candida* туысының өкілдері ретінде анықталды. 14 тәуліктік инкубациядан кейінгі мұнай құрамына жасалған гравиметриялық талдау, бұл штамдардың мұнайды 39,7-60,3% ыдыратқандығы анықталды. Ең белсенді штамм 11 д болып табылады.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 11 – 16

**THE FERTILITY OF THE PIKEPERCH (*SANDER LUCIOPERCA*)  
FROM KAPSHAGAI RESERVOIR****B. I. Abilov, T. T. Barakbayev, G. M. Ablaysanova**

«Kazakh Scientific Research Institute of Fishery» Almaty, Kazakhstan.

E-mail: b.i.abilov@mail.ru

**Key words:** fertility, sample, reservoir, concentration, population, biomass, fatness, export, eggs.

**Abstract.** Pikeperch distributed throughout the water area of Kapshagai reservoir. Among the commercially valuable fish species pikeperch is abundant one. The greatest concentration it creates in the spring in the coastal zone of the reservoir, where it comes to spawn. After spawning, and warming up of coastal water large specimens retreat in the deep and younger age part of the population adheres shallow part of the reservoir. Pikeperch spawning like many other fishes closely related with the regime of hydro-meteorological conditions, mainly with the water temperature. According to the early spring observations the main spawning place of pikeperch in Kapshagai is the main water area of the reservoir, where it has more suitable substrate for laying eggs than in the water ponds of retaining area and paranasal reservoirs of the Ile river.

But in recent years the biological parameters of this species has improved. Currently, among the valuable commercial fish species pikeperch is the most one. One of the most numerous and has a big demand in our country and also abroad. The results showed that the absolute individual fertility of pikeperch during the last years was 1272.0 thousand eggs.

ӘОЖ 597

**ҚАПШАҒАЙ СУҚОЙМАСЫНДАҒЫ КӨКСЕРКЕ  
(*SANDER LUCIOPERCA*) БАЛЫҒЫНЫҢ ТҰҚЫМДЫЛЫҒЫ****Б. И. Әбілов, Т. Т. Барақбаев, Г. М. Аблайсанова**

«Қазақ балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** тұқымдылық, сынама, суқойма, шоғырлану, популяция, биосалмақ, қоңдылық, экспорт, уылдырық.

**Аннотация.** Көксерке балығы Қапшағай суқоймасында кеңінен тараған. Құнды балықтардың арасында көксерке саны көп балықтардың бірі болып саналады. Ең жоғарғы шоғырлануы көктемде уылдырық шашу кезінде суқойманың жағалауында болады. Уылдырығын шашып болғаннан кейін су жылына бастаған кезде ірі дарақтары суқойманың терең аймақтарына кетіп, ал популяцияның жас бөлігі суқойманың жағалауында қалады. Көксерке Қапшағай суқоймасы құрылғаннан бастап кәсіби аулауда кездесіп келеді.

Қазіргі уақытта көксерке бірден бір саны жағынан кең таралған бағалы кәсіптік балықтардың бірі болып саналады және де елімізбен шетелден жоғары сұранысқа ие болып отыр. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, көксеркенің абсолютті жеке тұқымдылығы 1272,0 мың дана уылдырықты құрады. Көксеркенің тұқымдылығы бойынша соңғы жылдардағы көрсеткіштері біршама өскен.

**Кіріспе.** Көксерке – жыртқыш балық. Тұщы сулы және жартылай өтпелі балықтарға жатады. Өзендерде сонымен қатар таза су айдындарында тіршілік етеді. Судағы оттегі де өте сезімтал болып келеді. Оның шабақтары ең ерте даму кезеңдерінде планктонды су организмдерімен

(бұтақмұртты және ескекаяқты шаяндар) қоректенеді, ал ұзындығы 20-25 мм жеткенде су түбінде тіршілік ететін организмдерді (мизидтер, ас шаяндар, бүйірмен жүзгіштер, хиროномид және жылғалық жұмыртқалары, масалар қуыршақтары және тағы басқа организмдермен) және кейде балық жұмыртқаларын тұтына бастайды. Негізінен балықпен қоректенуге әдетте денесінің ұзындығы 45-50 мм-ге жуық болған кезде көшеді. Алайда көксерке шабақтары азығының сапалық құрамы ең алдымен оның мөлшеріне емес, мекендеу орнына және белгілі бір азықтың қол жетімділігі дәрежесіне байланысты болады. Ересек көксерке негізінен балықпен қоректеніп, бұл кезеңде түрін таңдап жатпайды [1].

Көксеркенің өсу қарқыны жылдам. Ересектер балықтар мен шабақтарының өсу қарқыны әрбір су айдынының географиялық орналасуына байланысты әр түрлі болып келеді. Көксерке уылдырық шашатын жер су қоймаларының топырағы тығыз және ағын сулы учаскелерінде орналасады. Уылдырық 0.5-6 м, көбінесе 1-3 м, тереңдікте арнайы ұяларға салынады және оны осы кезде қоректенбейтін аталығы қорғайды. Өсімдік қалдықтары жиналған құмайт жерлер немесе су шайып кеткен қамыс, қоға, тал және басқа да өсімдіктер, су астында қалған ескі ағаш тамырлары уылдырық үшін қолайлы орын болып табылады [2].

2005-2007 жж. көксеркенің саны артып экспортта үлкен сұранысқа ие болды [3]. Қазіргі таңда да құнды балық ретінде халықтың сұранысын арттырып келеді.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Мақала 2015 жылдың наурыз және сәуір айларында Қапшағай суқоймасында жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстары барысында ауланған балықтар негізінде және әдебиет көздерін ескере отырып жазылды. Балықтарды аулау тор көздері 20, 24, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм және әрбір аудың ұзындығы 25 м, биіктігі 2-3 м болатын құрма аудың және сүзгі аудың көмегімен ауланды. Балықтарға биологиялық анықтаулар жүргізілді.

Жалпы тұқымдылығын анықтау мақсатында 23 аналық көксерке балығынан сынама алынды. Әрбір аналықтардың ұзындығы, салмағы және жасын анықтау үшін қабыршағы алынды. Содан кейін балықтардың жалпы уылдырығы таразыға өлшеніп, содан сынама алынды. Алынған сынамалар өлшеніп, этикетка жабыстырылған ыдысқа салынғаннан соң 2% формалинде фиксацияланды. Жасы зертханада МБС-10 бинокуляр көмегімен қабыршағы арқылы анықталды. Зерттеу жұмыстары (жасы, қабыршағы, тұқымдылығы) жалпыға ортақ Чугунова (1952), Правдин (1966), Спановская, Григораш (1976) әдістемелері бойынша жасалды [4-10].

### Зерттеу нәтижелері

Сонымен, зерттеу нәтижесі көрсеткендей, ғылыми жұмыс уылдырық шашу мерзімінде жүргізілді. Аулауда 4 пен 9 жас аралығындағы аналық дарақтар кездесті. Дене ұзындықтары 37,0-70,0 см аралығында болса, ал дене салмағы 621-7510 г аралығында болды. Фультон бойынша қондылығы 1,2-2,1 аралығын құрады (1-кесте).

1-кесте – Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің негізгі биологиялық көрсеткіштері

Жастық Қатары	Ұзындығы, см		Салмағы, г		Фультон бойынша қондылығы		Саны, дана	Балық үлесі, %
	мин-макс	орташа	мин-макс	орташа	мин-макс	орташа		
4	37,5	37,5	621	621	1,2	1,2	1	4,3
5	50,5-51,0	50,7	2050-2265	2157,5	1,6-1,7	1,6	2	8,7
6	52,0-53,5	52,9	2007-3121	2474,2	1,3-2,1	1,7	4	17,4
7	54,0-70,0	60,4	2395-5740	3273,1	1,2-2,0	1,5	11	47,8
8	65,0-71,5	67,2	3645-5710	4558,3	1,3-1,6	1,5	3	13,0
9	76,0-77,0	76,5	7105-7510	7307,5	1,6-1,7	1,6	2	8,7
Барлығы	37,5-77,0	59,5	621-7510	3440,3	1,2-2,1	1,5	23	100,0

Негізінде көксеркенің абсолютті жеке тұқымдылығы республика бойынша өте кең көлемде ауытқып отырады. Әдебиет көздеріне шолу жасайтын болсақ 1974-1977 жылдары осы Қапшағай сукоймасында 11,6-2206,0 мың уылдырыққа дейін ауытқыған болса, ал 2011-2013 жылдары бұл көрсеткіш 39,4-549,2 мың дана уылдырықты құраған [11].

Сонымен салыстырмалы түрде, ғылыми зерттеу нәтижесі бойынша көксеркенің абсолютті жеке тұқымдылығы 94,4-1272,0 мың дана аралығында ауытқыды, орташа көрсеткіші 604,7 дана болды. Бұл дегеніміз көксерке популяциясының қоры салыстырмалы түрде тұрақты деңгейде екендігін көрсетеді. Уылдырық санының үлесі бойынша басым бөлігін (54,3%) жоғарғы 8-9 жастағы балықтар құрады (2-кесте).

2-кесте – Қапшағай сукоймасындағы көксеркенің жастық топтар бойынша жеке тұқымдылық көрсеткіштері, n=23

Жасы	Гонаданың жалпы салмағы, г		1 граммдағы уылдырық саны, дана		Жеке тұқымдылығы, мың дана		Уылдырық санының үлесі, %
	мин-макс	орташа	мин-макс	орташа	мин-макс	орташа	
4	42	42	2248	2248	94,4	94,4	2,6
5	205-251	228	2144-2524	2334	517,4-538,1	527,8	14,5
6	210-310	249	1700-2116	1926	420,1-537,5	476,3	13,1
7	173-550	291	1640-2120	1930	283,7-1040,6	563,2	15,5
8	275-571	384	1720-1996	1880	548,9-982,1	705,9	19,4
9	750-810	780	1564-1696	1630	1266,8-1272,0	1269,4	34,9
Жалпы	42-810	322	1564-2524	1946	94,4-1272,0	604,7	100,0

Көксеркенің абсолютті жеке тұқымдылығының мұндай жастық топтар арасында ауытқып отыруы қондылығына да байланысты. Мысалы, ұзындығы 59 см болатын дарақтардың қондылығы 1,2 және 2,0 аралығында болса, сәйкесінше, жеке тұқымдылығы 478,8 мың және 617,2 мың уылдырықты құрап отыр.

Көксеркенің жыныстық жасқа жетілуі бір уақытта жүрмейді, яғни басқа да көптеген балықтар тәрізді бірнеше жас аралығына созылады (2-6 толық жас). Қапшағай сукоймасында көксеркенің жыныстық жасқа жетілуі 3 пен 5 жас аралығында жүреді. Уылдырық шашатын мерзімі шамамен, наурыз сәуір айларында жүреді [12].

Көксеркенің ұзындығы бойынша салыстырмалы жеке тұқымдылығы 252 мен 1874 дана уылдырық аралығында болса, ал салмағы бойынша салыстырмалы жеке тұқымдылығы 118-252 дана уылдырық аралығын құрады. Тұқымдылығын анықтау әрбір балықтың ұзындығы мен салмағына тікелей байланысты. Уылдырықтың диаметрі 0,7-1,5 мм аралығында болды. Диаметрді анықтау окуляр-микрометрдің көмегімен жүргізілді (3-кесте).

Көксерке көбею жағдайына эвриадаптивті болып келеді. Уылдырық шашқанға ыңғайлы оптимальді температурада уылдырығын бір рет шашады. Қапшағай сукоймасында көксеркенің тұрақты

3-кесте – Қапшағай сукоймасындағы көксеркенің жастық топтар бойынша салыстырмалы жеке тұқымдылығы және уылдырықтардың көлемінің көрсеткіштері, n=23

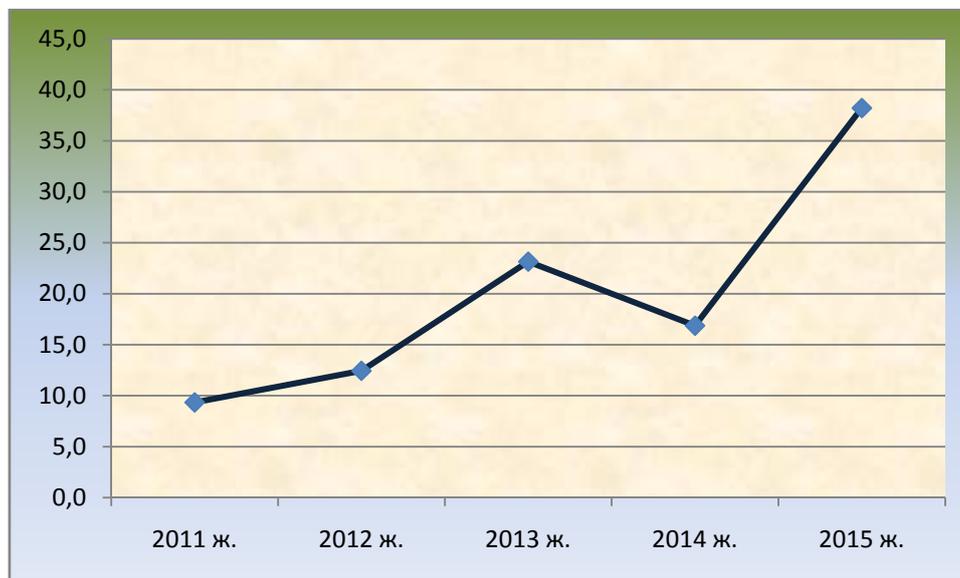
Жасы	Салыстырмалы жеке тұқымдылық, дана				Уылдырықтың диаметрі, мм		Балық үлесі, %
	Уылд/см		Уылд/г		мин-макс	орташа	
	мин-макс	орташа	мин-макс	орташа			
4	252	252	152	152	0,7-1,0	0,9	4,3
5	1025-1055	1040	238-252	245	0,8-1,2	1,0	8,7
6	787-1034	902	169-210	195	0,8-1,3	1,2	17,4
7	498-1487	924	118-219	174	0,9-1,3	1,1	47,8
8	844-1874	1040	136-172	153	0,8-1,4	1,2	13,0
9	1645-1674	1659	169-178	174	0,9-1,5	1,2	8,7
Барлығы	252-1874	980	118-252	180	0,7-1,5	1,0	100,0

түрі тіршілік етеді. Уылдырық шашатын орны тығыз топырақта орналасқан. Уылдырығын тереңдігі 0,5-6 м, көбінесе 1-3 м болатын, құмды, топырақты, өсімдік қалдықтары бар ұяларға шашады және аталықтары оларды қорғап жүреді. Сонымен қатар аталықтары ұяны судың ластанып кетуінен қанаттарын қозғалту арқылы қорғайды және сол арқылы уылдырықтың аэрациясын жақсартады. Бұл уақытта аталықтары қоректенбейді [12].

Ерте көктемгі бақылау мәліметтері бойынша, Іле өзені мен құярлық аймағына қарағанда, уылдырық шашуға қолайлы субстрат суқойма акваториясында болғандықтан, Қапшағай суқоймасы көксеркенің басты уылдырық шашатын орны болып табылады.

Көксерке балығының өсімін және балық көлемін ұлғайту немесе жоғарылату жөніндегі шаралар ретінде су айдынында табиғи жолмен көбеюмен қатар, жасанды жолмен көбейту технологиясында қолданған дұрыс. Көксеркені жасанды жолмен көбейту технологиясы, кезінде Еділ өзенінің атырауындағы уылдырық-шабақ өсіру шаруашылықтарында әзірленіп, өндіріске енгізілген болатын [13].

Суретте көксеркенің тұқымдылығының көпжылдық динамикасы берілген. 2011-2013 жылдары популяциялық тұқымдылық 147,7-366,2 мың дана уылдырық болса, 2014 жылы бұл көрсеткіш 266,8 мың дана уылдырықты құрап, алдыңғы жылдан аздап төмен көрсеткіште болған [14]. Бірақта, 2015 жылғы көрсеткіш 604,7 мың уылдырықты құрап, алдыңғы жылдармен салыстырғанда шамамен 2 есеге жоғары көрсеткішті құрады (сурет).



Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің көпжылдық популяциялық тұқымдылық динамикасы, %

Ең жоғарғы 9 жастағы көксеркенің тұқымдылығы 1272,0 мың дананы құрады. Жастық топтар бойынша уылдырық шашушы үйірдің 47,8 % үлесін 7 жастағы дарақтар құрады. Ал уылдырық санының үлесі бойынша басым бөлігін (54,3%) жоғарғы 8-9 жастағы балықтар құрады. Зерттеу барысында көксеркенің қондылық көрсеткіштері 1,2-2,1 аралығын құрады.

Тағы бір ескере кететін жәйт, балықтардың уылдырық шашу кезіндегі маңызды мәселелердің бірі балық аулауға тыйым салу уақытының дұрыс қойылуы. 2012 жылға дейінгі балық аулауға тыйым салу уақыты (45 күн, 1 мамыр мен 15 маусым айлары болатын) уылдырығын ерте көктемде шашатын кәсіптік маңызы бар көксерке, ақмарқа және қаракөз балықтары үшін уылдырық шашу уақытын толық қамтымады [14]. Қазіргі уақытта көксерке балығына сұраныстың көптеп артуына байланысты оның қорын көбейту мақсатында және сонымен қатар, басқа да бағалы кәсіптік түрлердің (тыран, сазан, жайын т.б) уылдырық шашуға толық мүмкіндік беретін уақытты белгілеу керек болатын.

Сондықтан Қапшағай суқоймасының географиялық орналасуына байланысты ауа-райын ескере отырып, ҚазБШҒЗИ мамандарының ұсынысымен 2012 жылдан бастап балық аулауға тыйым салу уақыты 05 сәуірден 20 мамырға (45 күн) дейін Қазақстан Республикасының «Жануар-

лар әлемін пайдалану, өсімін молайту және қорғау» туралы заңына өзгертулер енгізілді [15]. Осы аталған уақыт аралығында жыл сайын көксерке және тағы басқа да кәсіптік маңызы бар балықтар толықтай уылдырықтарын шашып жүр. Нәтижесінде көксерке қорының салыстырмалы түрде жақсы жылдан жылға деңгейде екендігін байқауға болады.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Никольский Г.В. Частная ихтиология, Москва 1950г «Советская наука» 304-306 б.
- [2] Спановская В.Д. Жизнь животных. М Просвещение, 1983. Т.4 371-375 б.
- [3] Биологическое обоснование: Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований предельно допустимых объектов изъятия рыбных ресурсов и других водных животных и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного, республиканского и местного значений Балхаш-Алакольского бассейна. Раздел: Капшагайское водохранилище, река Иле. КазНИИРХ.- Алматы, 2013. –50 б.
- [4] Мина М.В. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов.- Вильнюс, 1976.- Ч.2.- С. 31-37.
- [5] Спановская В.Д., Григораш В.А. К методике определения плодовитости одновременно и порционно нерестующих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. - Вильнюс, 1976. - Б.2. - 54-62 б.
- [6] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. 67-79 б.
- [7] Малкин Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. – М.: изд-во ВНИРО, 1999. – 146 с.
- [8] Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. – М.: ВНИИПРХ, 1990. – 52 с.
- [9] Зыков А.А. Метод оценки коэффициентов естественной смертности дифференцированных по возрасту рыб // Сб. науч. трудов. ГосНИОРХ, 1986.- Вып .243.- С.14 -22.
- [10] Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: ВНИРО, 2000.
- [11] Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш. Издательство «Каганат» Алматы-2002г 119 – 125 б.
- [12] Рыбы Казахстана: 4 том. - Алматы: Гылым, 1988. - Т. 4. –221-229 б.
- [13] Тюрин П.В. Биологическое обоснование оптимального коэффициента вылова и допустимого предела прилова молоди ценных рыб// Труды ВНИИРО. -1967 51-55 б.
- [14] Комплексная оценка эколого-эпидемиологического состояния биоресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Казахстана для формирования государственного кадастра. Раздел: Капшагайское водохранилище и река Или: Отчёт о НИР (заключительный) // КазНИИРХ. - Алматы, 2014. – 147 б.
- [15] Балқаш-Алақол бассейніндегі халықаралық, республикалық және жергілікті маңызы бар балық шаруашылығы су айдындарының және ондағы балық ауланатын участкелердің балық өнімділігін анықтау, рұқсат етілетін жалпы балықтың ауланатын мөлшеріне (РЕЖБАМ) биологиялық негіздеме жасау және балық аулау ережесімен тәртібін реттеу жөнінде ұсыныстар беру Бөлім: Қапшағай суқоймасы, Іле өзені // ҚазБШҒЗИ.-Алматы. 2012, 100 б.

#### REFERENCES

- [1] Nikolsky G.V Private ichthyology, Moscow 1950 "Soviet science", p. 304-306. (in Russ.).
- [2] Spanovskaya V.D. Life of animals. M. Prosveshenie, 1983. Volume 4 p.371-375. (in Russ.).
- [3] The biological rationale: Determining fish productivity of fishery reservoirs and / or sections, the development of biological studies limits the objects of withdrawal of fish resources and other water animals and issuing recommendations on the treatment and management of fisheries in the waters of international, national and local significance of the Balkhash-Alakol basin. Section: Kapshagai reservoir, river mud. KazRSIF.- Almaty, 2013. -50 p. (in Russ.).
- [4] Mina M.V. On the method of determining the age of fish in conducting population studies // Typical methods of research productivity of fish species within their arealov.- Vilnius, 1976.- p.2.- p. 31-37. (in Russ.).
- [5] Spanovskaya V.D., Grigorash V.A. By the method of determining fertility and at the same time spawning fish portions // Typical methods of research productivity of fish species within their habitats. - Vilnius, 1976. - Ch.2. - p.54-62. (in Russ.).
- [6] Pravdin I.F. Study Guide fish. - M.: Food and Related Products, 1966. p. 67-79. (in Russ.).
- [7] Malkin E.M. Reproductive and numerical variability of commercial fish populations. - M.: Publishing House VNIRO, 1999. - 146 p. (in Russ.).
- [8] Sechin Y.T. Guidelines for assessment of the number of fish in freshwater. - M.: VNIIPRKh, 1990. - 52 p. (in Russ.).
- [9] Zykov A.A. The method of estimating the coefficients of natural mortality differentiated by age of fishes // Coll. scientific. works. GosNIORKh, 1986.- Vol .243.- P.14 -22. (in Russ.).
- [10] Babayan V.K. Precautionary approach to the assessment of the total allowable catch (TAC). - M.: VNIRO 2000. (in Russ.).
- [11] Modern ecological condition of the basin of Lake Balkhash. Publisher "Kaganate" Almaty-2002, p.119-125. (in Russ.).
- [12] Fishes of Kazakhstan: 4 vol. - Almaty Gylym, 1988. - V. 4. -p. 221-229. (in Russ.).
- [13] Tyurin P.V. Biological basis of optimal yield coefficient and margin-catch of juvenile fish stock // Proceedings VNIIR. - 1967, p.51-55. (in Russ.).

[14] Comprehensive assessment of ecological and epidemiological status of bioresources major fishery water bodies of Kazakhstan for the formation of the state cadastre. Section: Kapshagai Reservoir and river Or: Report on R & D (final) // KazNIIRH. - Almaty, 2014. - 147p. (in Russ.).

[15] Biological ground: Determination of fishproduction of fishery reservoirs and/or their areas, development of biological grounds maximum of possible objects of withdrawal of fish resources and other water animals and delivery of recommendations on the mode and adjusting of fishing on reservoirs international, republican and local values of Balkhach-Alakol of pool. Section: Kapchagay storage pool, river Ile. KazNIIRH.- Almaty, 2012. 100p (in Russ.).

## ПЛОДОВИТОСТЬ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*) КАПШАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Б. И. Абилов, Т. Т. Баракбаев, Г. М. Аблайсанова

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** плодовитость, проба, водохранилище, концентрация, популяция, биомасса, упитанность, экспорт, икра

**Аннотация.** Судак встречается по всей акватории водохранилища Капшагай. Среди ценных рыб в коммерческом отношении судак является многочисленным видом. Наибольшие концентрации он создает весной в прибрежной зоне водохранилища, где приходит его нерест. После нереста и прогрева воды в прибрежной зоне крупные особи отходят поглубже, а младшевозрастная часть популяции придерживается более мелководной части водоема. Как и для многих рыб, нерест судака тесно связан с режимом гидрометеорологических условий, главным образом с температурой воды. По данным ранневесенних наблюдений основным местом нереста судака является основная акватория водохранилища, где для него имеется более подходящий субстрат для кладки икры, чем в водоемах подпорной зоны и придаточных водоемах реки Иле.

В настоящее время среди ценных промысловых рыб судак является одним из многочисленных видов и пользуется высоким спросом как внутри страны, так и за ее пределами. Результаты исследования показали, что абсолютная индивидуальная плодовитость судака составила 1272.0 тыс штук икринок. В последние годы показатели по плодовитости несколько выросли.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 16 – 21

## IDENTIFICATION OF THE ISOLATED STRAINS OF NITROGEN-FIXING CYANOBACTERIA

G. B. Baimakhanova<sup>1</sup>, A. K. Sadanov<sup>1</sup>, B. K. Zayadan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Microbiology and Virology CS MES RK, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bgulb@mail.ru

**Key words:** nitrogen fixation, cyanobacteria.

**Abstract.** One of the main tasks of agriculture is its ecologization, which involves the use of soil resources for the conservation and the potential increase, as well as effective soil fertility. Approaches to solving the problem is the use of microbial components of soil. Cyanobacteria - the indispensable and a large group of phototrophic microorganisms is attractive in this respect. Therefore, work on nitrogen-fixing cyanobacteria screening for use in agricultural biotechnology is very actual. The article presents data on the identification of isolated strains of nitrogen-fixing cyanobacteria by molecular biology techniques based on 16S rRNA gene. The results of nitrogen-fixing activity of cyanobacteria isolated *Anabaena variabilis* K-1 and *Nostoc calcicola* K-1 strains.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЫДЕЛЕННЫХ ШТАММОВ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Г. Б. Баймаханова<sup>1</sup>, А. К. Саданов<sup>1</sup>, Б. К. Заядан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт микробиологии и вирусологии КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** азотфиксация, цианобактерия.

**Аннотация.** Одной из главных задач земледелия является его экологизация, которая включает использование ресурсов почвы для сохранения и потенциального увеличения, а также эффективного плодородия почв. Подходы к решению задачи, заключаются в использовании микробной компоненты почвы. Привлекательна в этом плане неперенная и многочисленная группа фототрофных микроорганизмов - цианобактерий. В связи с этим актуальны работы по подбору азотфиксирующих цианобактерий для применения в агробиотехнологии. В статье представлены данные по идентификации выделенных штаммов азотфиксирующих цианобактерий методами молекулярной биологии на основе гена 16S рРНК. Получены результаты азотфиксирующей активности выделенных штаммов цианобактерий *Anabaena variabilis* K-1 и *Nostoc calcicola* K-1.

Важная экологическая роль цианобактерий обуславливается их уникальной способностью к фиксации молекулярного азота атмосферы, широкому спектру адаптации к различным почвенным и гидротермическим условиям [1]. Цианобактерии служат дополнительным источником органического вещества, как энергетического материала для гетеротрофных организмов и тем самым способствуют повышению плодородия почв. С точки зрения прикладного использования, они технологичны, что включает низкую стоимость сред для культивирования (отсутствие в среде органических соединений и источников минерального азота) и быстрое накопление биомассы, не требующей при этом дорогого оборудования [2]. Вместе с тем, на общем фоне исследований роль цианобактерий в агробиотехнологии недостаточно изучена. Поэтому внимание исследователей сосредоточено на изучении воздействия азотфиксирующих цианобактерий на рост и развитие растений и возможности создания на их основе активных биопрепаратов.

### Материалы и методы исследований

Объектами исследований служили пробы воды, отобранные на рисовых полях Карауктинского опорного пункта Казахского НИИ рисоводства им. Ибрая Жахаева г. Кызылорды. Определение видового состава цианобактерий проводили по методике Сиренко с использованием определителей [3-5]. Для выделения чистой культуры применяли микробиологические методы – разделение, пересевы, чашечный метод на средах Громова №6, ВГ-11. Культивирование проводилось в условиях лабораторного люминистата в непрерывном режиме при температуре 25-30<sup>0</sup>С и освещенности 3000-2000 лк. Для оценки активности цианобактерий использовались альгологически и бактериологически чистые формы [6, 7].

Определение азотфиксирующей активности проводили ацетиленовым методом.

Для идентификации выделенных штаммов цианобактерий использовались общепринятые методы. Проводилось изучение их культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств в соответствии с современными принципами классификации и с использованием определителей Еленкина, Голлербахас с уточнением по Комареку и Анагностидису [8-12].

**Молекулярные методы идентификации.** Для молекулярного анализа, геномную ДНК из клеток азотфиксирующих цианобактерий выделяли методом экстракции горячим фенолом.

Для лучшего разрушения клеток в эмульсию фенола добавляли додецилсульфат натрия до конечной концентрации 0,1%. РНК из смеси нуклеиновых кислот, удаляли при помощи РНКазыА. Очищенную геномную ДНК получали после конечной обработки препаратов смесью фенол-хлороформ (1:1), осаждения ДНК этанолом и растворения полученного осадка в минимальном количестве стерильной дистиллированной воды [13].

Выделение плазмидной ДНК из клеток *E. coli* осуществляли с помощью набора реагентов GeneJET Plasmid Miniprep Kit (Fermentas).

Гель-электрофорез. Качество и количество полученного ПЦР-продукта анализировали электрофорезом в 1% агарозном геле на основе трис-ацетатного буфера с использованием камеры Mini Horizontal Electrophoresis system (VWR International, США) [14].

Для выделения фрагментов ДНК из агарозного геля использовали набор реагентов GeneJET™ Gel Extraction Kit (Fermentas). Фрагменты ДНК после очистки клонировали в Т-вектор pTZ57R/T (Fermentas). Для трансформации использовали компетентные клетки *E. coli* штамма XL1-Blue (Stratagene, США) и набор реагентов Transform Aid Bacterial Transformation Kit (Fermentas).

ПЦР-амплификация. Амплификацию фрагмента гена 16S рРНК проверяли с использованием специфичных для цианобактерий, праймеры 106F и 781R, соответствующих позициям 106-127 и 781-805 *E. coli*. Реакцию проводили по следующей программе: 94<sup>0</sup>С – 5 мин, далее 35 циклов: 94<sup>0</sup>С - 1 мин, 60<sup>0</sup>С – 1 мин, 72<sup>0</sup>С – 1 мин 10 с, этап завершающего синтеза - 72<sup>0</sup>С – 10 мин.

Параметры ПЦР были следующие: 95<sup>0</sup>С – 10 мин, далее 30 циклов: 95<sup>0</sup>С – 1 мин, 57<sup>0</sup>С – 30 с, 72<sup>0</sup>С – 40 с, и этап завершающего синтеза 72<sup>0</sup>С – 6 мин.

Секвенирование. Нуклеотидные последовательности сравнивали с последовательностями баз данных (GenBank), с помощью программы поиска высокоомологичных последовательностей BLAST ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)).

Для филогенетического анализа нуклеотидные последовательности были выровнены с последовательностями из баз данных. Построение филогенетических положений проводили по двухпараметрической модели Кумиры, методом ближайших соседей при помощи пакета программ MEGA, версия 6.06 [15,16].

### Результаты исследований и их обсуждение

Идентификация выделенных штаммов азотфиксирующих цианобактерий методами молекулярной биологии

При создании новой комплексной таксономической классификации цианобактерий именно молекулярно-биологические данные берутся за основу [17]. Классификация и определение филогенетического положения этих штаммов проводились на основе анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК.

На рисунке 1 отображены результаты амплификации гена 16S рРНК двух образцов.

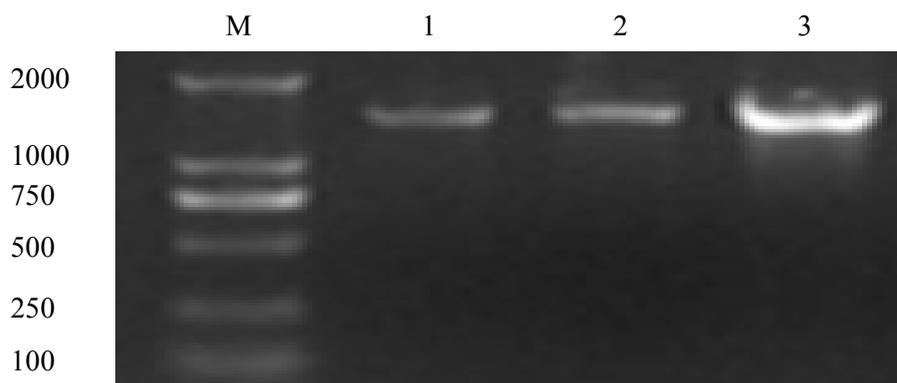


Рисунок 1 – Электрофореграмма продуктов амплификации фрагмента гена 16S рРНК ДНК штаммов цианобактерий; М-маркер, 1 – *Anabaena variabilis* K-1; 2 – *Anabaena* sp.; 3 – *Nostoc* sp. K-1

Выделенную из штаммов азотфиксирующих цианобактерий геномную ДНК использовали в качестве матрицы для амплификации гена 16S рРНК с помощью метода ПЦР, с использованием Hot Start *Taq*-полимеразы и бактериальных праймеров 106F и 781R [18], позволяющих получить практически полную последовательность вышеуказанного гена.

Выделенные штаммы цианобактерий на основании фенотипических признаков были отнесены к родам *Anabaena* и *Nostoc* и идентифицированы как *Anabaena variabilis* К-1 и *Nostoc calcicola* К-1. Филогенетическое положение выделенных азотфиксирующих штаммов показано на рисунке 2.

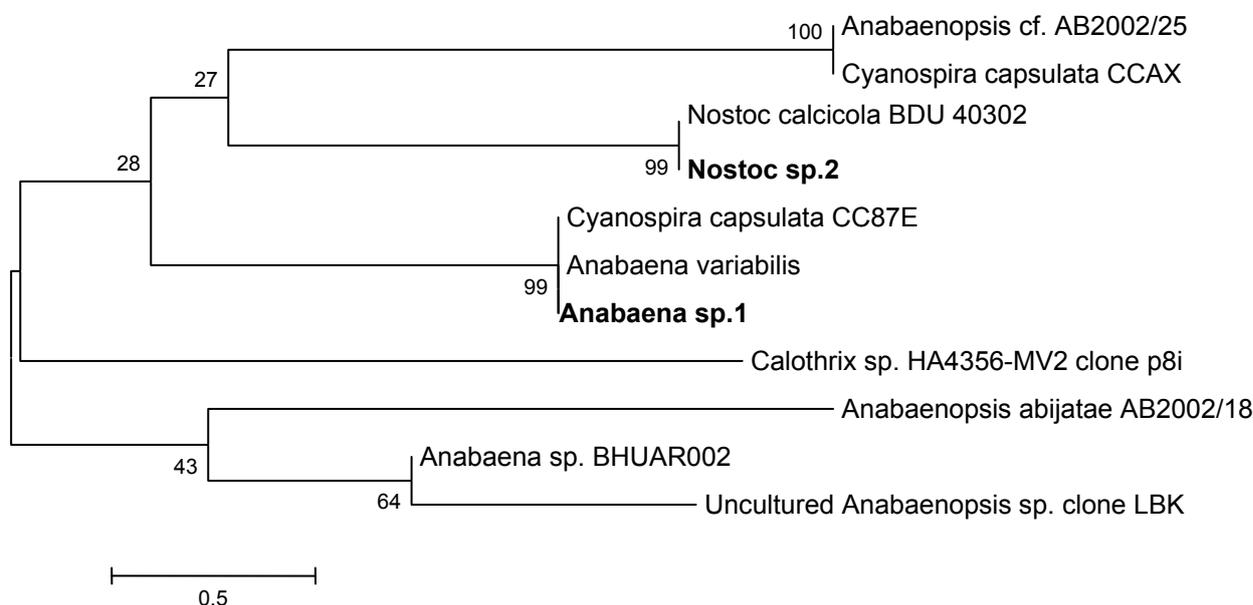


Рисунок 2 – Филогенетическое положение штаммов *Anabaena variabilis* и *Nostoc calcicola* на основании гена 16S рНК с использованием метода ближайших соседей. Масштаб соответствует 5 нуклеотидным заменам на каждые 10 нуклеотидов

Для подтверждения систематического положения штаммов было проведено определение нуклеотидной последовательности фрагмента гена 16S рНК. Сравнительный анализ полученной последовательности показал высокий процент гомологии *Anabaena variabilis* (99%) и *Nostoc calcicola* (95%) с последовательностями цианобактерий *Anabaena variabilis* и цианобактериями, имеющимися в базе данных.

Это штаммы *Anabaenopsis* AB2002/25 (AM773302), *Cyanospira capsulate* CCAx (FR774777), *Nostoc calcicola* BDU 40302 (KC883980), *Cyanospira capsulate* CC87E (FR774775), *Calothrix sp.* HA4356-MV2 clone p8i (JN385289), *Anabaena psisabijatae* AB2002/18 (AM773301), *Anabaena sp.* BHUAR002 (HM235817).

Азотфиксирующие микроорганизмы усваивают азот путем фиксации атмосферного азота. Исследовали культуры *Anabaena variabilis* К-1 и *Nostoc calcicola* К-1 на среде BG-11 без азота. Опыт проводили в трех повторностях. При измерении количества азота в качестве контрольного штамма, брали мутантный штамм *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124, не фиксирующий атмосферный азот. На рисунке 3 показано содержание азота в культурах *Anabaena variabilis* К-1, *Nostoc calcicola* К-1, *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124, культивируемых на среде BG 11, без нитратов.

Из рисунка видно, что количество азота в культуре *Anabaena variabilis* К-1 составляет 10,2 %, у культуры *Nostoc calcicola* К-1 - 9,9%, тогда как в контрольном штамме *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124 количество азота равно 4,2%. Это объясняется тем, что культуры *Anabaena variabilis* К-1 и *Nostoc calcicola* К-1 являются азотфиксирующими цианобактериями и фиксируют молекулярный азот.

По результатам проведенных исследований можно сделать заключение, что вновь выделенные культуры методами молекулярной биологии на основе гена 16S рНК идентифицированы как штаммы азотфиксирующих цианобактерий и определена филогенетическая принадлежность к видам *Anabaena variabilis* К-1 и *Nostoc calcicola* К-1. А также выделенные штаммы обладают высокой азотфиксирующей активностью.

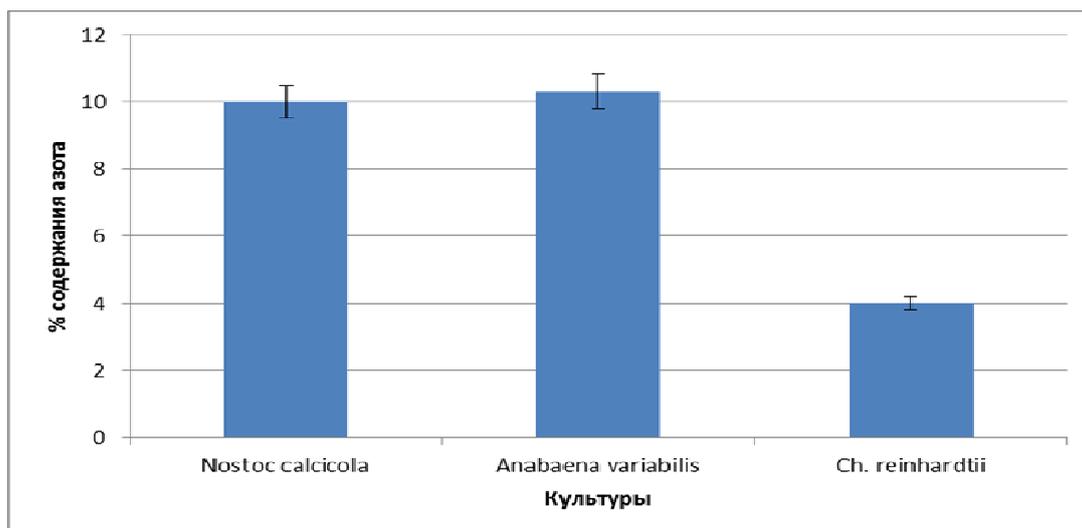


Рисунок 3 – Содержание азота в исследуемых культурах азотфиксирующих цианобактерий *Anabaena variabilis* K-1, *Nostoc calcicola* K-1 и микроводоросли *Chlamydomonas reinhardtii* CC-124

Таким образом, культуры азотфиксирующих цианобактерий *Anabaena variabilis* K-1 и *Nostoc calcicola* K-1 можно использовать в качестве ростстимулирующих веществ в агробиотехнологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Панкратова Е.М., Калинин А.А. Цианобактерии как возможные организмы для создания бактериальных препаратов // Роль научных исследований в развитии сельскохозяйственного производства Кировской области: Сб. тр. – Киров, 1991. - С.25-33.
- [2] Михеева Л., Карбышева Е., Шестаков С. Роль мобильных элементов в эволюции цианобактерий // Экологическая генетика / Ecological Genetics. — 2011. -Т. 9, № 4. - С. 52–62.
- [3] Сиренко Л.А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф., Лукина Л.Ф. и др. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. - Киев: Наука думка, 1975.-247 с.
- [4] Определитель бактерий Берджи. Т.1. – Изд.9 / Под ред. Дж. Хоулга и др. - М.: Мир, 1997. - 520 с.
- [5] Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилова С.Х. Определитель сине-зеленых водорослей Средней Азии. – Ташкент: Фан, 1987. - 88. - Т.1, Т.3 – С.3-1405.
- [6] Rai A.N. (ed.) Handbook of Symbiotic Cyanobacteria. Boca Raton, Florida: CRC. 1990. 253 p.
- [7] Заядан Б.К. Акмуханова Н.Р., Садвакасова А.К. Коллекция микроводорослей и методы их культивирования. – Алматы, 2013.- 158 с.
- [8] Синезеленые водоросли СССР. Монография пресноводных и наземных Cyanophyceae, обнаруженных в пределах СССР. Специальная (систематическая) часть. Вып. II. III. Hormogoneae (Geitl.) Elenk. (окончание) / АН СССР; Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова; отв. ред. В. И. Савич. - М. - Л., 1949. - 1908 с.
- [9] Воронихин Н.Н. Растительный мир континентальных водоемов. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 410 с.
- [10] Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokariota 1. Teil: Chroococcales // Susswasserflora von Mitteleuropa / Eds. Ettl H., Gartner G., Heynig H., Mollenhauer D. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm; G.Fischer, 1999. - 548 p.
- [11] Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokariota 2. Teil: Oscillatoriales // Susswasserflora von Mitteleuropa /B. Biidel, G. Gartner, L. Krienitz, M. Schagerl (Hrsg.), 2007. Bd. 19/2, 759 p.
- [12] Vasyurenko, Z.P., and Sinyak, K.M., Influence of Culture Medium of the Fatty-Acid Profile in Enteric Bacteria // J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol. – 1979. - Vol. 23. - P. 397-406.
- [13] Kiseleva L.L., Serebriiskaya T.S., Horvath I., Vigh L., Lyukevich A.A., Los D.A. Expression of the gene for the  $\Delta^9$  acyl-lipid desaturase in the thermophilic cyanobacterium // J. Mol. Microbiol. Biotechnol. – 2000. – Vol. 2. - P. 331-338.
- [14] Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T., Molecular Cloning: A Laboratory Manual, second ed., Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York, 1989.
- [15] Kimura M. A. Simple method for estimating evolutionary rates of base substitution through comparative studies of nucleotides sequences // J. Molecular Evol. - 1980. - Vol. 16. - P. 111-120.
- [16] Kumar S., Tamura K., Nei M. MEGA3: Integrated software for Molecular Evolutionary Genetics Analysis and sequence alignment // Briefings in Bioinformatics. - 2004. - Vol. 5. - P. 150-163.
- [17] Richmond A. Microalgal biotechnology at the turn of the millennium //J. Appl. Hycology. - 2000. - Vol.12. - P.441-451.
- [18] Hoffmann, L., Komárek, J., and Ka Tovsk, J., System of Cyanoprokaryotes (Cyanobacteria) - State in 2004, Abstr. 16th Symp. Int. Ass. Cyanophyte Res., Luxemburg, 2004. - p. 42.

## REFERENCES

- [1] Pankratova E.M., Kalinin A.A. Cyanobacteria as a possible bacterial organisms to create drugs // The role of scientific research in the development of agricultural production of the Kirov region: Coll. tr. - Kirov, 1991. - p.25-33. (in Russ.).
- [2] Mikheyeva L., Karbysheva E., Shestakov S. Role of transposable elements in the evolution of cyanobacteria // Ecological Genetics / Ecological Genetics. - 2011 V. 9, № 4. - pp 52-62. (in Russ.).
- [3] Sirenko L.A., Sakevich A.I., Osipov L.F., Lukina L.F., et al. Methods of physiological and biochemical studies of algae in hydrobiological practice. - Kiev: Science Dumka, 1975.-247 p. (in Russ.).
- [4] The determinant of bacteria Burgi. V.1. - Iss.9 / Ed. J. Holt et al. - M.: Mir, 1997. - 520 p. (in Russ.).
- [5] Muzafarov A.M., Ergashev A.E., Khalilova S.Kh. The determinant of blue-green algae in Central Asia. - Tashkent: Fan, 1987. - 88 - Vol.1, Vol.3 - p.3-1405. (in Russ.).
- [6] Rai A.N. (ed.) Handbook of Symbiotic Cyanobacteria. Boca Raton. Florida: CRC. 1990. 253 p. (in Russ.).
- [7] Zajadan B.K., Akmuhanova N.R., Sadvakasova A.K. Collection of microalgae and their methods of cultivation. - Almaty, 2013.- 158 p. (in Russ.).
- [8] The blue-green algae of the USSR. Monograph freshwater and terrestrial Cyanophyceae, found in the USSR. Special (systematic) part. Vol. II. III. Hormogoneae (Geitl.) Elenk. (end) / USSR Academy of Sciences; Nerd. Inst them. Komarov; Ans. Ed. VI Savich. - M. - L., 1949. - 1908 p. (in Russ.).
- [9] Voronikhin N.N. The flora of the continental waters. - M.-L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1953. 410 pp. (in Russ.).
- [10] Komarek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokariota 1. Teil: Chroococcales* Susswasserflora von Mitteleuropa Eds. Ettl H., Gartner G., Heynig H., Mollenhauer D. Jena, Stuttgart, Ltibeck, Ulm; G.Fischer, **1999**. - 548 p. (in Engl.)
- [11] Komarek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokariota 2. Teil: Oscillatoriales* Susswasserflora von Mitteleuropa B. Biedel, G. Gartner, L. Krienitz, M. Schagerl (Hrsg.), **2007**. Bd. 19/2, 759 p. (in Engl.)
- [12] Vasyurenko, Z.P., and Sinyak, K.M., *Influence of Culture Medium of the Fatty-Acid Profile in Enteric Bacteria* J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol. **1979**. Vol. 23. - P. 397-406. (in Engl.)
- [13] Kiseleva L.L., Serebriiskaya T.S., Horvath I., Vigh L., Lyukevich A.A., Los D.A. *Expression of the gene for the  $\Delta 9$  acyl-lipid desaturase in the thermophilic cyanobacterium* J. Mol. Microbiol. Biotechnol. **2000**. Vol. 2. P. 331-338. (in Engl.)
- [14] Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T., *Molecular Cloning: A Laboratory Manual, second ed.*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York, **1989**. (in Engl.)
- [15] Kimura M. A. *Simple method for estimating evolutionary rates of base substitution through comparative studies of nucleotides sequences* J. Molecular Evol. **1980**. Vol. 16. P. 111-120. (in Engl.)
- [16] Kumar S., Tamura K., *Nei M. MEGA3: Integrated software for Molecular Evolutionary Genetics Analysis and sequence alignment* Briefings in Bioinformatics. **2004**. Vol. 5. P. 150-163. (in Engl.)
- [17] Richmond A. *Microalgal biotechnology at the turn of the millennium* J. Appl. Hycology. **2000**. Vol.12. P.441-451. (in Engl.)
- [18] Hoffmann, L., Komárek, J., and Ka Tovsk, J., *System of Cyanoprokaryotes (Cyanobacteria) - State in 2004*, Abstr. 16th Symp. Int. Ass. Cyanophyte Res., Luxemburg, **2004**. p. 42. (in Engl.)

## БӨЛІНІП АЛЫНҒАН АЗОТФИКСАЦИЯЛАУШЫ ЦИАНОБАКТЕРИЯЛАР ШТАМДАРЫНЫҢ ИДЕНТИФИКАЦИЯСЫ

Г. Б. Баймаханова<sup>1</sup>, А. К. Саданов<sup>1</sup>, Б. К. Заядан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК «Микробиология және вирусология институты» РМК, Алматы, Қазақстан,  
<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** азотфиксациялар, цианобактериялар, микробалдырлар.

**Аннотация.** Егіншіліктің ең басты мәселелердің бірі - оның экологизациясы, оған потенциалды жоғарылату, сақтап қалу және де топырақтың тиімді құнарлылығы үшін топырақтың ресурстарын пайдалану кіреді. Мәселені шешу топырақтың микробты компоненттерін пайдалану тәсіліне негізделеді. Бұл тұрғыда тұрақты және сансыз фототрофты микроорганизмдер тобының – цианобактериялары тиімді. Осыған орай азотфиксациялаушы цианобактерияларды агробиотехнологияда пайдалану үшін іріктеу жұмыстарын жүргізу өзекті мәселе болып табылады. Мақалада бөлініп алынған штамдарға 16S рРНК ген негізінде молекулалық биология әдісімен идентификация жүргізілгендігі жайлы мәліметтер келтірілген. Бөлініп алынған *Anabaena variabilis* K-1 және *Nostoc calcicola* K-1 цианобактериялар штамдарының азотфиксациялаушы белсенділігі туралы нәтижелер алынды.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 22 – 29

**ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE  
OF *ALLOCHRUSA GYPSOPHILOIDES* (REGEL) SCHISCHK.  
NATURAL POPULATIONS IN THE SOUTH-KAZAKHSTAN REGION**

**N. G. Gemejyeva<sup>1</sup>, V. K. Mursaliyeva<sup>2</sup>, T. M. Mukhanov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RSE «Institute of Botany and Phytointroduction», Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>RSE «Institute of Plant Biology and Biotechnology», Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ngemed58@mail.ru, gen\_mursal@mail.ru

**Key words:** *Allochrusa gypsophiloides*, population, cropping capacity, phytocoenotic characteristics, rational use, South-Kazakhstan region (SK)

**Abstract.** The issue of preservation of useful plants biodiversity is among a number of topical issues of present days, in this regard it is important to carefully handle with phytogenetic resources, deeply and thoroughly study and identify their usage, preservation and reproduction methods. The goal of our surveys is to identify and assess the current state of natural populations of rare decreasing species which was officially accepted as medicinal plant (Turkistan soap root) *Allochrusa gypsophiloides* (Regel) Schischk. in the territory of SK for the purpose of restoration, conservation and careful usage of genetic resources.

As a result of field survey, the natural populations of *Allochrusa gypsophiloides* were identified and described in nine points within the territories of Arysskiy, Kazygurtskiy, Saryagashskiy and Tolebiyskiy districts of the South-Kazakhstan region. It was established that *Allochrusa gypsophiloides* grows at short grass ephemeral-ephemeroïd and sagebrush-ephemeral-ephemeroïd savannoids thus forming allokhrusa-entire-leaved-sagebrush, allokhrusa-capergrass, multigrass, ephemeroïd-grass vegetational communities at the altitude above sea level ranging from 364 to 726 m whereas projective cover varied from 5(10)% to 25(50)%. The vital state of *Allochrusa gypsophiloides* in all populations is satisfactory, the communities of *Allochrusa gypsophiloides* are fully-membered represented by all age groups of plants from juvenile to reproductive generative ones. In terms of occupied area and cropping capacity of allokhrusa, the biggest populations are Arysskaya (1500.00 ha) and Saryagashskaya (450.0 ha). Likewise, the highest cropping capacity has Tolebiyskaya population whose area is twice as little as Saryagashskaya population (210.0 ha). Kazygurtskaya population (102.0 ha) has the least area and cropping capacity of root system and is more significantly subjected to anthropogenic impact and sensitive in relation to haymaking, pasturing and ploughing. The recommendations were developed for conservation and rational use of detected populations of *Allochrusa gypsophiloides*.

УДК 633.88; 581.6

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ  
ПОПУЛЯЦИЙ *ALLOCHRUSA GYPSOPHILOIDES* (REGEL) SCHISCHK  
В ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Н. Г. Гемеджиева<sup>1</sup>, В. К. Мурсалиева<sup>2</sup>, Т. М. Муханов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** *Allochrusa gypsophiloides*, популяция, урожайность, фитоценотическая характеристика, рациональное использование, Южно-Казахстанская область (ЮКО).

**Аннотация.** Проблема сохранения биоразнообразия полезных растений относится к ряду актуальных проблем современности, при этом важное значение имеет бережное отношение к фитогенетическим ресурсам, глубокое и всестороннее их изучение, выяснение путей их использования, сохранения и воспроизводства. Цель наших исследований – выявление и оценка современного состояния природных популяций редкого вида с сокращающейся численностью, официально признанного лекарственного растения аллохрузы качимовидной (туркестанского мыльного корня) *Allochrusa gypsophiloides* (Regel) Schischk. на территории ЮКО для восстановления, сохранения и бережного использования генетических ресурсов.

В результате экспедиционного обследования выявлены и описаны в 9 точках природные популяции *Allochrusa gypsophiloides* на территории Арысского, Казыгуртского, Сарыагашского и Тoleбийского районов ЮКО. Установлено, что аллохруза качимовидная произрастает в низкотравных эфемерово-эфемероидных и полынно-эфемерово-эфемероидных саванноидах, образуя в диапазоне высот от 364 до 726 м над уровнем моря аллохрузово-цельнолистниково-полынное, аллохрузово-каперсово-злаковое, злаково-разнотравное, эфемероидно-злаковое растительные сообщества, проективное покрытие в которых варьировало от 5(10)% до 25(50)%. Жизненное состояние аллохрузы во всех популяциях удовлетворительное, сообщества аллохрузы качимовидной полночленные, представлены всеми возрастными группами растений, от ювенильных до половозрелых генеративных. По занимаемой аллохрузой площади и урожайности сырья крупными являются Арысская (1500,0 га) и Сарыагашская (450,0 га) популяции. Также высокой урожайностью характеризуется Тoleбийская популяция, уступающая почти в два раза по площади Сарыагашской (210,0 га). Наименьшей площадью и продуктивностью корневой массы характеризуется Казыгуртская популяция (102,0 га), значительно подверженная антропогенному влиянию и уязвимая в отношении сенокоса, пастбы и пахоты. Для сохранения и рационального использования выявленных популяций аллохрузы разработаны рекомендации.

**Введение.** Проблема сохранения биоразнообразия полезных растений относится к ряду актуальных проблем современности [1, 2], при этом важное значение имеет бережное отношение к фитогенетическим ресурсам, глубокое и всестороннее их изучение, выяснение путей их использования, сохранения и воспроизводства.

Одним из крупных и интенсивно осваиваемых регионов Казахстана является Южно-Казахстанская область, на территории которой произрастает около 50% растений всей флоры Казахстана и 41% от общего числа эндемичных казахстанских видов [3]. Среди них немало лекарственных, пищевых, технических видов (полынь цитварная, козелец тау-сагыз, солянка Рихтера, псоралея костянковая и др.), заготавливаемых ранее [4, 5], а некоторые из них и поныне остаются объектами промышленных заготовок. К числу редких видов с сокращающейся численностью относится эндем Памиро-Алая и Западного Тянь-Шаня аллохруза качимовидная (колючелистник качимовидный) *Allochrusa gypsophiloides* (Regel) Schischk. (*Acanthophyllum gypsophiloides* Regel), аққаңбақ тусті аллохруза, встречающаяся в предгорьях и горах Южно-Казахстанской и Жамбылской областей.

Заготовки аллохрузы в Средней Азии велись с 1927 года. Под названием «туркестанский мыльный корень» значительная часть сырья экспортировалась. В начале 60-х годов прошлого века в Казахстане ежегодно заготавливали 700-800 т корня. Интенсивные и бессистемные заготовки мыльного корня привели не только к резкому сокращению численности вида, но и к сильному сокращению его ареала и в ряде районов вид, возможно, исчез. Незначительная часть популяций охраняется в Аксу-Джабаглинском и Каратауском заповедниках [7].

С 1981 года *Allochrusa gypsophiloides* была занесена в «Красную книгу Казахской ССР» [8], в которой объем заготовки сырья рекомендовано ограничить 100 т сухого корня в год и контролировать естественное возобновление вида. В последнем издании в качестве необходимых мер охраны указано, что «...необходимо введение лицензионного сбора. Ограничить ежегодный объем заготовок, контролировать состояние возобновления, шире вводить в культуру» [9].

В результате проводимых с 1999 года исследований сотрудниками Института ботаники и фитоинтродукции было установлено, что в местах, которые длительное время не были подвержены антропогенной нагрузке (а именно перевыпасу), природные популяции мыльного корня восстанавливаются и можно практиковать выборочные заготовки. Для восстановления и сохранения природных популяций оптимальнее возобновить выращивание мыльного корня в культуре, которое было апробировано почти полвека назад в Казахстане и Узбекистане [10].

Цель наших исследований – выявление и оценка современного состояния природных популяций *Allochrusa gypsophiloides* на территории ЮКО для восстановления, сохранения и бережного использования генетических ресурсов. Разработка рекомендаций по восстановлению и рациональному использованию природных популяций, культивированию и реинтродукции изучаемого вида в местах естественного произрастания будут способствовать восстановлению и сохранению его генетических ресурсов.

**Методы исследования.** Экспедиционное обследование проводилось маршрутно-рекогносцировочным методом [11]. Координаты местности, где были выявлены промысловые массивы, определяли с помощью GPS-навигатора «Garmin». Учет урожайности мыльного корня проводили на конкретных зарослях методом учетных площадок и модельных экземпляров [12]. На учетных площадках размером 2x2 м<sup>2</sup> учитывали количество экземпляров (кустов), затем срезалась надземная фитомасса и выкапывались корни на глубину 40–50 см. Выкопанные корни сразу взвешивали в полевых условиях, измеряли длину и диаметр корня модельных экземпляров, в лабораторных условиях определяли воздушно-сухой вес корней у модельных экземпляров [13]. При описании растительных сообществ с участием аллохрузы использовались геоботанические методы [14, 15]. Определение сопутствующих видов проводилось по «Флоре Казахстана» [16], «Иллюстрированному определителю растений Казахстана» [17], Определителю растений on-line. Открытому атласу сосудистых растений России и сопредельных стран [18].

### Результаты исследований и их обсуждение

Наши исследования проводились в пустынной зоне ЮКО, где в соответствии со схемой ботанико-географического районирования Казахстана и Средней Азии выражены подзональные полосы средних холодноумеренных и южных пустынь теплоумеренного климата Джунгаро-Северотуранской и Южнотуранской провинций [19].

Район исследований представлял собой в основном возвышенную волнистую равнину высотой от 190 до 450 м над ур. м. с островками небольших горных образований (высотой от 500 до 875 – 1000 м над ур. м.), в растительном покрове которой преобладали эфемеры и эфемероиды, различные виды полыней, а также кустарников и полукустарников.

*Allochrusa gypsophiloides* – многолетнее травянистое растение с мощно развитым стержневым, вертикальным корнем, проникающим в почву на глубину от 50–70 см до 6 м. Надземная часть образует шаровидный куст – перекасти – поле (рисунок). Листья супротивные, заостренные, узколанцетные до шиловидных, длиной до 2 см. Соцветие рыхлое, метельчатое. Мелкие цветки собраны на кончиках тонких веточек в метелки. Венчик розовый или белый, в 1,5 раза длиннее чашечки. Плод – маленькая 1–2-семянная коробочка. Семена округло почковидные, приплюснутые с боков, коричневого цвета.



а



б



в

Аллохруза качимовидная *Allochrusa gypsophiloides* (Regel) Schischk:  
а – общий вид модельного экземпляра; б – цветки; в – корень

Вид отличается большой продолжительностью жизни, 20–30 лет, отдельные особи живут более 200 лет. Размножается семенами, не выносит антропогенного пресса, в частности частности, пахоты и перевыпаса. Цветет в июне – августе, преимущественно с 5 до 75-летнего возраста (общая продолжительность жизни особи до 200 лет). Семян образуется мало, причем они обладают низкой всхожестью. Вегетативное размножение в природе отсутствует [13]. Произрастает в пустынных степях и на щебнистых склонах, в нижнем поясе гор юго-восточного и южного Казахстана.

В корнях, известных под названием «туркестанский мыльный корень», содержатся углеводы (20%), сапонины тритерпеновые (18–29%), антрагликозиды. Корни служат сырьем для добывания сапонинов, широко используемых в пищевой (при изготовлении шипучих лимонадов, халвы и кондитерских изделий) и легкой промышленности, в строительстве для получения пенобетона, а также в текстильной промышленности для отбеливания и мытья шерстяных и шелковых тканей. Кроме того, они используются как отхаркивающее, ранозаживляющее средство, применяются не только в официальной медицине, но и в ветеринарии в виде сапонин-вакцины при борьбы с бруцеллезом овец. В народной медицине настой корней принимают как отхаркивающее, желчегонное, мочегонное и слабительное [20, 21].

В результате маршрутно-рекогносцировочного обследования территории Южно-Казахстанской области в конце июня – начале июля 2015 года выявлены и описаны в 9 точках природные популяции *Allochrusa gypsophiloides* на территории Арысского, Казыгуртского, Сарыагашского и Тoleбийского административных районов ЮКО.

Установлено, что аллохруза качимовидная, находящаяся в момент наблюдений в фазе отцветания-начала плодоношения, произрастала на холмистой предгорной равнине в низкотравных эфемерово-эфемероидных и полынно-эфемерово-эфемероидных саванноидах, образуя в диапазоне высот от 364 до 726 м над уровнем моря аллохрузово-цельнолистниково-полынное, аллохрузово-каперсово-злаковое, злаково-разнотравное, эфемероидно-злаковое и др. растительные сообщества. Проективное покрытие аллохрузой качимовидной варьировало от 5(10)% до 25(50)% (таблица 1).

Флористический состав аллохрузовых, полынно-эфемеровых и других растительных сообществ с ее участием был представлен не менее 30–36 видами сосудистых растений с различным облием произрастания. Среди них *Ferula foetida* (Bunge) Regel (cop), (конец вег.), *F. Karatavica* Regel et Schmalh. (cop), (конец вег.), *Cousinia affinis* Schrenk (cop), (плод.), *C. syrdariensis* Kult. (cop), (плод.), *Haplophyllum latifolium* Kar. et Kir. (sp), (плод.), *H. perforatum* Kar. et Kir. (sp), (плод.), *Astragalus globiceps* Bunge (плод.), *Pseudohandelia umbelifera* (Boiss.) Tzvel. (sp), (плод.), *Capparis herbacea* Willd. (цв.), (cop) и др. Описанные популяции аллохрузы незначительно отличались по флористическому составу. Постоянными спутниками аллохрузы в описанных популяциях были цельнолистник исколотый, каперсы травянистые, эфемеровый злаковый травостой (мятлик луковичный, лентоостник длинноволосый, пырей волосоносный и т.д.).

В вертикальном строении описанных сообществ с участием аллохрузы выделялись три яруса. В нижнем ярусе доминантами выступали *Carex melanostachya*, *Taeniatherum crinitum*, *Aegilops cylindrica*, *Poa bulbosa*, *Hulthemia berberifolia*, *Capparis herbacea*.

В среднем ярусе доминировали: *Haplophyllum perforatum*, *Artemisia leucodes*, *A. diffusa*, *A. cina*, *Allochrusa gypsophiloides*, *Phlomis salicifolia*. Верхний ярус чаще всего слагали: *Ferula foetida*, *F. karatavica*, *Psoralea drupacea*, *Alcea nudiflora*. Непременными элементами описанных сообществ аллохрузы являлись: *Cousinia syrdariensis* Kult., *C. affinis* Schrenk, *Capparis herbacea* Willd., эфемеровый злаковый травостой (мятлик луковичный, лентоостник длинноволосый, эгилопс цилиндрический, пырей волосоносный и т.д.).

Сравнительный анализ морфометрических показателей вида показал, что высота модельных экземпляров (кустов) существенно не различалась и достигала  $55,0 \pm 2,8$  см в Арысской и Казыгуртской популяциях. Более высокие «кусты» аллохрузы, достигающие  $64,0 \pm 3,4$  см, отмечены в Сарыагашской популяции. Диаметр куста варьировал от 105 (110) см у растений Арысской популяции до 165 (175) см у растений Сарыагашской популяции. Модельные экземпляры из различных популяций также отличались диаметром корня, при этом, диаметр корня изменялся от  $5,5 \pm 0,3$  до  $8,5 \pm 0,5$  см (таблица 2).

Таблица 1 – Фитоценотическая характеристика выявленных природных популяций *Allochrusa gypsumiloides* (Regel) Schischk. на обследованной территории ЮКО

Местонахождение популяций (номер точки описания)	Высота над уровнем моря, м	Проективное покрытие аллохрузой, % (мин.–макс.)	Площадь, га		Растительное сообщество с участием аллохрузы	Урожайность воздушно-сухого корня, т/га
			общая	занимаемая аллохрузой		
Сарыагашский район ЮКО, в 19,3 км северо-западнее пос. Шымырбай (точка 1)	475	25,0-75,0	900,0	450,0	Аллохрузово-цельнолистниково-полянное	14,0±1,5
Арысский район ЮКО, в 15,2 км западнее пос. Монтайтас (точка 2); в 13,7 км юго-западнее пос. Монтайтас (точка 2а)	364	10,0 – 50,0	3000,0	900,0	Аллохрузово-цельнолистниково-злаковое	6,0±0,7
	387	15,0–25,0	3000,0	600,0	Аллохрузово-каперсово-злаковое	4,5 ±0,5
Казыгуртский район ЮКО, в 4,2 км юго-западнее пос. Рабат (точка 3 а); в 1,8 км юго-восточнее пос. Амангельди (точка 3б); в 6,2 км северо-западнее пос. Енбекши (точка 3в); в 2,8 км северо-восточнее пос. Енбекши (точка 3г)	652	15,0–25,0	400,0	80,0	Разнотравно-злаковое	1,4±0,2
	543	15,0–25,0	100,0	20,0	Эфемероидно-жантаково-злаковое	1,6±0,2
	515	5,0–15,0	15,0	1,5	Эфемероидно-жантаково-злаковое	–
	640	5,0–10,0	5,0	0,5	Эфемероидно-злаковое	–
Толбейский район ЮКО, в 4 км западнее пос. Абай (точка 4 а); в 1,5 км юго-западнее пос. Абай (т. 4б)	664	5,0-10,0	300,0	22,5	Разнотравно-злаковое	6,5±0,8
	726	25,0-50,0	500,0	187,5	Аллохрузово-злаковое	–

Таблица 2 – Сравнительная характеристика морфометрических показателей аллохрузы качимовидной в фазе отцветания – начало плодоношения в различных популяциях

Административный район ЮКО	Сарыагашский	Арысский	Казыгуртский	Толбейский
Характеристика модельного экземпляра (куста)				
Высота, см	64,0±3,4	55,0±2,8	55,0±2,9	56,7±3,0
Диаметр, см	165,5±9,6	105,0±5,6	115,0±6,4	120,0±6,6
Характеристика модельного экземпляра (корня)				
Диаметр корня, см	5,5±0,3	8,5±0,5	5,0±0,3	6,4±0,4
Длина корня, см	58,0±3,4	50,0±2,9	45,0±2,6	26,0±1,4
Масса (воздушно-сухого) корня, кг	1,4±0,2	1,2±0,02	0,6±0,07	1,3±0,14

Установлено, что масса корней у модельных экземпляров варьировала от 0,8±0,09 до 2,0±0,3 кг в сыром виде или от 0,6±0,07 до 1,4±0,2 кг в воздушно-сухом виде при длине выкопанных корней от 26,0±1,4 до 58,0±3,4 см. Наибольшей продуктивностью воздушно-сухой корневой массы характеризовались Сарыагашская (1,4±0,2 кг), Толбейская (1,3±0,14 кг) и Арысская (1,2±0,02 кг) популяции, наименьшей – Казыгуртская популяция (0,6±0,07 кг). Процент усушки мыльного корня в среднем не превышал 30–36 %, т.е. из 100 г сырого сырья в сухом виде сохраняется 63,4±7,0 г. Плотность запаса аллохрузы качимовидной варьировала от 0,25 до 1,0 экз. (куста) на 1 кв. м, или

от 2 500 до 10 000 кустов на 1 га, урожайность варьировала от  $2,0 \pm 0,3$  до  $20,0 \pm 2,2$  т/га сырого корня или от  $1,4 \pm 0,2$  до  $14,0 \pm 1,5$  т/га воздушно-сухого корня (таблица 1). Высокой урожайностью воздушно-сухого корня отличались аллохрузово-цельнолистниково-полынное, разнотравно-злаковое, аллохрузово-цельнолистниково-злаковое сообщества.

Наши наблюдения показали, что в сообществах мыльного корня присутствуют все возрастные группы растений, от ювенильных до половозрелых генеративных. Количество товарных (генеративных) экземпляров, годных для промышленных заготовок, с весом корня более 1,0 кг и диаметром от 3–5 см и более см на площадках в 100 м<sup>2</sup> было отмечено от 1 до 15 штук или до 1500 экземпляров на 1 га.

**Выводы.** Результаты проведенного экспедиционного обследования показали, что на территории 4-х административных районов ЮКО самыми крупными по занимаемой аллохрузой площади и урожайности сырья являются Арысская (1500,0 га) и Сарыагашская (450,0 га) популяции. Также высокой урожайностью характеризуется Тoleбийская популяция, уступающая почти в два раза по площади Сарыагашской (210,0 га). Наименьшей площадью и продуктивностью корневой массы характеризуется Казыгуртская популяция (102,0 га), наиболее подверженная антропогенному влиянию и самая уязвимая в отношении сенокосения, пастьбы и пахоты, негативно влияющих на семенное возобновление аллохрузы.

В местах сосредоточения природных популяций аллохрузы качимовидной на обследованной территории рекомендуем исключить сенокосение, пастьбу, пахоту и др. виды хозяйственного вмешательства, используя выявленные популяции для сбора семенного материала. В местах выборочной заготовки корня рекомендуем регулярно производить осенний подсев семян для восстановления природных популяций и практиковать закладку опытно-производственных плантаций в местах естественного ареала, что будет способствовать восстановлению, сохранению и рациональному использованию генетических ресурсов *Allochrusa gypsophiloides*.

Настоящая работа выполнялась в рамках проекта грантового финансирования: 1103/ГФ4 «Разработка эффективных технологий размножения, сохранения гермоплазмы и восстановления деградирующих природных популяций эндемичного растения – туркестанского мыльного корня (*Allochrusa gypsophiloides* (Regel) Schischk.) для рационального использования его генетических ресурсов в промышленности» (2015-2017 гг.).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] The Conservation of Medicinal Plants. – Cambridge: Cambridge University Press., 1991.
- [2] Конвенция о биологическом разнообразии. Принята на конференции ООН, г. Рио-де-Жанейро, 12.06.1992 г.
- [3] Государственный Кадастр растений Южно-Казахстанской области. Книга 1. Конспект видов высших сосудистых растений. – Алматы, 2002. – 314 с.
- [4] Государственный Кадастр растений Южно-Казахстанской области. Книга 2. Красная книга. Дикорастущие редкие и исчезающие виды растений. – Алматы, 2002. – 148 с.
- [5] Кукунов М.К. Ботаническое ресурсоведение Казахстана. – Алматы: Гылым, 1999. – 160 с.
- [6] Список официально признанных лекарственных растений // Руководство по работе с лекарственными растениями / под ред. Беклемишева Н.Д. – Алматы, 1999. – С. 107.
- [7] Иващенко А.А. Сокровища растительного мира Казахстана. По страницам Красной книги. – Алматы: ТОО «Алматыктап», 2005. – С. 12.
- [8] Красная книга Казахской ССР. Ч. 2. – Алма-Ата, 1981. – С. 25.
- [9] Красная книга Казахстана. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – Том 2: Растения (колл. авторов). – Астана: ТОО «АртPrintXXI», 2014. – С. 60.
- [10] Кузьмин Э.В., Тугельбаев С.У., Ситпаева Г.Т. К вопросу о восстановлении популяции краснокнижного растения (*Allochrusa gypsophiloides* Rgl.) в Южном Казахстане: Изучение растительного мира Казахстана и его охраны // Сб. научных статей. – Алматы, 2001. – С. 191-194.
- [11] Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата, 1957. – С. 22-23.
- [12] Методика определения запасов лекарственных растений. – М., 1986. – 50 с.
- [13] Беспаяв С.Б. Колочелистик качимовидный в Казахстане (морфология, систематика, фитоценология, испытание в культуре): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1966. – 21 с.
- [14] Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника / под ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. – Т. 3. – М.–Л., 1964. – С. 39-60.
- [15] Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника / под ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. – Т. 3. – М.–Л., 1964. – С. 209-237.
- [16] Флора Казахстана / под ред. Н. В. Павлова. – Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1960. – Т.3. – С. 416.

- [17] Иллюстрированный определитель растений Казахстана / под ред. В.П. Голоскокова. – Алма-Ата: Изд-во «Наука» Казахской ССР, 1969. – Т. 1. – 644 с.; –1972. – Т. 2. – 572 с.
- [18] Определитель растений on-line. Открытый атлас сосудистых растений России и сопредельных стран. Источник доступа: <http://www.plantarium.ru>
- [19] Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны) / Под ред. Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмцова. – СПб., 2003. – 424 с.
- [20] Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. – Л., 1985. – С. 180.
- [21] Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: Справочное издание / Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. – Алматы, 2014. – С. 55.

#### REFERENCES

- [1] The Conservation of Medicinal Plants. Cambridge: Cambridge University Press., 1991 (in Eng.).
- [2] The Convention on Biological Diversity. Adopted at the UN conference in Rio de Janeiro, 06/12/1992. (in Russ.).
- [3] The State Cadastre of plants of South Kazakhstan region. Book 1. Summary of species of vascular plants. - Almaty, 2002. - 314 p. (in Russ.).
- [4] The State Cadastre of plants of South Kazakhstan region. Book 2. The Red Book. Wild rare and endangered plant species. - Almaty, 2002. - 148 p. (in Russ.).
- [5] Kukenov M.K. Botanical resursovedenie Kazakhstan. - Almaty Gylym, 1999. - 160 p. (in Russ.).
- [6] The list of officially recognized medicinal plants // Guidelines for working with medicinal plants / ed. Beklemisheva ND - Almaty, 1999. - p. 107. (in Russ.).
- [7] Ivashchenko A.A. Treasures of the flora of Kazakhstan. On the pages of the Red Book. - Almaty LLP "Almatyktap", 2005. - p. 12. (in Russ.).
- [8] The Red Book of the Kazakh SSR. Part 2. - Alma-Ata, 1981. - p. 25. (in Russ.).
- [9] The Red Book of Kazakhstan. Ed. 2nd, revised and enlarged. - Volume 2: Plants (coll. Authors). - Astana LLP "ArtPrintXXI", 2014. - p. 60. (in Russ.).
- [10] Kuzmin E.V., Tugelbaiev S.U., Sitpaeva G.T. On the reconstruction of the plant population of a Red (*Allochrusa gypsophiloides* Rgl.) In Southern Kazakhstan: A Study of flora of Kazakhstan and its conservation // Coll. scientific articles. - Almaty, 2001. - p. 191-194. (in Russ.).
- [11] Bykov B.A. Geobotany. - Almaty, 1957. - P. 22-23. (in Russ.).
- [12] Method of determining the inventory of medicinal plants. - M., 1986. - 50 p. (in Russ.).
- [13] Bespayev S.B. Smooth carline in Kazakhstan (morphology, systematics, phytosociology, test culture): Abstract. Dis. ... Cand. biol. Sciences. - Almaty, 1966. - 21 p. (in Russ.).
- [14] Korchagin A.A. Species (floral), the composition of plant communities and methods of its study // Field geobotany / ed. Lavrenko and AA Korchagin. - V. 3. - Leningrad, 1964. - P. 39-60. (in Russ.).
- [15] Ponyatovskaya V.M. Accounting and features an abundance of accommodation types in the natural plant communities // Field geobotany / ed. Lavrenko E.M., Korchagin A.A.. - V. 3. - Leningrad, 1964. - p. 209-237. (in Russ.).
- [16] People of Kazakhstan / Edited. N.V. Pavlova. - Almaty: Publishing House of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 1960. - V.3. - p. 416. (in Russ.).
- [17] The Illustrated Guide to the Plants of Kazakhstan / Edited. V.P. Goloskokov. - Almaty: Publishing house "Science" Kazakh SSR, 1969. - T. 1. - 644 p.; -1972. - T. 2. - p. 572. (in Russ.).
- [18] The determinant of the plant on-line. Open an atlas of vascular plants of Russia and neighboring countries. Source Access: <http://www.plantarium.ru> (in Russ.).
- [19] The botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert zone) / ed. E.I. Raczkowski, E.A. Volkova, V.N. Hramtsov. - SPb., 2003. - 424 p. (in Russ.).
- [20] Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, the use. - L., 1985. - p. 180. (in Russ.).
- [21] Annotated list of medicinal plants in Kazakhstan: Reference book / Grudzinskaya L.M., Gemedzhieva N.G., Nelina N.V., Karzhaubekova Zh.Zh.- Almaty, 2014. - p. 55. (in Russ.).

### ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ *ALLOCHRUSA GYPSOPHILOIDES* (REGEL) SCHISCHK. ТАБИҒИ ПОПУЛЯЦИЯСЫНЫҢ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

Н. Г. Гемеджиева<sup>1</sup>, В. К. Мурсалиева<sup>2</sup>, Т. М. Муханов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ҚР БҒМ ҒК РМК «Ботаника және и фитоинтродукция» институты», Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>ҚР БҒМ ҒК РМК «Өсімдіктер биологиясы және биотехнология институты», Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** *Allochrusa gypsophiloides*, популяция, өсімділік, фитоценодикалық сипаттама, тиімді пайдалану, Оңтүстік Қазақстан облысы (ОҚО).

**Аннотация.** Пайдалы өсімдіктердің биоәртүрлілігін сақтау-заманауи кезеңдегі өзекті мәселе, сонымен қатар фитогенетикалық қорларды қорғаудың маңызы зор, қолдану жолдарын анықтау, сақтау және қайта өндіруді зерттеу. Зерттеудің мақсаты - Оңтүстік Қазақстан облысындағы азайып, сиреп қалған ресми

қабылданған, дәрілік өсімдік ақ қанбақ түсті аллохруза табиғи популяциясының заманауи жағдайына баға беру, анықтау және тектік қорын қайта қалпын келтіру, сақтау, тиімді пайдалану.

Оңтүстік Қазақстан облысы Арыс, Қазығұрт, Сарыағаш және Төле би аудандары аймағындағы экспедициялық зерттеулер нәтижесінде *Allochrysa gypsophiloides* табиғи популяциясының 9 нүктесі анықталып сипатталды. *Allochrysa gypsophiloides* теңіз деңгейінен 364-726 м биіктікте, аласа шөптер эфемерлі-эфемероидты және жусанды- эфемерлі-эфемероидты және аллохруза-тұтасжапырақты-жусанды, аллохруза-кеуелді- астық, астық-әртүрлі шөптер, эфемерлі-астық тұқымдас өсімдіктер қауымдастығы арасында өседі, өсімдіктер жамылғысы 5(10)% – 25(50)% құрайды. *Allochrysa gypsophiloides* барлық популяциясында өміршеңдегі тұрақты, *Allochrysa gypsophiloides* қауымдастығында, өсімдіктің топтарының жас ерекшелігі ювенильді кезеңінен тұқым беру кезеңінен дейін сақталған. *Allochrysa gypsophiloides* шикізатының өсімділігі Арыс ауданында (1500,0 гек.) және Сарыағашта (450 гек.) Ауданы жағынан Сарыағаштан 2-есе аз (210,0 гек.) Төле би ауданындағы популяцияның өсімділігі жоғары. Қазығұрт ауданы бойынша популяцияның ауданы аз (102,0 гек.) өсімділігі төмен және тамыры антропогендік әсерден шөп шабу, мал жайылымы, жыртылған жерлерден азайған. *Allochrysa gypsophiloides* популяциясын сақтау және тиімді пайдалану жөнінде нұсқаулық дайындалды.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 29 – 34

## OPTIMIZATION OF LECTINS EXTRACTION FROM BEAN CALLUS CULTURE

E. D. Djangalina, B. A. Zhumabayeva, Z. G. Aytasheva, Zh. T. Zhulpuhar

Al-Farabi Kazakh National University,  
SRI of Biology and Biotechnology Problems MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: ErikaDzhangalina@kaznu.kz

**Key words:** bean, lectin, callus culture, extraction.

**Abstract.** Nowadays there is a strict need to search for new sources of nutrient and anti-nutrient protein compounds. It is important to determine influence of these activities on different cell models, to write new biotechnological methods and use all of them in different fields of medicine and agriculture. Legumes (especially common beans) have a lot of proteins in their structure, i.e. lectins and proteinase inhibitors. On a basis of lectins plenty of pharmacological products, goods for diagnostic purposes and plants protectors are produced. Lectins which are obtained from legumes manage different functions, i.e. participate in processes of parting cells and tissues and thanks to increasing amount in isolated plant tissues initiate processes of morphogenesis *in vitro*.

According to this comparative analysis of lectin content in callus tissues has been provided. All samples are different from each other in morphogenetic activity. Also, a method of lectin extraction, which we improved, can be offered as an alternative way to obtain lectins from legumes. For the first time positive impact of hormone and physical factors on accumulation of lectins in callus tissues was discovered. Biotechnological, modified, adjusted to studied species schemes of lectins extraction were created. Dependence of lectin amount on morphological type of callus tissue, media compounds and conditions of cultivating was stated. New method of lectin extraction from common beans cell biomass was described. Conditions of homogenization of plant tissues and lectin extraction by changing doses of buffer and callus weight were improved.

This research demonstrates that callus cultures might be used as alternative and extra special source of common beans' lectins. Regulation of conditions by changing hormone components in media, temperature of cultivation and improvement parameters of extraction can help enrich current biotechnological methods of common beans supplements extraction in hopes to use all of them in different ways.

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛЕКТИНОВ ИЗ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР ФАСОЛИ

Э. Д. Джангалина, Б. А. Жумабаева, З. Г. Айташева, Ж. Т. Зулпухар

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
НИИ Проблем биологии и биотехнологии МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** фасоль, лектины, каллусные культуры, экстракция.

**Аннотация.** Последние годы возникает необходимость поиска новых источников получения питательных и антипитательных белковых компонентов для исследования их действия на различных клеточных моделях, разработке биотехнологических подходов их выделения и дальнейшего использования в различных отраслях медицины и сельского хозяйства. Зернобобовые культуры, в частности фасоль, наиболее богаты белками, в том числе лектинами и ингибиторами протеиназ. На основе лектинов выпускаются различные фармакологические препараты, диагностикумы, средства защиты растений. Лектины бобовых выполняют различные функции, например, участвуют в процессах дифференциации клеток и тканей, индуцируют процессы морфогенеза *in vitro* за счет увеличения их содержания в изолированных тканях растений.

В этой связи проведен сравнительный анализ содержания лектинов в каллусных тканях сортообразцов фасоли, различающихся по морфогенетической активности. Оптимизирована методика их выделения, которая может быть предложена в качестве альтернативного пути получения лектинов фасоли. Впервые установлено положительное влияние гормональных и физических факторов на накопление лектинов в каллусных тканях фасоли. Разработаны модифицированные, адаптированные к изучаемым сортообразцам, биотехнологические схемы выделения лектинов из каллусных культур. Установлена зависимость уровня содержания лектинов от морфологического типа каллусной ткани, состава питательной среды, условий культивирования. Разработана методика выделения лектинов из клеточной биомассы фасоли. Оптимизированы условия гомогенизации растительных тканей и экстракции лектинов, путем изменения соотношения буфера и объема навески каллусов.

Проведенные исследования показывают, что каллусные культуры могут быть дополнительным и альтернативным источником получения лектинов фасоли. Регулирование режимов культивирования путем изменения гормонального состава питательной среды, температуры культивирования и оптимизация параметров экстракции будут способствовать развитию биотехнологических подходов получения и других биологически активных веществ фасоли с целью дальнейшего их использования в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства.

**Введение.** В настоящее время проблемы повышения урожайности растений и сохранения плодородия почв на основе сокращения применения агрохимикатов и их замены на биологические препараты и средства защиты растений приобретает все большую актуальность и перспективность. В последнее время все шире стало развиваться направление по получению биопрепаратов растительного происхождения на основе белковых компонентов растений, в том числе лектинов. Фасоль является культурой с высокой активностью лектинов, которые наряду с характерной способностью специфического связывания с углеводами, принимают особое участие в делении клеток [1]. Предполагается, что они могут играть существенную роль в морфофизиологических процессах у растений, участвовать в межклеточных взаимодействиях, присущих дифференциации клеток и тканей, индуцировать процессы соматического эмбриогенеза за счет увеличения их содержания в изолированных тканях растений [2, 3].

Цель данной работы – определение содержания лектинов в каллусных тканях фасоли и оптимизация условий их выделения.

**Методы исследований.** Для получения каллусных культур использовали сортообразцы фасоли местной, российской и зарубежной селекции. Для получения различных типов каллусов экспланты культивировали на среде Мурасиге-Скуга, содержащей в качестве индукторов каллусогенеза ауксины (2,4-Д, НУК) и цитокинины (кинетин). Концентрация ауксинов варьировала в пределах 2-8 мг/л, цитокининов составляла 0,25 мг/л. Для получения растворимых лектинов каллусную ткань в количестве 90-100 мг растирали в 0,9М NaCl, оставляли на 60-75 минут при

4<sup>0</sup>С, периодически перемешивая, а затем центрифугировали 20 минут при 4000 g. Осадок отмывали половинным от исходного объемом кислоты, супернатанты объединяли. После нейтрализации щелочью до pH 7.0 супернатант центрифугировали при 6000 g 10 минут и использовали для анализа. Для оптимизации технологии выделения лектинов из каллусной ткани проводили подбор соотношения количества навески каллусов и объема буфера и времени элюирования лектинов. Высаливание белка осуществляли сульфатом аммония в концентрации 60 и 70% для подбора оптимальной концентрации, вызывающей полное выпадения белка. Неочищенный белок собирают на фильтр и растворяют в десятикратном (по объему) количестве дистиллированной воды, с последующим диализом в течение 48 ч при 10<sup>0</sup>С против буферной смеси (0,1M ацетатный буфер, pH-6.8). Содержание лектинов определяли после экстракции и диализа путем взвешивания и рассчитывали в мг на 100 г сырой массы каллуса.

### Результаты исследования

В предыдущих исследованиях было показано, что наиболее оптимальной средой для индукции процесса каллусогенеза изучаемых сортообразцов фасоли является модифицированная среда Мурасиге-Скуга [4]. Для получения различных морфологических типов каллусов экспланты культивировали на питательных средах, содержащих 2-8 мг/л ауксинов (2,4-Д или НУК) и 0,25 мг/л кинетина. Показано, что частота формирования морфогенного каллуса зависела от типа и концентрации фитогормонов. При использовании в качестве индуктора НУК частота каллусогенеза не превышала 60%, а доля морфогенных каллусов составляла не более 15%. При концентрации 2,4-Д 2 мг/л выход морфогенного каллуса для всех сортообразцов был наибольшим и варьировал от 80% до 87%. Увеличение концентрации 2,4-Д сопровождалось снижением частоты образования морфогенных каллусов. Концентрация 2,4-Д 8 мг/л оказалась летальной для каллусных культур фасоли. Предполагается, что при высоких концентрациях 2,4-Д сильно увеличивается скорость образования этилена, и уменьшается скорость растяжения клеток. Вероятно, у двудольных растений подавление роста высокими концентрациями ауксина опосредовано, их действием на синтез этилена [5].

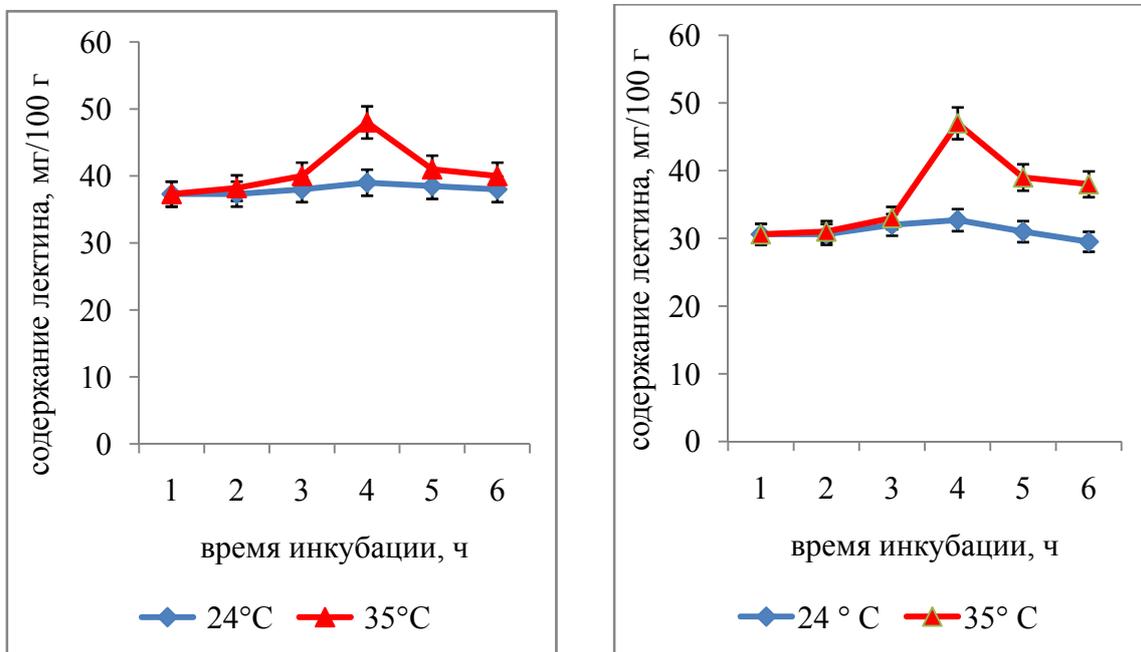
Анализ экстрактов из каллусных культур сортообразцов фасоли показал их вариабельность по содержанию лектина. Концентрация лектинов в морфогенных каллусах была значительно выше и варьировала в пределах от 37,3 мг/100 г сырой массы у сорта «Журавушка» до 26,0 мг/100 г у сортообразца «Камелия» (таблица 1). Неморфогенная каллусная ткань характеризуется низким содержанием лектинов у всех исследованных сортов, которое составляло 18,4 -25,2 мг/100 г сырой массы. Предполагается, что такие резкие различия между морфогенными и неморфогенными каллусами по содержанию лектинов вероятно связаны с гормональным составом питательной среды, поскольку морфогенный тип каллуса формировался на средах с НУК и низкими концентрациями 2,4-Д. Из литературных данных известно, что синтез лектинов регулируется абсцизовой кислотой, а высокие концентрации 2,4-Д снижают содержание АБК [6, 7].

Таблица 1 – Содержание лектинов в каллусной ткани фасоли (мг/100 г сырой массы)

Сортообразец	Морфогенный тип каллуса	Неморфогенный тип каллуса
«Журавушка»	37,3 ±1,8	25,2±1,6
«Ред Гойя»	30,6 ±1,1	20,3±1,9
«Камелия»	26,0 ±5,6	18,4±1,4
«Актагги»	34,0 ±1,3	21,7±1,3

Индукцию образования АБК и следовательно повышение содержания лектинов в каллусной культуре могут вызвать различные стрессовые факторы. В связи с этим, следующим этапом работы было изучение влияния температуры на синтез лектинов в каллусной ткани фасоли. Одна часть клеточной биомассы морфогенных каллусов культивировалась при комнатной температуре 24<sup>0</sup>С, другая при повышенной - 35<sup>0</sup>С. Динамику накопления лектинов в каллусной биомассе определяли в течение 6 часов при указанной температуре.

Температурный стресс вызывал сильное повышение содержания лектина в каллусной ткани, которое к 4 ч экспозиции для разных сортообразцов почти на 30-50% превышало значения контрольного варианта (рисунок). Этому предшествовал 2-часовой лаг-период в накоплении лектина, который обусловлен адаптацией каллусных культур к повышенным температурам.



Сортообразец «Журавушка» Сортообразец «Ред Гойя»

Влияние температуры культивирования на содержание лектина в каллусных культурах фасоли

Эти результаты можно объяснить тем, что даже кратковременное стрессирующее действие высокой температуры вызывает перестройку гормональной системы растений. Например, у проростков пшеницы и гороха установлено, что тепловой шок индуцирует целый каскад многоступенчатых изменений гормональной системы, который запускается выбросом ИУК из пула ее конъюгатов, выполняющего роль стрессового сигнала и инициирующего синтез этилена. В результате синтеза этилена в последующем снижаются уровень ИУК и увеличивается уровень АБК. Полученные данные согласуются с ранее полученными результатами других исследователей по регуляции синтеза лектинов путем индукции образования АБК под действием стресс факторов [8, 9]. Этот факт позволяет предположить участие гормонов стресса в регуляции синтеза лектинов фасоли.

Таким образом, содержание лектинов в каллусных культурах фасоли можно регулировать путем кратковременного повышения температуры культивирования, что позволяет предположить об участии гормонов стресса в регуляции синтеза лектинов фасоли в культуре *in vitro*.

Дальнейшие исследования были направлены на оптимизацию условий выделения лектинов из каллусной биомассы фасоли, которая заключалась в изменении соотношения буфера и объема навески каллусов при экстракции и подборе времени элюирования лектинов. Установлено, что соотношение количества навески каллусов и объема буфера 1:5 является оптимальным. Время элюирования лектинов из каллусов может составлять не более 1,5-2,0-часов, в то время как при использовании семян вымывание лектинов рекомендуется проводить в течение 3-3,5 часов, листьев и стеблей – 2,0-2,5 часа. Осаждение белка лучше проводить в следующих режимах: температура центрифугирования не должна превышать 3-4°C, скорость центрифугирования 4000 g в течение 20 минут. Данную операцию для каллусов достаточно проводить однократно. Высаливание белка осуществляли сульфатом аммония в концентрации 60 и 70% для подбора оптимальной концентрации, вызывающей полное выпадения белка. Установлено, что при концентрации сульфата аммония 70% наблюдается наибольший выход лектинов. Неочищенный белок собирают на

фильтр и растворяют в десятикратном (по объему) количестве дистиллированной воды, с последующим диализом в течение 48 ч при 10°C против буферной смеси (0,1М ацетатный буфер, рН-6.8). Этапы и условия выделения лектинов из каллусной биомассы фасоли приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы выделения лектинов из каллусной биомассы фасоли

Параметры и этапы	Характеристика
Тип каллусной ткани:	Морфогенный*
Соотношение массы навески и объема буфера:	1:5*
Экстракция лектинов:	Объем навески: 90-100 мг
	Буфер: 0,9М NaCl
	Время экстракции: 1,5-2 часа*
Осаждение белка:	Температура: 3-4 °С
	Скорость: 4000 g
	Продолжительность: 20 мин.
	Повторность: однократно*
Высаливание белка:	70% сульфат аммония*
Диализ:	Продолжительность: 48 часов
	Температура: 10 °С
	Буфер: 0,1М ацетатный, рН-6.8
* Параметры оптимизации.	

Таким образом, проведенные исследования показали, что каллусные культуры могут быть дополнительным и альтернативным источником получения лектинов фасоли. Регулирование режимов культивирования путем изменения гормонального состава питательной среды, температуры культивирования и оптимизация параметров экстракции будут способствовать развитию биотехнологических подходов получения и других биологически активных веществ фасоли с целью дальнейшего их использования в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Wati, K.R., Theppakorn, T., Benjakul, S. and Rawdkuen, S. Three-phase partitioning of trypsin inhibitor from legume seeds // Process Biochemistry 44. – 2009. - P.1307-1314.
- [2] Лубянова А. Р., Фатхутдинова Р. А., Безрукова М. В., Шакирова Ф. М Рост стимулирующий и защитный эффекты фитогемагглютинина на растения фасоли // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. – 2009. - Вип. 1 (16). - С. 39-44.
- [3] Бабоша А.В. Индуцибельные лектины и устойчивость растений к патогенным организмам и абиотическим стрессам // Биохимия. - 2008. - Т. 73, вып. 7. - С. 1007-1022.
- [4] Жумабаева Б.А., Джангалина Э.Д., Айташева З.Г., Жигитбекова А.Д. Морфогенетические особенности каллусных культур фасоли обыкновенной // Вестник КазНУ. Серия Экологическая. – 2012. - № 3(35). – С.113-117.
- [5] Новикова Г. В., Носов А. В., Степанченко Н. С., Фоменков А. А., Мамаева А. С., Мошков И. Е. Пролиферация клеток растений и ее регуляторы // Физиология растений. – 2013. - Т.60, № 4. - С.529-536.
- [6] Raikhel N.V., Lee H.-I., Broekaert W.F. Structure and function of chitin-binding proteins // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. - 1993. - V. 44. - P. 591-615.
- [7] El Houssine Bouiamrine, Mohamed Diouri, Rachid EL Halimi, Lahcen Chillasse Callus growth and plant regeneration in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) immature embryos under abscisic acid (ABA) treatment // International Journal of Biosciences IJB. – 2013. - Vol. 3, № 2, P. 87-98.
- [8] Cammue B., Broekaert W., Kellens J., et al. Stress-induced accumulation of wheat germ agglutinin and abscisic acid in roots of wheat seedlings // Plant Physiol. -1989. -V.91. -P.1432-1435.
- [9] Wasilewska A., Vlad F., Sirichandra C. et al. An update on abscisic acid signaling in plants and more // Molecular Plant. - 2008. - V. 1, № 2. - P. 198-217.

REFERENCES

- [1] Wati, K.R., Theppakorn, T., Benjakul, S. and Rawdkuen, S. Three-phase partitioning of trypsin inhibitor from legume seeds *Process Biochemistry* 44, 2009, 1307-1314 (in Eng.).
- [2] Lubyanova A.R., Fatchutdinova R.A., Bezrukova M. V., Shakirova F.M., Growth stimulating and protective effect of FHA on bean plants *Vestnik Charkov National Agriculture University. Series Biology*, 2009, № 1 (16), 39-44 (in Russ.)
- [3] Babosha A.V. Inducible lectins and plant resistance to pathogens and abiotic stress *Biochemistry*, 2008, V. 73, №. 7, 1007-1022 (in Russ.).
- [4] Zhumabayeva B.A., Djangalina E.D., Aytasheva Z.G., Zhigitbekova A.D. Morphogenetic characteristics of bean callus cultures *News of NAS RK. Series Biological and Medical*, 2012, № 3(35), 113-117 (in Russ.).
- [5] Novikova G.B., Nosov A.V., Stepanchenko N.S., Fomenkov A.A., Mamayeva A.S., Moshkov I.E. *Proliferation of plant cell and its regulation* *Plant Physiology*, 2013, T.60, № 4, 529-536 (in Russ.).
- [6] Raikhel N.V., Lee H.-I., Broekaert W.F. Structure and function of chitin-binding proteins *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 1993, V. 44, 591-615 (in Eng.).
- [7] El Houssine Bouiamrine, Mohamed Diouri, Rachid EL Halimi, Lahcen Chillasse Callus growth and plant regeneration in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) immature embryos under abscisic acid (ABA) treatment *International Journal of Biosciences IJB*, 2013, Vol. 3, № 2, 87-98 (in Eng.).
- [8] Cammue B., Broekaert W., Kellens J., et al. Stress-induced accumulation of wheat germ agglutinin and abscisic acid in roots of wheat seedlings *Plant Physiol.*, 1989, V.91, 1432-1435 (in Eng.).
- [9] Wasilewska A., Vlad F., Sirichandra C. et al. An update on abscisic acid signaling in plants and more, *Molecular Plant*, 2008, V. 1, № 2, 198-217 (in Eng.).

**БҰРШАҚТЫҢ КАЛУСТЫ ДАҚЫЛДАРЫНАН ЛЕКТИНДЕРДІҢ  
БӨЛІНІП ШЫҒУ ШАРТТАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ**

**Ә. Д. Жангалина, Б. А. Жумабаева, З. Г. Айташева, Ж. Т. Зұлпұхар**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Биология және биотехнология мәселелері ҒЗИ ҚР БҒМ, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бұршақ, лектиндер, каллус дақылы, экстракция.

**Аннотация.** Соңғы жылдары қоректік және қоректік емес белоктар компоненттерін алудың жаңа көздерін табу қажеттілігі туды, ол олардың әртүрлі клеткалар моделіне әсерін зерттеу, оларды бөліп шығарудың биотехнологиялық жолын өңдеу және болашақта медицина мен ауыл шаруашылық салаларында пайдалану үшін қажет. Дәнді-бұршақты дақылдар, әсіресе, үрмебұршақ белоктарға, сонымен қатар лектиндер мен протеиназ ингибиторларына біршама бай. Лектиндер негізінде түрлі фармакологиялық препараттар, диагностикалық құралдар, өсімдіктерді қорғау құралдары шығарылады. Үрмебұршақтардың лектиндері түрлі қызмет атқарады, сонымен қатар клеткалар мен ұлпалардың дифференциация үдерісіне қатысып, *in vitro* жағдайындағы өсімдіктер тіндерінде морфогенез үдерісін лектин құрамын арттыру есебінен ынталандырады.

Бұл зерттеуде үрмебұршақ сортүлгілерінің морфогенетикалық белсенділігімен ерекшеленетін, каллустық ұлпалардағы лектиндердің салыстырмалы талдауы жүргізілген. Олардың бөліп алу әдістемесі оңтайландырылған, бұршақ лектиннің алудың альтернативты жолы ретінде ұсынуға болатыны қарастырылған. Алғаш рет гормоналды және физикалық факторлардың үрмебұршақтың каллустық ұлпадағы лектиндер жиынтығына оң әсері анықталған. Зерттелінуші сорт үлгілеріне арнайы модификацияланған, бейімделген, каллустық дақылдардан лектин бөліп алудың биотехнологиялық жолы құрастырылған. Лектин құрамының деңгейінің каллус ұлпаларының морфологиялық типіне, қоректік ортаның құрамына, дақылдау шарттарына тәуелділігі анықталған. Үрмебұршақ клеткалық биомассасынан лектинді бөлініп алу әдістемесі жасалынған. Өсімдік ұлпаларының гомогенизациялық шарттары және лектин экстракциясы, буфер мен каллус көлемінің ара қатынастарын өзгерту жолымен оңтайландырылған.

Сонымен, жүргізілген зерттеулер үрмебұршақ каллус дақылдары лектин белогын бөліп алудағы қосымша және альтернативты көзі бола алатынын көрсетті. Дақылдау режимдерін қоректік ортаның гормоналды құрамының өзгерту жолымен реттеу, дақылдау температурасы мен экстракция параметрлерін оңтайландыру үрмебұршақтан биологиялық белсенді басқа да заттарды биотехнологиялық тұрғыдан бөліп алуға және оны алдағы уақытта ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіптің түрлі салаларында қолдануға ықпал етеді.

Поступила 02.02.2016 г.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 35 – 39

**USE OF INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL WASTES  
IN THE REPUBLIC KAZAKHSTAN  
FOR POLYSACCHARIDES PRODUCTION****A. M. Esimova, D. E. Kudasova, Z. K. Narymbaeva, G. S. Rysbayeva, R. A. Abildaeva**

M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Dariha\_uko@mail.ru

**Keywords:** carbonaceous raw material, xylans, polysaccharides, reducing substances, guza-pai, beer pellet.**Annotation.** This paper contains results of studies on the determination of level of forming wastes volume for implementation of depolymerization processes of polysaccharides. It was established that resource of waste is enough for further realization of putted objectives. Results of chemical analysis of waste and assessment of their quantity allowed to stop on pellet and guza-pai.

To solve this problem, we define modern carbonaceous raw material resources of the Republic of Kazakhstan. Later he studied the chemical composition of selected carbohydrate industrial and agricultural wastes. Based on these results were an optimal composition for the depolymerization of polysaccharides selected following waste - guza-pai and pellet.

Therefore, urgent is the development of scientific instruments and sound technology for depolymerization processes carbohydrate vegetable raw materials. It is shown that economically feasible to use carbohydrates contained in a cheap and widespread plant material. However, their efficient conversion to the biologically digestible sugars - a difficult task, is working on research teams around the world.

УДК 664.162.116

**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ  
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН  
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ****А. М. Есимова, Д. Е. Кудасова, Г. С. Рысбаева, З. К. Нарымбаева, Р. А. Абилдаева**

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

**Ключевые слова:** углеводсодержащее сырье, ксиланы, полисахариды, редуцирующие вещества, гуза-пая, пивная дробина.**Аннотация.** В статье исследовано определения уровня объема образующихся отходов для осуществления процессов деполимеризации находящихся в них полисахаридов. Нами определено, что ресурс интересующих нас отходов вполне достаточен для дальнейшей реализации поставленной задачи. Результаты химического анализа образующихся отходов и их оценка их количества позволило нам остановиться на пивной дробине и гуза-пае.

Для решения данной задачи нами были определены современные ресурсы углеводсодержащего сырья Республики Казахстан. В дальнейшем был изучен химический состав выбранных углеводсодержащих промышленных и сельскохозяйственных отходов. Основываясь на этих результатах были в качестве оптимальных по составу для проведения деполимеризации полисахаридов выбраны следующие отходы - гуза-пая и пивная дробина.

Поэтому актуальной является разработка научного оборудования и приемлемой технологии для осуществления процессов деполимеризации углеводсодержащего растительного сырья. Показано, что экономически целесообразно использовать углеводы, содержащиеся в дешевом и широко распространенном растительном сырье. Однако их эффективное превращение в биологически усвояемые сахара – сложная задача, над которой работают научные коллективы во всем мире.

**Введение.** Одним из ключевых вопросов получения лигноцеллюлозного продукта из возобновляемых источников является выявление наиболее доступных и технологически удобных источников сырья. При этом необходимо рассматривать такие параметры как локализация сырья, урожайность, стоимость, сезонная продуктивность культуры, возможность эффективной транспортировки и локальной концентрации запасов сырья, содержание углеводов, степень готовности сырья к микробиологическим превращениям, получение ценных сопутствующих технологических продуктов. Основным фактором, сдерживающим биотехнологическую переработку углеводсодержащего растительного сырья с получением моно и полисахаридов, является невысокая рентабельность этих производств, обусловленная недостатками подготовки сырья, высокими энергозатратами, низким выходом целевого продукта, образованием большого количества стоков, особенно на стадиях его выделения и, как следствие, низкой экологичностью всего процесса. Эта проблема может быть преодолена при решении задачи максимального использования исходного сырья по ресурсосберегающей экологически целесообразной технологии [1].

Для решения данной задачи нами были определены современные ресурсы углеводсодержащего сырья Республики Казахстан. В дальнейшем был изучен химический состав выбранных углеводсодержащих промышленных и сельскохозяйственных отходов. Основываясь на этих результатах были в качестве оптимальных по составу для проведения деполимеризации полисахаридов выбраны следующие отходы - гуза-пая и пивная дробина.

Поэтому актуальной является разработка научного оборудования и приемлемой технологии для осуществления процессов деполимеризации углеводсодержащего растительного сырья. Показано, что экономически целесообразно использовать углеводы, содержащиеся в дешевом и широко распространенном растительном сырье. Однако их эффективное превращение в биологически усвояемые сахара – сложная задача, над которой работают научные коллективы во всем мире [2].

Основным фактором, сдерживающим биотехнологическую переработку углеводсодержащего растительного сырья с получением моно и полисахаридов, является невысокая рентабельность этих производств, обусловленная недостатками подготовки сырья, высокими энергозатратами, низким выходом целевого продукта, низкой экологичностью всего процесса.

В настоящее время в Республике Казахстан нет подобных производств, отсутствует также исследовательское технологическое оборудование, позволяющее на лабораторной стадии оценить технико-экономические характеристики соответствующих технологий, что затрудняет решение вопросов определения перспективы внедрения в производство получаемых научных результатов. Поэтому разработка научного оборудования и приемлемой технологии для осуществления процессов деполимеризации углеводсодержащего растительного сырья является чрезвычайно актуальной задачей [3,4].

**Методы исследований.** Методы, основанные на ферментативном гидролизе полисахаридов лигноцеллюлозы, требуют применения эффективных способов повышения реакционной способности исходного сырья. Наибольшее распространение получили комбинированные методы, сочетающие химическую и механическую обработку. Обычно сначала удаляется существенная часть гемицеллюлозы, в ряде случаев и лигнина. Продукты частичного кислотного гидролиза используют для получения ксилозы, ксилита, сопутствующих коммерческих продуктов. Промежуточный продукт, обогащенный целлюлозой, подвергают механической активации и последующему ферментативному гидролизу с получением глюкозы. Комбинированные методы и методы прямого ферментативного гидролиза часто сталкиваются с проблемой инактивации ферментативных комплексов, используемых для осахаривания, побочными продуктами кислотного гидролиза, неуглеводными компонентами сырья [5].

Разработка комплексной переработки путем осуществления процессов деполимеризации полисахаридов углеводсодержащих сельскохозяйственных и промышленных растительных отходов позволит не только улучшить экологическую ситуацию, но и получить сырье и дополнительные продукты для химической промышленности и биотехнологических производств

Целью данного исследования является осуществление выбора оптимальных по объему образования и химическому составу углеводсодержащих сельскохозяйственных и промышленных отходов, пригодных для проведения процесса деполимеризации природных полисахаридов.

### Результаты и их обсуждение

В настоящей работе исследовались некоторые виды растительного сырья, образующиеся в качестве отходов в аграрном и промышленном секторе Республики Казахстан. Прежде всего, изучен химический состав стержней початков кукурузы, гуза-паи, рисовой лузги, пивной дробины и мелассы, которые пока не используются в промышленных масштабах [6,7].

Предварительно исследуемое растительное сырье измельчалось и сортировалось. Для химических анализов использовалось сырье, фракционированное через сита с размером частиц 2-3 мм.

Химические анализы проводились с помощью следующих методик:

- зольные вещества - сжиганием навески сырья с последующим прокаливанием в муфельной печи при температуре 600° С;
- содержание легко- и трудногидролизуемых полисахаридов определяли по методу Кизеля и Семигановского ;
- лигнин - по методу Кенига в модификации Комарова с использованием 72%-ной серной кислоты;
- пентозаны - по содержанию пентоз в гидролизатах легко- и трудногидролизуемых полисахаридов;

Известно, что отходами сельского хозяйства являются стебли хлопчатника (гуза-пая), кукурузы, подсолнечника, кукурузная кочерыжка, хлопка, риса и т.д. К промышленным пищевым отходам относится пивная дробина и меласса [8].

Для расширения ассортимента используемого для деполимеризации полисахаридов растительного сырья были проанализированы статистические данные по посеву сельхозкультур в Республике Казахстан.

Республике Казахстан производится достаточное количество сельхозкультур, отходы переработки которых создают необходимую базу для осуществления процессов деполимеризации природных полисахаридов с целью получения моносахаридов, полиолов, биоэтанола и кормовых добавок. В дальнейшем нами было протестировано выбранное растительного сырья с целью определения пригодности его для процессов деполимеризации полисахаридов, так как химический состав его зависит от культуры, сорта, почвенно-климатических условий, агротехники, срока и условий хранения и других факторов.

Как следует из рисунка 1и 2, химический состав современных углеводсодержащих отходов находится в примерных соответствиях с ранее опубликованными данными других зарубежных и

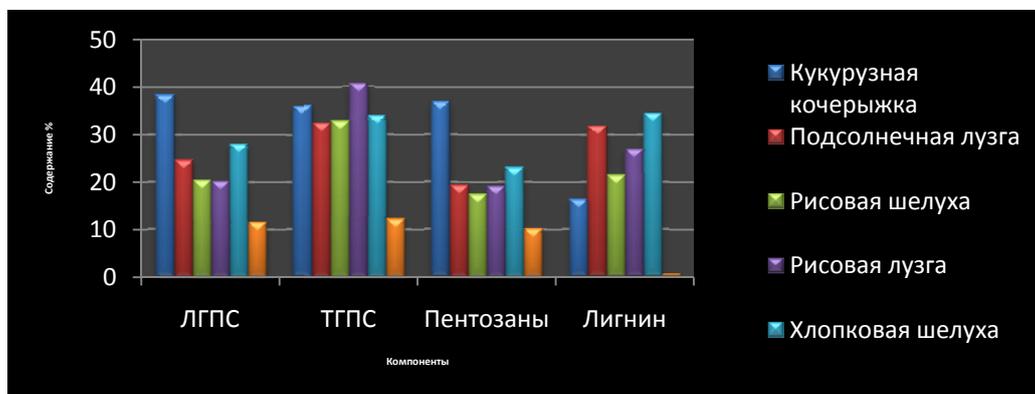


Рисунок 1 – Химический состав отходов производств по переработке с/х сырья, масс %

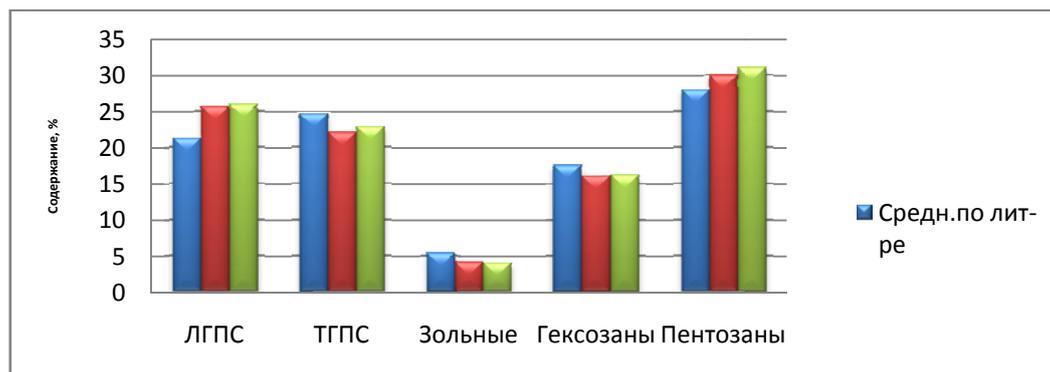


Рисунок 2 – Общий состав пивной дробины

отечественных исследователей (рисунок 1). Основываясь на полученных результатах исследования химического состава, с учетом объема ежегодной выработки отходов, нами в качестве оптимальных для проведения деполимеризации полисахаридов выбраны гуза-пая и пивная дробина.

**Выводы.** Таким образом, проведено систематическое исследование ежегодно возобновляемых ресурсов углеводсодержащих сельскохозяйственных и промышленных отходов в республике Казахстан. Цель данного исследования – определения уровня достаточности объема образующихся отходов для осуществления процессов деполимеризации находящихся в них полисахаридов. Нами определено, что ресурс интересующих нас отходов вполне достаточен для дальнейшей реализации поставленной задачи. Результаты химического анализа образующихся отходов и их оценка их количества позволило нам остановиться на пивной дробине и гуза-пае.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аблаев А.Р. Процессы гидролиза лигноцеллюлозсодержащего сырья и микробиологическая конверсия продуктов в анаэробных условиях. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2011) г.
- [2] Нуриддинов Р.М. Эффективность процессов осахаривания соломы и оценка качества гидролизатов для культивирования сахаромицетов. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2012)г.
- [3] Панфилов В.И. Биотехнологическая конверсия углеводсодержащего растительного сырья для получения продуктов пищевого и кормового назначения. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2004)г
- [4] Харина М.В. Предобработка и ферментативный гидролиз лигноцеллюлозсодержащих отходов сельского хозяйства. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2013)г.
- [5] Сушкова В.И., Воробьева Г.И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества.– Киров, 2007.– 204с.
- [6]Сербина Т.В. Разработка технологии активных углей из гуза-пая. Автореф. Дис....канд.техн.наук. М. 1993.-56 с.
- [7] Харина М. В., Емельянов В.М. Исследование кинетики высокотемпературного гидролиза свекловичного жома сернистой кислотой // Вестник КТУ, №18. (2013)106-191-193с.
- [8]Харина М. В., Емельянов В. М., Аблаев А. Р., Мокшина Н.Е., Ибрагимова Н. Н., Горшкова Т. А. Динамика выхода углеводов при высокотемпературном гидролизе пшеничной соломы сернистой кислотой // Химия растительного сырья. 2014. -№1. - С. 53-59.

#### REFERENCES

- [1] Ablaev A.R. Processy gidroliza lignocelljulozsoderzhashhego syr'ja i mikrobiologicheskaja konversija produktov v anajerobnyh uslovijah. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2011) g.
- [2] Nuritdinov R.M. Jefferktivnost' processov osaharivanija solomy i ocenka kachestva gidrolizatov dlja kul'tivirovanija saharomicetov. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2012)g.
- [3] Panfilov V.I. Biotehnologicheskaja konversija uglevodsoderzhashhego rastitel'nogo syr'ja dlja poluchenija produktov pishheвого i kormovogo naznachenija. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2004)g
- [4] Harina M.V. Predobrabotka i fermentativnyj gidroliz lignocelljulozsoderzhashhiih othodov sel'skogo hozjajstva. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2013)g.
- [5] Sushkova V.I., Vorob'jova G.I. Bezothodnaja konversija rastitel'nogo syr'ja v biologicheski aktivnye veshhestva.– Kirov, 2007.– 204s.
- [6]Serbina T.V. Razrabotka tehnologii aktivnyh uglej iz guza-pai. Avtoref. Dis....kand.tehn.nauk. M. 1993.-56 s.
- [7] Harina M. V., Emel'janov V.M. Issledovanie kinetiki vysokotemperaturnogo gidroliza sveklovichnogo zhoma sernistoj kislotoj // Vestnik KTU, №18. (2013)106-191-193s.
- [8]Harina M. V., Emel'janov V. M., Ablaev A. R., Mokshina N.E., Ibragimova N. N., Gorshkova T. A. Dinamika vyhoda uglevodov pri vysokotemperaturnom gidrolize pshenichnoj solomy sernistoj kislotoj // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2014. -№1- S. 53-59.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ПОЛИСАХАРИДТЕР АЛУ ҮШІН  
ӨНЕРКӘСІПТІК ЖӘНЕ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚОЛДАНУ****А. М. Есимова, Д. Е. Кудасова, З. К. Нарымбаева, Г. С. Рысбаева, Р. А. Абилдаева**

М. О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** көмірсу құрамды шикізат, ксиландар, полисахаридтер, редуцирлеуші заттар, коза-пая, сыра үгіндісі

**Аннотация.** Мақалада деполимеризациялау процестерін жүзеге асыру құрамында полисахаридтер кездесетін қалдықтар көлемін анықтауға зерттеулер жүргізілді. Бізбен анықталғандай, қызығушық танытатын қалдықтар ресурсы әрі қарай қойылған міндеттерді жүзеге асыру үшін жеткілікті болады. Түзілген қалдықтарға химиялық талдау жасау нәтижелері және олардың мөлшерін бағалауда сыра бөліндісі мен коза-паяны таңдап алуға мүмкіндік береді.

Бұл мәселені шешу үшін, бізбен Қазақстан Республикасының қазіргі заманғы көмірсутекті шикізат ресурстарын анықтау бойынша жұмыстар жүргізілді. Әрі қарай таңдалған көмірсутекті құрамды өнеркәсіп және ауыл шаруашылығы қалдықтарының химиялық құрамын зерттелді. Осы нәтижелерге негізделіп полисахаридтердің деполимеризациясын жүзеге асыру үшін құрамы бойынша оптималды ретінде келесідей қалдықтар таңдап алынды, олар сыра бөліндісі мен коза-пая.

Сондықтан, көмірсутекті құрамды өсімдік шикізатын деполимеризациялау процесін жүзеге асыру үшін ғылыми құрал-жабдықтар мен тиімді технологиялар жасау өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Анықталғандай, көмірсутекті құрамды арзан және көп кездесетін өсімдік шикізатын қолдану өте тиімді болады. Бірақ оларды тиімді жолмен биологиялық сіңірілетін қанттарға айналдыру-күрделі міндеттердің бірі, осы бағытта бүкіл әлемде ғылыми ұхымдар жұмыс жасауда.

*Поступила 02.02.2016 г.***NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 39 – 43

**STUDY OF CHEMICAL HYDROLYSIS GUZAN-PAI  
TO OBTAIN MONOSACCHARIDE****B. Sh. Kedelbaev, R. A. Abildaeva, A. A. Ospanova, L. Zh. Pernebaeva, B. N. Kozhakhmet**

M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan

**Keywords:** guza-unit, chemical hydrolysis, monosaccharides.

**Abstract.** This article investigated guza-processing units of 1.35% by weight. sulfurous acid. The optimum parameters of the process temperature is 150 ° C, hydro-module 1: 3 for 60 minutes allows to obtain hydrolyzates with a concentration of reducing substances to 7.6%. This will contribute to their further use in the microbiological industry.

In South Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan among the leading cotton crop. In connection with this very promising, in our view, are a waste of cotton cultivation. The bulk of their mass forms guza-share - stems and rhizomes of this technical culture. A large number of guza-shares remains after the cotton fields picking cotton in southern Kazakhstan. A relatively small part of the population of this waste is used for domestic needs for fuel. Other attempts guza-processing units have not found any large-scale practical application. Often this waste is burned directly in the fields, basically the same plowed into the soil, which entails the risk of transmission in the soil of vegetation remnants cotton new disease of this crop - wilt, which is a pest of cotton.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗА ГУЗА-ПАИ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОСАХАРИДОВ

Б. Ш. Кедельбаев, Р. А. Абилдаева, А. А. Оспанова, Л. Ж. Пернебаева, Б. Н. Кожамет

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

**Ключевые слова:** гуза-пая, химический гидролиз, моносахариды.

**Аннотация.** В статье исследована обработка гуза-паи 1,35 % масс. сернистой кислотой. Оптимальные параметры процесса температура 150°C, гидромодуль 1:3 в течение 60 мин позволяет получать гидролизаты с концентрацией редуцирующих веществ до 7,6 %. Это будет способствовать их дальнейшему использованию в микробиологической промышленности.

В Южно-Казахстанской области Республики Казахстан среди сельскохозяйственных культур лидирует хлопчатник. В связи с этим весьма перспективными, на наш взгляд, являются отходы возделывания хлопка. Основную их массу образует гуза-пая – стебли и корневища растений этой технической культуры. Большое количество гуза-паи остается на хлопковых плантациях после сбора хлопка в Южном Казахстане. Сравнительно незначительная часть этих отходов используется населением для бытовых нужд в качестве топлива. Другие попытки переработки гуза-паи не нашли какого-либо масштабного практического применения. Часто эти отходы сжигают непосредственно на полях, в основном же запахивают в почву, что влечет риск передачи с находящимися в почве остатками новым вегетациям хлопчатника болезни этой культуры – вилт, являющейся обычем хлопководства.

**Введение.** Растущий интерес к использованию растительной углеводсодержащей биомассы, богатой моносахаридами, обуславливает поиск оптимальных методов её переработки. Основным критерием при переработке отходов является их стоимость, объем, доступность и локализация, а также химический состав и технологические свойства. В Южно-Казахстанской области Республики Казахстан среди сельскохозяйственных культур лидирует хлопчатник. В связи с этим весьма перспективными, на наш взгляд, являются отходы возделывания хлопка. Основную их массу образует гуза-пая – стебли и корневища растений этой технической культуры [1, 2]. Большое количество гуза-паи остается на хлопковых плантациях после сбора хлопка в Южном Казахстане. Сравнительно незначительная часть этих отходов используется населением для бытовых нужд в качестве топлива. Другие попытки переработки гуза-паи не нашли какого-либо масштабного практического применения. Часто эти отходы сжигают непосредственно на полях, в основном же запахивают в почву, что влечет риск передачи с находящимися в почве остатками новым вегетациям хлопчатника болезни этой культуры – вилт, являющейся бичем хлопководства [3, 4].

Таким образом, гуза-пая являются крупнотоннажным, доступным и перспективным вторичным ресурсом сельскохозяйственного производства на юге Казахстана.

Гидролиз слабыми кислотами является одним из возможных путей получения углеводов из растительной биомассы.

Таким образом, разработка технологии переработки гуза-паи с применением сернистой кислоты является весьма перспективной задачей.

Процесс обработки сырья должен быть недорогим для обеспечения конкурентоспособности технологии и эффективного использования углеводсодержащего сырья [5-7].

**Методы исследований.** Для получения кислотных гидролизатов использовали гуза-паю. Ее предварительно высушивали при 102°C в течение 2 ч для доведения до равновесной влажности. Предварительную обработку растительного сырья осуществляли разбавленной сернистой кислотой в диапазоне температур 50-120 °С на специальной установке, которая позволяет проводить процессы химического гидролиза в рабочем диапазоне температур от 100 до 190 °С при избыточном давлении до 1,6 МПа. Данная установка состояла из масляного термостата объемом с датчиком температуры, нагревателем и терморегулятором, шести капсул для гидролиза объемами по 30 мл. Объект исследования (гуза-паю) взвешивали на аналитических весах. Навески сырья помещали в просушенные капсулы, куда под тягой доливали расчетные количества воды и раствора сернистой кислоты.

Съем каждой из капсул производили через интервалы времени, равные 1/5 от заданной длительности эксперимента. Извлекаемые из термостата капсулы немедленно погружали в воду, охлажденную до 10-15 °С. Охлажденные пробы помещали в центрифужные пробирки для отделения не гидролизованного осадка. Разделение гидролизованных проб осуществляли на лабораторной автоматической центрифуге с охлаждением при скорости вращения ротора 2113 об/мин в течение 15 минут. В полученной жидкой фракции, содержащей углеводы, содержание редуцирующих веществ определяли методом Макена-Шоорля, а моносахаридный состав бумажной хроматографией.

Нами осуществлено определение оптимальных режимов предобработки гуза-паи при использовании сернистой кислоты.

Разработка комплексной переработки гуза-паи позволит не только улучшить экологическую ситуацию, но и получить сырье и дополнительные продукты для химической промышленности и биотехнологических производств.

Целью настоящей работы являлось исследование химического гидролиза гуза-паи, с целью повышения выхода ценных продуктов, необходимых для биотехнологии и химической промышленности.

Для реализации данной задачи целью изучения возможности расширения ассортимента растительного сырья и разработки технологии переработки нами был исследован процесс гидролиза полисахаридов гуза-паи (Ф-108, С-1727, 108Ф).

Химический состав гуза-паи приведен в таблице. Данные свидетельствуют о пригодности выбранных видов растительного сырья для получения полисахаридов.

Химический состав гуза-паи

Наименование компонентов	Содержание, %
Зольные вещества	2,3
Легкогидролизуемые полисахариды	24,7
Трудногидролизуемые полисахариды	42,4
Гекозаны	29,5,
Пентозаны (без уроновых кислот)	23,9

Предобработку гуза-паи проводили в диапазоне температур 190-250 °С при варьировании концентрации сернистой кислоты от 0,6 до 2,5 % масс. Повышение температуры в большей степени, по сравнению с повышением концентрации кислоты, способствовало сокращению продолжительности обработки, необходимой для достижения максимального выхода редуцирующих веществ (РВ). больше, чем реакции разложения моносахаридов. Выход моносахаридов, следовательно, увеличивается вместе с температурой реакции. что влияние концентрации сернистой кислоты при температурах ниже 150° С заметно проявляется, но при повышении температуры до 160 °С оно исчезает. Это может быть объяснено практически полным переходом в паровую фазу сернистого газа (разложение сернистой кислоты) при нагревании. При этом гидролиз, по-видимому, идет только за счет контакта жидкой и паровой фаз и определяется величиной межфазной поверхности, остающейся постоянной в течение процесса.

**Результаты и их обсуждение.** Оптимальная температура и продолжительность гидролиза гуза-паи сернистой кислотой составили соответственно 160 °С – 170 °С и 30 – 80 минут. Увеличение температуры или продолжительности процесса не приводит к росту концентрации редуцирующих веществ за счет побочных реакций распада и карамелизации сахаров.

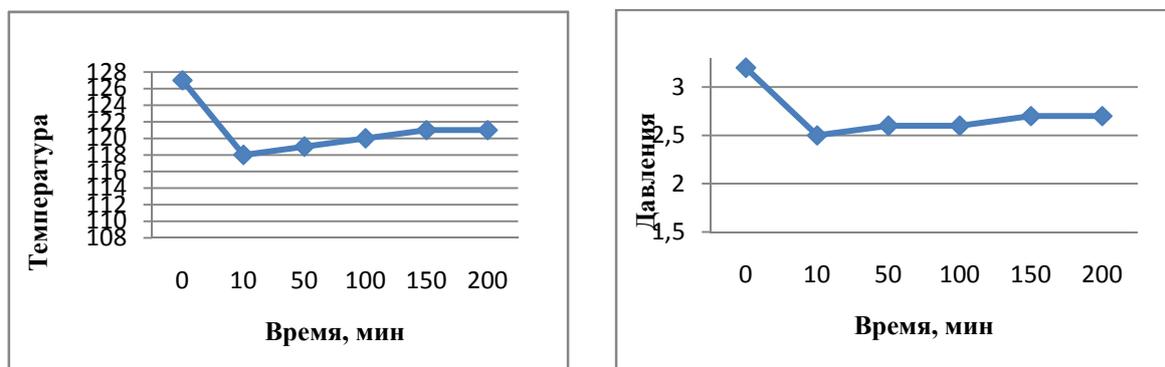
Это означает, что на практике могут быть применены только возможные температуры. Верхний предел температуры, в нашем случае, ограничен только практическими факторами такими, как давление в реакторе и возможность контролировать короткое время реакции. Время, необходимое для достижения максимальной концентрации РВ в гидролизате при температуре 150 °С составило 60 минут. С повышением концентрации сернистой кислоты наблюдается увеличение скорости распада сахаров. Оптимальной является концентрация сернистой кислоты 1,77 % масс. Предобработку гуза-паи при варьирование гидромодуля от 1:3 до 1:5 проводили в условиях - 1,6 % масс.

сернистой кислотой и при температуре 150 °С. Оставшуюся после предобработки твердую фракцию, отделяли центрифугированием и промывали в течение 10 минут четырехкратным объемом дистиллированной воды, нагретой до 90 °С. Данная обработка позволила дополнительно увеличить выход РВ

Наибольший выход РВ достигнут при гидромодуле 1:3,5, 1:5 и 1:5,8 и составил 26,8 %, 27,0 % и 29,2 % соответственно. Моносахаридный состав гидролизатов был представлен преимущественно глюкозой и ксилозой, концентрация которых достигала в гидролизатах 25 и 22 г/л соответственно. Для характеристики углеводов, извлекаемых при предобработке березового опила сернистой кислотой был определен их моносахаридный состав.

Во всех гидролизатах преобладали глюкоза и ксилоза, содержание которых варьировало от 21,4 до 55,3 моль % и от 13,27 до 28,44 моль % от суммы моносахаридов соответственно.

Не смотря на стабилизацию температуры ( $121 \pm 2$  °С), давление в гидролизере заметно растет с течением времени при использовании в качестве гидролизующих агентов серной и соляной кислот, что свидетельствует об образовании побочных летучих продуктов. Давление в процессах низкотемпературного гидролиза измерялось манометром МПТС-100, кл. 1,5. Повторных экспериментов, с целью оценки погрешности воспроизводимости, в этой серии экспериментов не проводилось, поскольку задача на данном этапе исследований заключалась лишь в выборе гидролизующего агента. Для этого было достаточно получить качественные характеристики. Оказалось, что, в отличие от экспериментов с применением серной и соляной кислот, гидролиз гуза-пая с использованием сернистой кислоты отличается по характеру взаимозависимости давления и температуры. Значения давления оказались в этом случае практически пропорциональны температуре (рисунок). Фактически при стабилизации температуры давление не возрастало, а оставалось стабильным, определяемым лишь величиной начальной концентрации летучей сернистой кислоты. Это свидетельствует об Р отсутствии или весьма слабом образовании побочных летучих продуктов гидролиза.



Изменение давления (ати) и температуры (°С) в процессе гидролиза гуза-пай сернистой кислотой

**Выводы.** Таким образом, обработка гуза-пай 1,35 % масс. сернистой кислотой при температуре 150 °С, гидромодуле 1:3 в течение 60 мин позволяет получать гидролизаты с концентрацией редуцирующих веществ до 7,6 %, что будет способствовать их дальнейшему использованию в микробиологической промышленности. При применении гидромодуля 1:4,5 максимальная концентрация редуцирующих веществ в гидролизате достигнута при температуре 160°С, концентрации сернистой кислоты 1,6 % масс. Выход редуцирующих веществ составил 25.57% от абсолютно сухого вещества гуза-пай. Во всех экспериментах гидролиза гуза-пай наилучшие результаты достигнуты при концентрации сернистой кислоты 1,6 % масс и температуре опыта 150-160 °С.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сушкова В.И., Воробьева Г.И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества.– Киров, 2007.– 204 с.  
[2] Сербина Т.В. Разработка технологии активных углей из гуза-пай. Автореф. Дис...канд.техн.наук. М. 1993.-56 с.

[3] Харина М. В., Емельянов В.М. Исследование кинетики высокотемпературного гидролиза свекловичного жома сернистой кислотой // Вестник Казанского технологического университета. №18. (2013)106-191-193 с.

[4] Харина М. В., Емельянов В. М., Аблаев А. Р., Мокшина Н.Е., Ибрагимова Н. Н., Горшкова Т. А. Динамика выхода углеводов при высокотемпературном гидролизе пшеничной соломы сернистой кислотой // Химия растительного сырья. 2014. -№1-. С. 53-59.

[5] Аблаев А.Р. Процессы гидролиза лигноцеллюлозсодержащего сырья и микробиологическая конверсия продуктов в анаэробных условиях. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2011) г.

[6] Нуритдинов Р.М. Эффективность процессов осахаривания соломы и оценка качества гидролизатов для культивирования сахаромикетов. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2012)г.

[7] Панфилов В.И. Биотехнологическая конверсия углеводовсодержащего растительного сырья для получения продуктов пищевого и кормового назначения. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Казань (2004)г.

#### REFERENCES

[1] Sushkova V.I., Vorob'jova G.I. Bezothodnaja konversija rastitel'nogo syr'ja v biologicheski aktivnye veshhestva.– Kirov, 2007.– 204s.

[2] Serbina T.V. Razrabotka tehnologii aktivnyh uglej iz guza-pai. Avtoref. Dis...kand.tehn.nauk. M. 1993.-56 s.

[3] Harina M. V., Emel'janov V.M. Issledovanie kinetiki vysokotemperaturnogo gidroliza sveklovichnogo zhoma sernistoj kislotoj // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. №18. (2013)106-191-193 s.

[4] Harina M. V., Emel'janov V. M., Ablaev A. R., Mokshina N.E., Ibragimova N. N., Gorshkova T. A. Dinamika vyhoda uglevodov pri vysokotemperaturnom gidrolize pshenichnoj solomy sernistoj kislotoj // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2014. -№1-. S. 53-59.

[5] Ablaev A.R. Processy gidroliza lignocelljulozsoderzhashhego syr'ja i mikrobiologicheskaja konversija produktov v anajerobnyh uslovijah. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2011) g.

[6] Nuritdinov R.M. Jeffektivnost' processov osaharivanija solomy i ocenka kachestva gidrolizatov dlja kul'tivirovanija saharomicetov. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2012)g.

[7] Panfilov V.I. Biotehnologicheskaja konversija uglevodsoderzhashhego rastitel'nogo syr'ja dlja poluchenija produktov pishhevoego i kormovogo naznachenija. Dissertacija na soiskanie kandidata tehniceskikh nauk. Kazan' (2004)g.

#### МОНОСАХАРИДТЕР АЛУ МАҚСАТЫНДА ҚОЗА-ПАЯНЫ ХИМИЯЛЫҚ ГИДРОЛИЗДЕУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

**Б. Ш. Кедельбаев, Р. А. Абилдаева, А. А. Оспанова, Л. Ж. Пернебаева, Б. Н. Кожамет**

М. О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** коза-пая, химиялық гидролиз, моносахаридтер.

**Аннотация.** Мақалада 1,35 % массасын күкірт қышқылымен өңдеу зерттелді. Процестің оптималды параметрлері температура 150°C, гидромодуль 1:3, уақыты 60 минут, нәтижесінде 7,6 % дейінгі редуцирлеуші заттардың концентрациясы бар гидролизат алынады. Бұл осы гидролизатты әрі қарай микробиология өнеркәсібінде қолдануға мүмкіндік береді.

Қазақстан Республикасының Оңтүстік-Қазақстан облысында ауылшаруашылық культураларының ішінен мақта бірінші орынды иемденеді. Осыған байланысты, біздің ойымызша, мақтаны жинау кезінде қалатын қалдықтарды қолдану тиімді болады. Бұл қалдықтардың негізгі массасын коза-пая құрайды, ол осы техникалық культураның сабағы мен қаушағынан тұрады. Оңтүстік-Қазақстан облысында мақтаны жинаған соң мақта алқаптарында коза-паяның көп мөлшері қалады. Салыстырмалы түрде осы қалдықтардың бір бөлігі тұрғындармен отын ретінде тұрмыстық қажеттіліктерге қолданылады. Қоза –паяны қайта өңдеудің басқа әдістері іс-тәжірибеде көп қолданылмайды. Өте жиі бұл қалдықтарды алқаптарда жандырады және топырақпен араластырады, бұл топырақта кездесетін мақтаның жаңа вегетациясымен осы культураның ауруы – вилттің пайда болуына әсер етеді, осы ауру жаңа өнімге зиянын келтіреді.

*Поступила 02.02.2016 г.*

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 44 – 48

## ZOOPLANKTON OF ZHAIYK DELTA CHANNEL OF "AKZHAYIK" NATURAL RESERVE

E. G. Krupa, M. O. Aubakirova

Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan.

E-mail: elena\_krupa@mail.ru; moldir.aubakirova2290@gmail.com

**Key words:** zooplankton, structure, delta channels, p. Zhaiyk.

**Abstract.** Zooplankton of delta channel of "Akzhayik" natural reserve was represented 87 taxa. The number of planktonic invertebrates reached 16,6-1821,6 thousand. ind/m<sup>3</sup>, zooplankton biomass was equal 49,5-1830,3 mg/m<sup>3</sup>. Rotifers dominated. The index values of the Shannon-Weaver reached 2,15-3,55 bit. Structural indicators of zooplankton showed a favorable trophic conditions and possible toxic pollution of delta channels.

УДК 591.524.11

## ЗООПЛАНКТОН ДЕЛЬТОВЫХ КАНАЛОВ Р. ЖАЙЫК ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «АКЖАЙЫК»

Е. Г. Крупа, М. О. Аубакирова

РГП на ПХВ «Институт зоологии» МОН КН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** зоопланктон, структура, дельтовые каналы, р. Жайык.

**Аннотация.** Весной 2015 г. в составе зоопланктона дельтовых каналов Рыбоходный, Приморский, Зарослый было выявлено 87 таксонов. Численность планктонных беспозвоночных достигала 16,6-1821,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>, при биомассе 49,5-1830,3 мг/м<sup>3</sup>. Доминировали преимущественно коловратки. Значения индекса Шеннона-Уивера достигали в среднем 2,15-3,55 бит. Структурные показатели зоопланктона свидетельствовали о благоприятных трофических условиях и возможном токсическом загрязнении дельтовых каналов.

В конце мая-начале июня 2015 г. были обследованы дельтовые каналы р. Жайык (Рыбоходный, Приморский, Зарослый), расположенные на территории государственного природного заповедника «Акжайык». Всего отобрано 10 проб зоопланктона. Отбор и обработка гидробиологических проб проведены стандартными методами [1, 2]. Для характеристики видового разнообразия, с учетом соотношения численностей и биомасс отдельных видов, рассчитывали индекс Шеннона-Уивера (Нч – по численности, бит/экз, Нб – по биомассе, бит/мг) [3].

Планктонные беспозвоночные дельтовых каналов характеризовались относительно высоким разнообразием, насчитывающим 87 таксонов. Наибольшее число таксонов выявлено среди коловраток – 49. Веслоногие были представлены 21 таксоном, ветвистоусые – 10, факультативные обитатели толщи воды – 7 таксонами. В состав зоопланктона входили как типично пресноводные виды, составляющие абсолютное большинство, так и морские, число которых было невелико. К последним относятся ветвистоусый рачок *Podonevadne trigona*, веслоногие *Acartia tonsa*, *Calanipeda aquaedulcis*, паразитический циклоп *Paraergasilus rylovi*, личинки усоногих ракообразных *Cirripedia* gen. sp. Эти виды встречались лишь в приустьевой зоне канала Зарослый.

Наиболее высокое разнообразие зоопланктоценоза (63 таксона) выявлено в левобережном канале Приморский. В двух других каналах планктонные сообщества состояли из 38-39 таксонов. В составе зоопланктонных сообществ преобладали виды, характерные для мелководных и заросших водоемов. В целом для всего обследованного участка фоновыми видами являлись колорватки *Synchaeta sp.*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus amphicerus*, *Brachionus nilsoni*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Notholca acuminata*, *Filinia longiseta*, науплии *Calanoida* и младшие копепоидиты циклопа рода *Cyclops*.

Количественные показатели планктонных беспозвоночных изменялись в широких пределах, достигая максимальных значений в канале Приморский (таблицы 1, 2). Минимальное обилие зоопланктона зафиксировано в канале Рыбоходный. Характерной особенностью зоопланктона этого водотока было отсутствие ветвистоусых ракообразных. В двух других каналах численность группы находилась на низком уровне. Веслоногие ракообразные, в той или иной степени многочисленные, были представлены преимущественно науплиальными и копепоидитными стадиями.

Таблица 1 – Численность зоопланктона дельтовых каналов р. Жайык, май-июнь 2015 г.

Канал	Численность, экз/м <sup>3</sup>				
	Rotifera	Cladocera	Соперода	прочие	всего
Рыбоходный	11 053	0	3481	2052	16 585
Приморский	1 719 917	762	98 649	2249	1 821 577
Зарослый	281 778	1934	5345	3450	292 506

Таблица 2 – Биомасса зоопланктона дельтовых каналов р. Жайык, май-июнь 2015 г.

Канал	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>				
	Rotifera	Cladocera	Соперода	Прочие	Всего
Рыбоходный	14,1	0,0	7,8	27,6	49,5
Приморский	1573,0	50,1	185,3	21,9	1830,3
Зарослый	227,3	284,6	47,9	3,6	563,4

Разнообразие зоопланктоценозов, определяемое по доле видов в суммарных количественных показателях, находилось на относительно высоком уровне (таблица 3). Сообщества были представлены мелкими особями, при величине размерно-массового показателя 0,0009-0,0030 мг.

Таблица 3 – Структурные показатели зоопланктона канала, май-июнь 2015 г.

Станция	Индекс Шеннона -Уивера, бит/экз	Индекс Шеннона -Уивера, бит/мг	Ср. инд. масса, мг
Рыбоходный	3,55	2,15	0,0030
Приморский	3,02	3,20	0,0009
Зарослый	2,75	2,95	0,0016

Анализ сходства видового состава зоопланктона на 50% уровне выявил четыре участка (рисунок 1). Наиболее четкое разделение на уровне 10% сходства произошло между зоопланктоном левобережного канала Приморский и правобережного канала Рыбоходный. Особняком находится левобережный канал Зарослый – видовой состав зоопланктона верхнего участка был сходен с таковым Рыбоходного канала, территориально близко расположенного, хотя уровень сходства был менее 30%. Зоопланктон канала Зарослый в своем нижнем течении был близок по составу к фауне канала Приморский, при сходстве немного менее 50%.

Таким образом, первый кластер включал канал Приморский, второй – нижнее течение канала Зарослый, третий – канал Рыбоходный, четвертый – верхнее течение канала Зарослый. Следует также отметить, что разделение на два более крупных кластера отражало территориальную близость участков – станция 10 в канале Зарослый близка к станциям канала Приморский, а станция 8 расположена вблизи верховьев канала Рыбоходный.

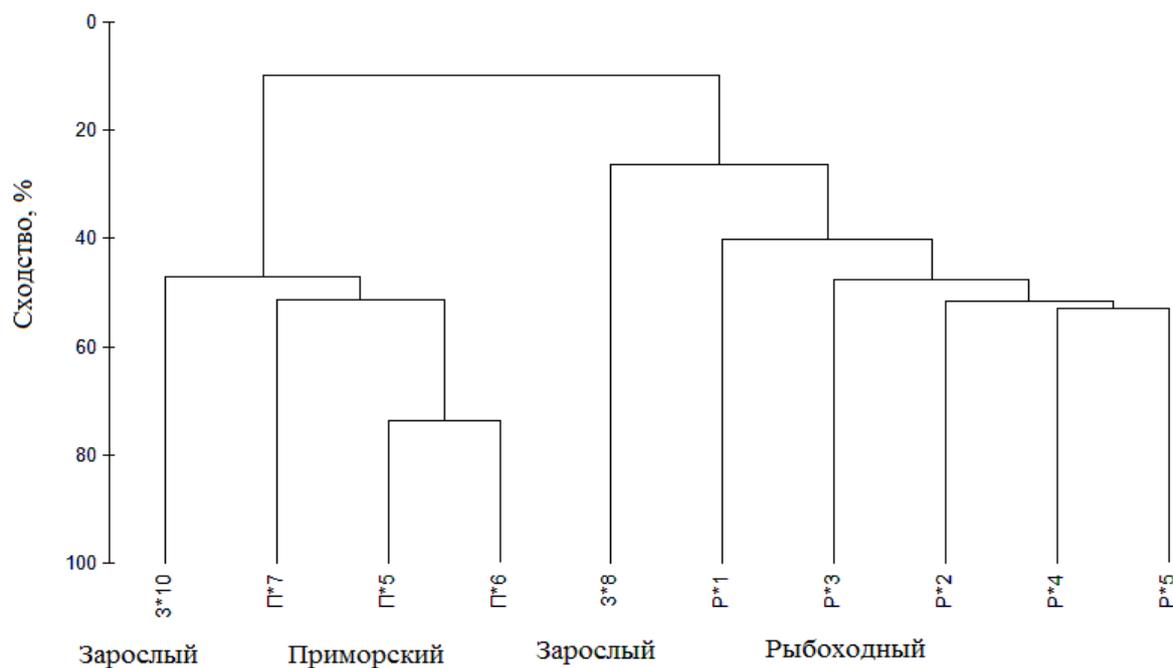


Рисунок 1 – Дендрограмма сходства таксономического состава зоопланктона дельтовых каналов р. Жайык, май-июнь 2015 г.

Выраженное разделение зоопланктона обследованной акватории на два (либо четыре) кластера обусловлено различиями внешних условий, предположительно, минерализацией воды, возможно, скоростью течения, о чем косвенно можно судить по наличию большого количества взвесей в канале Рыбоходный. Одним из факторов, влияющих на структуру зоопланктона, может быть токсическое загрязнение. О его наличии свидетельствовало присутствие уродливых особей веслоногих в зоопланктоне канала Рыбоходный, очень низкая численность животных в верховье канала Зарослый на фоне повышенных значений индекса Шеннона-Уивера.

Количественные показатели зоопланктона на станциях выделенных кластеров также существенно различались (рисунки 2, 3). Зоопланктон первого и территориально близкого второго кластеров характеризовался существенно более низкими величинами численности и биомассы, по сравнению с сообществами второго и четвертого кластеров.

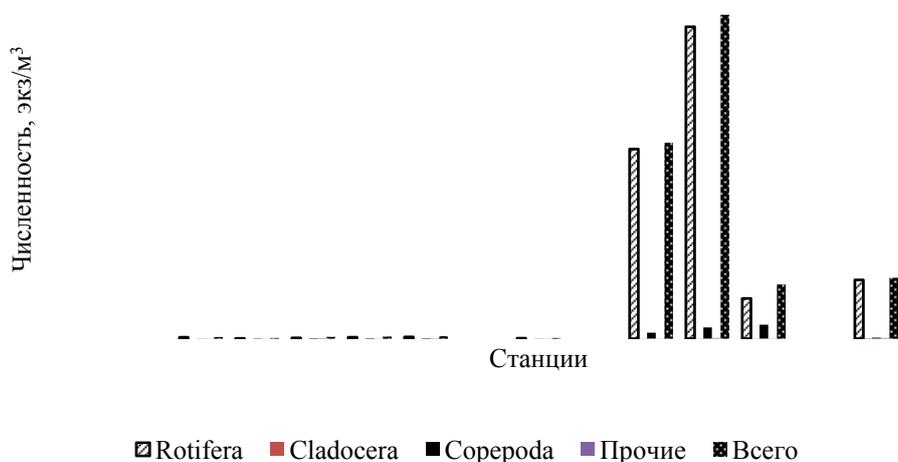


Рисунок 2 – Распределение численности зоопланктона по выделенным кластерам, май-июнь 2015 г.

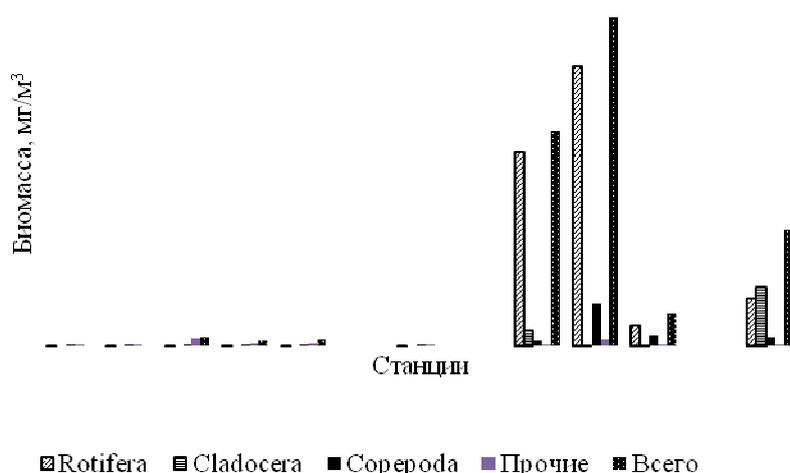


Рисунок 3 – Распределение биомассы зоопланктона по выделенным кластерам, май-июнь 2015 г.

Доминантные комплексы в зоопланктоне дельтовых каналов были представлены преимущественно коловратками (таблица 4). В их состав входили виды, характерные для водоемов с повышенным уровнем органического загрязнения – *Brachionus angularis*, *Hexarthra fennica*, *Filinia longiseta*. Высокая численность зоопланктона в канале Приморский и в нижнем течении канала Зарослый также свидетельствовала об очень хороших трофических условиях, складывающихся в условиях достаточного притока биогенных элементов. Структура зоопланктона канала Рыбоходный и верхней части канала Зарослый может быть обусловлена токсическим воздействием. В пользу этого вывода говорили низкие количественные показатели на фоне увеличения разнообразия сообщества по Шеннону-Уиверу в верховье канала Зарослый; низкие количественные показатели, отсутствие ветвистоусых и наличие уродливых особей циклопов в составе зоопланктона канала Рыбоходный.

Таблица 4 – Состав доминирующих видов в зоопланктоне дельтовых каналов реки Жайык, май-июнь 2015 г.

Участок	Название таксона	Доля от численности, %	Название таксона	Доля от биомассы, %
Рыбоходный	<i>Synchaeta littoralis</i>	12,5	<i>Asplanchna priodonta</i>	11,5
	<i>Keratella quadrata</i>	9,7	Oligochaeta	26,8
	<i>Ectinosoma abrau</i>	10,3	Oligochaeta	28,6
Приморский	<i>Synchaeta stylata</i>	14,8	<i>Synchaeta stylata</i>	16,7
	<i>Brachionus angularis</i>	23,3	<i>Asplanchna sieboldi</i>	14,3
	<i>Hexarthra fennica</i>	28,7	<i>Hexarthra fennica</i>	28,6
Зарослый	<i>Synchaeta stylata</i>	11,4	<i>Asplanchna sieboldi</i>	11,6
	<i>Brachionus angularis</i>	58,0	<i>Podonevadne trigona</i>	49,8
	<i>Filinia longiseta</i>	11,5		

Таким образом, весной 2015 г. зоопланктон дельтовых каналов р. Жайык был представлен 87 таксонами. Фоновыми видами являлись коловратки *Synchaeta sp.*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus amphiceros*, *Brachionus nilsoni*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Notholca acuminata*, *Filinia longiseta*, науплии Calanoida и младшие копепоиды циклопа рода *Cyclops*. Наиболее высокая численность и биомасса планктонных беспозвоночных были зафиксированы в канале Приморском – 1821,6 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 1830,3 мг/м<sup>3</sup>. На порядок ниже были количественные показатели зоопланктона в канале Зарослый – в среднем 292,5 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 563,4 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее низкое обилие зоопланктона отмечено в канале Рыбоходный – 16,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>

и 49,5 мг/м<sup>3</sup>. Доминировали коловратки. Средние значения индекса Шеннона-Уивера составили в Рыбоходном канале 3,55 бит/экз и 2,15 бит/мг, в Приморском канале – 3,02 бит/экз и 3,20 бит/мг, в канале Зарослый – 2,75 бит/экз и 2,95 бит/мг. В состав доминантных комплексов входили виды, характерные для водоемов с повышенным уровнем органического загрязнения. Высокая численность зоопланктона в канале Приморский и в нижнем течении канала Зарослый также свидетельствовала об очень хороших трофических условиях, складывающихся в условиях избыточного притока биогенных элементов. Структура зоопланктона канала Рыбоходный и верхней части канала Зарослый может быть связана с токсическим внешним воздействием.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Винберг Г. Г., Лаврентьева Г. М. (под ред.). Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
- [2] Балущкина Е. В., Винберг Г. Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. – Л: Наука, 1979. – С. 58-79.
- [3] Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1998. – 184 с.

#### REFERENCES

- [1] Winberg GG, Lavrenteva GP (ed.). Zooplankton and its products. Guidelines for the collection and processing of materials in hydrobiological studies in freshwater waterbodies. - Leningrad: GosNIORKh, 1984. - 33 p.
- [2] Balushkin EV, Winberg GG. Relationship between length and body mass of planktonic crustaceans // Experimental and field studies of the biological bases of the lakes productivity. - Leningrad: Science, 1979. - P. 58-79.
- [3] Megarran E. Ecological diversity and its measurement. - Moscow: Mir, 1998. - 184 p.

### ЖАЙЫҚ ӨЗЕНІНІҢ АТЫРАУЛЫ КАНАЛДАРЫНЫҢ ЗООПЛАНКТОНЫ «АҚЖАЙЫҚ» ТАБИҒИ ҚОРЫҒЫ

**Е. Г. Крупа, М. О. Аубакирова**

РҒМ Зоология Институты, ҒК БҒМ, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** зоопланктон, құрылым, атыраулы каналдар, Жайық өзені.

**Аннотация.** Жайық өзенінің атыраулы каналдарындағы көктемдік зоопланктонның сандық көрсеткіші және алуантүрлілігі бойынша мәліметтер келтірілген. Зоопланктон құрамынан 87 таксон анықталған. Планктонды омыртқасыздардың саны 49,5-1830,3 мг/м<sup>3</sup> биомассада 16,6-1821,6 мың дана/м<sup>3</sup>-ке жеткен. Зоопланктон бойынша доминантты комплекс коловраткалармен көрсетілген. Шеннона-Уивер индексінің мәні 2,15-3,55 бит-ке жеткен. Зоопланктонның құрылымдық көрсеткіштері атыраулы каналдарда трофтық жағдайдың қолайлы екенін және токсинді ластанудың болуы мүмкін екенін көрсетті.

*Поступила 02.02.2016 г.*

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 49 – 54

**STUDY OF COMPOSITION POLYELECTROLYTE/SURFACTANT  
AND INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS  
ON THEIR BEHAVIOUR ON AIR/WATER INTERFACE****G. M. Madybekova<sup>1</sup>, B. Zh. Mutaliyeva<sup>2</sup>, S. B. Aidarova<sup>3</sup>, A. T. Zhunuskhoyayev<sup>4</sup>, D. E. Kudasova<sup>2</sup>**<sup>1</sup>SKSPI, Shymkent, Kazakhstan,<sup>2</sup>M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan,<sup>3</sup>KazNTU, K. Satpayev,<sup>4</sup>Nazarbayev Intellectual School of Chemical and Biological direction

**Key words:** Compositions polyelectrolyte-surfactant, surface activity, colloid-chemical properties, binary mixtures.

**Abstract.** The paper contains results of studies of colloid-chemical properties of polyelectrolyte-surfactant complexes based on various polymers and surfactants for determination of optimal composition and properties of effective emulsifying compositions for stabilization of straight emulsion, which can be used in various technological processes, that have important practical value.

The results of investigations of aqueous solutions of polyfunctional polyelectrolyte (PFP) "Uniflok", cationic polyelectrolyte polydimethylammonium chloride (PDMDAAH), which are taken in the compositions with an anionic micelle-forming surfactants such as sodium oleate, and the cationic surfactant cetyltrimethylammonium chloride, are given in this paper.

Study of the dependency of aqueous solutions OINa, PDMDAAH and their compositions surface activity showed that addition of the surfactant lead to reduce of the equilibrium value PDMDAAH polyelectrolyte surface tension. This fact is associated with the formation of polycomplex having a greater surface activity. That means a greater ability to reduce the surface tension. Similar results were obtained in the study of aqueous solutions of CTACI and its binary mixtures with a polyfunctional polyelectrolyte (PFP) in a wide range of concentrations CTACI which testifies about synergistic effect of reducing the surface tension and confirm that the compositions exhibit properties different from the properties of the individual components.

These results have important practical significance in connection with the usage for the production of stable emulsions.

УДК 541.183

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ  
ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ/ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО  
И ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ИХ ПОВЕДЕНИЕ  
НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ ВОЗДУХ/ВОДА****Г. М. Мадыебекова<sup>1</sup>, Б. Ж. Муталиева<sup>2</sup>, С. Б. Айдарова<sup>3</sup>, А. Т. Жунусхожаев<sup>4</sup>, Д. Е. Кудасова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>ЮКГПИ, Шымкент, Казахстан,<sup>2</sup>ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,<sup>3</sup>КазНТУ им. К. Сатпаева,<sup>4</sup>Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления

**Ключевые слова:** композиции полиэлектролит-ПАВ, поверхностная активность, коллоидно-химические свойства, бинарные смеси.

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований коллоидно-химических свойств комплексов полиэлектролит-ПАВ на основе различных полимеров и ПАВ для определения оптимального состава и свойств эффективной эмульгирующей композиции для стабилизации прямых эмульсий, которые могут быть применены в различных технологических процессах, имеющих важное практическое значение.

Приводятся результаты исследований водных растворов полифункционального полиэлектролита (ПФП) «Унифлок», катионного полиэлектролита полидиметилдиаллиаммоний хлорид (ПДМДААХ), которые взяты в композициях с анионным мицеллообразующим ПАВ, таким как олеат натрия, и катионным ПАВ цетилтриметиламмоний хлоридом.

Исследование зависимостей снижения  $\sigma$  для водных растворов  $\text{OINa}$ , ПДМДААХ и их композиций показало, что добавка поверхностно-активного веществ приводит к уменьшению равновесного значения  $\sigma$  полиэлектролита ПДМДААХ. Этот факт связан с образованием поликомплекса, обладающего большей поверхностной активностью. А значит, большей способностью снижать  $\sigma$ . Аналогичные результаты получены при исследовании водных растворов ЦТАХ и его бинарных смесей с полифункциональным полиэлектролитом (ПФП) в широком интервале концентраций ЦТАХ, которые свидетельствуют о синергетическом эффекте снижения поверхностного натяжения  $\sigma$  и подтверждают, что композиции проявляют свойства, отличающиеся от свойств отдельных компонентов.

Эти результаты имеют важное практическое значение в связи с применением для получения стабильных эмульсий.

**Введение.** Эмульсии – одни из самых сложных, в то же время интересных объектов исследования современной коллоидной химии. Практически важным является решение задач стабилизации и дестабилизации эмульсии, что имеет наряду с теоретическим и практическое значение. В последнее время обращается внимание на то, что эмульсии, стабилизированные системами полимер-ПАВ, являются потенциально новым существующим направлением, так как они находят применение в таких процессах, как микрокапсулирование лекарственных веществ, добыча и переработка нефти и нефтепродуктов, получение лаков и другие.

Для выбора направления использования имеет значение знание физических, химических и биологических свойств эмульгатора, так как основываясь на результатах такого анализа можно более четко определить свойства, которыми должен обладать продукт. Поэтому для подбора условий применения эмульсий очень важное значение имеет исследование коллоидно-химических свойств эмульгирующего компонента для определения оптимальных условий стабилизации эмульсий. Одним из важных свойств, определяющих эмульгирующие способности, является поверхностная активность компонента.

Имеется немало работ, описывающих свойства смесей полиэлектролит-ПАВ. Результаты последних лет изложены в таких трудах как [1-6]. В них показано, что электростатические взаимодействия между ПАВ и полимером приводит к образованию комплексов при концентрации ПАВ ниже ККМ. В работе [6] дано более глубокое исследование комплексов, образованных противоположно заряженными ПАВ и полимерами, где, на основе классической модели Годдарда, которая ранее не дала объяснений в сем результатам в ряд у некоторых концентраций, была предложена своя модифицированная модель. В ней объясняется, что при средних концентрациях реальная часть динамической упругости поверхности падает внезапно почти на один порядок значений, что может быть связано с образованием гетерогенной поверхности. При высоких концентрациях ПАВ ( $> 2$  мМ) модуль динамической упругости поверхности является низким и адсорбированная пленка является вязкоупругой. Одной из особенностей работы [6] является то, что разработанная авторами модель учитывает гидрофобную природу полимерной цепи. В работе [8] поведение водных растворов смесей полиэлектролит-ПАВ были изучены уже не только в объеме раствора, но и на границе раздела фаз вода-воздух, вода-масло. Таким образом, как отмечено вышеуказанными авторами, системы ПЭ-ПАВ проявляют свойства, отличные от составляющих компонентов.

В работе [9] была исследована адсорбция смесей полимер-ПАВ на границе раздела фаз масло-вода с помощью малоуглового рассеяния нейтронов (small-angle neutrons scattering), измерение дзета-потенциала и динамического рассеяния света (dynamic light scattering). Показано, что добавление полимеров повышает адсорбцию ПАВ на межфазной границе масло-вода в связи с сильными поверхностными взаимодействиями комплексацией полиэлектролит-ПАВ. Конечно, в

отличие от адсорбции на поверхности раздела воздух-вода, в этой работе изучены только монослойная адсорбция и не изучена многослойная адсорбция. Тем не менее, показано, что для смеси полиэлектролит-ПАВ повышенная адсорбция ПАВ была в форме монослоя, и адсорбция возрастала с повышением концентрации полимера. Также было показано, что комбинирование концентраций ПАВ и полимера на межфазной границе приводит к обращению заряда на границе раздела фаз, что соотносится со стабильностью эмульсий. Эти исследования позволяют подойти к выбору наиболее оптимальных концентраций компонентов для увеличения стабильности эмульсий.

Имеются работы, которые также показывают значение соотношения концентраций компонентов смеси полиэлектролит-ПАВ на свойства. Так, например, в упомянутой выше работе [6] показано, что при низких концентрациях ПАВ ( $<0,3$  мМ) поведение вязкоупругой поверхности является близким к относительно концентрированным чистым растворам полимера.

Так как в основном использование ПЭ в различных отраслях промышленности происходит в виде многокомпонентных растворов, включающих ПАВ, что отражается довольно сильно на факторах устойчивости дисперсных систем, поскольку является причиной изменения термодинамического и структурно-механического факторов стабилизации, до сих пор актуальными остаются вопросы, связанные с определением оптимального состава и свойств эффективных смесей полимер-ПАВ, в особенности в связи с применением в стабилизации эмульсий.

В данной статье приводятся результаты исследований водных растворов полифункционального полиэлектролита (ПФП) «Унифлор», катионного полиэлектролита полидиметилдиаллиаммоний хлорид (ПДМДААХ). В качестве ПАВ был использован анионный мицеллообразующий ПАВ, такой как олеат натрия, и катионный ПАВ цетилтриметиламмоний хлорид.

**Методы исследований.** Физико-химические исследования проведены на современных приборах: иономер ЭВ-74, вискозиметры, прибор для измерения поверхностного натяжения модифицированным методом погруженной пластинки Вильгельми, тензиометр (profileanalysis tensiometry (PAT-1, SINTERFACE)), и прибор для измерения дзета-потенциала и размеров частиц при 25°C Nano-ZS90 system (Malvern Instruments).

### Результаты и их обсуждение

Требуется специфический подход к использованию бинарных смесей ПЭ с ПАВ, позволяющий комплексно учитывать все разнообразие взаимодействий, влияющих на их адсорбцию, поэтому и были выбраны разные полиэлектролиты, такие как ПФП, катионный полиэлектролит ПДМДААХ.

Согласно современным представлениям теории стабилизации эмульсий и пен, основную роль играет структурно-механический фактор устойчивости. Усиление этого фактора можно добиться, используя полиэлектролиты с противоположнозаряженными ПАВ. В связи с этим, в настоящей работе также было изучено поверхностное натяжение водных растворов композиций полиэлектролитов с ПАВ.

Предварительное изучение поверхностного натяжения водных растворов ПДМДААХ показало, что данное полиоснование обладает способностью адсорбироваться на границе раздела раствор-газ, снижая тем самым  $\sigma$ . На основании изотермы поверхностного натяжения (рисунок 1, кривая 1) рассчитано значение поверхностной активности  $G = 2,05 \cdot 10^2$  эрг·см/осн-моль, что позволяет отнести ПДМДААХ к группе высокомолекулярных ПАВ. Исследование зависимостей снижения  $\sigma$  для водных растворов OINa, ПДМДААХ и их композиций показало, что добавка ПАВ приводит к уменьшению равновесного значения  $\sigma$  ПДМДААХ. Наиболее эффективно это проявляется в области разбавления растворов OINa при  $n = 0,001$ . Этот факт связан с образованием поликомплекса, обладающего большей поверхностной активностью. Действительно, из изотермы поверхностного натяжения, представленной на рисунке 1 видно, что изотерма  $\sigma$  смеси ПДМДААХ с OINa располагается ниже изотермы ПАВ, свидетельствуя об ее большей способности снижать  $\sigma$ .

Рассчитано оценочное значение поверхностной активности  $G$  для композиций OINa с ПДМДААХ, которое показало, что  $G_{\text{ПДМДААХ}}$  и  $G_{\text{OINa}}$  взаимно усиливаются в их бинарном растворе. В частности,  $G_{\text{ПДМДААХ}} = 2,05 \cdot 10^2$  эрг·см/осн-моль,  $G_{\text{OINa}} = 2,43 \cdot 10^6$  эрг·см/осн-моль.  $G_{\text{OINa}}$  в

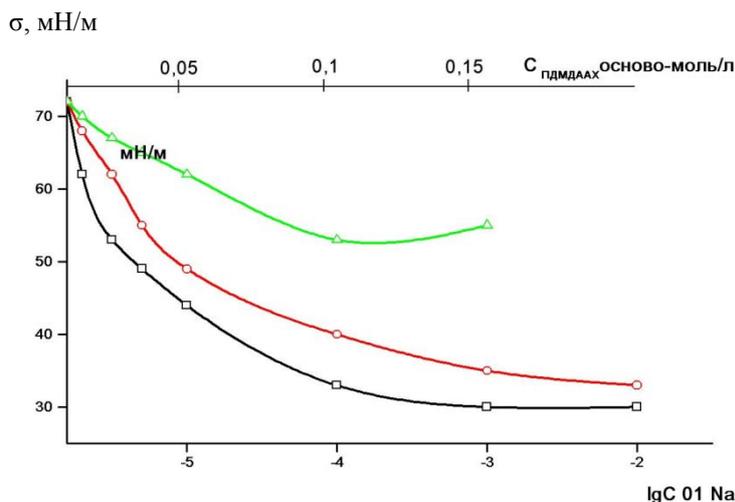


Рисунок 1 – Изотерма поверхностного натяжения водных растворов ПДМДААХ (1), O1Na (2) и смеси ПДМДААХ с O1Na (3).  $C_{\text{ПДМДААХ}} = 1 \cdot 10^{-2}$  основно-моль/л

присутствии ПДМДААХ составляет  $2,98 \cdot 10^6$  эрг·см-осн-моль, тогда как  $G$  ПДМДААХ в присутствии O1Na равна  $2,98 \cdot 10^2$  эрг·см/моль.

Изотерма  $\sigma$  для ЦТАХ и его бинарных смесей с ПФП в широком интервале концентраций ЦТАХ (рисунок 2) также свидетельствует о синергетическом эффекте снижения  $\sigma$  и подтверждает правильность вышеизложенных рассуждений.

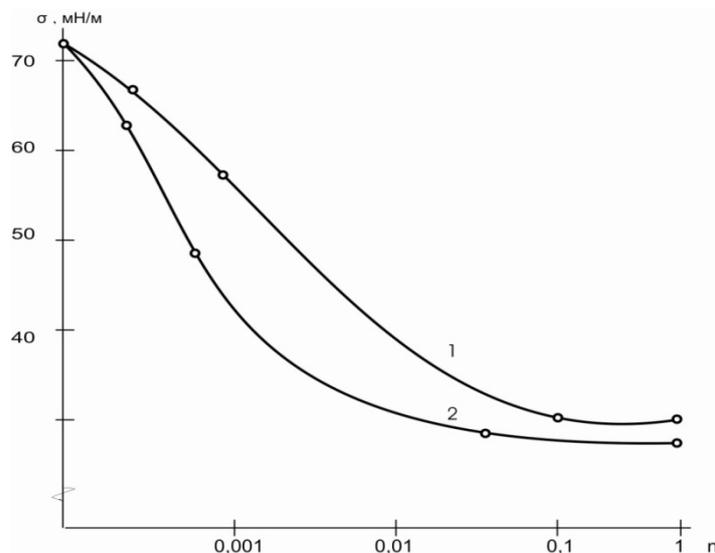


Рисунок 2 – Изотерма поверхностного натяжения водных растворов ЦТАХ (1) и его композиции с ПФП (2).  $C_{\text{ПФП}} = 1 \cdot 10^{-2}$  основно-моль/л

Результаты исследования влияния pH среды на поверхностное натяжение бинарных растворов ПФП с O1Na представлены на рисунке 3.

**Выводы.** Видно, что при pH 12 достигается большее снижение  $\sigma$ , по сравнению с  $\sigma$  при pH = 3. В кислой среде обеспечиваются условия для реализации процесса комплексообразования между основными группами ПФП и O1Na. Вследствие чего ожидался рост поверхностной активности и эффективное снижение  $\sigma$  и их растворов.

Такое парадоксальное, казалось бы ранее установленному факту явление можно объяснить аналогично случаю смеси ПФП с ЦТАХ в щелочной среде, а именно «перегидрофобизацией» клубка ПФП и снижением поверхностной концентрации ЦТАХ.

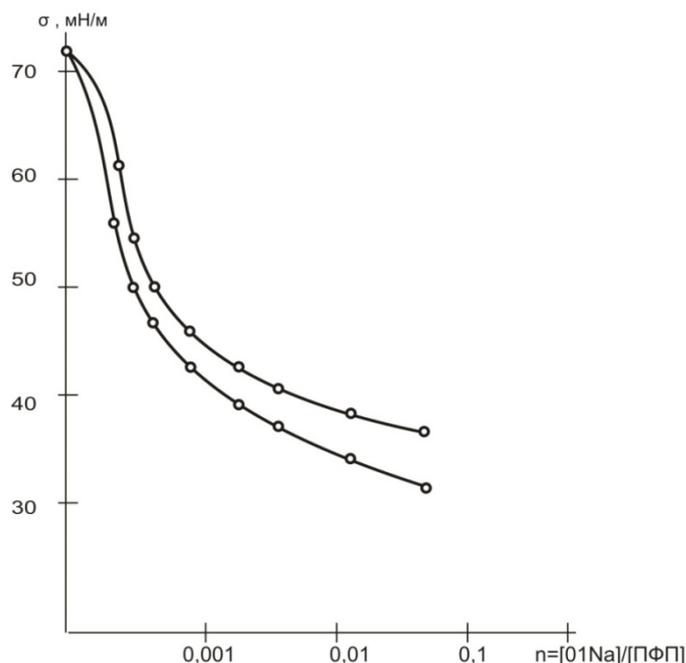


Рисунок 3 – Изотерма поверхностного натяжения водных растворов композиций ПФП-O1Na при pH 12 (1); 3 (2).  
 $C_{\text{ПФП}} = 1 \cdot 10^{-2}$  осново-моль/л.

Правильность этого суждения подтверждается результатами измерения  $\sigma$  смеси ПФП – O1Na при pH 12. То есть концентрация O1Na в адсорбционном слое остается неизменной, поскольку ионообменное взаимодействие исключено, однако, вследствие гидрофобного взаимодействия ПФП с O1Na происходит оптимальная упаковка их в смешанном слое, обеспечивающая большее снижение  $\sigma$ .

Таким образом, результаты изучения поверхностного натяжения смесей полиэлектролитов позволили прогнозировать возможность их использования в качестве эффективных композиционных ПАВ для получения стабильных эмульсий, которые находят широкое практическое применение.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] K. Tonigold, I. Varga, T. Nylander, R.A. Campbell, Langmuir 25 (2009) 4036–4046.
- [2] J. Penfold, I. Tucker, R.K. Thomas, J. Zhang, Langmuir 21 (2005) 10061–10073.
- [3] J. Penfold, I. Tucker, R.K. Thomas, D. Taylor, J. Zhang, X. Zhang, Langmuir 23 (2007) 3690–3698.
- [4] E. Tarade, Y. Samoshina, T. Nylander, B. Lindman, Langmuir 20 (2004) 1753.
- [5] K. Musabekov, S. Aidarova, K. Abdiev, 31st IUPAC Macromolecular Symposium, Merseburg, 1987, p. 175.
- [6] B.A. Noskov, G. Loglio, R. Miller. Dilational viscoelasticity of Polyelectrolyte/surfactant adsorption films at the air/water interface: Dodecyltrimethylammonium Bromide and Sodium Poly(Sterenesulfonate). J. Phys. Chem. 108 (2004) 18615–18622.
- [7] B. Mutaliyeva, G. Madybekova, S. Aidarova, A. Sharipova, A. Lyubchik, O. Lygina, S. Lyubchik. Colloid-chemical properties of Polyacrylnitrile derivatives composites with surfactants. Scientific Israel-Technological Advantages”15 (2013) 9-15.
- [8] A. Sharipovaa, S. Aidarova, V.B. Fainerman, A. Stocco, P. Cernoch, R. Miller. Dynamics of adsorption of polyallylamine hydrochloride/sodium dodecyl sulphate at water/air and water/hexane interfaces. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 391 (2011) 112– 118.
- [9] Jan M. Tucker etc. Adsorption of polymer-surfactant mixtures at the oil-water interface. Langmuir. V. 28, Issue 42, P.14974-14982.

#### REFERENCES

- [1] K. Tonigold, I. Varga, T. Nylander, R.A. Campbell, Langmuir 25 (2009) 4036–4046.
- [2] J. Penfold, I. Tucker, R.K. Thomas, J. Zhang, Langmuir 21 (2005) 10061–10073.
- [3] J. Penfold, I. Tucker, R.K. Thomas, D. Taylor, J. Zhang, X. Zhang, Langmuir 23 (2007) 3690–3698.
- [4] E. Tarade, Y. Samoshina, T. Nylander, B. Lindman, Langmuir 20 (2004) 1753.
- [5] K. Musabekov, S. Aidarova, K. Abdiev, 31st IUPAC Macromolecular Symposium, Merseburg, 1987, p. 175.

[6] B.A. Noskov, G. Loglio, R. Miller. Dilational viscoelasticity of Polyelectrolyte/surfactant adsorption films at the air/water interface: Dodecyltrimethylammonium Bromide and Sodium Poly(Sterenesulfonate). *J. Phys. Chem.* 108 (2004) 18615–18622.

[7] B. Mutaliyeva, G. Madybekova, S. Aidarova, A. Sharipova, A. Lyubchik, O. Lygina, S. Lyubchik. Colloid-chemical properties of Polyacrylonitrile derivatives composites with surfactants. *Scientific Israel-Technological Advantages* 15 (2013) 9-15.

[8] A. Sharipova, S. Aidarova, V.B. Fainerman, A. Stocco, P. Cernoch, R. Miller. Dynamics of adsorption of polyallylamine hydrochloride/sodium dodecyl sulphate at water/air and water/hexane interfaces. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 391 (2011) 112– 118.

[9] Jan M. Tucker etc. Adsorption of polymer-surfactant mixtures at the oil-water interface. *Langmuir*. V. 28, Issue 42, P.14974-14982.

## ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ/ЖОҒАРҒЫ БЕТТІК –БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР КОМПОЗИЦИЯСЫ ЖӘНЕ АУА/СУ ФАЗАЛАР БӨЛІНГЕН ШЕКАРАСЫНДА ОЛАРДЫҢ ІС-ӘРЕКЕТІНЕ ӘРТҮРЛІ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Г. М. Мадыебекова<sup>1</sup>, Б. Ж. Муталиева<sup>2</sup>, С. Б. Айдарова<sup>3</sup>, А. Т. Жунусхожаев<sup>4</sup>, Д. Е. Кудасова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОҚМПИ, Шымкент, Қазақстан,

<sup>2</sup>М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан,

<sup>3</sup>К. Сатпаева атындағы ҚазНТУ, Алматы, Қазақстан,

<sup>4</sup>Химия -биология бағытындағы Назарбаев Интеллектуальды мектебі, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** полиэлектрoлит - жоғарғы беттік-белсенді заттар композициясы, жоғарғы беттік белсенділік, коллоидты-химиялық қасиеттер, бинарлы қоспалар.

**Аннотация.** Мақалада практикалық маңызы зор әртүрлі технологиялық процестерде қолданылатын, тұзу эмульсияларды тұрақтандыру үшін тиімді эмульгирлеуші композициялардың қасиеттерін және оптималды құрамын анықтауға, әртүрлі полимерлер мен жоғарғы беттік-белсенді заттар негізінде полиэлектрoлит - жоғарғы беттік-белсенді заттар кешенінің коллоидты-химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Катионды полиэлектрoлиттердің полидиметилдиаллиаммоний хлориді (ПДМДААХ), «Унифлок» полифункциональды полиэлектрoлиттер (ПФП) сулы ерітінділерін зерттеу нәтижелері келтірілген, олар натрий олеаты және катионды ПАВ цетилтриметиламмоний хлориді тәріздес, анионды мицелла түзетін ПАВ композициясынан алынады.

ОІNa, ПДМДААХ сулы ерітінділері мен олардың композициясы үшін  $\sigma$  төмендеу тәуелділігін зерттеу көрсеткендей, жоғарғы беттік-белсенді заттарды қосу кезінде ПДМДААХ полиэлектрoлиттер  $\sigma$  тепе-теңдік мәні төмендейді. Бұл үлкен жоғарғы беттік белсенділікке ие, поликешеннің түзілуіне байланысты болады. Ол  $\sigma$  төмендетуге қабілетті болады. Осыған ұқсас нәтижелер жеке құраушылар қасиеттерінен ерекшелейтін қасиетке ие композициялар айқындайтын және  $\sigma$  жоғарғы беттік тартылысын төмендетудің синергетикалық әсерін дәлелдейтін, ЦТАХ кең концентрациялар интервалында полифункциональды полиэлектр oлит бар, ЦТАХ сулы ерітінділері мен оның бинарлы қосындыларын зерттеу кезінде алынды.

Осы нәтижелер тұрақты эмульсиялар алу үшін қолдануда практикалық маңызы зор.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 55 – 63

***In vitro* SELECTION OF POTATO CELL CULTURES  
WITH CULTURAL FILTRATE OF *Fusarium solani*****N. P. Malakhova, L. D. Galieva, A. Khassein, A. A. Kalieva, B. K. Tezekbayeva, E. R. Maltseva**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: tasha\_malakhova@mail.ru

**Keywords:** potato, *in vitro* cultured cells, cell selection, cultural filtrate, *Fusarium solani*.

**Abstract.** Cell selection of potato callus and suspension cultures (varieties Aksor and Nevskiy) was carried out with the goal to create new lines of potato. Cultural filtrate was obtained from two isolates of *Fusarium solani* - №1066 and №1067. Conditions were optimized for the selection of potato cell cultures with cultural filtrate of fungus *Fusarium solani*. Cell (callus and suspension) cultures of potato from domestic varieties Aksor and Nevskiy were obtained. Selective activity of each cultural filtrate was evaluated depending on the cell culture yield. Optimal percent of cultural filtrate in the selective media was established for each isolate of the studied fungus. Lethal doses of cultural filtrate for cell cultures of each potato variety were established depending on the fungal isolate. Cell selection method with cultivation of potato cells in cultural filtrate of *Fusarium solani* isolates №1066 and № 1067 was used to acquire suspension and callus cultures of potato of both varieties with increased resistance to cultural filtrate of *Fusarium* sp.

УДК 57.085; 635.032

***In vitro* СЕЛЕКЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР КАРТОФЕЛЯ  
С КУЛЬТУРАЛЬНЫМ ФИЛЬТРАТОМ ГРИБА *Fusarium solani*****Н. П. Малахова, Л. Д. Галиева, А. Хасейн, А. А. Калиева, Б. К. Тезекбаева, Э. Р. Мальцева**РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина» КН МОН РК,  
Алматы, Казахстан**Ключевые слова:** картофель, культивируемые *in vitro* клетки, клеточная селекция, культуральный фильтрат *Fusarium solani*.

**Аннотация.** Для получения новых линий картофеля отечественных сортов с повышенной устойчивостью к фузариозному заболеванию проведена клеточная селекция каллусных и суспензионных культур картофеля отечественных сортов «Аксор» и «Невский». Нароботан культуральный фильтрат двух изолятов, обозначенных как №1066 и №1067 гриба *Fusarium solani*. Проведен подбор условий для селекции клеточных культур картофеля с культуральным фильтратом гриба *Fusarium solani*. Получены клеточные (каллусные и суспензионные) культуры картофеля отечественных сортов «Аксор» и «Невский». Проведена оценка селективной активности каждого культурального фильтрата в зависимости от прироста клеточной культуры. Выявлено оптимальное процентное содержание культурального фильтрата в селективной среде для каждого изолята исследуемого гриба. Определены летальные дозы культурального фильтрата использованного для клеточных культур каждого сорта картофеля в зависимости от изолята гриба. Методом клеточной селекции при культивировании с культуральным фильтратом исследуемых изолятов №1066 и № 1067 гриба *Fusarium solani*, получены селективные суспензионные и каллусные культуры картофеля обоих сортов, с повышенной устойчивостью к культуральному фильтрату *Fusarium solani*.

**Введение.** В связи с исключительной значимостью картофеля как продуктового кормового ресурса, обусловленного высоким содержанием крахмала, белка, витаминов и прочих ценных веществ, снижение потерь урожая этой сельскохозяйственно важной культуры является одной из наиболее актуальных задач современной биотехнологии и агротехники.

Инфекционные болезни картофеля вызываются различными организмами: грибами, бактериями, вирусами, виридами, фитоплазмами, нематодами и др. Их отличительным признаком является способность передаваться от одного растения к другому. Среди всех грибных болезней, наиболее значительный вред картофелеводству причиняет фузариоз, или сухая гниль картофеля. Заболевание вызывается фитопатогенными грибами рода *Fusarium solani*, которые присутствуют в почвах разных типов и могут сохраняться в виде спор в течение многих лет. По вредоносности сухая гниль занимает второе место после фитофтороза. Основным источником инфекции являются растительные остатки, почва и слабозаражённые клубни. Больные посадочные клубни являются причиной изреживания всходов, замедленного роста и развития растений. Хозяйственный ущерб при проявлении этой болезни выражается в потере большого количества клубней на протяжении всего срока хранения, которое может достигать 20-30 % от общей массы. Сложность борьбы с фузариозом, заключается в том, что признаки болезни проявляются лишь по истечении 2-3 месяцев хранения. Фузариоз картофеля распространен повсеместно и является причиной потерь картофеля в течение зимне-весеннего сезона [1, 2].

В мировом генофонде картофеля отсутствуют сортовые и межвидовые образцы картофеля абсолютно устойчивые к данному патогену. Особенно сильно от данной болезни страдают восприимчивые, но ценные сорта картофеля, качество клубней которых значительно снижается в процессе хранения. Повышение устойчивости перспективных сортов картофеля к фузариозу можно осуществлять за счет использования современных методов биотехнологии и клеточной биологии [3].

Использование клеточной селекции для получения новых форм сельскохозяйственно важных растений является широко распространенной практикой в крупных коммерческих организациях по производству овощей и фруктов во всем мире. Применяемые методы клеточной селекции позволяют в короткий срок производить отбор клеток, устойчивых к интересующему селективному фактору. Преимущество отбора в культуре *in vitro* клеток с заданными свойствами достигается клеточной селекцией, при использовании в качестве селективного агента токсинов белковой и небелковой природы, выделенных из патогенных грибов. В клеточной селекции растений часто используют токсины, продуцируемые фитопатогенными грибами. Например, фитотоксины, продуцируемые грибами рода *Fusarium* (фузариевая кислота, кульмомаразмин, ликомаразмин, мартицин), были использованы в клеточной селекции томатов и картофеля, вызывая симптомы, аналогичные при непосредственном (прямом) контакте с патогеном [4-9]. На бобовых культурах Huang Y.H., Hartman G.L. для получения болезнеустойчивых форм использовали культуральный фильтрат токсигенного штамма *F. solani f. sp. glycines* [10]. Одним из токсинов, продуцируемых грибами рода *Fusarium*, является фузариевая кислота, которая проявляет умеренную токсичность в отношении животных, но вызывает симптомы фузариоза на растениях [11]. Фузариевая кислота была использована для создания толерантных к фузариозу растений банана (*Musa acuminata*), гладиолуса (*Gladiolus communis*), томата (*Solanum lycopersicum*) [12, 13]. На горохе (*Pisum sativum* L.) методы клеточной селекции на устойчивость к фузариозу были описаны в работах [12, 14].

Целью данного исследования являлось проведение *in vitro* селекции клеточных культур картофеля с культуральным фильтратом двух изолятов гриба *Fusarium* spp. для получения новых форм отечественных сортов картофеля «Аксор» и «Невский» с повышенной устойчивостью к фузариозу.

### Материалы и методы исследований

Объектами исследований служили клеточные культуры картофеля отечественных сортов «Аксор» и «Невский».

Получение первичной каллусной культуры (КК) проводилось из эксплантов здоровых пробирочных растений, полученных из верхушечных (апикальных) меристем подготовленных стерилизованных клубней картофеля, культивируемых на искусственных питательных средах в

помещении с контролируемым световым и температурным режимом [14, 15]. Для получения каллусных культур картофеля использована универсальная среда Мурасиге и Скуга (МС) с содержанием витаминов - 5,0 мг/л, сахарозы 30 г/л и гормонов: кинетина - 0,5 мг/л; БАП – 2,0 мг/л, НУК – 0,5 мг/л. Каллусы высаживались в чашки Петри с агаризованной средой и культивировались в термостате при постоянной температуре 24<sup>0</sup>С и 70%-ной влажности воздуха, без освещения [16, 17].

Для получения суспензионной культуры (СК) из каллусов вычленили морфогенные участки и культивировали в 50 мл жидкой питательной среды МС с добавлением витаминов – 5,0 мг/л, кинетина - 0,2 мг/л, 2,4 D - 3,0 мг/л и гибберелловой кислоты - 0,1 мг/л. Суспензию культивировали на шейкере при режиме 120 об/мин при 27+1<sup>0</sup>С на рассеянном свете до 4-6 месяцев и получали активно растущую суспензионную культуру. Субкультивирование суспензионных клеток проводили через 7 суток.

Подбор условий для проведения клеточной селекции с использованием культурального фильтрата грибов рода *Fusarium solani*

Для получения культурального фильтрата грибов рода фузариум, фитопатогенный гриб *Fusarium* sp. выращивали на чашках Петри со средой Чапека (15 г/л глюкозы, 2 г/л NaNO<sub>3</sub>, 1 г/л KН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub>, 0,5 г/л MgSO<sub>4</sub>, 0,5 г/л KCl, 20 г/л агар-агара) в течение 7 дней при комнатной температуре. Для подавления бактериальной флоры в среду добавляли хлорамфеникол в концентрации 0,05 г/л. Видовую принадлежность гриба подтверждали микроскопированием культуры в капле воды при 40-кратном увеличении. Для наработки культурального фильтрата воздушный мицелий и споры, полученные на твердой питательной среде, переносили стерильной петлей в жидкую среду Чапека (15 г/л глюкозы, 2 г/л NaNO<sub>3</sub>, 1 г/л KН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub>, 0,5 г/л MgSO<sub>4</sub>, 0,5 г/л KCl) и инкубировали в течение 2 недель при 22-24<sup>0</sup>С с перемешиванием. Полученный культуральный фильтрат, содержащий мицелий и суспензию спор, очищали от мицелия фильтрованием через стерильную марлю, а затем удаляли споры и другие возможные примеси с помощью фильтров с диаметром пор 0,45 мкм. Стерильность культурального фильтрата проверяли посевом на твердую питательную среду Чапека [18, 19].

В основе клеточной селекции использовали принцип отбора генетически измененных клеток в присутствии селективного агента и последующей регенерации из них растений [20, 21]. Для проведения клеточной селекции на устойчивость к фузариозу в суспензионной культуре картофеля использовали различные концентрации культурального фильтрата грибов рода *Fusarium* sp., которые добавлялись в жидкую питательную МС среду. Оценку влияния разных концентраций стресс-агента на рост клеток проводили по сравнению с контролем. Культивирование суспензионной культуры в стрессовых условиях проводили по классической ступенчатой схеме: культивирование клеток в неселективных условиях (14 суток); культивирование клеток в селективных условиях (2 субкультивирования с периодом 7 суток); перенос клеток в неселективные условия (14 суток); перенос клеток в селективные условия (2 субкультивирования по 7 суток). Клеточную селекцию проводили способом прямой (позитивной) селекции, при которой выживает лишь определенный искомый мутантный тип клеток.

### Результаты исследований и их обсуждение

Для получения культуры клеток, способных к морфогенезу, использованы листья и черенки пробирочных растений картофеля и подобраны условия их культивирования. Из эксплантов, помещенных на питательную среду МС-5 для каллусогенеза, содержащую 2,4-D 5 мг/мл и различные концентрации гормонов и витаминов, без освещения, при постоянной температуре 26<sup>0</sup>С, в течение 10-15 суток, получены первичные каллусные культуры. Наиболее активный рост каллусных клеток отмечен на среде МС-5 у обоих сортов картофеля. Каллусы высаживали в чашки Петри с агаризованной средой и культивировали при постоянной температуре 26<sup>0</sup>С в течение 14-16 суток, без освещения. Субкультивирование каллусных культур проводили в течение 2-3 месяцев через 5 суток. В процессе субкультивирования отбирали клетки, способные к регенерации растений.

Для получения суспензионной культуры из каллусов вычленили морфогенные участки и культивировали в 50 мл жидкой питательной среды МС с добавлением кинетина и гибберелловой

кислоты. Суспензию культивировали на шейкере при режиме 120 об/мин при 27+1<sup>0</sup>С на рассеянном свете и через 4-6 месяцев получали активно растущую, мелко агрегированную, морфологически однородную суспензионную культуру, образованную из клеток меристематического типа с плотной цитоплазмой и тонкой клеточной стенкой. Субкультивирование суспензионных клеток проводили через 7 суток - для увеличения количества клеток и повышения генетического разнообразия. В основе клеточной селекции использован принцип отбора генетически измененных клеток в присутствии селективного агента и последующей регенерации из них растений. Клеточную селекцию на каллусных (КК) и суспензионных культурах (СК) картофеля осуществляли поэтапно с использованием двух изолятов грибов №0166 и №0167 рода *Fusarium solani* в качестве селективного фактора.

**Клеточная селекция на каллусных культурах.** На первом этапе для получения резистентных каллусов использовали селективные среды с постепенно повышающейся концентрацией селективного фактора по схеме: МС → КК + 5%КФ, МС → КК + 10%КФ, МС → КК + 20%КФ, МС → КК + 30%КФ, МС → КК + 40%КФ, МС → КК + 50%КФ. Каллусы выращивали в течение 1 - 3 месяцев, для полной элиминации чувствительных клеток каллуса, так как доступ селективного фактора внутрь каллусных инокулюмов затруднен. Оценку устойчивости картофеля исследуемых сортов к КФ изолятов гриба *Fusarium solani* проводили по проценту выживаемости каллусных клеток. Экспериментальные данные по влиянию культурального фильтрата изолятов гриба *Fusarium solani* № 0166 и № 0167 на рост каллусной культуры картофеля сортов «Аксор» представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Влияние КФ изолята гриба *Fusarium solani* № 0166 на рост каллусных клеток картофеля сорта «Аксор»

Вариант	7 день		14 день		21 день		28 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,374	100	0,374	100	0,404	108	0,452	120
10%КФ	0,388	100	0,368	98	0,365	94	0,369	95
20%КФ	0,338	100	0,368	98	0,365	94	0,369	95
30%КФ	0,339	100	0,263	78	0,284	84	0,271	80
40%КФ	0,311	100	0,133	43	0,167	54	0,096	31
50%КФ	0,330	100	0,122	37	0,095	29	0,042	13

Таблица 2 – Влияние КФ изолята гриба № 0167 на рост каллусных клеток картофеля сорта «Аксор»

Вариант	7 день		14 день		21 день		28 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, мг/мл	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, мг/мл
Контроль	0,372	100	0,374	100	0,400	107	0,409	110
10%КФ	0,380	100	0,361	95	0,357	94	0,364	96
20%КФ	0,298	100	0,289	97	0,253	85	0,232	78
30%КФ	0,313	100	0,212	68	0,159	51	0,122	39
40%КФ	0,297	100	0,098	33	0,086	29	0,083	28
50%КФ	0,359	100	0,104	29	0,078	22	0,032	9

Как видно из данных, представленных в таблице 1 и 2, для каллусных культур сорта «Аксор» использование КФ изолятов № 0166 и № 0167 в низких концентрациях (10% и 20%), практически не снижало рост каллусов до конца эксперимента, что может свидетельствовать о том, что данные концентрации КФ не являются токсичными для каллусных культур исследуемого сорта. Повышение % концентрации КФ гриба обоих изолятов до 30% и более процентов, приводило к снижению роста каллусных клеток. Значительное угнетение роста каллусной культуры картофеля сорта

«Аксор» отмечено при культивировании на средах, содержащих от 40% и выше, изолята № 0166. Визуальное торможение роста каллусов на средах, содержащих КФ № 0167, выявлено при 30% КФ и выше.

Таким образом, можно заключить, что КФ изолята гриба № 0167 проявляет более токсичное действие на клетки каллусных культур сорта «Аксор», чем КФ изолята гриба № 0166. На основе полученных данных, дальнейшую работу по селекции наиболее устойчивых каллусных культур сорта «Аксор» к фузариозу проводили на средах с оптимальными концентрациями КФ изолята гриба № 0166 - 40%, КФ изолята гриба № 0167 – 30%. Полученные после культивирования каллусы высаживали на среду для инициации регенерации.

Отбор устойчивых к двум изолятам гриба *Fusarium solani* каллусов сорта «Невский», проводили также на основе данных, полученных при культивировании на средах с разным содержанием культурального фильтрата изолятов гриба *Fusarium solani*. № 0166 и № 0167, и представленных в таблице 3 и 4.

Таблица 3 – Влияние КФ изолята гриба *Fusarium solani* № 0166 на рост каллусных клеток картофеля сорта «Невский»

Вариант	7 день		14 день		21 день		28 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,439	100	0,482	110	0,504	115	0,482	110
10%КФ	0,405	100	0,384	95	0,380	94	0,384	95
20%КФ	0,398	100	0,386	97	0,338	85	0,318	80
30%КФ	0,323	100	0,219	68	0,164	51	0,145	45
40%КФ	0,357	100	0,117	33	0,103	29	0,089	25
50%КФ	0,390	100	0,113	29	0,046	12	0,019	5

Таблица 4 – Влияние КФ изолята гриба *Fusarium solani* № 0167 на рост каллусных клеток картофеля сорта «Невский»

Вариант	7 день		14 день		21 день		28 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,377	100	0,414	110	0,414	110%	0,414	110
10%КФ	0,365	100	0,350	96	0,346	95	0,350	96
20%КФ	0,318	100	0,308	97	0,302	95	0,273	86
30%КФ	0,299	100	0,191	64	0,146	49	0,116	39
40%КФ	0,312	100	0,090	29	0,056	18	0,078	5
50%КФ	0,285	100	0,054	19	0,014	5	–	–

В ходе проведения эксперимента установлено, что при использовании низких концентраций (10 и 20%) КФ изолятов гриба №0166 и №0167 у каллусных культур сорта «Невский», так же как и у каллусных культур сорта «Аксор», негативного токсического эффекта КФ не выявлено. Значительное снижение прироста каллусной массы сорта «Невский» отмечалось при культивировании на среде с 30% содержанием КФ как изолята гриба № 0166, так и КФ как изолята гриба № 0167. При культивировании КК на средах, содержащих КФ каждого из изолятов от 40 % и выше, отмечено критическое снижение роста каллусов вплоть до отмирания клеток. Таким образом, клеточную селекцию каллусных клеток сорта «Невский» проводили при 30% содержании КФ изолята грибов № 0166 и № 0167. Полученные после культивирования каллусы высаживали на среду для инициации регенерации.

**Клеточная селекция на суспензионных культурах.** Для выделения устойчивых клеток картофеля к КФ изолятов патогена №0166 и №0167 СК выдерживали в жидкой среде МС в течение 48 часов в присутствии селективного агента по следующей схеме: МС → СК + 10%КФ,

МС → СК + 20%КФ, МС → СК + 30%КФ, МС → СК + 40%КФ, МС → СК + 50%КФ, МС → СК + 60%КФ, для получения резистентных клеток. Затем клетки ресуспендировали в аминокислотной среде АА, высевали на агаризованную неселективную среду МС, культивировали в течение 4-5-ти суток и отбирали растущие колонии клеток.

Оценку устойчивости СК картофеля исследуемых сортов к двум изолятам гриба *Fusarium solani* проводили по проценту выживаемости суспензионных клеток. В соответствии с экспериментальными данными, представленными в таблице 5 и 6, прирост СК картофеля сорта «Аксор» был значительно ниже на среде с содержанием 40% КФ обоих изолятов гриба *Fusarium solani* по сравнению с контролем.

Таблица 5 – Влияние КФ изолята гриба № 0166 на рост суспензионных клеток картофеля сорта «Аксор»

Вариант	14 день		28 день		42 день		56 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,444	100	0,528	118	0,471	106	0,255	57
10%КФ	0,269	100	0,197	73	0,380	141	0,216	80
20%КФ	0,397	100	0,120	30	0,482	121	0,235	59
30%КФ	0,289	100	0,131	45	0,312	107	0,169	58
40%КФ	0,253	100	0,175	62	0,200	79	0,065	25
50%КФ	0,211	100	0,062	29	0,079	37	0,026	12
60%КФ	0,305	100	0,051	16	0,025	8	0,025	8

Таблица 6 – Влияние КФ изолята гриба № 0167 на рост суспензионных клеток картофеля сорта «Аксор»

Вариант	14 день		28 день		42 день		56 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,325	100	0,330	101	0,315	96	0,315	96
10%КФ	0,235	100	0,163	69	0,345	146	0,181	77
20%КФ	0,269	100	0,111	41	0,291	108	0,227	84
30%КФ	0,305	100	0,401	131	0,378	123	0,239	78
40%КФ	0,335	100	0,431	128	0,311	92	0,167	50
50%КФ	0,255	100	0,351	137	0,094	36	0,076	30
60%КФ	0,255	100	0,351	137	0,094	36	0,026	10

По данным, полученным в ходе проведения эксперимента, невысокое процентное содержание КФ обоих изолятов (10% - 20%) оказывало стимулирующее действие на рост СК картофеля сорта «Аксор», тогда как повышение содержания КФ до 50% в случае с изолятом гриба № 0166 и до 60% для изолята гриба № 0167, приводило к максимально резкому снижению прироста СК. Исходя из анализа экспериментальных данных, для получения растений-регенерантов селективных на устойчивость к фузариозу из СК картофеля сорта «Аксор» отбирали СК, культивируемые на средах с 30% содержанием КФ изолята гриба №0166 и 40% содержанием КФ изолята гриба №0167.

Для селекции устойчивых СК картофеля сорта «Невский» на средах, содержащих КФ исследуемых изолятов гриба, по полученным экспериментальным данным (таблица 7, 8), были выбраны иные концентрации КФ, чем для СК сорта «Аксор». Было установлено несколько стимулирующее действие на рост СК картофеля сорта «Невский» малых доз КФ 10 - 20% изолята гриба № 0166 и 10 - 30% КФ изолята гриба № 0167. При этом, отмечено, что культивирование СК на средах, содержащих 30 - 50% КФ изолята гриба № 0166 оказывало подавляющее влияние на рост

культуры СК, но не приводило к летальному исходу, как в случае с 60% содержанием КФ обоих изолятов. Таким образом, селекцию СК картофеля сорта «Невский» проводили на средах с содержанием 40% КФ для каждого изолята.

Таблица 7 – Влияние КФ изолята гриба № 0166 на рост суспензионных клеток картофеля сорта «Невский»

Вариант	14 день		28 день		42 день		56 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,196	100	0,945	482	0,154	78	0,119	60
10%КФ	0,131	100	0,937	715	0,040	30	0,120	92
20%КФ	0,162	100	0,945	583	0,077	47	0,129	79
30%КФ	0,199	100	0,900	452	0,060	30	0,095	48
40%КФ	0,209	100	0,880	421	0,030	14	0,092	44
50%КФ	0,120	100	0,740	616	0,017	14	0,030	25
60%КФ	0,129	100	0,611	473	0,031	14	–	–

Таблица 8 – Влияние КФ изолята гриба № 0167 на рост суспензионных клеток картофеля сорта «Невский»

Вариант	14 день		28 день		42 день		56 день	
	масса каллуса, мг/мл	рост каллуса, %						
Контроль	0,142	100	0,940	661	0,166	116	0,155	109
10%КФ	0,137	100	0,925	675	0,109	79	0,137	100
20%КФ	0,113	100	0,751	664	0,093	82	0,109	96
30%КФ	0,109	100	0,523	479	0,065	59	0,100	91
40%КФ	0,117	100	0,509	435	0,031	28	0,039	33
50%КФ	0,110	100%	0,449	408%	0,016	14%	0,009	8%
60%КФ	0,119	100%	0,440	369%	0,012	10%	–	–

Для получения растений-регенерантов из селектированных СК картофеля сортов «Аксор» и «Невский», выжившие и сохранившие способность к морфогенезу суспензионные клетки, перенесли на неселективную агаризованную питательную среду МС для индукции морфогенеза и регенерации.

**Выводы.** В процессе исследования проведен подбор условий для клеточной селекции картофеля сортов «Аксор» и «Невский». Получены суспензионные и каллусные культуры картофеля обоих сортов, селективные по устойчивости к культуральному фильтрату гриба *Fusarium solani*. Установлено, что для каллусных культур картофеля сорта «Аксор» оптимальное содержание селективного агента КФ изолята № 0166 гриба составляет 40 и 30% КФ изолята гриба № 0167, для сорта «Невский» - 30% КФ изолята гриба № 0166 и № 0167. Для суспензионной культуры картофеля сорта «Аксор» отбор устойчивых клеток наиболее успешно проводится при 30% содержании КФ изолята гриба № 0166 и 40% КФ изолята гриба № 0167 в среде, для сорта «Невский» - 30% КФ изолята гриба 0166 и 40%КФ изолята гриба 0167. В результате клеточной селекции с КФ изолятами гриба № 0166 и № 0167 получены культуры клеток с повышенной устойчивостью к КФ гриба *Fusarium solani* которые будут использованы для получения растений новых линий сортов картофеля «Аксор» и «Невский».

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Анисимов Б.В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод.- 2009.- 272 с.  
 [2] Fiers M., Edel-Hermann V., Chatot C., Hingrat Y.L., Alabouvette C., Steinberg C. Potato soil-borne diseases // J. Agron. Sustain. Dev. -Vol. 32.- 2012.- P. 93-132.

- [3] Кильчевский А., Хотылева Л. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия. Белорусская наука, Минск, 2012, С. 239-245
- [4] Naef-Roth S. Production and bioassay of phytotoxins // Academic Press. - New York. - 1972. – P. 49–69.
- [5] Каримова В.К., Нечай Н.Л., Есимсеитова А.К., Нурмаганбетова А.Н., Измаганбетова А.Ж., Какимжанова А.А. Использование изолятов гриба *Phytophthora infestans* в клеточной селекции картофеля. *Biotechnology. Theory and practice.* 2013, №4, С. 4-12.
- [6] Ходжайова Л. Т. Клеточная селекция растений картофеля (*Solmum tuberosum* L.) на неспецифическую устойчивость к возбудителю фитофтороза (*Phytophthora infestans*) с использованием веществ, нарушающих метаболизм стероидов. Автореф. дисс. канд.биол.наук, Санкт-Петербург, 1998.
- [7] Gunter Wersuhn, Ursula Dathe. Genome selection within cell cultures of potato and tobacco // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* - 1998.- Vol.54. – P.15–20.
- [8] Wilson C.R., Tegg R.S., Wilson A.J., Luckman G.A., Eyles A., Yuan Z.Q., Hingston L.H., Conner A.J. Stable and extreme resistance to common scab of potato obtained through somatic cell selection // *Phytopathology.* -2010. - Vol.100(5).- P. 460-467.
- [9] Wilson C. R., Luckman G. A, Tegg R. S., Yuan Z. Q., Wilson A. J., Eyles A., Conner A. J. Enhanced resistance to common scab of potato through somatic cell selection in cv. Iwa with the phytotoxin thaxtomin A// *Plant Pathology.*- 2009.- Vol. 58.- P.137–144.
- [10] Huang Y.H., Hartman G.L. Reaction of selected soybean genotypes to isolates of *Fusariumsolani* f. sp. glycines and their culture filtrates // *Plant Disease.* -1998. - Vol. 82.- P. 999–1002.
- [11] Bacon C.W., Porter J.K., Norred W.P., Leslie F.J. Production of fusaric acid by *Fusarium species* // *Appl. environ. Microbiol.* -1996. -Vol. 62. - P. 4039-4043.
- [12] Švábová L., Lebeda, A. In vitro selection for improved resistance to toxin-producing pathogens. // *J. Phytopathology –* 2005. - Vol. 153. – P. 52-64.
- [13] Kuzniak E. Effect of fusaric acid on reactive oxygen species and antioxidants in tomato cell cultures // *J. Phytopathology –* 2001. – Vol. 149. – P. 575-582.
- [14] Smýkal P., Valledor L., Rodríguez R., Griga M. Assessment of genetic and epigenetic stability in long-term *in vitro* shoot culture of pea (*Pisumsativum* L.) // *Plant Cell.* - 2007. - Rep. 26. – P. 1985-1998.
- [15] Лутова Л.А. Биотехнология высших растений // Учебник. – СПб.- Изд-во С.-Петербур. ун-та.- 2003. – 228 с.
- [16] Jiang S., Ma Z., Ramachandran S. Evolutionary History and Stress Regulation of the Lectin Superfamily in Higher Plants // *BMC. Evol. Biol.* - 2010. - Vol. 10. - P. 79-103.
- [17] Kosturkova G., Angelov G., Rodeva R., Tchorbadjieva M., Mehandjiev A. In vitro Modelling of Biotic Stress - Higher Resistance of Pea Cultures to Phomamedicaginis var. pinodella // *Culture Filtrates, Proceedings V-th Inter. Symp. “Bioprocess Systems. BioPS’03”.* – Sofia.- 2003. – P. 186-189.
- [18] Kharabian A., Darabi A. Characterization of some chromosomal aberrations in regenerated rice plants (*Oryza sativa*) // *Plant Cell Tiss Organ Cult.* – 2005. – Vol. 83. – P. 161-168.
- [19] Jain S.M. Major mutation-assisted plant breeding programs supported by FAO/IAEA // *Plant Cell Tiss Organ Cult.* – 2005. - Vol. 82. – P. 113-123.
- [20] Красавин В.Ф. Результативность селекционной работы по картофелю в Казахстане // сборник мат. IV науч.-пр. конф. «Генетические и агротехнологические ресурсы повышения качества продовольственного и технического картофеля». – Москва.-2014.- № 1. – С.13 -14.
- [21] Wani S. H. Inducing fungus-resistance into plants through biotechnology // *Not Sci Biol.* - 2010. - V.2. - P.14-21.

## REFERENCES

- [1] Anisimov B.V. Protecting potatoes from diseases, pests and weeds. *M.: Kartofelevod*, 2009, 272 p. (in Russ.).
- [2] Fiers M., Edel-Hermann V., Chatot C., Hingrat Y.L., Alabouvette C., Steinberg C. Potato soil-borne diseases *J. Agron. Sustain. Dev.*, Vol. 32, 2012. P. 93-132.
- [3] Kil'chevskij A., Hotyleva L. Biotechnology in plant breeding. *Cell Engineering. Belaruskaja navuka*, Минск, 2012, P. 239-245 (in Russ.).
- [4] Naef-Roth S. Production and bioassay of phytotoxins. *Academic Press. New York.* 1972, P. 49–69.
- [5] Karimova V.K., Nechaj N.L., Esimseitova A.K., Nurmaganbetova A.N., Izmaganbetova A.Zh., Kakimzhanova A.A. Using the isolates of the fungus *Rnitoftnora infestans* in potato breeding cell. *Biotechnology. Theory and practice.* 2013, №4, P. 4-12. (in Russ.).
- [6] Hodzhajova L. T. Cellular selection of potato plants (*Solmum tuberosum* L.) in the non-specific resistance to late blight pathogen (*Phytophthora infestans*) using the materials that violate the metabolism of sterols. *Avto-ref. diss.*, Sankt-Peterburg, 1998. (in Russ.).
- [7] Gunter Wersuhn, Ursula Dathe. Genome selection within cell cultures of potato and tobacco. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 1998. Vol.54., P.15–20.
- [8] Wilson C.R., Tegg R.S., Wilson A.J., Luckman G.A., Eyles A., Yuan Z.Q., Hingston L.H., Conner A.J. Stable and extreme resistance to common scab of potato obtained through somatic cell selection. *Phytopathology.* 2010. Vol.100(5), P. 460-467.
- [9] Wilson C. R., Luckman G. A, Tegg R. S., Yuan Z. Q., Wilson A. J., Eyles A., Conner A. J. Enhanced resistance to common scab of potato through somatic cell selection in cv. Iwa with the phytotoxin thaxtomin A. *Plant Pathology.* 2009. Vol. 58., P.137–144.
- [10] Huang Y.H., Hartman G.L. Reaction of selected soybean genotypes to isolates of *Fusariumsolani* f. sp. glycines and their culture filtrates. *Plant Disease.* 1998. Vol. 82.P. 999–1002.

- [11] Bacon C.W., Porter J.K., Norred W.P., Leslie F.J. Production of fusaric acid by *Fusarium* species. *Appl. environ. Microbiol.* **1996**. Vol. 62., P. 4039-4043.
- [12] Švábová L., Lebeda, A. In vitro selection for improved resistance to toxin-producing pathogens. *J. Phytopathology*, **2005**. Vol. 153., P. 52-64.
- [13] Kuzniak E. Effect of fusaric acid on reactive oxygen species and antioxidants in tomato cell cultures. *J. Phytopathology*, **2001**. Vol. 149., P. 575-582.
- [14] Smýkal P., Valledor L., Rodríguez R., Griga M. Assessment of genetic and epigenetic stability in long-term in vitro shoot culture of pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Cell*. **2007**. Rep. 26. P. 1985-1998.
- [15] Lutova L.A. Biotechnology of Higher Plants. *Uchebnik. SPb.Univ.* **2003**. 228 P. (in Russ.).
- [16] Jiang S., Ma Z., Ramachandran S. Evolutionary History and Stress Regulation of the Lectin Superfamily in Higher Plants, *BMC. Evol. Biol.* **2010**, Vol. 10., P. 79-103.
- [17] Kosturkova G., Angelov G., Rodeva R., Tchorbadjieva M., Mehandjiev A. In vitro Modelling of Biotic Stress - Higher Resistance of Pea Cultures to *Phomamedicaginis* var. *pinodella*. *Culture Filtrates, Proceedings V-th Inter. Symp. Bioprocess Systems. BioPS'03. Sofia.* **2003**. P. 186-189.
- [18] Kharabian A., Darabi A. Characterization of some chromosomal aberrations in regenerated rice plants (*Oryza sativa*). *Plant Cell Tiss Organ Cult.* **2005**. Vol. 83., P. 161-168.
- [19] Jain S.M. Major mutation-assisted plant breeding programs supported by FAO IAEA. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* **2005**. Vol. 82., P. 113-123.
- [20] Krasavin V.F. The effectiveness of potato breeding in Kazakhstan. *Collection mat. IV nauch.-pr. Conf. Genetic and agro-technical resources to improve the quality of food and industrial potatoes*. Moscow, 2014, № 1, P.13 -14. (in Russ.).
- [21] Wani S. H. Inducing fungus-resistance into plants through biotechnology. *Not Sci Biol.* **2010**. V.2., P.14-21.

### КАРТОПТЫҢ КЛЕТКАЛЫҚ КУЛЬТУРАСЫНА *Fusarium solani* САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ КУЛЬТУРАЛДЫ СҮЗІНДІСІМЕН *in vitro* ЖАҒДАЙЫНДА СЕЛЕКЦИЯ

Н. П. Малахова, Л. Д. Галиева, А. Хасейн, А. А. Калиева, Б. К. Тезекбаева, Э. Р. Мальцева

ҚР БҒМ ҒК «М. Ә. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институты»,  
Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** картоп, *in vitro* өскен клеткалар, клеткалық селекция, *Fusarium solani* культуралды филтрат.

**Аннотация.** Картоптың отандық сорттарының ақ зең ауруларына төзімділігі жоғары жаңа линияларын алу үшін картоптың «Ақсор» және «Невский» сорттарының каллустық және суспензиялық культураларына клеткалық селекция жүргізілді. *Fusarium solani* саңырауқұлағының екі изолятының №1066 және №1067 культуралды сүзіндісі алынды. Картоптың клеткалық культураларына *Fusarium solani* саңырауқұлағының культуралды сүзіндісімен селекция жүргізу жолдары қарастырылды. Картоптың «Ақсор» және «Невский» отандық сорттарының клеткалық культуралары (каллустық және суспензиялық) алынды. Әрбір культуралды сүзіндінің селективті белсенділігіне клеткалық культураның өсуіне сәйкес бағалау жүргізілді. Зерттеліп отырған саңырауқұлақтың әрбір изолятының культуралды сүзіндісінің селективті ортадағы тиімді проценттік мөлшері белгілі болды. Саңырауқұлақтың изолятының түріне сәйкес картоптың әрбір сортының клеткалық культурасына культуралды сүзіндінің шекті мөлшері анықталды. Клеткалық селекция әдісімен *Fusarium solani* саңырауқұлағының №1066 және №1067 изоляттарының культуралды сүзінділерімен өсіру барысында картоптың екі сортының *Fusarium solani* культуралды сүзінділеріне төзімділігі жоғары каллустық және суспензиялық культуралары алынды.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 64 – 69

**THE POMOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MACRO-MICRO  
NUTRIENT LEVELS OF SELECTED WALNUT TYPES  
(*JUGLANS REGIA L.*) IN SOUTH KAZAKHSTAN**

**K. Gul, N. E. Hasanova, Z. S. Azhibayeva, G. J. Turmetova**

Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.

E- mail: gul.klara @iktu.kz, nadirabegim93@mail.ru, zaida\_6521@mail.ru, gulmir\_70@mail.ru

**Key words:** Walnut (*Juglans regia L.*), pomology, macro-micro nutrients, Omega 6, Omega 3.

**Abstract.** In this study, physical and chemical characteristics of 10 walnut (*Juglans regia L.*) types were selected in Turkistan county of South Kazakhstan. Fruit weights of walnut (*Juglans regia L.*) were found between 7,00–9,87 g; kernel weights 4,31–5,66 g and oil content of these types ranged between 10–11% (Omega 3) and 46–52% (Omega 6). The macro-micro nutrients and their contents in 10 walnuts (*Juglans regia L.*) were found as follows: K 435,0–450,0 mg/kg; Mg 52,0–66,0 mg/kg; Ca 22,0–30,0 mg/kg; Na 0,039–0,060 mg/kg; Zn 0,530–0,890 mg/kg; Cu 0,450–0,670 mg/kg; Fe 0,850–1,200 mg/kg and Mn 0,606–1,200 mg/kg. According to pomological and chemical characteristics, the genotypes of BB6; BB7 and BB8 were selected as the highest quality prospective types.

ӘОЖ 583.9765845

**ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДА СҰРЫПТАЛҒАН  
ГРЕК ЖАҢҒАҒЫНЫҢ (*JUGLANS REGIA L.*)  
ПОМОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН МАКРО- ЖӘНЕ  
МИКРОЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ МӨЛШЕРІ**

**К. Гул, Н. Е. Хасанова, З. С. Ажибаева, Г. Ж. Турметова**

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

**Тірек сөздер:** грек жаңғағы (*Juglans regia L.*), помологиялық ерекшеліктері, макро- және микроэлементтер, Омега-6, Омега-3.

**Аннотация.** Бұл зерттеу жұмысында Оңтүстік Қазақстан аймағындағы Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ - не қарасты Ботаникалық бағында жүргізілген сұрыптау жұмысына таңдап алынған 10 түптен алынған грек жаңғағының (*Juglans regia L.*) генотипінің помологиялық ерекшеліктері мен химиялық құрамы анықталды. Грек жаңғағы (*Juglans regia L.*) жемісінің салмағы 7,00–19,87 г; дәнінің салмағы 4,31–5,66 г; қабығының қалыңдығы 1,11–1,41 мм; дәнінің толықтығы 87%- 90% аралығында болды. Жеміс дәнінде Омега-3-тің мөлшері 10–11%; және Омега- 6-ның мөлшері 46–52 %-дық көрсеткішке ие болды. Макро- және микроэлементтердің мөлшерлері: К - 435,0–450,0 мг/кг; Mg - 52,0–66,0 мг/кг; Са - 22,0–30,0 мг/кг; Na - 0,039–0,060 мг/кг; Zn - 0,530–0,890 мг/кг; Cu - 0,450–0,670 мг/кг; Fe - 0,850–1,200 мг/кг; Mn - 0,606–1,200 мг/кг құрайтындығы анықталды. Сұрыпталған сорттардың ішінде помологиялық ерекшеліктері және химиялық құрамы бойынша BB6, BB7 және BB8 генотиптері ең жоғарғы сапа көрсеткішіне ие перспективті генотиптер болып табылады.

Жаңғақтың жабайы түрлері Американың шығысы мен оңтүстігінде, Колумбия, Аргентина, Оңтүстік Европа, Польша, Жапония, Қытай, Үндістан, Түркия, Оңтүстік және Орта Азия сияқты дүние жүзінің көптеген елдерінде өседі (Davis 1982; Şen 1986) [1,2]. Жаңғақтың негізгі 15 түрі

табиғи түрде өседі. Осылардың ішінде ең маңыздысы грек жаңғағы (*Juglans regia* L.) болып табылады. Әлемдегі жаңғақ шаруашылығы жақсы дамыған елдерге: Қытай, Америка, Иран және Түркия жатады. Ал Қазақстанда жаңғақтың мелиорация жұмыстарына қолданылатын бай генетикалық қорлары бар (Isabel, 2014) [3]. Соған қарамастан елімізде жаңғақ шаруашылығы айтарлықтай жоғары дәрежеде дамымағандығы белгілі. Мұндағы стандарт жаңғақ сорттарын өсіру шаруашылығының сапасы мен коммерциялық өнімділігі де төменгі деңгейде. Елімізде жаңғақ шаруашылығын дамыту үшін әр аймаққа сәйкес келетін, тез бейімделетін жаңа сұрыптарын анықтау және бау - бақшаларды стандартты сорттармен қамтамасыз етілу қажет.

Ал, жаңғақтың құрамындағы майлар мен ақуыздар адамның қоректенуіндегі қажетті заттар болып табылады. Сонымен бірге жаңғақтың құрамында адамның қоректенуінде маңызды рөл атқаратын дәрумендерден: А, В1, В2, В6 және С; минералдардан Р, К, Mg, Fe, Na және Са көп мөлшерде кездеседі. Халықтық медицинада грек жаңғағының діңінен, жапырағы мен тамыр қабықтарынан алынған шырыны (сөлі), майы емдік-диеталық мақсатта пайдаланылады. Асқазан-ішек ауруларын емдейді. Грек жаңғақ құрамының аса бағалы қасиеттеріне агротехникалық маңызды факторлары: топырақ, ауа-райы, күтіп-баптау және өнімді жинау мезгілі де минералды заттардың қатынастарына (мөлшеріне) әсерін тигізеді (Korukoğlu 2001) [4].

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Бұл зерттеу жұмысы 2014-2015 жылдары Оңтүстік Қазақстан облысы, Түркістан қаласындағы А.Ясауи атындағы ХҚТУ– не қарасты Ботаникалық бағында жүргізілді. Жүргізілген сұрыптау жұмыстарында таңдап алынған 10 түп жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерінің жемістері жинап алынып зерттелді. Зерттеулер ХҚТУ-нің Биология кафедрасының ғылыми – зерттеу және Rutgers University Department of Food Science (USA) зертханаларында жүргізілді.

Зерттеу жұмысында жаңғақ (*Juglans regia* L.) жемісінің салмағы (гр), дәнінің салмағы (гр), жемістің үлкендігі (көлемі), қабығының қалыңдығы (мм), қабығынан ажырауы, дәнінің толықтығы (%), дәнінің түсі сияқты помологиялық ерекшеліктері мен жаңғақ дәнінің түстері өлшенді. Сонымен қатар жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінде Омега-3, Омега-6 және К, Fe, Cu, Ca, Na, Mg, Mn, Zn, Mn сияқты макро- және микроэлементтердің мөлшерлері анықталды. Омега-3, Омега-6 мөлшерлері тиімділігі жоғары сұйықтық хроматография (англ. *HPLC, High performance liquid chromatography. Charged aerosol detection method*) әдісі бойынша анықталды (Ian 2011). К, Fe, Cu, Ca, Na, Mg, Mn, Zn элементтері Perkin Elmer марка Optima 2100 DV ICP-OES (Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry) аппаратында (Boss 2006) анықталды және жаңғақ дәнінің түстері CR-410 Chroma Meter (Konica Minolta) түс өлшегіш аспабында өлшенді.

**Статистикалық талдау.** Зерттеу нәтижелерінің Varuans талдаулары Minitab 15 пакет бағдарламасы және Duncan тесті MSTAT пакет бағдарламасы бойынша жасалынды.

### Нәтиже

Жүргізілген сұрыптау жұмысында таңдап алынған жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерінің помологиялық ерекшеліктері 1-кестеде берілген. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей, жаңғақ генотиптерінің помологиялық ерекшеліктері сапалы стандартты сорттарға жақындығын көрсетті. Жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерінің негізгі помологиялық ерекшеліктерінен: жемісінің салмағы - 7,00–9,87 г; дәнінің салмағы - 4,31–5,66 г; қабығының қалыңдығы - 1,11–1,41 мм; дәнінің толықтығы - 87–90 %-дық көрсеткішке ие болды.

Şen (1990) жүргізген зерттеу нәтижесінде сұрыпталған жаңғақ (*Juglans regia* L.) жемісінің салмағы 11,65-23,81 г; дәнінің салмағы 5,45-11,42 г [5], Ақса (1993) жүргізген зерттеу нәтижесінде орташа жемісінің салмағы 10,36-19,61 г; дәнінің салмағы 5,77-9,41 г [6], Güven (2000) жүргізген зерттеуде жемістің салмағы 13,10-17,80 г, дәнінің салмағы 6,90-8,88 г [7], Yıldırım (2005) таңдап алған генотиптердің жемістің салмағы 7,82-11,4 г; дәнінің салмағы 4,04-5,75 г аралықтарында болған [8]. Бұл зерттеу жұмыстарында жаңғақ жемісінің және дәнінің салмақтары кейбір стандарт сорттармен салыстырғанда, бір-біріне жақын нәтижелерді көрсеткен. Сонымен қатар кейбір генотиптердің жемісінің және дәнінің салмағы басқа да сұрыптау жұмыстарында алынған нәтижелерге қарағанда, біраз төменірек болса да дәнінің толықтығы жағынан ұқсас нәтижелерді көрсеткен.

1-кесте – Таңдап алынған жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерінің помологиялық ерекшеліктері

Генотип №	Жемісінің салмағы, г	Дәнінің салмағы, г	Жемістің үлкендігі, көлемі	Қабығының қалыңдығы, мм	Қабығынан ажырауы	Дәнінің толықтығы, %
BB1	9,38±0,35 <sup>a</sup>	4,31±0,19 <sup>b</sup>	Орташа	1,40±0,3 <sup>a</sup>	оңай	87±0,2 <sup>b</sup>
BB2	8,06±0,26 <sup>b</sup>	4,60±0,22 <sup>ab</sup>	Кіші	1,24±0,10 <sup>ab</sup>	оңай	89±0,5 <sup>a</sup>
BB3	7,68±0,21 <sup>cb</sup>	5,00±0,18 <sup>a</sup>	Кіші	1,17±0,08 <sup>b</sup>	оңай	88±0,5 <sup>b</sup>
BB4	8,68±0,30 <sup>ab</sup>	5,06±0,24 <sup>a</sup>	Орташа	1,31±0,09 <sup>a</sup>	орташа	88±0,7 <sup>b</sup>
BB5	8,05±0,24 <sup>b</sup>	4,82±0,30 <sup>ab</sup>	Кіші	1,30±0,11 <sup>a</sup>	оңай	89±0,6 <sup>a</sup>
BB6	8,89±0,33 <sup>ab</sup>	5,53±0,26 <sup>a</sup>	Кіші	1,34±0,3 <sup>a</sup>	оңай	90±0,8 <sup>a</sup>
BB7	7,00±0,15 <sup>c</sup>	5,40±0,31 <sup>a</sup>	Кіші	1,11±0,09 <sup>b</sup>	оңай	89±0,4 <sup>a</sup>
BB8	8,66±0,28 <sup>ab</sup>	5,66±0,20 <sup>a</sup>	Орташа	1,38±0,11 <sup>a</sup>	оңай	90±0,6 <sup>a</sup>
BB9	9,87±0,40 <sup>a</sup>	5,27±0,27 <sup>a</sup>	Орташа	1,36±0,2 <sup>a</sup>	оңай	87±0,9 <sup>b</sup>
BB10	8,06±0,28 <sup>b</sup>	4,60±0,25 <sup>ab</sup>	Кіші	1,30±0,2 <sup>a</sup>	оңай	88±0,8 <sup>b</sup>

(P<0.05). Жоғарыда символ ретінде берілген кіші әріптер Duncan тесті бойынша генотиптер арасындағы айырмашылықты көрсеткен.

Жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінің құрамындағы минералдық заттардың мөлшерлері 2- кестеде көрсетілген. Осындай тақырыптағы жасалған ғалымдардың еңбектеріне сүйенсек: Mc.Grnahan (1991) жүргізген зерттеуде 100гр жаңғақтың құрамында 95,30 мг Са; 1,31 мг Cu; 2,54 мг Fe; 122,91 мг Zn анықталған [9]. Şen (1986) зерттеуінде Са 99,0 мг; P 380,0 мг; Fe 3,1 мг; Mg 131,0 мг мөлшерін анықтаған [2]. Коушси (2002) зерттеуінде жаңғақта Mg (1020–1680 мг/кг); Са (640,0–1180,0 мг/кг); Mn (18,80–50,60 мг/кг); Zn (19,6–43,60 мг/кг); Fe (28,0–139,8 мг/кг); Cu (10,0–27,20 мг/кг) макро- және микроэлементтерінің мөлшерлерін анықтаған [10].

Жүргізілген зерттеудің нәтижелері бойынша жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінің құрамындағы макро- және микроэлементтерден калий, фосфор, магний және кальций элементтерінің мөлшері жоғары деңгейде болса, сол сияқты натрий, марганец, темір, мырыш және мыс элементтерінің мөлшерлері төменгі деңгейде болды.

2-кесте – Жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәніндегі макро және микроэлементтерінің мөлшері (мг/100гр жаңғақта)

Генотип №	K	Mg	Ca	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
BB1	438,0±14,5 <sup>c</sup>	160±10,5 <sup>b</sup>	87,0±0,43 <sup>b</sup>	2,49±0,06 <sup>b</sup>	2,32±0,05 <sup>ab</sup>	1,10±0,07 <sup>bc</sup>	2,50±0,10 <sup>b</sup>	0,783±0,04 <sup>bc</sup>
BB2	435,0±11,7 <sup>c</sup>	152,0±7,9 <sup>c</sup>	85,0±0,25 <sup>bc</sup>	2,39±0,06 <sup>c</sup>	2,17±0,09 <sup>b</sup>	1,0±0,06 <sup>bc</sup>	2,47±0,08 <sup>bc</sup>	0,804±0,02 <sup>bc</sup>
BB3	444,0±13,5 <sup>b</sup>	161,0±9,2 <sup>b</sup>	86,0±0,31 <sup>b</sup>	2,40±0,09 <sup>c</sup>	2,20±0,05 <sup>b</sup>	0,95±0,03 <sup>c</sup>	2,50±0,07 <sup>bc</sup>	0,970±0,03 <sup>b</sup>
BB4	439,0±11,1 <sup>bc</sup>	159,0±7,6 <sup>bc</sup>	82,0±0,27 <sup>c</sup>	2,44±0,07 <sup>bc</sup>	2,03±0,03 <sup>c</sup>	1,05±0,08 <sup>b</sup>	2,43±0,05 <sup>c</sup>	0,606±0,01 <sup>c</sup>
BB5	440,0±13,7 <sup>bc</sup>	155,0±11,1 <sup>c</sup>	85,0±0,24 <sup>bc</sup>	2,41±0,09 <sup>c</sup>	2,06±0,08 <sup>c</sup>	1,07±0,02 <sup>b</sup>	2,35 ±0,03 <sup>c</sup>	0,884±0,02 <sup>b</sup>
BB6	450,0±15,0 <sup>a</sup>	165,0±10,5 <sup>ab</sup>	90,0±0,60 <sup>a</sup>	2,57±0,04 <sup>a</sup>	2,39±0,04 <sup>a</sup>	1,16±0,07 <sup>a</sup>	2,70±0,10 <sup>a</sup>	1,200±0,05 <sup>a</sup>
BB7	445,0±10,8 <sup>ab</sup>	170,0±9,5 <sup>a</sup>	87,0±0,51 <sup>b</sup>	2,55±0,08 <sup>ab</sup>	2,30±0,04 <sup>ab</sup>	1,17±0,10 <sup>a</sup>	2,60±0,09 <sup>ab</sup>	1,030±0,03 <sup>ab</sup>
BB8	447,0±12,1 <sup>ab</sup>	166,0±10,4 <sup>ab</sup>	89,0±0,58 <sup>a</sup>	2,60±0,05 <sup>a</sup>	2,24±0,09 <sup>b</sup>	1,15±0,10 <sup>a</sup>	2,70±0,09 <sup>a</sup>	1,210±0,03 <sup>a</sup>
BB9	440,0±12,8 <sup>bc</sup>	157,0±11,8 <sup>bc</sup>	84,0±0,55 <sup>bc</sup>	2,50±0,04 <sup>b</sup>	2,25±0,07 <sup>b</sup>	1,06±0,09 <sup>b</sup>	2,40±0,08 <sup>c</sup>	1,240±0,04 <sup>a</sup>
BB10	439,0±11,1 <sup>bc</sup>	155,0±11,1 <sup>c</sup>	82,0±0,27 <sup>c</sup>	2,49±0,06 <sup>b</sup>	2,20±0,05 <sup>b</sup>	1,05±0,08 <sup>b</sup>	2,60±0,09 <sup>ab</sup>	0,804±0,02 <sup>bc</sup>

(P<0.05). Жоғарыда символ ретінде берілген кіші әріптер Duncan тесті бойынша генотиптер арасындағы айырмашылықты көрсеткен.

Жасалынған зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша, 10 түптен алынған жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотипінің құрамындағы макро- және микроэлементтерінің мөлшері: K - 438,0–450,0 мг/100г; Mg - 152,0–170,0 мг/100г; Ca - 82,0–90,0 мг/100г; Na - 2,39–2,60 мг/100г;

Zn - 2,03–2,39 мг/100г; Cu - 0,95–1,17 мг/100г; Fe - 2,35–2,70 мг/100г; Mn - 0,606–1,240мг/100г аралығында болды. Жаңғақтың (*Juglans regia* L.) құрамындағы макро- және микроэлементтердің мөлшерлерінің K>Mg>Ca>Fe>Na>Zn>Cu>Mn реттік қатары анықталды. Бұл зерттеу жұмысындағы жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінің құрамындағы макро- мен микроэлементтер әдебиеттердегі нәтижелермен салыстарғанда, біршама айырмашылықты көрсетті. Мұндай айырмашылықтың себебіне: түр және сорттардың бірдей болмауы, өсірілген жердің экологиялық жағдайының, өнімді жинап алу мерзімінің, күтіп-баптау жұмыстарының және қолданылған әдістердің әртүрлі болуымен түсіндіріледі.

Жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінің түсі негізгі сапа көрсеткіштерінің бірі болып табылады. «L» көрсеткіші жаңғақ дәнінің жарықтық деңгейін көрсетеді (кесте 3). Зерттеу жұмысында ең жоғары «L» көрсеткіші BB6(43.75), BB7(43.61), BB8(46.62) генотиптерінде, ал ең төмен «L» көрсеткіші BB1(38.40), BB3(38.48) генотиптері көрсетті. «a» көрсеткіші жаңғақтың қоңыр-қызыл түсінің деңгейін көрсетеді. Зерттеу жұмысында ең жоғарғы «a» көрсеткіші BB1(1.80), BB3(1.71) генотиптерінде, ал ең төменгі «a» көрсеткіші BB6(0.96), BB7(1.02), BB8(0.87) генотиптері көрсетті. «b» көрсеткіші жаңғақтың сары түсінің деңгейін көрсетеді. Зерттеу жұмысында ең жоғарғы «b» көрсеткіші BB6(11.78), BB7(11.00), BB8(11.47) генотиптерінде, ал ең төменгі «b» көрсеткіші BB1(9.21), BB3(9.15) және BB 4(9.60) генотиптерінде анықталды (кесте 3). Сапалы жаңғақ (*Juglans regia* L.) сорттары «L» және «b» түс параметрлерінің жоғары болуын талап етеді.

Ақсаның (1996) зерттеулері бойынша таңдап алынған 17 түрдің дәні өте ашық қоңыр түсті, 20 түрдің дәні орташа ашық қоңыр түсті және 7 түрдің дәні қою қоңыр түсті болған [11]. Karadenizдің (1996) зерттеулері бойынша таңдап алынған 6 түрдің дәнінің түсі ашық қоңыр және 12 түрдің дәні қою қоңыр түсте болған [12]. Çelikтің (1998) зерттеулері бойынша таңдап алынған 12 түрдің дәнінің түсі ашық және 9 түрдің дәні қою түсте болған [13]. Ünvegдің (2005) зерттеулері бойынша таңдап алынған 5 түрдің дәнінің түсі ашық сары және 18 түрдің дәні сары түсте болған [14]. Бұл зерттеу жұмысының нәтижелері соңғы жылдарда жүргізілген зерттеулердің нәтижелерімен салыстырғанда, дәнінің түсінің сипаттамалары ұқсас болуымен бірге, солардың ішінде қоңыр- қызыл түсті дәннің аз екендігі анықталған.

3-кесте – Жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінің түсінің көрсеткіштері және құрамындағы Омега-3 пен Омега 6-ның мөлшері

Генотип №	Омега 3, %	Омега 6, %	Дән түсінің көрсеткіштері		
			L	a	b
BB1	10,1±0,06c	49,0±1,4b	38.40±0.84 <sup>c</sup>	1.80±0.04 <sup>a</sup>	9.21±0.42 <sup>c</sup>
BB2	10,2±0,1c	46,0±0,9c	39.77±1.11 <sup>c</sup>	1.47±0.35 <sup>ab</sup>	10.58±0.03 <sup>ab</sup>
BB3	10,0±0,3c	47,0±1,0bc	38.48±0.96 <sup>c</sup>	1.71±0.37 <sup>a</sup>	9.15±0.51 <sup>c</sup>
BB4	10,5±0,1bc	46,0±1,1c	42.10±1.01 <sup>b</sup>	1.27±0.17 <sup>b</sup>	9.60±0.2 <sup>bc</sup>
BB5	10,3±0,2c	46,0±0,7c	42.46±0.04 <sup>b</sup>	1.19±0.04 <sup>b</sup>	10.92±0.32 <sup>ab</sup>
BB6	11,1±0,4a	50,0±0,8ab	43.75±0.69 <sup>ab</sup>	0.96±0.23 <sup>c</sup>	11.78±0.31 <sup>a</sup>
BB7	11,4±0,3a	50,0±1,5ab	43.61±0.51 <sup>ab</sup>	1.02±0.1 <sup>c</sup>	11.00±1.05 <sup>a</sup>
BB8	11,2±0,2a	52,0±0,9a	46.62±0.15 <sup>a</sup>	0.87±0.01 <sup>c</sup>	11.47±0.05 <sup>a</sup>
BB9	10,4±0,09bc	49,0±1,3b	39.54±0.81 <sup>c</sup>	1.42±0.4 <sup>b</sup>	10.70±0.18 <sup>ab</sup>
BB10	10,5±0,1bc	49,0±1,4b	43.95±1.49 <sup>ab</sup>	1.40±0.46 <sup>b</sup>	10.44±0.08 <sup>b</sup>

(P<0.05). Жоғарыда символ ретінде берілген кіші әріптер Duncan тесті бойынша генотиптер арасындағы айырмашылықты көрсеткен.

Жаңғақ (*Juglans regia* L.) дәнінің құрамында Омега 3 мөлшері 10,0–11,0 % болса, Омега 6 мөлшері 46,0–52,0% аралығында болады. Жаңғақ құрамындағы май қышқылдары ағзада функционалдық, құрылымдық және метаболикалық рөлді атқарады. Адамның тамақтануында Омега 6 / Омега 3-тің қатынасы 5:1 мөлшерінде болуы ұсынылған (Pfeuffer 2001) [15].

Омега 6 / Омега 3 қатынасының 4 болуы тромба түзуге қарсы және қатерлі ісік ауруларының қаупін азайтудағы әсерлері жоғары (Veegu, 2001) [16]. Бұл зерттеу жұмысында Омега 6 / Омега 3

қатынасының орташа мәні 4.51 болып табылды және бұл адам денсаулығы және тамақтануы тұрғысынан ұсынылған мөлшерде екендігін көрсетті.

**Қорытынды.** Бұл зерттеу жұмысында ХҚТУ-нің Ботаникалық бағындағы грек жаңғақ (*Juglans regia* L.) жемістерінің помологиялық ерекшеліктері және химиялық құрамы бойынша сапалы стандарт сорттармен бірдей ерекшеліктерге ие екендігі анықталды. Сонымен қатар Ботаникалық бақта өсірілген жаңғақтардың Омега 3, Омега 6 мөлшерлері мен макро- және микроэлементтерінің көрсеткіштері адамның қоректенуі үшін белгіленген шекті мөлшерлерде екендігіне көз жеткізілді.

ХҚТУ-нің Ботаникалық бағында өсірілген жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерінің помологиялық ерекшеліктері жергілікті және шетелдің стандарт түрлерінен кем түспейтіндігін зерттеу жұмыстары көрсетіп отыр. Жаңғақ (*Juglans regia* L.) қабығының оңай шағылуы негізгі талап етілетін көрсеткіштердің бірі. Қабықтың оңай шағылуы оның қалыңдығына байланысты. Сұрыптау зерттеуінде ВВ7 (қабық қалыңдығы 1,11 мм) генотипінің қабық қалыңдығы жағынан ерекшелігін ескере отырып, ол жаңғақ шаруашылығына ұсынылды. Перспективті генотиптердің ішінен дәнінің салмағы бойынша ВВ8 (5,66g) және ВВ6(5,53g) генотиптері маңызды болып есептелді және дәнінің салмағы бойынша жоғары дәрежелі генотип ретінде жаңғақ шаруашылығында кеңінен өсірілуге ұсынылды. ВВ8 генотипінде Омега 6 (52%) ең жоғары мөлшерінің болуына байланысты, алдағы жылдарда жасалатын зерттеулерде жоғары ерекшелігі бар генотип ретінде қолданылуға ұсынылды.

Бұл зерттеу жұмысында анықталған перспективті жаңғақтың (*Juglans regia* L.) генотиптерін (ВВ6, ВВ7, ВВ8) генетикалық ресурстар (қор) ретінде қорғау, келешекте оларды будандастыруда жақсы жетістіктерге алып келеді. Сонымен қатар бұл зерттеуде анықталған перспективті жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерінің (ВВ6, ВВ7, ВВ8) негізгі құндылығының бірі Түркістан аймағында көктемгі уақытта қауіпті аяздардың болуына қарамастан, қалыпты жеміс беруі болып табылады.

Сұрыптау жұмыстарының соңында анықталған перспективалы жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптерін (ВВ6, ВВ7, ВВ8) болашақта будандастыру жұмыстарында қолдана отырып, жоғары ерекшеліктерге ие болатын генотиптерді алу негізгі мақсатымыздың бірі.

Ботаникалық бағындағы сұрыпталған генотиптерге болашақта жақсы агротехникалық шараларды (күтіп-баптау жұмыстары, суғару, тыңайтқыш беру, бұтау, зиянкестерден, аурулардан қорғау) дұрыс жүргізіп, өнім сапасын көтеруге үлкен көңіл бөлу керек. Сондай-ақ жаңғақ мелиорациясы бағдарламасында қазіргі заманғы алдыңғы қатарлы техниканың қолданылуы және жаңғақ шаруашылығы жақсы дамыған елдермен ортақ жобалардың жүргізілуі нәтижесінде Қазақстандағы жаңғақ шаруашылығының дамуына өзіндік маңызы зор үлесін қосуға септігін тигізеді.

Қорыта айтқанда, бұл зерттеу жұмысында жаңғақ (*Juglans regia* L.) генотиптеріне бай Оңтүстік Қазақстанның климаттық және топырақ жағдайларына жақсы бейімделген, жоғары сапалы перспективті грек жаңғағының (*Juglans regia* L.) генотиптері (ВВ6, ВВ7, ВВ8) анықталды. Келешекте бұл жаңғақтың генотиптерінің ерекшеліктерін ескеретін болсақ, жаңғақ шаруашылығына үлкен табыс әкелетін мүмкіндігі жоғары екендігі анық.

Бұл зерттеу жұмысының нәтижелері Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің Өкілетті Кеңес тарапынан қолдау көрсетілген № 15/1210 «Қазақстан және Түркия мемлекеттері арасында жаңғақ зерттеулері және шаруашылығын нығайтуда ынтымақтастық жобасы» негізінде алынған.

## REFERENCES

- [1] Davis, P.H., 1982. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Vol. 7, University Of Edinburg, England.
- [2] Şen, S.M., 1986. *Ceviz Yetistirciliği*. Eser Matbaası, Samsun, Türkiye.
- [3] Isabel Lapeña, 2014. Conservation of fruit tree diversity in Central Asia: Policy options and challenges. *Biodiversity International*, Rome, Italy, ISBN 978-92-9043-920-2.
- [4] Korukoğlu, M., I. Şahin, 2001. Cevizlerde mitotoksinkirliliğinin araştırılması. *Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu Bildiri Kitabı*: 120.
- [5] Şen, S.M., and Tekintaş, E.A., 1990. A study on the selection of Adilceviz walnuts, XIII International Horticultural Congress Abstracts of Contributed Papers.
- [6] Akça, Y., 1993. Gürün cevizlerinin (*Juglans regia* L.) seleksiyon seleksiyonu yoluyla islahı üzerine araştırmalar, Doktora tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

[7] Güven ,M.F., 2000. Niğde ili ve ilçeleri ceviz populasyonunun seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

[8] Yıldırım, F.A., Koyuncu, M.A., ve Çağatay, Ö., 2005. Yalvaç yöresi (İsparta) ceviz tiplerinin seleksiyon yolu ile ıslahı, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, II.Ulusal Ceviz Sempozyumu, 13-16 Eylül, ISBN:1300-8943, Yalova, 63-72.

[9] McGranahan, G., C. Leslie, 1991. Walnuts. (Ed: James N. Moore&James R. Ballington Jr, Genetic resources of temperate fruit and nut crops). *Acta Hort.*, 290: 905-953.

[10] Koyuncu, F., M.A. Koyuncu, İ. Erdal, A. Yaviç, 2002. Chemical composition of fruits of some walnut (*J.Regia L.*) selections. *Gıda Dergisi*

[11] Akça, Y. ve Ayhan, C., 1996, Adilceviz ceviz (*Juglans regia L.*) populasyonu içinde genetik değişkenlik ve üstün özellikli ceviz tiplerinin seleksiyonu üzerinde bir araştırma, *Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu*, Samsun, 379-387.

[12] Karadeniz, T. ve Şahinbaş, T., 1996, Çatakta yetiştirilen cevizlerin (*Juglans regia L.*) meyve özellikleri ve ümitvar tiplerin seçimi, *Tarımsal Üretim 150. Yıl Dönümü Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, 10-11 Ocak*, Samsun, 317-323.

[13] Çelik, Z.S., 1998, Erciş ve Muradiye cevizlerinin (*Juglans regia L.*) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.

[14] Ünver, H. ve Çelik, M., 2005, Ankara yöresi cevizlerinin (*Juglans regia L.*) seleksiyon yolu ile ıslahı, *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Arasturma Enstitüsü Dergisi, II. Ulusal Ceviz Sempozyumu Özel Sayısı, ISBN:1300-8943*, Yalova, 83-89.

[15] Pfeuffer, M., 2001, Physiologic effects of individual fatty acids in animal and human body, with particular attention to coronary heart disease risk modulation, *Arch Tierz*, 44, 89-98.

[16] Berry, E.M., 2001, Are diets high in omega-6 polyunsaturated fatty acids unhealthy, *European Heart Journal Supplements*, 3, 37-41.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ПОМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТБОРНОГО ГРЕЦКОГО ОРЕХА (*JUGLANS REGIA L.*) ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА

К. Гул, Н. Е. Хасанова, З. С. Ажибаева, Г. Ж. Турметова

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан

**Ключевые слова:** грецкий орех, помологическая характеристика, макроэлементы, микроэлементы, Омега-3, Омега-6.

**Аннотация.** В этой исследовательской работе предоставлены результаты химического состава и помологическая характеристика десяти генотипов деревьев грецкого ореха (*Juglans regia L.*) произрастающих в Ботаническом саду при МКТУ им К. А. Ясави Южно-Казахстанской области. Вес плода составил от 7,0 до 9,87 г; вес ядра – от 4,31 до 5,66 г; толщина скорлупы от 1,11 до 1,41 мм; наполненность ядра 87–90%. Содержание в ядре омега-3 составляет 10–11%, тогда как Омега-6 от 46 до 52%. Содержание макро- и микроэлементов: К - 435,0–450 мг/кг; Mg - 52,0–66,0 мг/кг; Са - 22,0–30,0 мг/кг; Na - 0,039–0,060 мг/кг; Zn - 0,530–0,890 мг/кг; Cu - 0,450–0,670 мг/кг; Fe - 0,850–1,200 мг/кг; Mn - 0,606–1,200 мг/кг. Среди отобранных сортов по химическому составу и помологическим характеристикам генотипы ВВ6, ВВ7, ВВ8 являются наиболее перспективными в плане показателей качества.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 70 – 77

## PHYTOPLANKTON STRUCTURE OF THE NORTH AND MIDDLE CASPIAN SEA

E. G. Krupa<sup>1</sup>, N. A. Mademarova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Republican State Enterprise "Institute of Zoology", Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Kazakh Agency of Applied Ecology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: n.mademarova@kape.kz

**Key words:** phytoplankton, structure, Caspian Sea.

**Abstract.** In 2008 phytoplankton of the Northern and Middle Caspian Sea was introduced 108 species. The number of phytoplankton reached an average of 221.9 mln.kl./m<sup>3</sup> in summer and 218.0 mln.kl/ m<sup>3</sup> in autumn. The phytoplankton biomass ranged from 445.5 mg/m<sup>3</sup> to 481.9 mg/m<sup>3</sup>. Composition of phytoplankton dominant species in the North Caspian Sea in summer and autumn of 2008 was stable. Blue-green dominated in numbers. Green algae were subdominant. Diatoms formed most of the phytoplankton of the Northern Caspian. In the Middle Caspian diatoms, blue-green and green algae dominated numerically summer. In the autumn blue-green were dominant by the number, diatoms and pirofits were dominant by biomass. The index values of the Shannon-Weaver were equal 2,08-3,17 bits /ind and 1,23-2,01 bit/mg in the summer, and 1,78-2,62 bits/ind and 1,18-1,47 bits /mg in the autumn.

УДК 591.524.11

## СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА СЕВЕРНОГО И СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Е. Г. Крупа<sup>1</sup>, Н. А. Мадемарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РГП на ПХВ «Институт зоологии», Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>ТОО «Казахское Агентство прикладной экологии», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** фитопланктон, структура, Каспийское море.

**Аннотация.** В 2008 г. в составе фитопланктона Северного и Среднего Каспия было выявлено 108 видов. Фитопланктон Северного Каспия в оба сезона был более разнообразен, чем в Среднем Каспии. От лета к осени разнообразие фитопланктона снизилось от 82 до 66 видов. Численность фитопланктона достигала в среднем 221,9 млн.кл./м<sup>3</sup> летом и 218,0 млн.кл/м<sup>3</sup> осенью. Биомасса растительных клеток изменялась от 445,5 мг/м<sup>3</sup> летом до 481,9 мг/м<sup>3</sup> осенью. Состав доминирующих отделов и видов в фитопланктоне Северного Каспия был относительно постоянным. По численности доминировали синезеленые, субдоминировали зеленые. Основу биомассы фитопланктона формировали диатомовые. В Среднем Каспии основу численности фитопланктона летом формировали диатомовые, пиррофитовые, синезеленые и зеленые водоросли. Осенью по численности доминировали синезеленые, по биомассе – диатомовые и пиррофитовые. Значения индекса Шеннона-Уивера составили летом 2,08-3,17 бит/экз и 1,23-2,01 бит/мг, осенью – 1,78-2,62 бит/экз и 1,18-1,47 бит/мг.

Исследования фитопланктона Северного и Среднего Каспия проводили в мае-июне и августе-сентябре 2008 г. Материал собран в рамках выполнения программы ТОО «Казахское Агентство прикладной экологии» «Государственный экологический мониторинг на шельфе и прибрежной зоне Каспийского моря с применением дистанционного зондирования». Отбор и обработку проб

фитопланктона проводили стандартными методами [1]. Для характеристики разнообразия фитопланктона рассчитывали индекс Шеннона-Уивера [2]. Обработку данных проводили с помощью вложенного статистического пакета на базе программы Excel.

Летом средняя глубина обследованного района Северного Каспия составила  $7,1 \pm 1,0$  м, прозрачность –  $2,5 \pm 0,4$  м, соленость воды –  $7,2 \pm 0,9$  ‰. Прозрачность воды более глубоководных районов Среднего Каспия ( $38,4 \pm 6,1$  м) достигала  $10,6 \pm 0,9$  м. Средняя соленость воды –  $9,7 \pm 1,0$  ‰, была статистически значимо выше, чем в северной части моря. Несмотря на несколько более поздний период обследования, поверхностные слои воды Среднего Каспия прогревались в меньшей степени –  $18,3 \pm 1,2$  °С, по сравнению с более мелководными северными участками –  $20,5 \pm 0,3$  °С.

Осенью средняя глубина Северного Каспия составила  $7,0 \pm 1,1$  м, прозрачность –  $2,8 \pm 0,7$  м, соленость воды –  $8,2 \pm 0,5$  ‰. Глубина Среднего Каспия достигала  $34,9 \pm 7,0$  м, прозрачность воды –  $9,4 \pm 1,0$  м. Средняя соленость воды –  $11,4 \pm 0,2$  ‰, была статистически значимо выше, чем в северной части моря. Распределение температур воды по акватории отличалось от отмеченного в начале лета. Температура поверхностных слоев воды Среднего Каспия –  $25,2 \pm 0,3$  °С, была статистически значимо выше, чем в северной части моря –  $23,4 \pm 0,2$  °С. От лета к осени по всей обследованной акватории возросло суммарное содержание растворенных солей в воде, что может быть связано с уменьшением объема стока и распределяющего влияния впадающих в Каспийское море рек.

В течение двух сезонов 2008 г. в составе фитопланктона Северного и Среднего Каспия было выявлено 108 видов, из которых диатомовых (Bacillariophyta) – 43, зеленых (Chlorophyta) – 18, синезеленых (Cyanophyta) – 30, золотистых (Chrysophyta) – 5, эвгленовых (Euglenophyta) – 3, пиррофитовых (Pyrrophyta) – 9. От лета к осени разнообразие фитопланктона снизилось как в целом по району, так и по отдельным его участкам (таблица 1). Фитопланктон Северного Каспия в оба сезона был более разнообразен, чем в Среднем Каспии.

Таблица 1 – Разнообразие фитопланктона Северного и Среднего Каспия, 2008 г.

Отдел	Северный Каспий		Средний Каспий		Всего лето	Всего осень
	лето	осень	лето	осень		
Bacillariophyta	24	22	18	6	34	25
Chlorophyta	15	4	4	3	15	5
Chrysophyta	0	2	0	5	0	5
Cyanophyta	24	20	2	6	24	22
Euglenophyta	1	0	1	1	2	1
Pyrrophyta	5	6	7	7	7	8
Итого	69	54	32	27	82	66

На большей части акватории встречались *Cyclotella caspia*, *Pseudosolenia calcar-avis* (Bacillariophyta), *Botryococcus braunii* (Chlorophyta), *Exuviaella caspica*, *Exuviaella cordata*, *Glenodinium caspicum* (Pyrrophyta) (таблица 2). Предпочитали опресненные условия Северного Каспия 22 вида диатомовых, 14 видов зеленых, 25 видов синезеленых и 1 вид эвгленовых. Только в Среднем Каспии были встречены 9 видов диатомовых, 3 вида синезеленых, 3 вида золотистых, 2 вида пиррофитовых.

Летом численность фитопланктона варьировала по акватории в пределах  $6,6$ - $760,2$  млн.кл./м<sup>3</sup>, при среднем значении  $221,9$  млн.кл./м<sup>3</sup>. Биомасса растительных клеток была равна в среднем  $445,5$  мг/м<sup>3</sup>, при размахе колебаний от  $0,9$  до  $1477,3$  мг/м<sup>3</sup>. Осенью количественные показатели фитопланктона в среднем для всей акватории остались практически без изменений –  $218,0$  млн.кл./м<sup>3</sup> и  $481,9$  мг/м<sup>3</sup>. Сохранился почти в тех же пределах и размах колебаний численности и биомассы планктонных водорослей – от  $6,8$  до  $773,5$  млн.кл./м<sup>3</sup> и от  $127,1$  до  $1495,7$  мг/м<sup>3</sup>.

Различия в сезонной динамике фитопланктона более заметно проявлялись при анализе данных отдельно по рассматриваемым участкам моря. Количественные показатели фитопланктона северной, более мелководной и опресненной части моря в оба сезона были статистически значимо

Таблица 2 – Видовой состав и частота встречаемости видов фитопланктона в Северном и Среднем Каспии, 2008 г.

Название вида	Северный Каспий		Средний Каспий		Всего лето	Всего осень
	лето	осень	лето	осень		
1	2	3	4	5	6	7
<b>Bacillariophyta – Диатомовые</b>						
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>	36	18			22	18
<i>Amphora coffeaeformis</i>	27	36			17	27
<i>Caloneis formosa</i>		9				14
<i>Campylodiscus clypeus</i>	9		8		13	
<i>Chaetoceros muelleri</i>		36				27
<i>Chaetoceros rigidus</i>	9	9			9	14
<i>Chaetoceros subtilis var.abnormis f.simplex</i>		36				27
<i>Chaetoceros subtilis var.subtilis</i>		9				14
<i>Cocconeis pediculus</i>	18	9			13	14
<i>Cocconeis placentula</i>			8		9	
<i>Coscinodiscus gigas</i>	9		8		13	
<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	55	82			30	50
<i>Cyclotella caspia</i>	64	45	58	18	65	32
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	55	9		18	30	14
<i>Cymbella pusilla</i>	9		8		13	
<i>Diploneis Smithii</i>		27	8		9	23
<i>Grammatophora marina</i>				9		9
<i>Hyalodiscus sphaerophorus</i>	9				9	
<i>Licmophora sp</i>			8		9	
<i>Mastogloia Smithii</i>			8		9	
<i>Melosira moniliformis</i>			8		9	
<i>Navicula cryptocephala</i>	18	9			13	14
<i>Navicula cuspidata var.elongata</i>			8		9	
<i>Navicula halophila</i>		9				14
<i>Navicula placentula</i>	9				9	
<i>Navicula pupula</i>		9				14
<i>Navicula radiosa</i>	18	9			13	14
<i>Navicula rhynchocephala</i>	9			9	9	9
<i>Nitzschia acicularis</i>	9			9	9	9
<i>Nitzschia angularis</i>			8		9	
<i>Nitzschia closterium</i>	45	27			26	23
<i>Nitzschia constricta</i>		18				18
<i>Nitzschia longissima</i>	27		58		48	
<i>Nitzschia sigma</i>		9				14
<i>Pleurosigma salinarum var.salinarum</i>			8		9	
<i>Podosira parvula</i>	18	36			13	27
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	45	55	25	82	39	36
<i>Rhoicosphaenia curvata</i>	18		8		17	
<i>Sceletonema costatum</i>			8		9	
<i>Sceletonema subsalsum</i>	18				13	
<i>Synedra tabulata var.tabulata</i>		9	8		9	14
<i>Synedra ulna var.ulna</i>	18		8		17	
<i>Thalassiosira caspica</i>	9				9	
<b>Chlorophyta – Зеленые</b>						
<i>Ankistrodesmus acicularis</i>	27				17	
<i>Ankistrodesmus angustus var.angustus</i>		9				14
<i>Ankistrodesmus longissimus</i>	9				9	
<i>Ankistrodesmus minitissimus</i>	9				9	
<i>Ankistrodesmus pseudomirabilis</i>	9				9	
<i>Binuclearia lauterbornii</i>	100	55	8	18	57	36
<i>Binuclearia lauterbornii var.crassa</i>	18				13	
<i>Botryococcus braunii</i>	100	100	58	27	83	59
<i>Chlorella vulgaris</i>	18		8		17	
<i>Dictyochlorella reniformis</i>	9				9	
<i>Kirchneriella contorta var.contorta</i>	9				9	
<i>Mougeotia sp.</i>	9				9	

Окончание таблицы 2						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Oocystis lacustris</i>	36		8		26	
<i>Oocystis solitaria</i>	27				17	
<i>Oocystis submarina</i>				9		9
<i>Scenedesmus bijugatus var. bijugatus</i>	9				9	
<i>Scenedesmus quadricauda var. quadricauda</i>	18				13	
<i>Scenedesmus quadricauda var. quadricauda</i>		27				23
<b>Chrysophyta – Золотистые</b>						
<i>Dinobryon balticum</i>				9		9
<i>Dinobryon elegans</i>		9		73		14
<i>Dinobryon Stokesii</i>				9		9
<i>Mallomonas mirabilis</i>		9		18		14
<i>Mallomonas sp.</i>				9		9
<b>Суанопхита - Синезеленые</b>						
<i>Anabaena abnormis</i>	9				9	
<i>Anabaena aphanizomenoides</i>				9		9
<i>Anabaena subcylindrica</i>	18	18			13	18
<i>Anabaenopsis raciborskii</i>	9	9			9	14
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	9	9			9	14
<i>Aphanothece clathrata</i>	45	27			26	23
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	9				9	
<i>Dactylococcopsis acicularis</i>	9				9	
<i>Dactylococcopsis irregularis</i>	18	18			13	18
<i>Gloeocapsa minima</i>		27				23
<i>Gloeocapsa minor</i>	9	9			9	14
<i>Gloeocapsa minuta</i>	18	9			13	14
<i>Gloeocapsa turgida</i>	9	9			9	14
<i>Gomphosphaeria aponia</i>	18				13	
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	36				22	
<i>Lyngbya contorta</i>	64	45			35	32
<i>Lyngbya limnetica</i>	64	73	8	18	39	45
<i>Merismopedia glauca</i>	18				13	
<i>Merismopedia minima</i>	9	27			9	23
<i>Merismopedia punctata</i>	45	27			26	23
<i>Oscillatoria amphibia</i>	73	36		18	39	27
<i>Oscillatoria chlorina</i>				9		9
<i>Oscillatoria lacustris</i>		18		9		18
<i>Oscillatoria planctonica</i>	9				9	
<i>Phormidium sp.</i>		18				18
<i>Rhabdoderma lineare f. spirale</i>	36	18			22	18
<i>Rhabdoderma minimum</i>	36				22	
<i>Spirulina laxa</i>		9				14
<i>Spirulina laxissima</i>	36	55			22	36
<i>Synechocystis salina</i>	82	36	50	27	70	27
<b>Euglenophyta – Эвгленовые</b>						
<i>Euglena viridis</i>	9				9	
<i>Trachelomonas armata</i>				18		9
<i>Trachelomonas cordata</i>			8		9	
<b>Pyrrrophyta - Пиррофитовые</b>	1	0	1	1	2	1
<i>Exuviaella caspica</i>	45	36	67	36	61	27
<i>Exuviaella cordata</i>	27	27	42	9	39	23
<i>Exuviaella marina</i>	18	27	25		26	23
<i>Glenodinium caspicum</i>	55	27	17	55	39	23
<i>Glenodinium pilula</i>			8	9	9	9
<i>Gymnodinium fuscum</i>			8		9	
<i>Gymnodinium variabile</i>		9		18		14
<i>Peridinium achromaticum</i>				9		9
<i>Peridinium trochoideum</i>	27	18	8		22	18
<b>Итого:</b>	<b>69</b>	<b>54</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>82</b>	<b>66</b>

Таблица 3 – Численность фитопланктона Северного и Среднего Каспия, 2008 г.

Сезон	Численность, млн. кл./м <sup>3</sup>						
	Bacillariophyta	Chlorophyta	Chrysophyta	Суанophyta	Euglenophyta	Pyrophyta	Всего
Северный Каспий							
Лето	16,6±1,8	62,9±10,1	0,0	329,7±61,1	0,2±0,2	6,5±1,9	415,9±61,7
Осень	17,2±3,0	60,7±19,1	0,6±0,4	290,9±60,1	0,0±0,0	4,5±1,2	373,9±56,7
Средний Каспий							
Лето	8,8±1,7	5,2±4,0	0,0	5,7±3,2	0,1±0,1	8,2±1,4	28,0±8,4
Осень	3,8±1,0	3,6±2,2	2,4±0,4	35,0±13,4	0,3±0,2	2,7±0,5	47,9±15,7

Таблица 4 – Биомасса фитопланктона Северного и Среднего Каспия, 2008 г.

Сезон	Биомасса, мг./м <sup>3</sup>						
	Bacillariophyta	Chlorophyta	Chrysophyta	Суанophyta	Euglenophyta	Pyrophyta	Всего
Северный Каспий							
Лето	594,8±141,3	24,4±3,8		13,5±4,9	0,9±0,9	83,8±22,4	657,4±130,8
Осень	565,0±97,7	10,0±2,2	12,8±12,5	27,4±13,4	0,0	45,0±16,7	661,1±105,7
Средний Каспий							
Лето	146,6±49,7	1,2±0,8		0,1±0,05	0,9±0,9	85,0±21,8	233,6±60,8
Осень	148,5±23,8	0,8±0,4	66,5±51,1	3,0±1,5	4,5±3,0	63,0±17,4	286,4±43,5

выше, чем в глубоководном и более минерализованном Среднем Каспии (таблицы 3, 4). От начала лета к началу осени численность фитопланктона северной части моря незначительно снизилась, при практически неизменной величине биомассы. В Среднем Каспии численность фитопланктона от лета к осени возросла в 1,7 раза, биомасса увеличилась в 1,2 раза.

Состав доминирующих отделов и видов фитопланктона Северного Каспия в сезонном аспекте был относительно стабильным. По численности доминировали синезеленые, субдоминировали зеленые водоросли (таблица 5). Основу биомассы фитопланктона формировали диатомовые. От лета к осени снизилась доля пиррофитовых в суммарной биомассе растительных клеток. Число видов, вносящих заметный вклад в формирование численности сообщества, в сезонном аспекте оставалось постоянным (таблица 6). От лета к осени распределение видов в суммарной биомассе фитопланктона стало менее равномерным, за счет усиления доминирования диатомовой водоросли *Coscinodiscus jonesianus*.

Таблица 5 – Доля таксономических отделов в численности и биомассе фитопланктона Среднего и Северного Каспия, 2008 г.

Отдел	Численность, %		Биомасса, %	
	лето	осень	лето	осень
Средний Каспий				
Bacillariophyta	31,3	8,0	62,6	51,9
Chlorophyta	18,6	7,5	0,5	0,3
Chrysophyta	0,0	5,1	0,0	23,2
Суанophyta	20,3	73,1	0,1	1,1
Euglenophyta	0,5	0,6	0,4	1,6
Pyrophyta	29,2	5,8	36,4	22,0
Северный Каспий				
Bacillariophyta	4,0	4,6	81,4	85,6
Chlorophyta	15,1	16,2	3,7	1,5
Chrysophyta	0,0	0,2	0,0	1,9
Суанophyta	79,3	77,8	2,1	4,1
Euglenophyta	0,0	0,0	0,1	0,0
Pyrophyta	1,6	1,2	12,8	6,8

Таблица 6 – Состав доминирующих видов в фитопланктоне Среднего и Северного Каспия, 2008 г.

Название вида	Численность, %		Название вида	Биомасса, %	
	лето	осень		лето	осень
Средний Каспий					
<i>Exuviaella caspica</i>	14,9		<i>Coscinodiscus gigas</i>	18,2	
<i>Binuclearia lauterbornii</i>	13,4		<i>Exuviaella caspica</i>	17,8	
<i>Synechocystis salina</i>	10,9		<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	16,5	48,7
<i>Lyngbya limnetica</i>	9,4	25,9	<i>Campylodiscus clypeus</i>	12,9	
<i>Nitzschia longissima</i>	9,4		<i>Gymnodinium fuscum</i>	7,6	
<i>Oscillatoria chlorina</i>		12,3	<i>Glenodinium caspicum</i>	7,5	15,7
<i>Oscillatoria amphibia</i>		11,7	<i>Melosira moniliformis</i>	6,0	
<i>Oscillatoria lacustris</i>		11,4	<i>Mallomonas sp.</i>		18,1
<i>Anabaena aphanizomenoides</i>		9,2			
Северный Каспий					
<i>Lyngbya limnetica</i>	13,4	15,0	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	37,1	64,4
<i>Aphanothece clathrata</i>	10,0	9,5	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	14,7	
<i>Lyngbya contorta</i>	8,9	9,0	<i>Thalassiosira caspica</i>	7,9	12,7
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	7,9		<i>Glenodinium caspicum</i>	7,8	
<i>Binuclearia lauterbornii</i>	6,8		<i>Coscinodiscus gigas</i>	7,1	
<i>Botryococcus braunii</i>		11,3	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>	5,2	
<i>Spirulina laxissima</i>		10,7			

Основу численности фитопланктона Среднего Каспия летом формировали примерно в равной пропорции диатомовые, пиррофитовые, синезеленые и зеленые водоросли (см. таблицу 5). К осени резко возросла доля синезеленых в суммарной численности сообщества, а значение видов остальных отделов снизилось. По биомассе доминировали диатомовые и пиррофитовые. От лета к осени их значение в формировании массового показателя снизилось. Осенью в составе фитопланктоценоза появились золотистые водоросли, которые заняли субдоминирующее положение по биомассе.

Состав доминирующих по численности видов в сезонном аспекте полностью изменился (см. таблицу 6), за исключением одного вида – *Lyngbya limnetica*. Доля этого вида в формировании численности фитопланктона Среднего Каспия от лета к осени возросла почти в 3 раза. От лета к осени число доминирующих по биомассе видов фитопланктона снизилось от 7 до 3.

Разнообразие фитопланктоценоза Среднего Каспия по среднему на пробу числу видов и индексу Шеннона-Уивера находилось на более низком уровне, чем в северной части акватории (таблица 7). От лета к осени разнообразие фитопланктона снизилось – в Среднем Каспии на фоне увеличения средней массы клетки, в Северном Каспии – на фоне незначительного уменьшения средней массы клетки. В целом разнообразие фитопланктоценозов обследованных районов Каспийского моря оценивалось как низкое и умеренное.

Таблица 7 – Структурные показатели фитопланктона Каспийского моря, 2008 г.

Участок	Сезон	Среднее число видов на пробу	Индекс Шеннона-Уивера		Средняя масса клетки, мг·10 <sup>-6</sup>
			бит/экз	бит/мг	
Средний Каспий	лето	5,9±0,9	2,08±0,19	1,23±0,15	8,61±2,23
	осень	5,6±0,6	1,78±0,16	1,18±0,17	21,04±8,15
Северный Каспий	лето	18,5±0,7	3,17±0,09	2,01±0,16	2,18±0,71
	осень	13,7±1,2	2,62±0,17	1,47±0,14	2,07±0,49

Таким образом, в течение двух сезонов 2008 г. в составе фитопланктона Северного и Среднего Каспия было выявлено 108 видов. От лета к осени разнообразие фитопланктона снизилось как в целом по району, так и по отдельным его участкам. Фитопланктон Северного Каспия в оба сезона (54-69 видов) был более разнообразен, чем в Среднем Каспии (27-32 вида). Наибольшим разнообразием характеризовались диатомовые водоросли, представленные 22-24 видами в Северном Каспии и 6-18 видами в Среднем Каспии. В северной опресненной части моря высоким разнообразием характеризовались синезеленые водоросли – 20-24 вида. Более высокое разнообразие диатомовых водорослей, по сравнению с другими отделами, отмечалось в Северном Каспии и ранее [3].

Численность фитопланктона в среднем для всей обследованной акватории достигала 221,9 млн.кл./м<sup>3</sup> летом и 218,0 млн.кл./м<sup>3</sup> осенью. Биомасса растительных клеток изменялась от 445,5 мг/м<sup>3</sup> летом до 481,9 мг/м<sup>3</sup> осенью. Количественные показатели фитопланктона северной части моря (373,9-415,9 млн.кл./м<sup>3</sup> и 657,4-661,1 мг/м<sup>3</sup>) были статистически значимо выше, чем в глубоководной части акватории (28,0-47,9 млн.кл./м<sup>3</sup> и 233,6-286,4 мг/м<sup>3</sup>). По литературным данным, массовое развитие фитопланктона регистрируется, как правило, в зонах влияния речного стока. В 1989-2006 гг. в северной мелководной части моря, находящейся под влиянием рек Волги и Урала, численность фитопланктона изменялась в пределах 24,0-563,0 млн.кл./м<sup>3</sup>, при величине биомассы 13,6-699,7 мг/м<sup>3</sup> [3]. Еще более высокое обилие фитопланктона – 2948,0 мг/м<sup>3</sup> и 568,5 млн. кл./м<sup>3</sup>, отмечалось в 2006 г. в западном побережье Среднего Каспия в зоне влияния Волги, Терека и Сулака [4].

По сезонам 2008 г. состав доминирующих отделов и видов в фитопланктоне Северного Каспия был относительно стабильным. По численности доминировали синезеленые, субдоминировали зеленые. Основу биомассы фитопланктона формировали диатомовые. В Среднем Каспии летом по численности доминировали диатомовые, пиррофитовые, синезеленые и зеленые водоросли. Осенью основу численности формировали синезеленые, по биомассе доминировали диатомовые и пиррофитовые.

По данным 1989-2006 гг., состав доминирующих групп в фитопланктоне Северного Каспия постоянно изменялся [3]. По численности доминировали сине-зеленые, зеленые, реже диатомовые водоросли. По биомассе чаще всего доминирующее положение принадлежало диатомовым водорослям. В западном побережье Среднего Каспия летом 2006 г. по численности доминировали синезеленые водоросли (до 68,8%), по биомассе – диатомовые (74,1%) [4]. Причиной межгодовой и пространственной вариабельности структуры фитопланктона Каспийского является множество факторов – вселение гребневика *Mnemiopsis leidyi*, климатические изменения, антропогенное загрязнение [5], влияние которого наиболее сильно проявляется в прибрежной зоне и в районах влияния речного стока.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, бентос). – Алматы: НПП рыбного хозяйства, 2006. – 27 с.
- [2] Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1998. – 184 с.
- [3] Ардабева А.Г. Развитие летнего фитопланктона восточной части Северного Каспия в период трансгрессии моря // Некоторые аспекты гидроэкологических проблем Казахстана. Сб. научных трудов. Алматы: Каганат, 2011. – С. 82-92.
- [4] Matishov G. G., Gasanova A. Sh., and Kovaleva G. V. Effects of Changes in the Hydrological and Hydrochemical Regime of the Caspian Sea on the Development of Microalgae in the Coastal Zone // Doklady Earth Sciences, 2011. – Vol. 437. – Part 1. – P. 437-441.
- [5] Roohi A., Kideys A. E., Sajjadi A., Hashemian A., Pourgholam R., Fazli H., Khanari A.G., Eker-Develi E. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* // Biol. Invasions, 2010. – 12. – P. 2343-2361. DOI 10.1007/s10530-009-9648-4.

#### REFERENCES

- [1] Toolkit at hydrobiological fisheries research ponds Kazakhstan (plankton, benthos). - Almaty: Kazakh Research Institute of Fisheries, 2006. - 27 p.
- [2] Megarran E. Ecological diversity and its measurement. - Moscow: Mir, 1998. - 184 p.
- [3] Ardabeva AG Development of summer phytoplankton eastern part of the North Caspian Sea during the transgression // Some aspects of hydro-ecological problems of Kazakhstan. Almaty: Khanate, 2011. - P. 82-92.

[4] Matishov G. G., Gasanova A. Sh., and Kovaleva G. V. Effects of Changes in the Hydrological and Hydrochemical Regime of the Caspian Sea on the Development of Microalgae in the Coastal Zone // *Doklady Earth Sciences*, **2011**. – Vol. 437. – Part 1. – P. 437–441.

[5] Roohi A., Kideys A. E., Sajjadi A., Hashemian A., Pourgholam R., Fazli H., Khanari A. G., Eker-Develi E. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* // *Biol. Invasions*, **2010**. – 12. – P. 2343–2361. DOI 10.1007/s10530-009-9648-4.

## СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ КАСПИЙ ФИТОПЛАНКТОНЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Е. Г. Крупа<sup>1</sup>, Н. А. Мадемарова<sup>2</sup>

РФМ «Зоология Институты» ФК БФМ, Алматы, Қазақстан,  
ЖШС «Қолданбалы экологияның Қазақстандық Агенттігі», Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** фитопланктон, құрылым, Каспий теңізі.

**Аннотация.** Солтүстік және Орталық Каспий фитопланктонының құрамында 2008 жылы 108 түрі анықталған. Солтүстік Каспийдің фитопланктоны Орталық Каспийге қарағанда, екі кезеңде де алуантүрлі болды. Фитопланктонның алуантүрлілігі жаз мезгілінен күз мезгіліне қарай, жалпы аудан бойынша ғана емес, сондай-ақ, оның жекелеген үлескілері бойынша да азайған. Фитопланктонның саны жаз мезгілінде орта есеппен 221,9 млн.кл./м<sup>3</sup>, күз мезгілінде 218,0 млн.кл./м<sup>3</sup>-ге жеткен. Өсімді клеткалар биомассасы жазда 445,5 мг/м<sup>3</sup>-тен бастап, күзде 481,9 мг/м<sup>3</sup>-ке дейін өзгерді. Солтүстік Каспий фитопланктонының құрамындағы басым бөлімдер мен түрлер мезгіл бойынша тұрақты болды. Саны бойынша көк жасыл балдырлар басым болды, жасыл балдырлар субдоминантты болған. Фитопланктон биомассасының негізін диатомды балдырлар қалыптастырған. Орталық Каспийдің фитопланктонының сандық негізін жазда диатомды, пиропитті, көк жасыл және жасыл балдырлар қалыптастырған. Күзде саны бойынша көк жасыл балдырлар басым болса, биомасса бойынша, диатомды және пиропитті балдырлар басымдылық көрсеткен. Шеннон-Уивер индексінің мәні жазда – 2,08-3,17 бит/дана және 1,23-2,01 бит/мг, күзде – 1,78-2,62 бит/дана және 1,18-1,47 бит/мг-ды құраған.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 77 – 83

## INFLUENCE OF FUSARIC ACID ON THE ACTIVITY β-1,3-GLUCANASE AND CHITINASE OF WHEAT PLANTS

N. S. Mamytova, A. Dalelhankhyzy, B. Tilegen,  
Zh. D. Beskempirova, V. A. Kuzovlev, A. A. Khakimzhanov

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: a.khakimzhanov@mail.ru

**Keywords:** wheat seedlings, β-1,3-glucanase, chitinase, isoenzymes, fusaric acid.

**Abstract.** Toxins of phytopathogenic fungi play an important role in the pathogenesis of diseases of the plants. Fusaric acid (FA) is a non-specific and relatively weak phytotoxins produced by fungi of the genus *Fusarium*. FA has a range of negative effects on physiological and biochemical level of the host plant. It affects the transmembrane ion transfer, induces the loss of metabolites, apoptosis and cellular necrosis causing wilting plants. This toxin reduces the activity of enzymes amino acid synthesis, inhibits nitrogen flow in the leaves and protein accumulation. Prolonged exposure FA depresses the respiratory activity, reduces the rate of photosynthesis, generation ATP, and finally, the biomass plant.

Information on the influence of fusaric acid on the antifungal proteins of the host plant is very limited. In this paper we examined the effect of exogenous FA on  $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase of wheat seedlings. Activity and isoenzyme composition was determined by spectrophotometry and isoelectric focusing.

The study showed a biphasic response in early enzyme activity (the 2nd and 6th hour) roots and stems in response to fusaric acid. All concentrations of FC (from  $10^{-4}$  to  $10^{-7}$  M) increased the enzyme activity by 40-60%. Among the  $\beta$ -1,3-glucanases of seedlings FA induced neutral and alkaline isoenzymes, particularly with pI 9.1 and 9.4 and among the chitinases - preferably acidic isoforms with pI 3.1, 3.5, 4.3, 4.7.

It is assumed that fusaric acid has elicitor or hormone-like effect on the wheat plant, causing a low-dose induction and increased synthesis of certain isoforms of  $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase.

Results may be used in enzymology interactions of plants and phytopathogenic fungi.

УДК 581.19:633.1

## ВЛИЯНИЕ ФУЗАРЕВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВНОСТЬ $\beta$ -1,3-ГЛЮКАНАЗЫ И ХИТИНАЗЫ РАСТЕНИЯ ПШЕНИЦЫ

Н. С. Мамытова, А. Далелханкызы, Б. Тилеген,  
Ж. Д. Бескемпирова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакимжанов

Институт молекулярной биологии и биологии им. М. А. Айтхожина КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** проростки пшеницы,  $\beta$ -1,3-глюканаза, хитиназа, изоферменты, фузариевая кислота.

**Аннотация.** Токсины фитопатогенных грибов играют важную роль в патогенезе заболеваний растений. Фузариевая кислота (ФК) является неспецифическим и относительно слабым фитотоксином, продуцируемым грибами рода *Fusarium*. ФК оказывает комплекс негативных воздействий на физиолого-биохимическом уровне растения-хозяина. Она влияет на трансмембранный перенос ионов, индуцирует потерю метаболитов, апоптоз и некроз клеток, вызывая увядание растений. Этот токсин снижает активность ферментов синтеза аминокислот, ингибирует поступление азота в листья и накопление в них белка. При длительном воздействии ФК угнетает дыхательную деятельность, снижает скорость фотосинтеза, генерирование АТФ и, в конечном итоге, биомассу растения.

Сведения по влиянию фузариевой кислоты на антифунгальные белки растения-хозяина весьма ограничены. В данной работе изучалось воздействие экзогенной ФК на  $\beta$ -1,3-глюканазу и хитиназу проростков пшеницы. Активность и изоферментный состав определяли методами спектрофотометрии и изоэлектрофокусирования.

В результате исследования установлен ранний двухфазный отклик в ферментной активности (на 2-й и 6-й час) корней и стеблей в ответ на действие фузариевой кислоты. Все концентрации ФК (от  $10^{-4}$  до  $10^{-7}$  M) повышали активность ферментов на 40-60%. В составе  $\beta$ -1,3-глюканазы проростков ФК индуцировала нейтральные и щелочные изоферменты, в особенности с pI 9.1 и 9.4 а среди хитиназ - преимущественно кислые изоформы с pI 3.1, 3.5, 4.3, 4.7.

Предполагается, что фузариевая кислота обладает элиситорным или гормонподобным эффектом на растение пшеницы, вызывая в малых дозах индукцию и усиление синтеза некоторых изоформ  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы.

Результаты могут быть использованы в энзимологии взаимодействия растений и фитопатогенных грибов.

**Введение.** Фитопатогенные грибы рода *Fusarium* продуцируют ряд токсинов, которые могут проникать в ткани растения-хозяина и вызывать его болезнь или гибель. Токсины различаются по химической природе, степени токсичности, специфичности и механизму действия. Токсины фитопатогенных грибов играют важную роль в патогенезе заболеваний растений. Среди них широко распространены дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон (ЗЕН), а также Т-2 токсин с выраженными токсическими свойствами. В большинстве регионов мира ДОН и Т-2 токсин выявляют в качестве контаминантов зерна, в первую очередь пшеницы [1]. В связи с этим, биохимические и ингибиторные свойства наиболее исследованы для этих двух токсинов. Наряду с ДОН и Т-2 токсином грибы рода *Fusarium* способны продуцировать и другие трихотеценовые микотоксины [2].

Фузариевая кислота (ФК) является неспецифическим и относительно слабым фитотоксином. ФК была впервые выделена Т. Yabuta и др. в 1937 г. как соединение, которое ингибирует рост проростков риса «баканэ» [3]. ФК производится несколькими видами грибов *Fusarium* и, в частности *F. graminearum*, поражающего в основном злаковые культуры [4]. По своей химической природе ФК является производной пиколиновой кислоты (5-бутилпиридин-2-карбокси кислота). При декарбоксилировании в больном растении из фузариевой кислоты образуется 3 п-бутилпиридин, токсическое действие которого в 100 раз больше. У устойчивых к увяданию сортов ФК может метилироваться по атому азота в пиридиновом кольце с образованием амидной формы, не токсичной для растения. Таким образом, устойчивость к токсину у сортов связана со скоростью его детоксикации в этих растениях. Образование ФК не всегда коррелирует с вирулентностью изолятов гриба [5, 6].

Фузариевая кислота оказывает комплекс негативных воздействий на физиолого-биохимическом уровне растения-хозяина. ФК относится к группе вивотоксинов, обладающих сильным мембранотропным действием. Она влияет на трансмембранный перенос ионов, индуцирует потерю метаболитов и некрозы клеток, нарушает ритм работы устьиц, вызывая увядание растений [7, 8]. Исследования показали усиливающее действие ФК на липид-пероксидазную активность в корнях и листьях, изменение активности ферментов антиоксидантной системы (фенил-аммоний лиазы, каталазы, супероксиддисмутазы, аскорбат-пероксидазы, пероксидазы) [9,10], приводящих к накоплению активных форм кислорода и, как следствие, угнетению и гибели клеток.

Установлено, что ФК снижает активность ферментов синтеза аминокислот (глутамин синтазы, глутамат синтазы, НАДФ-глутамат дегидрогеназы), ингибирует поступление азота в листья, уменьшает накопление амида и белка в листьях и приводит к возрастанию уровня аммония [11]. Показано, что при длительном воздействии ФК угнетает дыхательную деятельность, снижает скорость фотосинтеза, устьичную проводимость, межклеточную концентрацию  $\text{CO}_2$ , генерирование АТФ и, в конечном итоге, биомассу растения [8].

Несмотря на значительные достижения в изучении действия ФК, сведений по влиянию токсина на гидролитические антифунгальные ферменты растения-хозяина накоплено недостаточно. Наша работа посвящена воздействию фузариевой кислоты на  $\beta$ -1,3-глюканазу и хитиназу, участвующих в защите растений от грибных патогенов. Оба фермента относятся к группе т.н. PR-белков (белков, связанных с патогенезом) и ингибируют рост грибов, разрушая  $\beta$ -глюкан и хитин их клеточных стенок [12].

**Материалы и методы.** Объектами исследования служили 5-ти дневные проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Шортландинская. Проростки обрабатывали различными концентрациями фузариевой кислоты (Sigma, США) в течение 2-16 часов в стерильных условиях.

Активность  $\beta$ -1,3-глюканазы определяли с использованием ламинарина (Sigma, США) в качестве субстрата по модифицированному методу [13]. Хитиназную активность определяли с применением в качестве субстрата коллоидного хитина (Sigma, США) по модифицированному методу [14]. Количественное содержание  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы оценивали по образованию продуктов гидролиза - глюкозы и N-ацетилглюкозамина, соответственно, которые измеряли динитросалициловой кислотой.

Нативное изоэлектрофокусирование (ИЭФ)  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы проводили в пластинах 5% ПААГ толщиной 1 мм с помощью прибора Multiphor II (LKB, Швеция). В качестве амфолитов использовали Servalyt 3-10 (Serva, Германия). Время фокусирования 5 часов при напряжении 600V. Окрашивание пластины ПААГ на хитиназную активность проводили по методу [15]. В качестве субстрата использовали гелевую «реплику» с заподимеризованным 0,02% гликоль хитином (Sigma, США). Проявление зон активности  $\beta$ -1,3-глюканазы глюканазы после ИЭФ проводили с помощью ламинарина в качестве субстрата по методу [16].

### Результаты исследования

Изучали влияние фузариевой кислоты на активность и полиморфизм  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы в стеблях и корнях 5-суточных проростков пшеницы. В экспериментах использовали различные концентрации ФК:  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  М,  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$  М, которые являются токсичными для клеток.

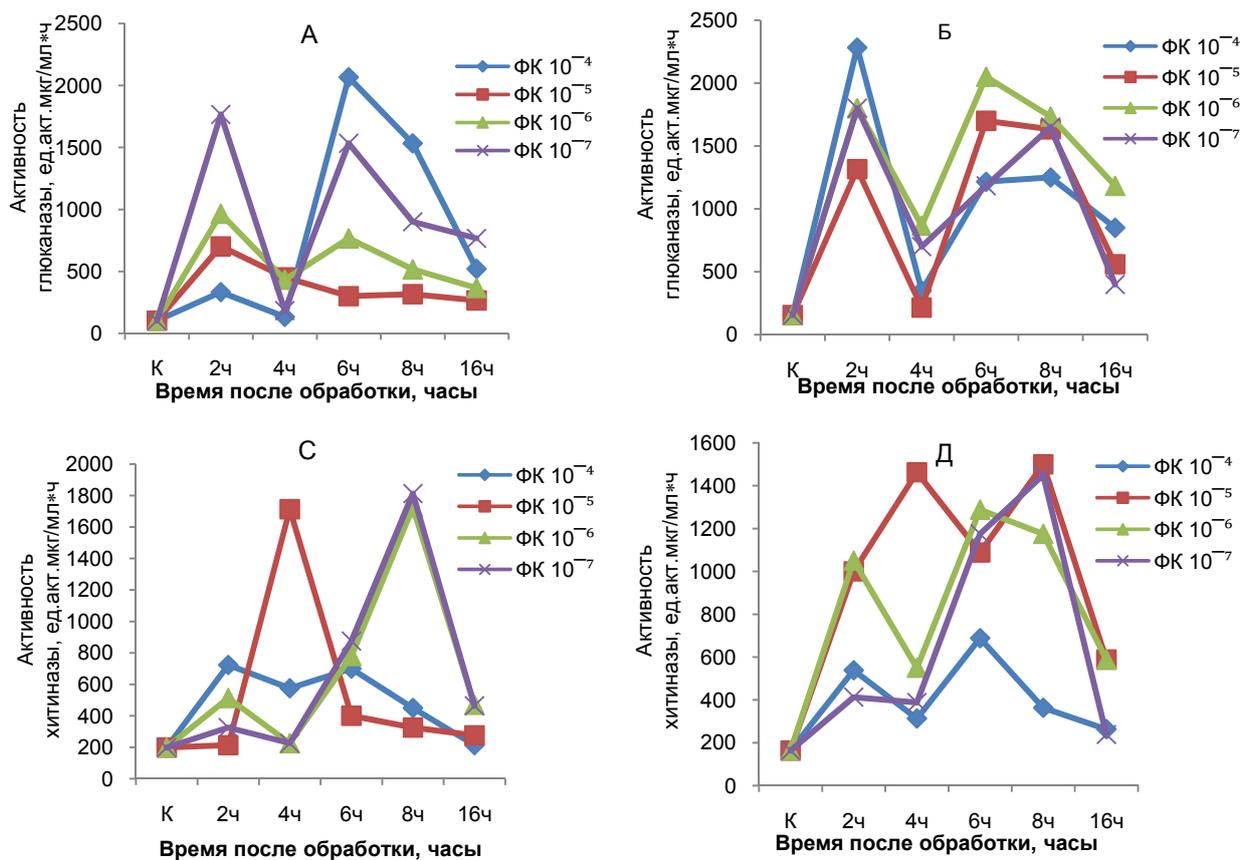


Рисунок 1 – Влияние фузариевой кислоты на активность β-1,3-глюканазы (А,Б) и хитиназы (С,Д) стеблей и корней проростков пшеницы:  
А, С – стебель; Б, Д – корень

Из графиков (рисунок 1) видно, что добавление ФК вызывало индукцию синтеза β-1,3-глюканазы и хитиназы в корнях к 2 и 6 часам. Максимальная активность β-1,3-глюканазы в корнях достигала при концентрации агента  $10^{-7}$  М на 2 час инкубации, тогда как максимальная активность глюканазы в стеблях достигала при концентрации ФК  $10^{-7}$  М на 6 час инкубации. Все испытанные концентрации ФК поднимали активность ферментов после 2 и 6 часов инкубации на 40-60%. При этом следует отметить, что уровень воздействия фузариевой кислоты на β-1,3-глюканазу и хитиназу при различных концентрациях был одинаковым.

На изоэлектрофореграммах рисунка 2 видно, что зоны активности β-1,3-глюканазы в основном находятся в щелочной и нейтральной зоне и имеют значения рI 5.2, 5.4, 6.3, 7.2, 8, 9.1 и 9.4. При обработке ФК и с повышением ее концентрации и времени инкубации в стебле индуцировались практически все нейтральные и основные изоформы. При этом максимально активировались мажорные компоненты с рI 9.1 и 9.4. Все изоформы β-1,3-глюканазы проявлялись при концентрации ФК  $10^{-7}$  М после 2 ч и  $10^{-4}$  М после 4 ч инкубации. Изоферменты корней были значительно активнее по сравнению с таковыми стеблей, однако здесь токсин не столь очевидно вызывал усиление изоферментов. Следует отметить наличие в корне компонента β-1,3-глюканазы с рI 6.3, отсутствующего в стебле.

В отличие от β-1,3-глюканазы зоны активности хитиназы распределялись по всему диапазону рН от 3 до 10. Хитиназа корней и стеблей по набору изоферментов видимых отличий не проявляла. В обработанных ФК стеблях по сравнению с контролем происходило усиление индукции хитиназы с рI 3.1, 3.5, 4.3, 4.7, 7.0. После 4 ч инкубации с ФК в концентрации  $10^{-5}$  и  $10^{-6}$  М происходил синтез *de novo* изофермента с рI 7.0, а также максимально активировался компонент с рI 9.1. В корнях при экспозиции с токсином в основном индуцировался синтез кислых изоформ с рI 3.1 и 3.5.

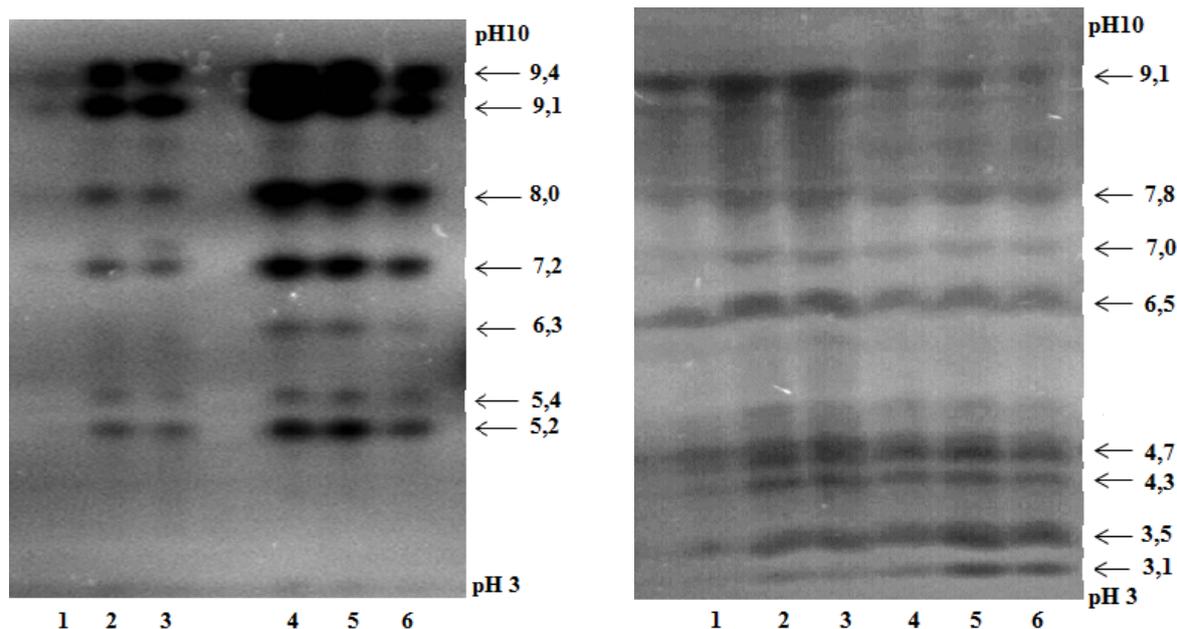


Рисунок 2 – Влияние фузариевой кислоты на изоферменты  $\beta$ -1,3-глюканазы (А) и хитиназы (Б) стеблей и корней проростков пшеницы: А –  $\beta$ -1,3-глюканаза: 1 – исходный стебель; 2 – стебель ФК  $10^{-7}$  М, 2 ч; 3 – стебель ФК  $10^{-4}$  М, 6 ч; 4 – исходный корень; 5 – корень ФК  $10^{-4}$  М, 2 ч; 6 – корень ФК  $10^{-5}$  М, 8 ч.  
 Б – хитиназа: 1 – исходный стебель; 2 – стебель ФК  $10^{-5}$  М, 4 ч; 3 – стебель ФК  $10^{-6}$  М, 8 ч; 4 – исходный корень; 5 – корень ФК  $10^{-5}$  М, 4 ч; 6 – корень ФК  $10^{-6}$  М, 6 ч

### Обсуждение результатов

Исследовано влияние экзогенной фузариевой кислоты на активность  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы проростков пшеницы. Выявлены особенности в действии ФК на корни и стебли. В обоих органах происходил двухфазный и ранний отклик в ферментной активности – на 2 и 6 час. Все исследованные концентрации ФК от  $10^{-4}$  до  $10^{-7}$  М повышали активность обоих ферментов на 40-60%.

В составе  $\beta$ -1,3-глюканазы стебля ФК индуцировала практически все нейтральные и щелочные изоформы, При этом максимально активировались мажорные изоферменты с pI 9.1 и 9.4. Среди хитиназ проростка токсин активировал кислые с pI 3.1, 3.5, 4.3, 4.7 и один нейтральный компонент 7.0. Таким образом, ФК обладает индуцирующим эффектом на защитные PR-белки растения пшеницы, вызывая в них усиление синтеза ряда изоформ  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы.

Ранее, в работе Bouizgarne и др. [17] было показано, что фузариевая кислота в концентрации менее  $10^{-6}$  М способна индуцировать синтез фитоалексинов в суспензионных клетках арабидопсиса, а также вызывать быстрый ответ в трансдукции сигнала при участии кислородных радикалов, увеличению уровня цитозольного  $\text{Ca}^{2+}$  и ионных каналов. В корнях шафрана ФК в концентрациях 50-100 мкМ запускала апоптоз, а при 200 мкМ – некроз клеток [18]. В апоптозном процессе принимали участие каспаза-подобные протеазы, активируемые  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Данные указывают, что ФК в малых (наномолярных) концентрациях действует как биогенный элиситор.

Похожие результаты были получены в работе Hong-Sheng и др. [9] по действию низких доз ФК на  $\beta$ -1,3-глюканазу и хитиназу корней и листьев растений арбуза. Авторами показано, что в первые часы после экспозиции с токсином наблюдалось некоторое усиление активности этих ферментов, однако позже, наоборот, происходило уменьшение активности. Аналогичная изменчивость в активности была обнаружена для ряда оксидаз – каталазы, пероксидазы и супероксиддисмутазы.

Таким образом, суммируя полученные нами результаты и данные других авторов, можно заключить, что микотоксин фузариевая кислота обладает элиситорным или гормонподобным эффектом на клетки растения, так как способен изменять проводимость мембран, ионных каналов, а также активность ряда ферментов в очень малых (наномолярных) концентрациях.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Scott P.M. Trichothecenes in grains // Cereal Foods World. 1990. V.35. No.7. P.661- 666.
- [2] Bottalico A., Perrone G. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe // Eur. J. Plant Pathol. 2002. V.108. P.611-624.
- [3] Yabuta T., Kambe K., Hayashi T., Biochemical studies of the “bakanae” fungus of rice. I. Fusaric acid a new product of the “Bakanae” fungus // J. Agric. Chem. Soc. Jpn. 1937. V.10. P.1059-1068.
- [4] Bacon C. W., Porter J. K., Norred W. P., Leslie J. F. Production of fusaric acid by *Fusarium* species. // Appl. Environ. Microbiol. 1996. V.62, No.11. P.4039-4043.
- [5] Ballio A. Structure-activity relationships // Toxin in plant disease, ed. R.D.Durbin, Acad. Press, N.-Y., 1981.
- [6] Selim M. E., El-Gammal N. A. Role of fusaric acid mycotoxin in pathogenesis process of tomato wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* // J Bioprocess Biotech. 2015. V.5 (10). P.2-5.
- [7] Pavlovkin J., Mistrík I., Prokop M. Some aspects of the phytotoxic action of fusaric acid on primary *Ricinus* roots // Plant Soil Environ. 2004. V.50(9). P.397-401.
- [8] Hong-Sheng Wu, Wei Bao, Dong-Yang Liu, Ning Ling, Rong-Rong Ying, Waseem Raza, Qi-Rong Shen. Effect of fusaric acid on biomass and photosynthesis of watermelon seedlings leaves // Caryologia. 2008. V.61, No.3. P.258-268.
- [9] Hong-Sheng Wu, Xiao-Ming Yin, Dong-Yang Liu, Ning Ling, Wei Bao, Rong-Rong Ying, Yi-Yong Zhu, Shi-Wei Guo, Qi-Rong Shen. Effect of fungal fusaric acid on the root and leaf physiology of watermelon (*Citrullus lanatus*) seedlings // Plant Soil. 2008. V.308. P.255–266.
- [10] Singh V.K., Upadhyay R.S. Fusaric acid induced cell death and changes in oxidative metabolism of *Solanum lycopersicum* L. // Botanical Studies. 2014. V.55. P.66-77.
- [11] Hong-Sheng Wu, Xiao-Ming Yin, Yi-Yong Zhu, Shi-Wei Guo, Cheng-Long Wu, Ying-Lin Lu, Qi-Rong Shen. Nitrogen metabolism disorder in watermelon leaf caused by fusaric acid // Physiol. Mol. Plant Pathol. 2007. V.71. P.69-77.
- [12] Ebrahim S., Usha K., Singh B. Pathogenesis related (PR) proteins in plant defense mechanism // In: Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances, A.Mendez-Vilas (ed.). 2011. P.1043-1054.
- [13] Nichols E.J., Beckman J.M., Hadwiger L.A. Glycosidic enzyme activity in pea tissue and pea-*Fusarium solani* interactions // Plant Physiol. 1980. V. 66. P. 199-204.
- [14] Fink W., Liefland M., Mendgen K. Chitinases and  $\beta$ -1,3-glucanases in the apoplastic compartment of oat leaves (*Avena sativa* L.) // Plant Physiol. 1988. V.88. P.270-275.
- [15] Trudel J., Asselin A. Detection of chitinase activity after polyacrylamide gel electrophoresis // Anal. Biochem. 1989. V.178. P.362-366.
- [16] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing // Phytopathology. 1991. V.9. No.9. P. 970-974.
- [17] Bouizgarne B., El-Maarouf-Bouteau H., Frankart C., Rebutier D., Madiona K., Pennarun A. M., Monestiez M., Trouverie J., Amiar Z., Briand J., Brault M., Rona J. P., Ouhdouch Y., El Hadrami I., Bouteau F. Early physiological responses of *Arabidopsis thaliana* cells to fusaric acid: toxic and signalling effects // New Phytol. 2006. V.169. P.209-218.
- [18] Samadi L., Bechboodi B. Fusaric acid induces apoptosis saffron root-tip cells: roles of caspase-like activity, cytochrome c, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> // Planta. 2006. V.225. P.223-234.

REFERENCES

- [1] Scott P.M. Cereal Foods World. 1990. V.35. No.7. P.661- 666.
- [2] Bottalico A., Perrone G. Eur. J. Plant Pathol. 2002. V.108. P.611-624.
- [3] Yabuta T., Kambe K., Hayashi T. J. Agric. Chem. Soc. Jpn. 1937. V.10. P.1059-1068.
- [4] Bacon C. W., Porter J. K., Norred W. P., Leslie J. F. Appl. Environ. Microbiol. 1996. V.62, No.11. P.4039-4043.
- [5] Ballio A. Toxin in plant disease, ed. R.D.Durbin, Acad. Press, N.-Y., 1981.
- [6] Selim M. E., El-Gammal N. A. J Bioprocess Biotech. 2015. V.5(10). P.2-5.
- [7] Pavlovkin J., Mistrík I., Prokop M. Plant Soil Environ. 2004. V.50(9). P.397-401.
- [8] Hong-Sheng Wu, Wei Bao, Dong-Yang Liu, Ning Ling, Rong-Rong Ying, Waseem Raza, Qi-Rong Shen. Caryologia. 2008. V.61, No.3. P.258-268.
- [9] Hong-Sheng Wu, Xiao-Ming Yin, Dong-Yang Liu, Ning Ling, Wei Bao, Rong-Rong Ying, Yi-Yong Zhu, Shi-Wei Guo, Qi-Rong Shen. Plant Soil. 2008. V.308. P.255–266.
- [10] Singh V.K., Upadhyay R.S. Botanical Studies. 2014. V.55. P.66-77.
- [11] Hong-Sheng Wu, Xiao-Ming Yin, Yi-Yong Zhu, Shi-Wei Guo, Cheng-Long Wu, Ying-Lin Lu, Qi-Rong Shen. Physiol. Mol. Plant Pathol. 2007. V.71. P.69-77.

- [12] Ebrahim S., Usha K., Singh B. In: Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances, A.Mendez-Vilas (ed.). 2011. P.1043-1054.
- [13] Nichols E.J., Beckman J.M., Hadwiger L.A. Plant Physiol. 1980. V.66. P.199-204.
- [14] Fink W., Liefland M., Mendgen K. Plant Physiol. 1988. V.88. P.270-275.
- [15] Trudel J., Asselin A. Anal. Biochem. 1989. V.178. P.362-366.
- [16] Shen Q. Pan, Xiang S. Ye, Kuc J. Phytopathology. 1991. V.9. No.9. P.970-974.
- [17] Bouizgarne B., El-Maarouf-Bouteau H., Frankart C., Rebutier D., Madiona K., Pennarun A. M., Monestiez M., Trouverie J., Amiar Z., Briand J., Brault M., Rona J. P., Ouhdouch Y., El Hadrami I., Bouteau F. New Phytol. 2006. V.169. P.209-218.
- [18] Samadi L., Bechboodi B. Planta. 2006. V.225. P.223-234.

## БИДАЙ ӨСІМДІГІНДЕГІ $\beta$ -1,3-ГЛЮКАНАЗА ЖӘНЕ ХИТИНАЗА БЕЛСЕНДІЛІГІНЕ ФУЗАР ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ ӘСЕРІ

Н. С. Мамытова, А. Дәлелханқызы, Б. Тілеген,  
Ж. Д. Бескемпірова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакімжанов

ҚР БҒМ ҒК М. А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты,  
Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бидай өскіндері,  $\beta$ -1,3-глюканаза, хитиназа, изоферменттер, фузар қышқылы

**Аннотация.** Фитопатогенді саңырауқұлақ токсиндері өсімдік ауруларының патогенезінде маңызды рөл атқарады. Фузар қышқылы (ФҚ) *Fusarium* туысы саңырауқұлақтары өндіретін арнайы емес және біршама әлсіз фитотоксин болып табылады. ФҚ өсімдік-кожайынға физиологиялық-биохимиялық деңгейде кешенді келеңсіз әсер етеді. Ол трансмембраналық иондар тасымалына әсер етіп, метаболиттердің жойылуын индуцирлеп, жасушаларда апоптоз және некроз тудырып өсімдіктің солуына алып келеді. Бұл токсин ферменттердің белсенділігін, аминқышқылдар синтезін төмендетіп, жапырақтарға азоттың түсуін және онда ақуыздар жинақталуын ингибирлейді. ФҚ ұзақ уақыт әсер етіп тыныс алу іс әрекетін, фотосинтез жылдамдығын, АТФ түрленуін төмендетеді, ең соңында өсімдік биомассасын азайтады.

Фузар қышқылының өсімдік-кожайынның антифунгалды ақуызына әсері туралы мәліметтер жеткіліксіз. Берілген жұмыста экзогенді фузар қышқылының бидай өскіндеріндегі  $\beta$ -1-3-глюканаза және хитиназаға әсері зерттелді. Ферменттердің белсенділігі және изоферменттік құрамы спектрофотометрия және изоэлектрофокустеу әдісі арқылы анықталды.

Зерттеу нәтижесінде фузар қышқылының әсеріне жауап ретінде тамырда және сабақта фермент белсенділігінің ерте екіфазалық (2 және 6 сағат) жауап беруі анықталды. ФҚ барлық концентрациясы ( $10^{-4}$  тен  $10^{-7}$  М аралығы) фермент белсенділігін 40-60% көтерді. Өскіндерде ФҚ  $\beta$ -1,3-глюканаза құрамының нейтральды және сілтілік изоферменттерін, әсіресе рІ 9.1 және 9.4, ал хитиназада әсіресе қышқылдық изоформаларды - рІ 3.1, 3.5, 4.3, 4.7 индуцирледі.

Фузар қышқылы бидай өсімдігінде  $\beta$ -1,3-глюканаза және хитиназаның кейбір изоформаларының синтезін күшейтетін және аз мөлшерде индукция тудыратын, элиситорлы және гормонтәрізді қабілетке ие екендігі болжанды.

Нәтижелер өсімдіктер мен фитопатогенді саңырауқұлақтардың өзара қарым-қатынасы энзимологиясында пайдаланылуы мүмкін.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 84 – 88

## STUDY OF EFFECT OF TEMPERATURE, pH AND OTHER FACTORS ON THE PROPERTIES OF POLY (N-ISOPROPYLACRYLAMIDE) AND ITS DERIVATIVES

A. M. Esimova, M. N. Muratalin, B. Zh. Mutaliyeva, Z. K. Narymbayeva, G. S. Rysbayeva

M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan

**Key words:** gel, microgels, N-isopropylacrylamide (NIPAM), acrylic acid, modified particles, particles size.

**Abstract.** This paper is devoted to investigation of the swelling/deswelling properties of poly(N-isopropylacrylamide) [PNIPAM] microgel particles and its derivatives. PNIPAM microgel particles are temperature-responsive because of the hydrophobic isopropyl group and the hydrophilic amide group present in its side chains. In addition, microgel particles are pH-responsive.

The microgels particle size of the PNIPAM and its derivatives depends both on a temperature and pH.

The swelling of the particles occurs because as the temperature decreases, the PNIPAM dissolves further into the water as the lower critical solution temperature (LCST) is 32<sup>0</sup>C. The concentration of the acrylic acid has an impact on the particle size of the collapsed particle, i.e. the particle size at pH 1.0. The diameter of the collapsed particle is increasing with the increase of incorporated acrylic acid concentration.

The electrolyte concentration was established, which is approximately 0.1 mol/l at pH 1.0, that is causing this effect by reducing the solvent quality for N-isopropylacrylamide, e.g. hydrophobic hydration around polymer side chains is weakened by the solvation of salt ions, while at the same time electrostatic repulsion is diminished.

The analysis of the response of the microgels at different pHs implies that being both pH- and temperature-responsive with the certain concentration of acrylic acid groups in the backbone, the resultant microgel particles are dual-responsive.

УДК 541.183

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, pH И ДРУГИХ ФАКТОРОВ НА СВОЙСТВА МИКРОГЕЛЕЙ ПОЛИ-N-ИЗОПРОПИЛАКРИЛАМИДА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

А. М. Есимова, М. Н. Мураталин, Б. Ж. Муталиева, З. К. Нарымбаева, Г. С. Рысбаева

ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

**Ключевые слова:** гель, микрогели, N-изопропилакриламид (НИПАМ), акриловая кислота, модифицированные частицы, размер частиц.

**Аннотация.** Эта статья приводит данные по исследованию набухания/сжатия частиц микрогелей поли(N-изопропилакриламид) [PNIPAM] и его производных. Частицы микрогеля PNIPAM являются температуро-чувствительными из-за наличия гидрофобных изопропильных групп, и гидрофильности амидных групп. Кроме того, показано, что частицы микрогелей являются также функциями от pH. Таким образом, было установлено, что размер частиц микрогелей зависит как от температуры, так и pH.

Набухание частиц происходит потому, что при понижении температуры PNIPAM растворяется далее в воде, так как нижняя критическая температура раствора (НКТР) равна 32<sup>0</sup>C. Концентрация акриловой кислоты влияет на размер частиц, то есть размер частиц при pH 1.0. Диаметр коллапсированных частиц увеличивается с увеличением концентрации включенной акриловой кислоты.

Установлена концентрация электролита, приблизительно 0.1 моль/л при pH 1.0, что вызывает этот эффект путем уменьшения качества растворителя для N-изопропилакриламида, то есть гидрофобная гидратация вокруг полимерной цепи ослабляется сольватацией ионов соли, в то же самое время электростатическое отталкивание уменьшается.

Анализ реакции микрогелей при различных pH показывает, что являясь и pH- и температурно-чувствительными с определенными концентрациями групп акриловой кислоты в цепи, полученные частицы микрогелей имеют двойную чувствительность.

**Введение.** Эта статья приводит данные по исследованию набухания/сжатия частиц микрогелей поли (N-изопропилакриламид) [PNIPAM] и его производных. Частицы микрогеля PNIPAM являются температурно-чувствительными из-за наличия гидрофобных изопропильных групп, и гидрофильности амидных групп. Кроме того, показано, что частицы микрогелей являются также функциями от pH. Таким образом, размер частиц микрогелей PNIPAM и его производных зависит как от температуры, так и pH.

Гели представляет собой твердый желеобразный материал, который является трехмерно сшитой сетью в жидкости, и, следовательно, обладает свойствами, начиная от мягкой и слабой, до твердой и жесткой. Главным образом, гели состоят из жидкости, которая опутывает прочную трехмерную сшитую полимерную сетку; следовательно, такие гели имеют плотность, близкую к жидкости, составляющую их. Внутренняя твердая сеть геля может быть результатом физических или химических связей, а также любых кристаллитов или узлов, которые останутся без изменений в проходящей жидкости. Практически любая жидкость может действовать в качестве наполнителя в том числе вода (гидрогели), масло и воздух (аэрогель) [1].

Гидрогели представляют собой сшитый полимерные цепи, которые являются водорастворимыми (гидрофильными). Химическая природа полимерной сети гидрогеля диктует их поведение. Гидрогели, состоящие из такого материала как N-изопропилакриламид (НИПАМ) является температурно-чувствительным, следовательно набухают/сжимаются с изменением температуры [2]; гели поли (2-винилпиридина) и полиакриловой кислоты являются pH-чувствительными, поэтому они реагируют на изменения pH окружающей среды [3].

Кроме того, модифицированные частицы микрогеля поли (N-изопропилакриламида) [PNIPAM] могут быть синтезированы с другими функциональностями, что делает полученные микрогели чувствительными не только к температуре, но и к другим воздействиям [4], [5]. Такие микрогели могут иметь потенциал для применения как в экологической, так и фармацевтической промышленности.

Кроме того, микрогели также могут быть разработаны, чтобы быть чувствительными для определенных молекул, в результате чего они набухают, или наоборот, в их присутствии. В этой работе приготовлены микрогели чувствительные к меди или глюкозе. Таким образом, микрогели обладают потенциалом для использования в качестве датчиков, экстрагентов или систем доставки лекарственных веществ. Поэтому исследование свойств приготовленных микрогелей в зависимости от таких факторов как температура, pH и др., является наиболее актуальным.

### Материалы и оборудование

**Динамическое светорассеяние (Dynamic Light Scattering).** Анализатор Brookhaven Zeta PALS был использован для измерения дзета-потенциала и размера частиц микрогелей.

**Сублимационная сушка (Freeze-drying).** Для того, чтобы образцы для СЭМ были сухими, микрогели были подвергнуты сублимационной сушке в приборе Heto Power Dry LL1500 (Thermo Scientific) на одну неделю.

**Сканирующая электронная микроскопия (Scanning Electron Microscopy).** Изображения высокого разрешения были получены при помощи электронной микроскопии, что дает информацию о морфологии, химического состава и кристаллической структуре образцов.

### Результаты и обсуждение

Размер частиц микрогеля поли N-изопропилакриламида с Акриловой кислотой P(NIPAM-co-AA) были определены как функция температуры при pH 6,0. Эти исследования были проведены на Zeta

PALS инструменте, который имеет внутреннее нагревательное устройство. Образцы были исследованы в ряду температур между 25 и 50<sup>0</sup>С. Рисунок 1 показывает изменение размеров и последующее набухание/сжатие частиц микрогеля. Значения диаметров частиц представлены в таблице.

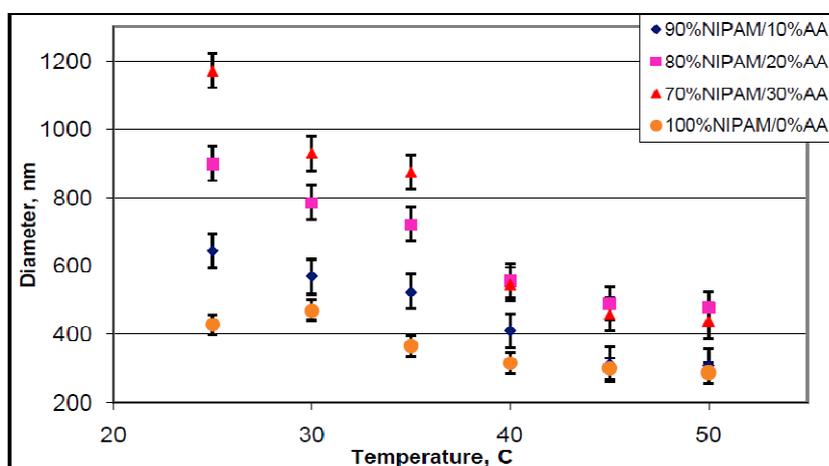


Рисунок 1 – Диаметр частиц микрогеля с различными концентрациями групп акриловой кислоты как функция температуры при pH 6.0 (концентрация электролита  $2 \cdot 10^{-5}$  моль/л)

Диаметр частиц (в нм) образцов с различными концентрациями включенной акриловой кислоты как функция температуры в ряду 25-50<sup>0</sup>С при pH 6.0 (концентрация электролита  $2 \cdot 10^{-5}$  моль/л)

Соотношение NIPAM/AA	100% NIPAM/0%AA	90% NIPAM/10% AA	80% NIPAM/20% AA	70% NIPAM/30% AA
Температура, <sup>0</sup> С				
25	430	645	900	1170
30	470	570	785	930
35	365	525	720	875
40	315	410	555	545
45	300	310	490	455
50	285	305	475	435

Полидисперсный индекс (PI) ниже, чем 0,1 для всех представленных значений.

Рисунок 1 показывает влияние температуры на размер частиц микрогелей, содержащих различные концентрации акриловой кислоты. При 25<sup>0</sup>С размер частиц равен 425±20 нм, при повышении температуры до 30<sup>0</sup>С размер частиц остается постоянным, но при высоких температурах до 50<sup>0</sup>С размер частиц сокращается до 285±20 нм, большинство сокращений происходит между 30 и 40<sup>0</sup>С. Эти данные согласуются с рядом исследований по микрогелям PNIPAM [6], [5]. Набухание частиц происходит потому, что при понижении температуры PNIPAM растворяется далее в воде, так как нижняя критическая температура раствора (НКТР) равна 32<sup>0</sup>С, как сообщается в литературе [7]. Хотя набухание происходит выше НКТР, следует помнить, что НКТР – это температура фазового перехода для бесконечного молекулярного веса полимера и что растворение может быть достигнуто до НКТР. Также N,N'-метиленабисакриламид является более гидрофильным, чем NIPAM, и поэтому ожидается, что они имеют температуру объемного фазового перехода немного выше, чем 32<sup>0</sup>С.

Инструмент ZetaPALS измеряет не только размер частиц, но и дает данные о полидисперсности микрогелей. Для всех образцов полидисперсность ниже, чем 0,1, следовательно, не изменяются значительно с температурой.

Влияние pH на размер частиц микрогелей, состоящие из NIPAM и частиц акриловой кислоты, было исследовано, используя ZetaPALS инструмент.

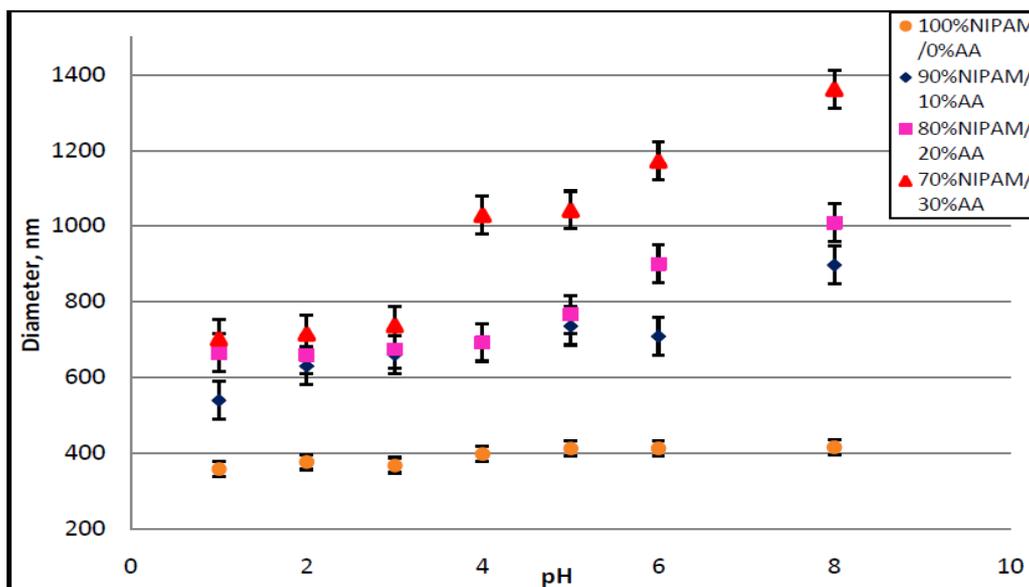


Рисунок 2 – Диаметр микрогелей с различными концентрациями групп акриловой кислоты как функция pH при 25<sup>0</sup>C

Рисунок 2 показывает, что концентрация акриловой кислоты влияет на размер частиц, то есть размер частиц при pH 1.0. Диаметр коллапсированных частиц увеличивается с увеличением концентрации включенной акриловой кислоты. Например, диаметр микрогелей, содержащий 30% акриловой кислоты, приблизительно 700±50 нм, в то время как для 10% и 0% акриловой кислоты соответственно 540±50 и 360±30 нм. pH 1.0 ниже pKa акриловой кислоты, поэтому это концентрация электролита, приблизительно 0.1 моль/л при pH 1.0, что вызывает этот эффект путем уменьшения качества растворителя для N-изопропилакриламида, то есть гидрофобная гидратация вокруг полимерной цепи ослабляется сольватацией ионов соли, в то же самое время электростатическое отталкивание уменьшается.

Концентрация анионных карбоксильных групп возрастает с возрастанием pH благодаря диссоциации и это приводит к электростатическому отталкиванию, который разрушает водородные связи между карбоксильными группами акриловой кислоты и амидными группами NIPAM.

**Выводы.** Анализ реакции микрогелей при различных pH показывает, что являясь и pH- и температурно-чувствительными с определенными концентрациями групп акриловой кислоты в цепи, полученные частицы микрогелей имеют двойную чувствительность. Однако, микрогели агрегируют при pH 1,0 при высоких температурах. Хотя при pH 3,0 микрогели, содержащие 10% групп акриловой кислоты агрегируют, содержащие в цепи 20% и 30% групп акриловой кислоты – не агрегируют. Это привело к попытке синтезировать частицы микрогелей с повышенной концентрацией акриловой кислоты, однако эти попытки были unsuccessful, так как микрогели не могли быть получены с концентрацией акриловой кислоты выше 30%, поскольку повышение концентрации акриловой кислоты вызывает скорее линейную полимеризацию, чем синтез микрогелей. Таким образом, было решено получить частицы микрогелей как pH-и температурно-чувствительные агенты.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ferry, J.D., *Viscoelastic properties of polymers*. 1980, New York: Wiley.
- [2] Ruel-Gariepy, E. and Leroux, J.-C., *In situ-forming hydrogels - review of temperature-sensitive systems*. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 2004.58(2): p. 409-426.
- [3] Ali, A., Shawky, H., el Rehim, H.A., and Hegazy, E., *Synthesis and characterization of PVP/AAc copolymer hydrogel and its applications in the removal of heavy metals from aqueous solution*. European polymer journal, 2003.39(12): p. 2337-2344.
- [4] Cornelius, V., Snowden, M., and Mitchell, J., *The use of colloidal microgels for the controlled delivery of proteins and peptides*. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2007.6413: p. Y4130-Y4130.

[5] Khan, A., *Preparation and characterization of N-isopropylacrylamide/acrylic acid copolymer core-shell microgel particles*. Journal of Colloid and Interface Science, 2007.**313**(2): p. 697-704.

[6] Snowden, M., Chowdhry, B.Z., Vincent, B., and Morris, G., *Colloidal copolymer microgels of N-isopropylacrylamide and acrylic acid: pH, ionic strength and temperature effects*. Journal of the Chemical Society. Faraday Transactions, 1996.**92**(24): p. 5013-5016.

[7] Heskins, M. and Guillet, J.E., *Solution properties of poly(N-isopropylacrylamide)*. Journal of Macromolecular Science, 1968.**2**(8): p. 1441-1455.

#### REFERENCES

[1] Ferry, J.D., *Viscoelastic properties of polymers*. 1980, New York: Wiley.

[2] Ruel-Gariepy, E. and Leroux, J.-C., *In situ-forming hydrogels - review of temperature-sensitive systems*. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 2004.**58**(2): p. 409-426.

[3] Ali, A., Shawky, H., el Rehim, H.A., and Hegazy, E., *Synthesis and characterization of PVP/AAC copolymer hydrogel and its applications in the removal of heavy metals from aqueous solution*. European polymer journal, 2003.**39**(12): p. 2337-2344.

[4] Cornelius, V., Snowden, M., and Mitchell, J., *The use of colloidal microgels for the controlled delivery of proteins and peptides*. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2007.6413: p. Y4130-Y4130.

[5] Khan, A., *Preparation and characterization of N-isopropylacrylamide/acrylic acid copolymer core-shell microgel particles*. Journal of Colloid and Interface Science, 2007.**313**(2): p. 697-704.

[6] Snowden, M., Chowdhry, B.Z., Vincent, B., and Morris, G., *Colloidal copolymer microgels of N-isopropylacrylamide and acrylic acid: pH, ionic strength and temperature effects*. Journal of the Chemical Society. Faraday Transactions, 1996.**92**(24): p. 5013-5016.

[7] Heskins, M. and Guillet, J.E., *Solution properties of poly(N-isopropylacrylamide)*. Journal of Macromolecular Science, 1968.**2**(8): p. 1441-1455.

### ПОЛИ-N-ИЗОПРОПИЛАКРИЛАМИД МИКРОГЕЛЬДЕР ЖӘНЕ ОНЫҢ ТУЫНДЫСЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТЕМПЕРАТУРА, pH ЖӘНЕ БАСҚА ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

А. М. Есимова, М. Н. Мураталин, Б. Ж. Муталиева, З. К. Нарымбаева, Г. С. Рысбаева

М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** гель, микрогелдер, N-изопропилакриламид (НИПАМ), акрил қышқылы, модифицирленген бөлшектер, бөлшектер өлшемдері.

**Аннотация.** Мақалада поли (N-изопропилакриламид) [PNIPAM] және оның туындылары микрогелдер бөлшектерінің ісіну /сығылуын зерттеу бойынша мәліметтер келтірілген. PNIPAM микрогелдер бөлшектері гидрофобты изопропил топтардың болуына және амид топтардың гидрофильділігіне байланысты температураға сезімтал болып келеді. Одан басқа, көрсетілгендей, микрогелдер бөлшектері pH қызметін атқарады, Осылайша, анықталғандай, микрогелдер бөлшектерінің өлшемдері температура мен pH байланысты болады.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 89 – 93

**STUDY AND PRODUCING BIOPREPARATION  
FOR PLANT PROTECTION AND GROWTH STIMULATE****A. M. Esimova<sup>1</sup>, B. Zh. Mutaliyeva<sup>1</sup>, A. T. Zhunuskhojayev<sup>2</sup>, E. K. Esimov<sup>1</sup>, A. Tolegen<sup>1</sup>**<sup>1</sup>M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan,<sup>2</sup>Nazarbayev Intellectual schools of chemical-biological direction, Shymkent, Kazakhstan**Key words:** consortium of microorganisms, biopreparation, soil fertility, cultivation, nutrient medium.

**Abstract.** The article presents the results of research to develop a new drug, with the simplification of the production technology, with a wide spectrum of antagonistic activity against plant pathogens, as well as having an increased activity in stimulating the growth and development of plants. The biological product contains the following components: a bacterial strain *Pseudomonas species 7G2K*, preparation Humate + 7, gossypol gum, 70% ethyl alcohol and water. A strain of bacteria is resistant to antibiotics: rifampicin, ampicillin, novobiocin, chloramphenicol, kanamycin and sensitive to tetracycline. The efficiency of the drug was determined by the degree of inhibition of pathogens causing diseases of tomato. The results testify about high fungicidal activity of the developed composition. The germination and vigor of seeds of tomato, potato tubers and seeds of wheat Milturum 553 were studied to investigate the stimulatory effect, they were treated with the studied drug. The optimal content of bacterial strains, Humate +7, gossypol gum, alcohol and water have been identified in the preparation. It was also found that a decrease in stimuli activity of biopreparation occurs in the absence of a gossypol gum and Humate + 7.

Usage of the developed biological product will reduce the susceptibility of plant by diseases caused by a broad spectrum of plant pathogens, and increase yields of some crops.

УДК 612.395

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОЛУЧЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА  
ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И СТИМУЛЯЦИИ РОСТА****А. М. Есимова<sup>1</sup>, Б. Ж. Муталиева<sup>1</sup>, А. Т. Жунусхожаев<sup>2</sup>, Е. К. Есимов<sup>1</sup>, А. Толеген<sup>1</sup>**<sup>1</sup>ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,<sup>2</sup>Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления, Шымкент, Казахстан

**Ключевые слова:** консорциум микроорганизмов, биопрепарат, плодородие почв, культивирование, питательная среда.

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по разработке нового биопрепарата, с упрощением технологии его получения, широким спектром антагонистической активности против возбудителей заболеваний растений, а также обладающего повышенной стимулирующей активностью на рост и развитие растений. Биопрепарат содержит следующие компоненты: штамм бактерий *Pseudomonas species 7G2K*, препарат Гумат+ 7, госсиполовая смола, 70%-ный этиловый спирт, вода. Штамм бактерий устойчив к антибиотикам: рифампицину, ампициллину, новобиоцину, хлорамфениколу, канамицину и чувствителен к тетрациклину. Эффективность действия препарата устанавливали по степени угнетения ими патогенных микроорганизмов, вызывающих заболевания томата. Полученные результаты свидетельствуют о высокой фунгицидной активности заявляемого состава. Для исследования стимулирующего действия изучали всхожесть и энергию прорастания семян томата, клубней картофеля, а также семена яровой пшеницы Мильтурум 553, которые обрабатывали исследуемым препаратом в отдельности. Были определены оптимальное содержание в препарате штаммов бактерий, Гумата+7, госсиполовой смолы, спирта и воды. Также было установлено,

что происходит снижение стимулирующей активности биопрепарата в случае отсутствия в нем госсиполовой смолы и Гумата+7.

Применение разработанного биопрепарата позволит снизить поражаемость растений болезнями, вызванными широким спектром фитопатогенов, и увеличить урожайность некоторых сельскохозяйственных культур.

**Введение.** В последние годы для борьбы с болезнями растений все активнее используют препараты, изготовленные на основе различных микроорганизмов, поскольку последние безвредны для полезной фауны, не загрязняют окружающей среды, что наблюдается в случае применения агрохимикатов [1-3].

Известны работы японских исследователей, которые направлены для борьбы с паршой картофеля, содержащий суспензию клеток штаммов бактерий *Pseudomonas fluorescence* biobar V (штамм МД-4f), *Enterobacter agglomerans* (штамм 2-3В), *Pseudomonas* sp (штамм F13-I), *Acinetobacter* sp (штамм М24-I) [4]. Данный препарат имеет узкий спектр фунгицидного действия и подавляет размножение грибов рода *Streptomyces* (бактерии - возбудители парши картофеля). Кроме того, японские исследователи разработали технологию эффективные микроорганизмы. В ней предусмотрено проводить только поверхностное рыхление почвы. Это улучшает аэрацию почвы и создает условия для нормального развития микроорганизмов. Учитывая, что в почве эффективные микроорганизмы могут быть угнетенными, или их недостаточно, ныне предложили искусственно размножать 86 видов микроорганизмов и ими насыщать почву, обрабатывать семена перед севом, опрыскивать растения во время вегетации [5].

Работы российских исследователей также содержат результаты по разработке препаратов для стимуляции роста растений, которые позволяют повысить урожай растений за счет стимулирующей активности, но не защищает растения от различных фитопатогенов [6, 7].

**Методы исследований.** В данной работе приводятся данные по разработке нового биопрепарата с упрощением технологии его получения, широким спектром антагонистической активности против возбудителей заболеваний растений, а также обладающего повышенной стимулирующей активностью на рост и развитие растений.

Разработанный биопрепарат для защиты растений и стимуляции роста включает штамм бактерий *Pseudomonas species* 7Г2К с концентрацией  $5-8 \times 10^{10}$  кл/мл, препарат Гумат+7, и дополнительно содержит госсиполовую смолу и этиловый спирт.

Штамм имеет следующие культурально-морфологические и физиолого-биохимические признаки:

1. Культурально-морфологические признаки: Грамотрицательные подвижные палочки размером (0,5 - 0,7 ) x (1,2 - 3,8) мкм, с полярными жгутиками, спор не образуют. Морфология колоний на питательных средах определялась после роста в течение 2-3 суток при 28 - 30°C на среде МПА. Штамм образуют колонии: крупные (10 - 12 мм), белесые, сильновыпуклые, густо-слизистые. На диагностических средах Кинга: Кинг А - пигмент отсутствует; Кинг Б - пигмент интенсивно зеленый.

2. Физиолого-биохимические свойства: аэроб, оптимум температуры роста 28 - 35°C, растет до 43°C, рН 5,5 - 7,5, оптимум 7,0 - 7,2. В качестве источников углерода использует глюкозу, глицерин, маннит и не усваивают рафинозу, галактозу, мальтозу, сахарозу, сорбит, дульцит.

Штамм устойчив к антибиотикам: рифампицину, ампициллину, новобиоцину, хлорамфениколу, канамицину и чувствителен к тетрациклину.

Штамм хранится в 25%-ном глицерине при (-20) - (70°C) или в лиофильно-высушенном состоянии. Штамм непатогенен для теплокровных животных и человека.

Биопрепарат готовят следующим образом.

В колбу емкостью 1000 мл заливают 500 мл питательной среды, содержащей (г/л): триптон или пептон - 10,0; дрожжевой экстракт - 5,0; натрий хлористый - 10,0; вода - остальное. Использование питательной среды прототипа позволяет сохранить все культурально-морфологические и физиолого-биохимические признаки штамма бактерий *Pseudomonas species* 7Г2К. Затем в колбу вносят 5 мл стационарной культуры штамма *Pseudomonas* sp. 7Г2К. Культивирование осуществляют при 35°C на качалках (250 об/мин) с аэрацией в течение 12 - 16 часов до конечного титра

( $5-8 \times 10^{10}$  кл/мл). Затем в емкость вносят препарат Гумат+ 7 – 5,0-7,0 % вес, добавляют 450 мл воды, перемешивают и прибавляют госсиполовую смолу, растворенную в 70%-ном этиловом спирте в соотношении 1:2, в количестве 1,0-1,5% вес. в пересчете на госсиполовую смолу, и доводят объем смеси до 1 л. Полученный биопрепарат представляет собой водную суспензию светло-коричневого цвета, со специфическим запахом.

В качестве бактериальной культуры используется только один штамм *Pseudomonas* sp 7Г2К, что позволяет упростить технологию получения биопрепарата без снижения его фунгицидной активности в отношении фитопатогенных микроорганизмов (таблицы 1, 2), но с повышением стимулирующего действия (таблицы 3–5). Уменьшение содержания штамма клеток микроорганизмов в препарате ниже 5,0% приводит к снижению биологической активности препарата, а увеличение - выше 8,0% угнетающе действует на растения. Оценивали действие состава препарата на возбудителей, вызывающих серую гниль (*Botrytis cinerea* Pers), стеблевую гниль (*Didymella lycopersici*), бурую гниль (*Phoma destructiva* Plowr), увядание (*Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*), розовую гниль плодов (*Fusarium gibbosum* App. et Wr.) у томата. Также оценивали действие микроорганизма биопрепарата на возбудителей, вызывающих антракиоз (*Colletotrichum atramentarium*), увядание (*Thielaviopsis basicola*), стеблевую гниль (*Didymella lycopersici*), картофельную совку (*Hyeroecia micacea* Esp.) у картофеля. Эффективность действия препарата устанавливали по степени

Таблица 1 – Сравнительная эффективность действия препарата на патогены, вызывающие заболевания томата

Исследованные варианты препарата	Патогенные микроорганизмы						
	<i>Botrytis cinerea</i> Pers	<i>Didymella lycopersici</i>	<i>Phoma destructiva</i> Plowr	<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>lycopersici</i>	<i>Fusarium gibbosum</i> App. et Wr.	Tobacco mosaic virus	Tomato aspermy virus
Биопрепарат	+	+	+	+	±	+	+
Разработанный биопрепарат без госсиполовой смолы	±	+	±	+	±	+	+
Разработанный биопрепарат без Гумата +7	+	+	±	±	+	+	+

«+» - диаметр зоны задержки роста более 25-15 мм., «±» - диаметр зоны задержки роста более 15-10 мм, «-» - диаметр зоны задержки роста менее 10 мм.

Таблица 2 – Сравнительная эффективность действия препарата на патогены, вызывающие заболевания картофеля

Исследованные варианты препарата	Патогенные микроорганизмы						
	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.	<i>Colletotrichum atramentarium</i>	<i>Thielaviopsis basicola</i>	<i>Didymella lycopersici</i>	<i>Hyeroecia micacea</i> Esp.	Potato virus Y	Potato leaf rool virus
Разработанный биопрепарат	+	+	+	±	+	+	+
Разработанный биопрепарат без госсиполовой смолы	+	-	+	+	±	+	+
Разработанный биопрепарат без Гумата +7	+	+	±	+	+	+	+

Таблица 3 – Результаты всхожести семян томата

Исследованные варианты препарата	№ пробы	Проросшие семена, %	Не проросшие семена, %
Разработанный биопрепарат	1	96	4
	2	99	1
Разработанный биопрепарат без госсиполовой смолы	1	95	5
	2	93	7
Разработанный биопрепарат без Гумата +7	1	93	7
	2	94	6
Контроль	1	92	8
	2	91	9

Таблица 4 – Результаты всхожести клубней картофеля

Исследованные варианты препарата	№ пробы	Проросшие клубни, %	Не проросшие клубни, %
Разработанный биопрепарат	1	100	–
	2	99	1
Разработанный биопрепарат без госсиполовой смолы	1	96	4
	2	98	2
Разработанный биопрепарат без Гумата +7	1	98	2
	2	98	2
Контроль	1	97	3
	2	96	4

Таблица 5 – Сравнительная эффективность действия препарата (мягкая яровая пшеница сорта Мильтурум 553)

Исследованные варианты препарата	Индекс развития корневой гнили, %		Урожайность, ц/га
	первичные корни	вторичные корни	
Разработанный биопрепарат	3,7	2,0	23
Разработанный биопрепарат без госсиполовой смолы	4,5	3,5	18
Разработанный биопрепарат без Гумата +7	4,0	2,8	22

угнетения ими патогенных микроорганизмов, вызывающих заболевания томата. Полученные результаты свидетельствуют о высокой фунгицидной активности разработанного состава. Для исследования стимулирующего действия изучали всхожесть и энергию прорастания семян томата, которые обрабатывали каждым исследуемым препаратом в отдельности. Сравнительный анализ данных таблиц 3 и 4 свидетельствует о высоком стимулирующем действии исследуемого биопрепарата.

### Результаты и их обсуждение

С целью повышения стимулирующей активности препарата на рост и развитие растений в качестве полезной добавки введен вместо гуматов и микроэлементов готовый препарат Гумат+7, что приводит не только к повышению стимулирующей активности биопрепарата, но и значительно упрощает технологию его приготовления за счет использования только одного элемента вместо десятка различных. Гумат +7 - это комплекс Гумата-80 с семью основными микроэлементами. В Гумате-80 содержится не менее 80% гуматов калия и натрия, поэтому он называется безбалластным гуматом. Большинство из обычных гуминовых препаратов содержат много балластных веществ, и эффект их слабее. Гумат +7 действует еще эффективнее за счёт возникающего синергетического эффекта. Под влиянием гуматов в организме растений активируются процессы обмена веществ, усиливается дыхание и поступление минерального питания из внешней среды. Данные таблиц 3 и 4 свидетельствуют о снижении стимулирующей активности биопрепарата в случае отсутствия в нем добавки Гумат +7. Оптимальное содержание препарата Гумат+7 составляет от 5,0 до 7,0% вес. Уменьшение содержания препарата ниже 5,0% приводит к снижению биологической активности препарата, а увеличение выше 7,0% нецелесообразно, так как при этом качество биопрепарата не повышается, а его себестоимость растет.

Кроме того, в разработанный препарат входит также раствор госсиполовой смолы в 70%-ном этиловом спирте в качестве целенаправленного активатора последующего метаболизма бактерий *Pseudomonas sp 7Г2К* в почве, что приводит к значительному повышению стимулирующей активности биопрепарата.

Данные таблиц 3 и 4 свидетельствуют о снижении стимулирующей активности биопрепарата в случае отсутствия в нем госсиполовой смолы. Оптимальное содержание госсиполовой смолы составляет от 1,0 до 1,5% вес. Уменьшение содержания госсиполовой смолы в составе препарата ниже 1,0% приводит к снижению биологической активности препарата, а увеличение выше 1,5-2,0% приводит к торможению развития бактерий вплоть до их гибели. Этиловый спирт играет роль растворителя госсиполовой смолы и вызывает образование эмульсии, его количество (2,0-3,0%) отвечает области максимальной стойкости эмульсии.

Испытания провели в трех крестьянских хозяйствах ЮКО на полях общей площадью 10 га для исследования стимуляции роста и защиты мягкой яровой пшеницы сорта Мильтурум 553 от поражения корневыми гнилями и для испытаний действия препаратов на спектр антагонистической активности против возбудителей заболеваний растений, а также на стимулирующую активность роста и развития растений (картофель, томат). Как свидетельствуют данные таблицы 6, разработанный состав в указанных пределах содержания компонентов обеспечивает хорошую антагонистическую активность против возбудителей заболеваний растений (105-110%), а также обладает повышенной стимулирующей активностью на рост и развитие растений (128-150%).

**Выводы.** Таким образом, разработанный биопрепарат с упрощенной технологией его получения, обладает широким спектром антагонистической активности против возбудителей заболеваний растений, а также повышенной стимулирующей активностью на рост и развитие растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сельскохозяйственная биотехнология /Под ред. В.С. Шевелухи. – М.: Высш. шк., 2003. – 469 с.  
 [2] Волова Т.Г. Экологическая биотехнология: уч. пособие для университетов / Т.Г. Волова. - Новосибирск, 2007. – 141 с.  
 [3] Хижняк П.Л. и др. Химическая и биологическая защита растений./ Учебное пособие для сред. с.-х. учеб. заведений. - М.: Колос, - 1971. - 215 с.  
 [4] Заявка Японии № 1-193203А, кл. А 01 N 63/00.Средство для борьбы с паршой картофеля, опубл. 03.08.89.  
 [5] Шаблин П.А. ЭМ-технология надежда планеты.–М.: ПО «ЭМ- кооперация»,2000.-34 с.  
 [6] Патент РФ № 2130264 кл. А 01 N 63/00 «Препарат для стимуляции роста и защиты растений от болезней» опубл. 20.05.1999г.  
 [7] Патент РФ № 2130264. Препарат для стимуляции роста и защиты растений от болезней. А01N63/00. Опубл. 20.05.1999.

#### REFERENCES

- [1] Agriculture biotechnology /Under redaction V.S. Sheveluhi – М.: Higher school, 2003. – 469 p.  
 [2] Volova T.G. Ecological biotechnology: textbook for universities / T.G. Volova. - Novissibirsk, 2007. – 141p.  
 [3] Chizhnyak P.L. etc. Chemical and biological protection of plants/ Textbook for medium agriculture institutions. - М.: Colos, - 1971. - 215 p.  
 [4] Application of Japan № 1-193203A, кл. А 01 N 63/00.Means for controlling potato scab, publ. 03.08.89.  
 [5] Shablin P.A. EM-technologies for planets hope.–М.: PO «EM-cooperation»,2000.-34 p.  
 [6] Patent RF № 2130264 cl. А 01 N 63/00 «Preparation for stimulation of growth and protection of plants against disease» publ.20.05.1999г.  
 [7] Patent RF № 2130264. Preparation for stimulation of growth and protection plants against diseases. А01N63/00. Publ. 20.05.1999.

#### ӨСІМДІКТЕРДІ ҚОРҒАУ ЖӘНЕ ӨСУІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮШІН БИОПРЕПАРАТТАР АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

А. М. Есимова<sup>1</sup>, Б. Ж. Муталиева<sup>1</sup>, А. Т. Жунусхожаев<sup>2</sup>, Е. К. Есимов<sup>1</sup>, А. Толеген<sup>1</sup>

<sup>1</sup>М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан,

<sup>2</sup>Химия-биология бағытындағы Назарбаев Интеллектуальды мектебі, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** микроағзалар консорциумы, биопрепарат, топырақ өнімділігі, культивирлеу, қоректік орта.

**Аннотация.** Мақалада өсімдік ауруларын қоздырғыштарына қарсы антагонистік белсенділігінің кең спектрі, сонымен қатар, өсімдіктер өсуі мен дамуына жоғарғы қалыптастыру белсенділігіне ие, жаңа препаратты жасау, оны алудың қысқартылған технологиясын құрастыру бойынша зерттеулер нәтижесі келтірілген

Биопрепарат келесідей құраушылардан тұрады: *Pseudomonas species* 7Г2К бактерия штамдары, Гумат+7 препараты, госситекті смола, 70%-тік этил спирті, су. Бактерия штамдары антибиотиктер рифампицин, ампициллин, новобиоцин, хлорамфеникол, канамицинге тұрақты және тетрацилинге сезімтал келеді. Препараттың әсер ету тиімділігін қызанақ ауруларының пайда болуына әсер ететін патогенді микроағзаларды өңдеу дәрежесі бойынша анықтайды. Алынған нәтижелер көрсетілген құрамның жоғарғы фунгицидті белсенділігін дәлелдейді. Қалыптастыру әсерін зерттеу үшін қызанақ дәндері, картоп түйнектері, Мильтурум 553 ірі бидай дәндерінің ұқсастығы мен өсу энергиясын анықтау кезінде зерттелетін препаратпен жеке өңдеу жұмыстары жүргізілді. Препараттағы бактериялар штамдары, Гумата+7, госситекті смола, спирт пен судың оптималды құрамы анықталды. Сонымен қатар, анықталғандай, егер госситекті смола мен Гумата+7 болмаса, онда биопрепараттың қалыптастыру белсенділігі төмендейді.

Жасалған биопрепаратты қолдану көптеген фитопатогендермен пайда болатын өсімдіктердің аурулармен зақымдануын төмендетуге және кейбір ауылшаруашылық культураларының өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 94 – 98

## CHANGE IN LYMPH FLOW REFLEXES WITH LYMPHATIC VESSELS

M. N. Myrzakhanova<sup>1</sup>, N. Myrzakhanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kokshetau state university named after Sh. Ualikhanov,

<sup>2</sup>University “Turan-Astana”.

E-mail: myrzahanova@mail.ru

**Keywords:** reflex, lymph flow, adrenoreceptors

**Abstract.** In chronic experiments on sheep it is studied reflex influence from the lymph vessels of the neck, liver, mesentery and lymph flow in the udder from thoracic and intestinal lymphatic ducts before and after adrenergic blockade. It was found that the reflex influences of the lymphatic vessels are mainly of thoracic and cause inhibition of intestinal lymph flow.

The behaviors of animals have a tendency to lying after a preliminary concern. Lymphatic flow from thoracic and intestinal duct is greatly enhanced (2-3 times). Stimulation of baroreceptors lymphatic vessels receptors against this background did not cause inhibition lymph flow from thoracic and intestinal duct that is the effect of the stimulation of baroreceptors lymphatic vessels completely blocked. These reflexes are completely blocked when sharing intravenous injection of phentolamine and obsidan.

Since the effect of stimulation of the baroreceptors of the lymphatic vessels to lymph flow receptors completely blocked, while intravenous administration of phentolamine and obsidan, participation in these reactions  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenoceptor obvious.

The data show that in the lymphatic vessels as well as in the blood, are baroreceptors, which causes irritation of reflex changes in the lymph flow vessels to other lymph mainly due to the excitation of  $\alpha$ -adrenergic sympathetic nervous system.

УДК 54.11

## ИЗМЕНЕНИЯ ЛИМФОТОКА ПРИ РЕФЛЕКСАХ С ЛИМФАТИЧЕСКИХ СОСУДОВ

M. N. Мырзаханова<sup>1</sup>, Н. Мырзаханов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,

<sup>2</sup>Университет «Туран-Астана»

**Ключевые слова:** рефлекс, лимфоток, адренорецепторы.

**Аннотация.** В хронических опытах на овцах изучены рефлекторные влияния с лимфатических сосудов шеи, печени, брыжейки и вымени на лимфоток из грудного и кишечного лимфатических протоков до и после блокады адренорецепторов. Установлено, что рефлекторные влияния из указанных лимфатических сосудов в основном вызывают торможение грудного и кишечного лимфотока.

В поведении животного отмечалась склонность к лежанию после предварительного беспокойства. Лимфоток из грудного и кишечного протоков значительно усиливался (в 2-3 раза). Раздражение барорецепторов лимфатических сосудов-рецепторов на этом фоне не вызывало торможения лимфотока из грудного и кишечного протоков, т.е. эффект от раздражения барорецепторов лимфатических сосудов полностью блокировался. Эти рефлексы полностью блокируются при совместном внутривенном введении фентоламина и обзидана.

Поскольку эффект от раздражения барорецепторов лимфатических сосудов-рецепторов на лимфоток полностью блокируются при одновременном внутривенном введении фентоламина и обзидана, то участие в этих реакциях  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторов очевидно.

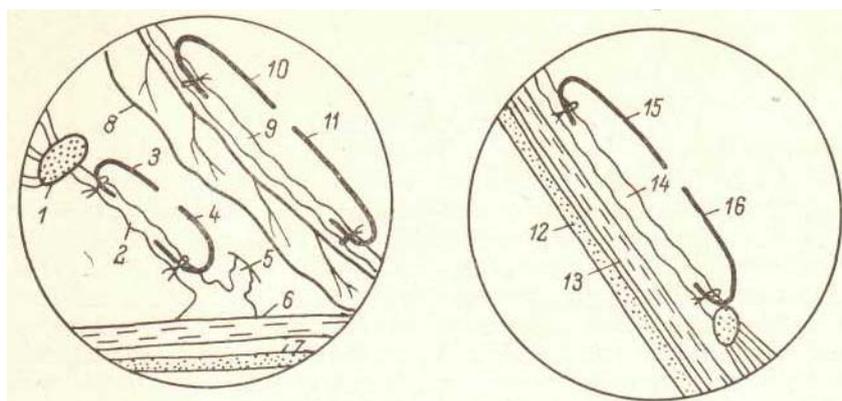
Полученные данные показывают, что в лимфатических сосудах, как и в кровеносных, имеются барорецепторы, раздражение которых вызывает рефлекторные изменения лимфотока в других лимфатических сосудах в основном за счет возбуждения  $\alpha$ -адренорецепторов симпатического отдела вегетативной нервной системы.

**Введение.** Анализ современной литературы позволяет заключить, что рефлекторные влияния со стороны рецепторов кровеносных и лимфатических сосудов вызывают изменения со стороны других функций организма, включая центральную нервную систему [3, 6]. Однако, несмотря на развитую как чувствительную, так и двигательную иннервацию лимфатических сосудов [2], позволившим некоторым авторам отнести грудной проток даже к рефлексогенной зоне сосудистой системы [5], изучение рефлекторных влияний внутри самой лимфатической системы не получило должного развития [1]. Это особенно касается сельскохозяйственных животных, в отношении которых, насколько нам известно, данный вопрос не рассматривался как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Имеются основания считать, что эксперименты, выполненные на млекопитающих животных со своеобразной морфо-физиологической организацией, внесут определенную ясность в познание общих закономерностей лимфо- и гемодинамики [7, 8].

В настоящем сообщении представлены некоторые результаты изучения рефлексов с одних лимфатических сосудов на другие в норме и после блокады  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторов.

**Методы исследования.** В хронических опытах были использованы овцы алтайской породы в количестве 23 голов живой массой 38-44 кг с катетерами, наложенными на лимфатические сосуды, по разработанным нами методикам (рисунки 1, 2) в условиях асептической хирургической операции. Были изучены рефлекторные влияния с поверхностного шейного, печеночного и брыжеечного лимфатических сосудов, а также эфферентного лимфатического протока вымени на ток лимфы из кишечного и грудного протока. С этой целью была произведена катетеризация шейного, брыжеечного и афферентного лимфатического протоков вымени путем вставления в их просвет отводящего и приводящего катетеров, концы которых выводились на поверхность тела и соединялись между собою после предварительного наполнения лимфатических сосудов стерильным физиологическим раствором.

Раздражение рецепторов лимфатических сосудов производилось повышением давления путём введения теплого физиологического раствора через приводящий катетер при закрытом отводящем катетере (в условиях повышения внутрилюминального давления) или же введением раствора через отводящий катетер (в случае повышения конечного давления). Давление в брыжеечном лимфатическом сосуде повышалось до 5-7, а в шейном, печеночном сосуде и в протоке вымени - до 3-6 мм рт. ст. Продолжительность воздействия на рецепторы составляла от 30 с до 2 мин.



А

Б

Рисунок 1 – Схема катетеризации печеночного и брыжеечного (А) лимфатических протоков и эфферентного лимфатического сосуда вымени (Б): 1 - печеночный лимфатический узел, 2 - печеночный лимфатический сосуд, 3 - приводящий и 4 - отводящий катетеры печеночного лимфатического сосуда печени, 5 - кишечный лимфатический ствол, 6 - брюшная аорта, 7 - задняя полая вена, 8 - петля кишечника, 9 - брыжеечный лимфатический сосуд, 10 - отводящий и 11 - приводящий катетеры брыжеечного лимфатического сосуда, 12 - наружная срамная артерия и 13 - вена, 14 - эфферентный лимфатический сосуд вымени, 15 - отводящий и 16 - приводящий катетеры лимфатического протока вымени

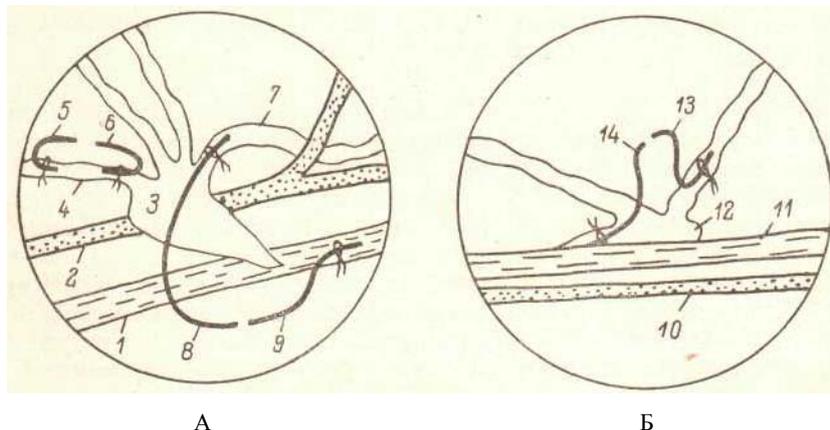


Рисунок 2 – Схема катетеризации шейного, грудного А и кишечного Б лимфатических протоков:  
1 - яремная вена, 2 - сонная артерия, 3 - ампула грудного протока, 4 - шейный лимфатический сосуд,  
5 - приводящий и 6 - отводящий катетеры шейного лимфатического сосуда, 7 - грудной лимфатический проток,  
8 - отводящий катетер грудного протока, 9 - катетер яремной вены, 10 - брюшная аорта, 11 - задняя полая вена,  
12 - хилезная цистерна, 13 - отводящий катетер кишечного лимфатического протока, 14 - катетер хилезной цистерны

Лимфо-лимфатический анастомоз между кишечным лимфатическим протоком и хилезной цистерной создавался путем вставления в их просвет катетеров, концы которых выводились наружу и соединялись между собою. Лимфо-венозный анастомоз между грудным лимфатическим протоком и яремной веной накладывался аналогично вышеописанному лимфо-лимфатическому анастомозу. Благодаря искусственным анастомозам обеспечивалось возвращение лимфы в кровь вне опыта.

Для изучения кишечного лимфотока в ответ на раздражение барорецепторов лимфатических сосудов разъединялся лимфо-лимфатический анастомоз, хилезный конец которого закрывался стилетом. В случае изучения лимфотока из грудного лимфатического протока разъединялся лимфо-венозный анастомоз, венозный конец которого закрывался стилетом. Скорость лимфотока в каплях записывалась на ленте электрокимографа или ее определяли в мл/мин путем сбора лимфы в течение 5-10 мин. Для предотвращения свертывания крови и лимфы внутривенно вводили раствор гепарина из расчета 1500-2000 МЕ на 1 кг массы тела.

С целью блокады  $\alpha$ -адренорецепторов внутривенно вводили фентоламин гидрохлорид из расчета 5 мг/кг. Блокаду  $\beta$ -адренорецепторов проводили инъекцией обзидана в дозе 5 мг/кг на 1 кг массы тела. В 7 опытах осуществлялось одновременное введение препаратов в тех же дозах. До и после инъекций блокаторов введением теплого физиологического раствора (см. выше) раздражали барорецепторы шейного, брыжеечного и печеночного лимфатических сосудов и протока вымени.

Результаты исследований считали достоверными, если вероятность ошибки при статистической обработке составляла 5% или была ниже.

### Результаты исследования

Опыты показали, что повышение внутрилюминального или концевое давления в лимфатическом сосуде-рецепторе в большей части опытов (93.7%) сопровождается торможением лимфотока из грудного и кишечного лимфатических протоков ( $P < 0.05-0.01$ ). В остальных случаях лимфоток не изменялся или его изменения были фазными: усиление с последующим торможением или замедление с последующим усилением.

Анализ экспериментального материала показывает, что реакции лимфатических магистралей в ответ на значительное повышение давления в любом лимфатическом сосуде является в целом реакцией стереотипной.

Для иллюстрации изложенного приводим кимограмму опыта (рисунок 3, А). Аналогичную картину наблюдали и при раздражении барорецепторов лимфатического протока вымени (5 опытов), шейного (17 опытов) и печеночного лимфатических сосудов (7 опытов). Для анализа эфферентных путей установленных нами рефлекторных реакций нами проводилась блокада периферических

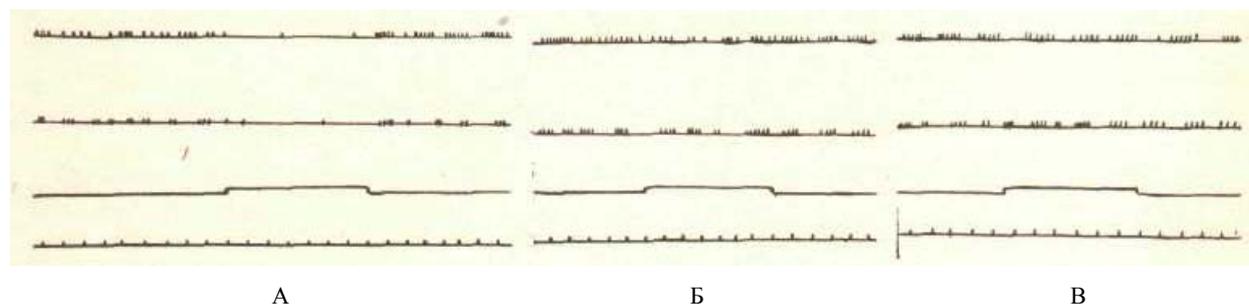


Рисунок 3 – Изменение лимфотока до (А) и после блокады  $\alpha$ -адренорецепторов фентоламином (Б), а также совместного внутривенного введения фентоламина и обзидана (В).

Сверху вниз: лимфоток из грудного и кишечного лимфатических протоков, отметка раздражения и отметка времени (5с), т.е. повышение давления (внутрилюминального или конечного) в лимфатическом сосуде-рецепторе сопровождается торможением лимфотока из остальных лимфатических сосудов

отделов вегетативной нервной системы  $\alpha$ - и  $\beta$ -адреноблокаторами (фентоламин, обзидан). Само по себе введение фентоламин-гидрохлорида сопровождалось беспокойством животного, которое выражалось в переплетении конечностями, учащении дыхания и стремлении вперед в станке. При этом происходило значительное усиление лимфотока как из грудного, так и из кишечного лимфатических протоков (на 9 и 13% соответственно,  $P < 0.05-0.01$ ). Беспокойство животного продолжалось в среднем 5-12 мин. Раздражение барорецепторов лимфатических сосудов - рецепторов на фоне блокады  $\alpha$ -адренорецепторов значительно снижало степень торможения лимфотока из грудного и кишечного протоков (рисунок 3, Б). Однако в трех случаях тормозная реакция на грудной и кишечный лимфоток сохранялась. Введение обзидана вызывало менее выраженную двигательную реакцию животного. Средние данные, обработанные по критерию Стьюдента и «критерию знаков», не позволили выявить достоверных изменений со стороны лимфотока на фоне блокады обзиданом.

Интересные данные были получены при одновременной инъекции фентоламина и обзидана. В поведении животного отмечалась склонность к лежанию после предварительного беспокойства. Лимфоток из грудного и кишечного протоков значительно усиливался (в 2-3 раза). Раздражение барорецепторов лимфатических сосудов-рецепторов на этом фоне не вызывало торможения лимфотока из грудного и кишечного протоков (рисунок 3, В), т.е. эффект от раздражения барорецепторов лимфатических сосудов полностью блокировался.

### Обсуждение результатов

Результаты наших исследований показали наличие интероцептивных внутрилимфатических рефлексов с рецепторов одних лимфатических сосудов на ток лимфы в других лимфатических сосудах. Рефлексы с барорецепторов лимфатических сосудов на лимфоток с более отдаленных лимфатических стволов в основном носили тормозной характер и являются в целом стереотипными. Поскольку эффект от раздражения барорецепторов лимфатических сосудов-рецепторов на лимфоток полностью блокируется при одновременном внутривенном введении фентоламина и обзидана, то участие в этих реакциях  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторов очевидно [4]. То, что внутривенное введение фентоламина значительно устраняло, а обзидан - практически не оказывало влияния на рефлекторные реакции с лимфатических сосудов на лимфатические сосуды, дает основание думать, что в лимфатических сосудах овец  $\alpha$ -адренорецепторы представлены в значительно большем количестве, чем  $\beta$ -адренорецепторы.

**Выводы.** Таким образом, полученные данные показывают, что в лимфатических сосудах, как и в кровеносных, имеются барорецепторы, раздражение которых вызывает рефлекторные изменения лимфотока в других лимфатических сосудах в основном за счет возбуждения  $\alpha$ -адренорецепторов симпатического отдела вегетативной нервной системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Валеева З.Т. О некоторых рефлексах в лимфатической системе. Физиологический журнал СССР, 54, 3, 316-320.  
[2] Жданов Д.А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. Л., 1952.  
[3] Коханина М.И. Рефлекторные влияния с рецепторов некоторых внутренних органов на лимфоток. Труды Института физиологии АН Казахской ССР, отдельный оттиск, 1965, 101-267.  
[4] Ткаченко Б.И., Кудряшов Ю.И., Овсянников В.И. Реакции емкостных сосудов скелетной мускулатуры до и после блокады адренорецепторов. Физиологический журнал СССР, 66, 2, 181-188.  
[5] Петровский В.В. О роли лимфатических сосудов в кровообращении. М., 1960.  
[6] Черниговский В.Н. Интерорецепторы. М., 1960.  
[7] Joffey S.M., Courtice F.C. Lymphatics, lymph and lymphomyeloid complex. London-New York., 1970.  
[8] Myrzakhanov N., Myrzakhanov M.N. On developments in the protein composition of the lymph and blood of dogs for some effects on organisms. European Scientific journal, 2013.

#### REFERENCES

- [1] Valeyeva S.T. Some reflexes in the lymphatic system. Physiological Journal of the USSR, 54, 3, 316-320.  
[2] Zhdanov D.A. General anatomy and physiology of the lymphatic system. L., 1952.  
[3] Kokhanina M.I. Reflex influence with certain receptors in the internal organs of lymph flow. Proceedings of the Institute of Physiology, Academy of Sciences of the Kazakh SSR, reprint, 1965, 101-267.  
[4] Tkachenko B.I., Kudryashov Y.I., Ovsyannikov V.I. Reaction vessels capacitive skeletal muscles before and after adrenoceptor blockade. Physiological Journal of the USSR, 66, 2, 181-188.  
[5] Petrovsky V.V. On the role of the lymphatic vessels in the circulation. M., 1960.  
[6] Chernigovsky V.N. Interoreceptors. M., 1960.  
[7] Joffey S.M., Courtice F.C. Lymphatics, lymph and lymphomyeloid complex. London-New York., 1970.  
[8] Myrzakhanov N., Myrzakhanov M.N. On developments in the protein composition of the lymph and blood of dogs for some effects on organisms. European Scientific journal, 2013.

### ЛИМФА ТАМЫРЛАРЫНАН БАСТАУ АЛАТЫН РЕФЛЕКСТЕРДЕН ЛИМФА АҒЫНЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

М. Н. Мырзаханова, Н. Мырзаханов

<sup>1</sup>Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті,  
<sup>2</sup>“Тұран - Астана” университеті

**Тірек сөздер:** рефлекс, лимфа ағыны, адренорецепторлар.

**Аннотация.** Созылмалы тәжірибеде қойлардың рефлекторлық ықпалдары бар лимфалық тамырлардың мойын, бауыр, шажырқайдың және желіннің лимфотокқа емшектегі және ішектің лимфалық жағдайынан кейін адренорецептордың қимылын таныс ету. Тағайынды емес рефлекторлық ықпалдардың көрсетілген лимфалық тамырларының арадағы негізгі емшектегі және ішектегі лимфотоктың тежеуін шақыртады.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 99 – 102

**CONTRACTIVE ACTIVITY OF LYMPHATIC NODE  
OF SOME INTERNALS OF THE RATS****M. N. Myrzakhanova<sup>1</sup>, N. Myrzakhanov<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Kokshetau state university after name Sh. Ualikhanov,<sup>2</sup>University “Turan - Astana”.

E-mail: myrzahanova@mail.ru

**Keywords:** lymph nodes, contractile activity

**Abstract.** Study of morphological changes in the lymph nodes of the kidneys, spleen, and the nature of antibody production in the spleen exposed to chromium intoxication and correction of the protein revealed that this type of correction is a medical - prophylactic nutrition, stimulant to the antibody, participating as antipode intoxication.

The experiments were performed on white laboratory rats and were taken mesenteric, gut, liver, left and right renal lymph nodes. When allocating isolated lymph nodes, the method of ligation at the confluence of bringing the vessel into the lymph node and its opposite pole.

We first documented spontaneous rhythmic contractile activity of almost all the visceral lymph nodes, namely the liver, heart, intestine, mesenteric, left and right kidney. Contractile activity of the lymph nodes is manifested in the form of phase, phase transition and rhythmic forms of rhythmic contractile activity.

We observed functional features of the spontaneous contractile activity of the visceral lymph nodes are consistent with the data of [9.10] on the selectivity of lymph formation in various internal organs and the concept of the role of the internal organs of the lymph nodes transport the lymph in the body of the animal.

УДК 54.11:28я73

**СОКРАТИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ  
ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ  
ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ КРЫС****М. Н. Мырзаханова<sup>1</sup>, Н. Мырзаханов<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,<sup>2</sup>Университет «Туран Астана»**Ключевые слова:** лимфатические узлы, сократительная активность.

**Аннотация.** Изучение морфологических изменений лимфатических узлов почек, селезенки, а также характера антителообразования в селезенке под воздействием хромовой интоксикации и при белковой коррекции выявило, что такой вид коррекции является лечебно – профилактическим питанием, стимулятором к антителообразованию, участвуя в роли антипода при интоксикации.

Эксперименты проводились на белых лабораторных крысах и были взяты брыжеечные, кишечные, печеночные, левый и правый почечные лимфатические узлы. При выделении изолированных лимфатических узлов использовался способ наложения лигатур у места впадения приносящего сосуда в лимфатический узел и на его противоположном полюсе.

Нами впервые зарегистрирована спонтанная ритмическая сократительная активность практически всех висцеральных лимфатических узлов, а именно печеночных, сердечных, кишечных, брыжеечных, левого и правого почечных. Сократительная деятельность лимфатических узлов проявляется в виде фазовой, фазово-ритмической и переходной форм ритмической сократительной активности.

Обнаруженные нами функциональные особенности спонтанной сократительной активности висцеральных лимфатических узлов согласуются с данными [9, 10] о селективности лимфообразования в различных внутренних органах и концепции о роли лимфатических узлов внутренних органов транспорте лимфы в организме животного.

**Введение.** Лимфатические узлы занимают особое место в системе гемо-лимфо-микроциркуляции. Это единственные органы, в которых имеет место не только приток крови, но еще и приток лимфы, чего нет в других органах. Во всех остальных органах, где имеются лимфатические сосуды, лимфа отличается только тем, что оттекает [1, 2].

Обнаружение лимфатических узлов, определение их топографии не всегда является простой задачей. У человека, чьи лимфатические узлы довольно крупны, их определить очень легко и довольно трудно обнаружить их у мелких лабораторных животных. Каждый лимфатический узел – это самостоятельный орган. В его состав входят различные ткани, много клеток крови различной степени зрелости.

Лимфатические узлы являются одновременно неотъемлемой частью и лимфатического русла, и лимфоидной системы, так как содержат лимфоидную ткань. Лимфатические узлы в анатомическом плане принципиально отличаются от других органов. Это единственные органы, имеющие и афферентные, и эфферентные лимфатические сосуды, тогда как все остальные органы имеют только эфферентные лимфатические сосуды [3].

Показано, что содержание кроликов на атрогенной диете приводит к структурным преобразованиям в исследуемых лимфатических узлах, причем изменение в большей степени касаются брыжеечных лимфатических узлов. Отмечено увеличение относительной доли мозгового вещества из-за возрастания относительной площади мозговых тяжей. Уменьшение относительной площади коркового вещества в брыжеечных лимфатических узлах в экспериментальной группе происходит в основном за счет относительной площади первичных и вторичных лимфатических узелков и коркового плато [4].

Обнаружено, что при тяжелом эндотоксикозе падает сократительная активность, преобладает «мелковолновой» тип сокращений, отмечается несостоятельность клапанного аппарата, резко замедляется, лимфоток нарушаются реологические свойства лимфы.

Установлено, что длительное гелий – неоновое лазерное облучение позволяет повысить дренажную функцию подвздошного лимфатического узла как за счет активизации кровеносной системы паренхимы органа, так и за счет увеличения его синусной системы [6].

Экспериментально доказано, что включение в рацион питания кисло – молочного препарата «Нарине» сказывается на морфофункциональном состоянии печеночного и брыжеечного лимфатических узлов, осуществляющих дренаж печени и кишечника, повышая активность гуморального и клеточного иммунитета.

Исследования по изучению влияния лей-энкефалина на лимфатические сосуды брыжейки кишечника крыс показали, что препарат вызывает учащение спонтанной сократительной активности лимфатических микрососудов. Цикл «сокращение - расслабление» занимает 12-15 с в лимфатических узлах барана и 1,5-2,5 с у белой крысы. Лимфатические узлы достаточно чувствительны к изменению температуры. При этом меняется не только тонус узла, но и характер спонтанной сократительной активности (частота и амплитуда сокращений). Проведенные эксперименты показали, что у животных с хорошо развитой капсулой лимфатического узла (баран, белая крыса) в гладкомышечных клетках имеется спонтанная сократительная активность. Следует заметить, что до сих пор не проводились систематические исследования регионарных особенностей висцеральных лимфатических узлов крыс, что и является задачей настоящего исследования.

**Методы исследования.** Опыты проводились на белых лабораторных крысах весом 180-330 г для опыта были взяты брыжеечные, кишечные, печеночные, левый и правый почечные лимфатические узлы.

Изолированные лимфатические узлы помещались, в термостатируемую камеру с проточным раствором Кребса температурой 37°C. Запись сократительной активности осуществлялась на механотроне 6MX1С по общепринятой методике, с графической записью на самописце Н-338-4П. При выделении изолированных лимфатических узлов использовался способ наложения лигатур у

места впадения приносящего сосуда в лимфатический узел и на его противоположном полюсе. Исследование сократительной активности проводилось в оксигенированном растворе Кребса следующего состава: NaCl - 124,0;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  - 1,2; KCl - 5,9;  $\text{CaCl}_2$  - 2,5;  $\text{MgCl}_2$  - 1,2;  $\text{NaHCO}_3$  - 15,5;  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  - 11,5 ммоль/л дистиллированной воды. В процессе работы применялись растворы с pH 7,2-7,3.

### Результаты исследования

Нами впервые зарегистрирована спонтанная ритмическая сократительная активность практически всех висцеральных лимфатических узлов, а именно печеночных, сердечных, кишечных, брыжеечных, левого и правого почечных. Сократительная деятельность лимфатических узлов проявляется в виде фазовой, фазово-ритмической и переходной форм ритмической сократительной активности. По частоте сокращений лимфатические узлы располагались в следующей последовательности (по убыванию): кишечный, брыжеечный, печёночный, почечный, сердечный. Средняя частота спонтанных ритмических сокращений составила: для кишечного - 3,2-4,8, брыжеечного - 1,8-2,3, печёночного - 2,2-2,8, почечных правого и левого - 1,7-2,3 и для сердечного - 1,5-1,9 сокращений в минуту. Функциональной асимметрии в спонтанных ритмических сокращениях правого и левого почечных лимфатических узлов нами не обнаружено. Однако при продолжительной ритмической сократительной деятельности лимфатических узлов выявлен переход одной формы сократительной активности в другую, переходную форму. Это, по-видимому, объясняется текущей физиологической деятельностью узлов и их хронобиологическими особенностями в зависимости от регионов тела. Следует заметить, что кривая ритмической спонтанной сократительной активности висцеральных лимфатических узлов - лимфонодулограмма отвечает известной органо-топической особенности в зависимости от регионов тела.

**Выводы.** Обнаруженные нами функциональные особенности спонтанной сократительной активности висцеральных лимфатических узлов согласуются с данными [9, 10] о селективности лимфообразования в различных внутренних органах и концепции о роли лимфатических узлов внутренних органов транспорте лимфы в организме животного.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мырзаханов Н.М. Экспериментальное изучение сократительной активности лимфатических узлов // ДАН НАН РК 1999. С.61-70.
- [2] Мырзаханов Н.М. Роль лимфатических узлов и сосудов в продвижении лимфы // Вест. НАН РК 1994. №3. С.70-78.
- [3] Вогралик П.М. Лимфатическая система и органы иммуногенеза: Материалы междунар.симп. «Проблемы лимфологии и эндозологии». -Новосибирск, 1998. – С.306.
- [4] Чикова Е.Д., Асташов В.В., Анцырева Ю.А. Морфометрический анализ изменений брыжеечных и подвздошных лимфатических узлов при экспериментальном атеросклерозе и в условиях его коррекции: Материалы междунар.симп. «Проблемы лимфологии и эндозологии». -Новосибирск, 1998. - С.289.
- [5] Курганов С.А. Состояние лимфатических сосудов брыжейки при тяжелом экспериментальном эндотоксикозе: // Материалы междунар.симп. «Проблемы лимфологии и эндозологии». -Новосибирск, 1998. - С.165.
- [6] Загуменников С.Ю. Морфологические изменения подвздошного лимфатического узла при гелий-неоновой зерной стимуляции восстановления подколенного лимфатического узла// Материалы междунар.симп. «Проблемы лимфологии и эндозологии». -Новосибирск, 1998. – С.127.
- [7] Горчаков В.Н., Пристяжнюк И.Е., Анисимова Т.И., Краснощекая Е.Н. Морфофункциональные изменения лимфатических узлов при введении эубиотика «Нарине»: Материалы междунар.симп. «Проблемы лимфологии и эндозологии». -Новосибирск, 1998. – С.90.
- [8] Мырзаханов Н.М. Сб.ст. Междунар.конф. «Проблемы лимфологии». -Новосибирск, 1987. – С.78.
- [9] Мырзаханов Н.М. Функциональные особенности лимфообращения сельскохозяйственных животных: Дисс.док. биол.наук. Алматы, 1995г.
- [10] Myrzakhanov N., Myrzakhanov M.N. On developments in the protein composition of the lymph and blood of dogs for some effects on organisms. European Scientific journal, 2013.

### REFERENCES

- [1] Myrzakhanov N.M. Experimental study of the contractile activity of the lymph nodes//DAN NAN RK 1999. P. 61-70.
- [2] Myrzakhanov N.M. The role of the lymph nodes and lymph vessels in the promotion // West. NAS RK 1994. №3. P.70-78.
- [3] Vogralik P.M. The lymphatic system and organs immunogenesis: Materials mezhhdunar.simp. "Problems and lymphology Endoecology". - Novosibirsk, 1998. - P.306.
- [4] Chikova E.D., Astashov V.V., Antsyreva Y.A. The morphometric analysis of changes in the mesenteric and iliac lymph nodes in experimental atherosclerosis and in terms of its correction: Articles mezhd. simp. "Problems and lymphology Endoecology". - Novosibirsk, 1998. - P.289.

[5] Kurganov S.A. Status mesenteric lymph vessels in severe experimental endointoxication: Materials inter.symp. "Problems and lymphology Endoecology". - Novosibirsk, 1998. - P.165.

[6] Zagumennikov S.Y. Morphological changes of the iliac lymph node when a helium-neon beams stimulate recovery popliteal lymph node//Materials inter.symp. "Problems and lymphology Endoecology". - Novosibirsk, 1998. - P.127.

[7] Gorchakov V.N., Pristyazhnyuk I.E., Anisimova T.I., Krasnoshchek E.N. Morphological and functional changes in the lymph nodes when administered eubiotics "Narine": Materials inter.symp. "Problems and lymphology Endoecology". - Novosibirsk, 1998. - P.90.

[8] Myrzakhanov N.M. A collection of articles of the International Conference "Problems lymphology".- Novosibirsk, 1987. - P.78.

[9] Myrzakhanov N.M. Functional features of lymph farm animals: Diss. Doc. of Biol. Science. Almaty, 1995.

[10] Myrzakhanov N., Myrzakhanov M.N. On developments in the protein composition of the lymph and blood of dogs for some effects on organisms. European Scientific journal, 2013.

## ЕГЕУҚҰЙРЫҚТЫҢ ІШКІ МҮШЕЛЕРІНІҢ ЛИМФА ТҮЙІНДЕРІНІҢ ЖИЫРЫЛУ БЕЛСЕНДІЛІГІ

М. Н. Мырзаханова<sup>1</sup>, Н. Мырзаханов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті,  
<sup>2</sup>«Тұран Астана» университеті

**Тірек сөздер:** лимфалық түйіншіктер, созылмалы ырғақтар.

**Аннотация.** Тәжірибелер ақ лабораториялық егеуқұйрықтарда еңсерілді. Тұңғыш рет іс жүзінде барлық висцерал лимфалық түйіншектің спонтанды ырғақты созылмалы белсенділігі тіркелген, ал тап бауырлардың, жүректердің, ішекті, шажырқайлы, сол және оң бүйрек. Лимфалық түйіншектің созылмалы қызметі түрінде фазалық, фазалық-ырғақты және ауыспалы ырғақты созылмалы белсенділіктің пішіндері көрсетілді.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 102 – 109

## PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *MISCANTHUS X GIGANTEUS* IN POLLUTED CONDITIONS

A. Nurzhanova, A. Nurmagambetova,  
R. Zhamanbalinova, A. Balmukanov, E. Sailaukhanuly

RSOE “Institute of Plant Biology and Biotechnology” CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gen\_asil@mail.ru

**Key words:** physiology, biochemistry, biofuel plant, phytoremediation.

**Abstract.** The article presents the results of a study of the basic adaptive physiological and biochemical indicators of the species of second-generation biofuel *Miscanthus x giganteus* of the stability to heavy metals. It is shown that the water absorption capacity, a change in the ratio of the concentration of chlorophyll a concentration of carotenoids, the activity of free proline in leaves are the main indicators of adaptive of the assimilation apparatus to stress. It was revealed that the species *M.giganteus* has phytoremediation potential and refers to excluders in relation to the heavy metal.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *MISCANTHUS X GIGANTEUS* В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. Нуржанова, А. Нурмагамбетова, Р. Жаманбалинова, А. Балмуханов, Е. Сайлауханулы

РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** физиология, биохимия, биотопливное растение, фиторемедиация.

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования основных физиологических и биохимических адаптивных показателей устойчивости биотопливного вида второго поколения *Miscanthus x giganteus* к тяжелым металлам. Показано, что водопоглотительная способность, изменение соотношения концентрации хлорофиллов к концентрации каротиноидов, активность свободного пролина в листьях растений являются основными адаптивными показателями ассимиляционного аппарата к стрессу. Выявлено, что вид *M.giganteus* обладает фиторемедиационным потенциалом и относится к эксклюдерам по отношению к тяжелым металлам.

**Введение.** Фиторемедиация является достаточно длительной по продолжительности технологией фиторемедиации. Данный недостаток может быть использован экономически выгодно, если выращивать на загрязненных почвах биоэнергетические культуры. Выращивание биоэнергетических культур на загрязненных ксенобиотиками участках земли для получения биомассы мискантуса с одновременным улучшением экологических характеристик почвы является перспективным направлением в области экологической биотехнологии. Такой подход позволяет использовать загрязненные участки для получения фитомассы растительного организма и улучшения экологической обстановки вокруг загрязненных участков, кроме этого они не будут конкурировать с производством сельскохозяйственных культур, растущих на плодородных орошаемых землях. Эффективности выращивания представителей рода мискантус, как источника биомассы, используемой в целях выработки биотоплива второго поколения, на загрязненных почвах показывают перспективность и, в частности в Казахстане. Актуальность этих исследований для Казахстана связано с развитием биотопливных технологий и внедрением инновационных технологий в аграрном секторе.

Одним из перспективных биотопливных культур второго поколения является многолетняя высокопродуктивная стерильная непродовольственная злаковая трава C4 типа *Miscanthus x giganteus* (мискантус гигантский) [1]. Преимущество мискантуса (по сравнению с другими видами) состоит в том, что он может произрастать на загрязненной и маргинальной почве в течение 30 лет. Высокая продуктивность биомассы *M.giganteus* на загрязненных землях может превратить технологию фиторемедиация в прибыльную отрасль для биоэнергетической промышленности [2-5].

Цель: изучить физиологические особенности *M.giganteus* в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами (ТМ), включая оценку остаточного количества ТМ в растительных организмах в тепличных условиях.

### Методы исследования

Объект исследования – *Miscanthus x giganteus* (мискантус гигантский) из коллекции Университета Illinois. США.

Для определения возможности использования *M.x giganteus* в фиторемедиационной технологии ТМ-загрязненных почв поставили первые модельные эксперименты в тепличных условиях. В качестве почвенной культуры использовали незагрязненную почву, Zn-загрязненную почву, Pb-загрязненную почву. Незагрязненную почву искусственно загрязняли солями сернокислого 7-водного цинка в концентрации 3 ПДК ( $67,5 \pm 0,2$  мг/кг) и солями азотнокислого свинца (II) в концентрации 9 ПДК ( $208 \pm 4,2$  мг/кг). Концентрации ТМ были подобраны исходя из уровня загрязнения территории почв вокруг цинкового завода (г. Риддер, Восточно-Казахстанская область) [6]. Контроль – незагрязненная почва.

Перед экспериментом почву просеяли через сито (3 мм) и затем тщательно перемешали. Затем галькой заполнили дно сосуда (масса 1000 г). Далее дренаж закрывали марлей и сверху насыпали речной песок (масса песка 1000 г) и снова закрывали марлей. Затем сосуд заполняли почвой (масса почвы 5000 г). Для того чтобы почва не высыхала, сверху насыпали один слой песка. После набивки сосуд взвешивали. Общая масса 5000 г. Заполненные сосуды имели одинаковую массу. Посадку ризом провели в течение одного и того же дня. Повторность опыта – двухкратная.

Определение водопоглотительной способности листьев мискантуса проводили в период роста (период цветения) Для этого срезали листья с 3 яруса и насыщали их водой в течение 2,5 часов и взвешивали. После этого подвергали глубокому завяданию в условиях комнатной температуры в течение 5 часов и далее вновь насыщали водой в течение 2,5 часов и взвешивали. По разности массы после первого и второго насыщения определяли водопоглотительную способность устойчивых и неустойчивых к ТМ листьев растений [7].

Содержание пролина определяли в листьях мискантуса (период цветения) по методу, описанному L.S.Batters, R.P. Waldern, I.D.Teare [8]. Навеску 5-7 растений (200 мг) заливали кипящей дисцилированной водой и пробирки помещали на водяную баню и доводили до кипения и кипятили в течение 10 минут и далее охлаждали. Далее 1 мл каждого гомогената вносили в пробирки, содержавшие 1 мл нингидринового реагента и 1 мл ледяной уксусной кислоты. Пробирки инкубировали при 100° С в течение 1 часа, охлаждали на льду. Оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре при 520 нм. Повторность по каждому образцу – трехкратная. Концентрацию пролина определяли с помощью предварительно полученной калибровочной кривой. Содержание пролина выражали мкМ/г сырой массы.

Формула пересчета оптической плотности на мкМ/г сырого веса:

$$П = D * 0,4246 * 10/0,2, \quad (1)$$

где П – содержание пролина (мкМ/г сырого веса); D – оптическая плотность; 10 – объем пробы.

Определение содержания *a*, *b* хлорофиллов, каратиноидов и общего содержания хлорофиллов в листьях мискантуса в период цветения проводили по общепринятой методике [7]. Содержание хлорофиллов, каратиноидов определяли на спектрофотометре при 440,5, 649 и 665 нм (Spectrophotometer PD -303, APPL) по методике Ветштейна. Брали навеску 30 мг листьев, помещали в фарфоровую ступку, добавляли 90% спирт и растирали. После гомогенат переносили микроцентрифужные пробирки. Центрифугировали при 7 000 об/мин в течение 10 минут. Экстракт осторожно сливали в пробирку и далее концентрацию пигментов определяли с помощью спектрофотометра.

Содержание хлорофиллов рассчитывали по формулам:

$$Ca \text{ (мг/л)} = 11.63 * D_{665} - 2.39 * D_{649} \quad (2)$$

$$Cb \text{ (мг/л)} = 20.11 * D_{649} - 5.18 * D_{665} \quad (3)$$

$$Ca + Cb \text{ (мг/л)} = 6.45 * D_{665} + 17.72 * D_{649} \quad (4)$$

Содержание суммы каратиноидов рассчитывали по формуле:

$$C_{кар} \text{ (мл/л)} = 4.695 * D_{440.5} - 0.268 (Ca + Cb \text{ мл/л}) \quad (5)$$

Ионы тяжелых металлов в незагрязненной и искусственно загрязненной почве до и после эксперимента и надземной части мискантуса в период цветения определяли масс-спектрометром с индуктивно-связанной плазмой ИСП-МС Agilent 7500 series.

Коэффициент экстракции подсчитывали по формуле:

$$C, \% = C_{ТМ \text{ в вегетативных органах (мг/кг)}} / C_{ТМ \text{ в почве (мг/кг)}} * 100\% \quad (6)$$

Все экспериментальные данные статистически обрабатывали общепринятыми методами [9] построение графиков, диаграмм проводили после обработки данных с использованием компьютерной программы “Microsoft Excel».

## Результаты и обсуждение

*M.giganteus* - это растение С4-типа тропических и субтропических регионов. Для устойчивого управления загрязненными и деградированными землями необходимы научно-обоснованные исследования *M.giganteus* в разных климатических условиях. В связи с этим, в условиях Алма-тинской области ризомы *M.giganteus* были высажены на экспериментальном участке Института (2014 г.). Введенные в культуру растения хорошо перезимовали. В течение вегетации (2015 г.) у них была отмечена активная вегетация с отрастанием побегов второго и третьего порядка.

В условиях теплицы при изучении динамики роста и развития *M.giganteus* установлено, что продолжительность вегетации 150 дней (от периода посадки ризом до периода цветения), и они прекрасно произрастали, как на ТМ-загрязненных, так и незагрязненных почвах. Высота растений в период цветения достигала  $237,5 \pm 2,5$  см (рисунок 1, таблица 1). При произрастании *M.giganteus* на ТМ загрязненной почве выявлено, что высота растений снижается относительно контроля до 12 %, а площадь листовой пластинки – практически не изменяется. Известно, что для формирования устойчивости к стрессу важное значение имеют механизмы, обеспечивающие поддержания водного обмена. Отмечено, что в условиях загрязнения водопоглотительная способность (ВПС) листьев *M.giganteus* уменьшается относительно контроля до 30%, т.е. наблюдается тенденция снижения ВПС листьев при произрастании на ТМ-загрязненных почвах.



Полевые условия



Тепличные условия

Рисунок 1 – Рост и развитие *Miscanthus x giganteus* в полевых и тепличных условияхТаблица 1 – Рост и развитие *Miscanthus x giganteus* в разных условиях среды и их водопоглотительная способность (ВПС) в период цветения

	Высота, см	% к К	Площадь листа, см <sup>2</sup>	% к К	ВПС, %	% к К
К (незагряз. почва)	$237,5 \pm 2,5$	100	236	100	$1,7 \pm 0,16$	100
Zn-загряз. почва	$207,5 \pm 3,8$	87	237	101	$1,2 \pm 0,20$	70
Pb-загряз. почва	$210,0 \pm 4,0$	88	248	105	$1,3 \pm 0,13$	76

Одним из важных эколого-физиологических параметров оценки влияния ксенобиотика на рост и развитие растений являются изменение в фотосинтетическом аппарате, в частности содержание пигментов в листьях. Впервые, на примере тополя бальзамического, было показано уменьшение содержания хлорофилла *a* в листьях при стрессовом воздействии ионов тяжелых металлов, и увеличение доли вспомогательных пигментов – хлорофилла *b* и каротиноидов [10]. Изменение соотношения между хлорофиллами и каротиноидами стали рассматривать как адаптивную реакцию ассимиляционного аппарата к стрессу и использовать их как маркер антропогенного воздействия. Нами изучено содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях *M.giganteus* в период цветения (рисунок 2).

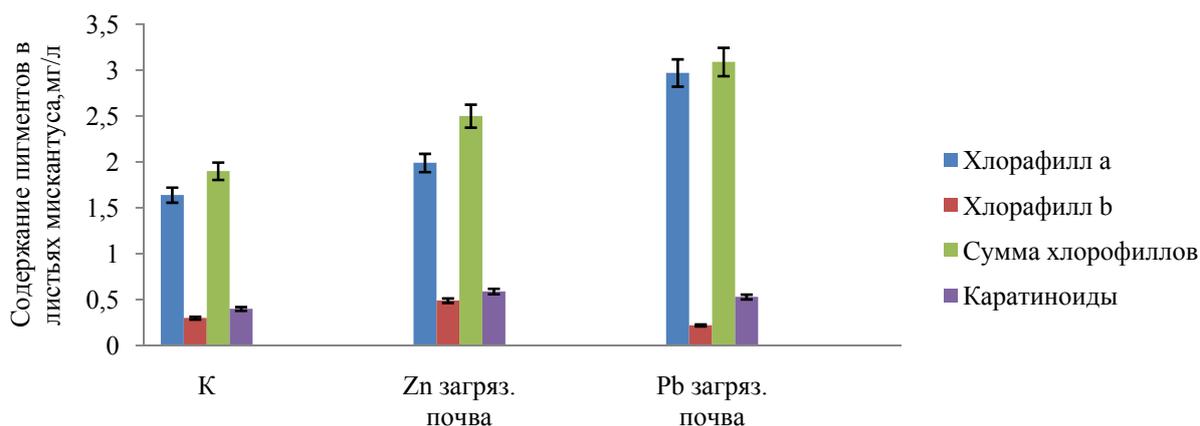


Рисунок 2 – Содержание пигментов в листьях *Miscanthus x giganteus*, произрастающие в разных условиях загрязнения

Установлено, что соотношение *a* и *b* хлорофиллов в листьях *M.giganteus* не изменяется при произрастании их на ТМ-загрязненной почве и незагрязненной почве. Замечено, повышение соотношения С *a*+*b* к С<sub>к</sub> в листьях *M.giganteus* (на 22% относительно контроля) при произрастании их на Pb-загрязненной почве. Вероятно *M.giganteus* более устойчив к токсическим действиям ионов Zn, и менее устойчив к ионам Pb.

Учитывая важную роль пролина в адаптации к абиотическим факторам среды, так как синтез пролина – одна из первых реакций на стресс, целью дальнейшего исследования явилось изучение накопления свободного пролина в листьях *M.giganteus* (рисунок 3).

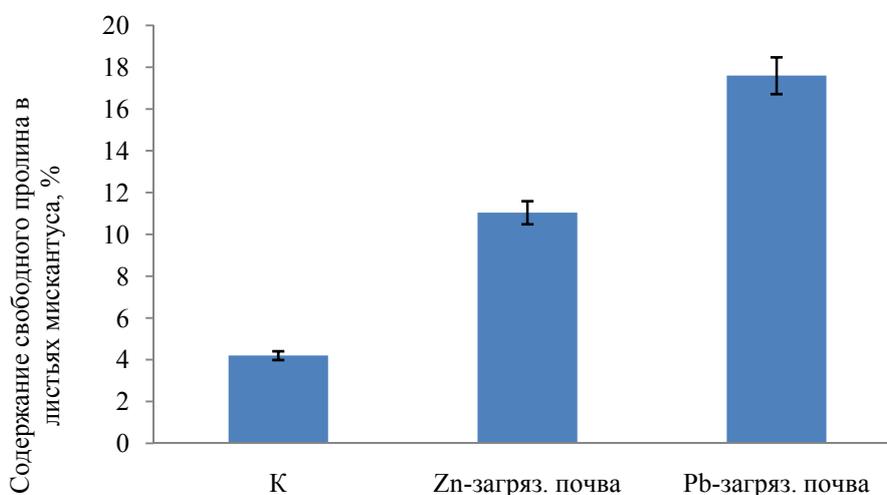


Рисунок 3 – Содержание свободного пролина в листьях *Miscanthus x giganteus*, произрастающие в разных условиях загрязнения

Известно, что повышение свободного пролина в вегетативных органах растительного организма является важным показателем толерантности растений к неблагоприятным условиям среды [11-13]. Установлено, что содержание свободного пролина в листьях *M.giganteus* при произрастании на Zn загрязненной почве превышает контрольные значения в 267 раз, тогда как для Pb – в 419 раз, что свидетельствует об их высокой адаптивной способности в условиях загрязнения почвы.

Для биотопливной промышленности одним из важных факторов при производстве продукции является ее экологичность. В связи с этим возникает вопрос, является ли продукция *M.giganteus* экологически чистой, при выращивании на загрязненных землях. В связи с этим, определили

концентрации ионов тяжелых металлов в надземной части *M.giganteus* в период цветения и концентрацию ионов тяжелых металлов в почве. Отбор почвы проводили из ризосферной зоны (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание ионов тяжелых металлов в почве до/после эксперимента и надземной части *M.giganteus* в первый год жизни

Варианты опыта	Тяжелые металлы, мг/кг					
	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
ПДК в почве	5	10	3	20	0,5	23
Контроль						
Почва до эксперимента	1,4±0,9	0	4,0±0,3	15,2±1,1	0,07±0,03	6,0±0,9
Надземная часть	1,1±1,2	0	0	11,0±0,9	0,04±1,2	3,0±0,3
Почва из ризосферной зоны	2,3±0,5	0	5,5±0,7	18,1±1,2	0,09±0,05	6,1±0,5
3 ПДК Zn-загрязненная почва						
Почва до эксперимента	7,7±0,2	8,2±0,2	18,2±0,2	<b>67,5±0,2</b>	0,17±0,2	15,5±0,2
Надземная часть	0,02±0,01	0,05±0,01	0	8,4±2,6	0,02±0,01	0,22±0,1
Почва из ризосферной зоны	8,2±2,6	19,1±2,6	9,0±1,1	46,5±3,4	0,16±0,3	0,13±0,6
9 ПДК Pb -загрязненная почва						
Почва до эксперимента	6,7±1,0	15,7±1,5	6,7±1,3	22,4±2,2	0,14±0,1	<b>208±4,2</b>
Надземная часть	0,01±0,2	0	0	8,0±1,2	0,01±0,01	0,30±0,1
Почва из ризосферной зоны	8,6±1,3	19,1±2,0	8,6±1,0	27,2±3,3	0,18±0,1	71,5±2,7

Установлено, что вид *M.giganteus* устойчив к высоким концентрациям тяжелых металлов в почве. Из незагрязненной почвы данный вид накапливал ионы Pb до 3,0±0,3 мг/кг, ионы Cd до 0,04±1,2 мг/кг, ионы Zn до 11,0±0,9 мг/кг, ионы Co до 1,1±1,2 мг/кг. Из загрязненной почвы растение аккумулировало ионы Pb до 0,30±0,1 мг/кг, ионы Cd до 0,02±0,01 мг/кг, ионы Zn до 8,4±2,6 мг/кг, ионы Co до 0,02±0,01 мг/кг. В контрольных и опытных образцах концентрации ионов тяжелых металлов не превышали ПДК. При расчете коэффициента экстракции ионов тяжелых металлов выявлено, что *M.giganteus* обладает способностью из загрязненной почвы больше ионы Zn, чем Pb в надземных органах (12,4% ионы Zn и ионы Pb – 0,14%).

При анализе почвы из ризосферной зоны *M.giganteus* показано снижение концентрации ионов ТМ: от 3 до 2 ПДК ионы Zn и от 9 до 3 ПДК ионы Pb. Полученные результаты свидетельствуют о том, что вид *M.giganteus* обладает ремедиационным потенциалом и является эксклюдером по отношению к ионам ТМ.

**Выводы.** Стремительно расширяющееся производство биотоплива ведет к уничтожению природных экосистем и утере биологического разнообразия. В связи с этим возникает вопрос о рациональном использовании маргинальных и деградированных антропогенными загрязнителями земель. В последние годы возрос интерес к непродовольственным многолетним видам в качестве фиторемедианта, в частности, к представителям рода мискантус. *Miscanthus x giganteus* – высокопродуктивный триплоидный многолетний злак, полученный в результате скрещивания диплоидного *Miscanthus sinensis Anders* с триплоидным с *Miscanthus sacchariflorus Hack* [14]. В Казахстане *Miscanthus x giganteus* не произрастает.

Установлено, что в процессе адаптации к условиям загрязнения почвы тяжелыми металлами происходят следующие физиологические и биохимические изменения в листьях фиторемедианта *M.giganteus*:

- снижение водопоглотительной способности листьев до 30%;
- повышение соотношения С а+в к С<sub>к</sub> в листьях растительного организма до 22%;
- повышение содержание свободного пролина в листьях до 419 раз относительно контроля.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lewandowski I., Clifton-Brown J.C., Scurlock J.M.O., Huisman W. *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop // Biomass Bioenergy. –2000. – Vol. 19. – P. 209-227.
- [2] Eisentraut. A. Sustainable production of second-generation biofuels: Potential and perspectives in major economies and developing countries – Information paper published by International Energy Agency – 2010. – P. 221.
- [3] Zub H.W., Br.tncourt-Hulmel M. Agronomic and physiological performances of different species of *miscanthus*, a major energy crop // A review. Agron. Sustain. Develop. –2010. – Vol. 30(2). – P. 201-204.
- [4] Pidlisnyuk B., Erickson L., Kharchenko S., Stefanovska T. Sustainable Land Management: Growing *Miscanthus* in Soils Contaminated with Heavy Metals // Journal of Environmental Protection, Special Issue in Environmental Remediation. – 2014. – Vol. 5. – P. 723-730.
- [5] Kim, S.J., Kim. M Y, Jeong. S J . Jang. M.S., Chung. I. M. .Analysis of the biomass content of various *miscanthus* genotypes for biofuel production in Korea // Industrial Crops and Products. – 2012. – Vol. 3. – P. 46-49.
- [6] Атабаева С.Д., Сарсенбаев Б.А. Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами – Алматы:ТОО «TST-Company», 2010 – 165 с.
- [7] Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1975. – С. 392.
- [8] Baters L.S., Waldern R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Biol. – 1973. – P. 205-207.
- [9] Рокицкий П.П. Биологическая статистика.– 1976. – Минск: Выш. Школа.– С. 250.
- [10] Вьяль Ю.А., Дюкова Г.Р., Леонова И.Н., Хрянин В.Н. Адаптация фотосинтетического аппарата подроста широколиственных деревьев в условиях города // Физиология растений. – 2007. – Т.54, № 1. – С.61-72..
- [11] Кафи М., Стюарт В. С., Борланд А. М. Содержание углеводов и пролина в листьях, корнях и апексах сортов пшеницы, устойчивых к засолению // Физиология растений – 2003. – Т.50, № 2. – С. 174-182.
- [12] Terao Y., Nakamori Sh., Takagi H. Gene Dosage Effect of L-Proline Biosynthetic Enzymes on L-Proline Accumulation and Freeze Tolerance //Applied and Environmental. – 2003. – Vol. 69, № 11. – P. 6527-6532.
- [13] Кузнецов В.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – С. 321-336.
- [14] Jones M.B., Walsh M. *Miscanthus* for energy and fibre. – Origins and Taxonomy of *Miscanthus*. – 2001. James & James Publishers, London. – P. 2-9.

REFERENCES

- [1] Lewandowski I., Clifton-Brown J.C., Scurlock J.M.O., Huisman W. *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop // Biomass Bioenergy. –2000. – Vol. 19. – P. 209-227.
- [2] Eisentraut. A. Sustainable production of second-generation biofuels: Potential and perspectives in major economies and developing countries – Information paper published by International Energy Agency – 2010. – P. 221.
- [3] Zub H.W., Br.tncourt-Hulmel M. Agronomic and physiological performances of different species of *miscanthus*, a major energy crop // A review. Agron. Sustain. Develop. –2010. – Vol. 30(2). – P. 201-204.
- [4] Pidlisnyuk B., Erickson L., Kharchenko S., Stefanovska T. Sustainable Land Management: Growing *Miscanthus* in Soils Contaminated with Heavy Metals // Journal of Environmental Protection, Special Issue in Environmental Remediation. – 2014. – Vol. 5. – P. 723-730.
- [5] Kim, S.J., Kim. M Y, Jeong. S J . Jang. M.S., Chung. I. M. .Analysis of the biomass content of various *miscanthus* genotypes for biofuel production in Korea // Industrial Crops and Products. – 2012. – Vol. 3. – P. 46-49.
- [6] Atabaeva S.D., Sarsenbayev B.A. Phytoremediation soils polluted with heavy metals – Alamy: TST-Company», 2010 – 165 p. (Rus)
- [7] Gavrilenko VF Ladygina ME, Goldobin LM. Large workshop on plant physiology. – М.: Higher School, 1975. – 392 p (Rus).
- [8] Baters L.S., Waldern R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Biol. – 1973. – P. 205-207.
- [9] Rokitsky P.F. Biological statistika – Minsk: Higher School, 1976.– 250 p. (Rus)
- [10] Vyal Y.A., Dyukova G.R., Leonova I.N., Hryanin V.N. Adaptation of the photosynthetic apparatus of broad-leaved trees to the city // Plant Physiology – 2007. – Vol. 54, № 1. – P.61-72. (Rus)
- [11] Cafe M. Stewart V.S., Borland A.M. Carbohydrates and proline in the leaves, roots and apex of resistant wheat to salinity // Plant Physiology – 2003. – Vol. 50, № 2. – P.174-182. (Rus)
- [12] Terao Y., Nakamori Sh., Takagi H. Gene Dosage Effect of L-Proline Biosynthetic Enzymes on L-Proline Accumulation and Freeze Tolerance //Applied and Environmental. – 2003. – Vol. 69, № 11. – P. 6527-6532.
- [13] Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. Proline under stress: biological role, metabolism, regulation // Plant Physiology – 1999. – Vol. 46. – P.321-336. (Rus)
- [14] Jones M.B., Walsh M. *Miscanthus* for energy and fibre. – Origins and Taxonomy of *Miscanthus*. – 2001. James & James Publishers, London. – P. 2-9.

**ЛАСТАНУ ЖАҒДАЙЫНДА *MISCANTHUS X GIGANTEUS*-ТІҢ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ  
ЖӘНЕ БИОХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ****А. Нуржанова, А. Нурмагамбетова, Р. Жаманбалинова, А. Балмуханов, Е. Сайлауханулы**

ҚР БЖҒМ ҒК «Биология және биотехнология институты» РМК, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** физиология, биохимия, биоотындық өсімдік, фиторемедиация.**Аннотация.** Мақалада биоотынды екінші ұрпақты *Miscanthus x giganteus* түрінің ауыр металдарға негізгі физиологиялық және биохимиялық адаптивті көрсеткіштерінің төзімділік қасиеттерінің зерттеу нәтижелері ұсынылады. Су сіңіру қасиеті, хлорофилл концентрасы мен каратиноид концентрацияның ара қатынасының өзгеруі, өсімдік жапырақтағы бос пролиннің активтілігі стресс жағдайында ассимиляциялық аппараттың негізгі адаптивті көрсеткіштері болатыны көрсетілген. *M.giganteus* түрі фиторемедиациялық потенциалына ие және ауыр металл иондарына қатысты эксклюдеріне жататыны анықталды.

Поступила 02.02.2016 г.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 109 – 114

**FEATURES OF KEY BOTANICAL TERRITORIES  
IN DEPENDENCE OF TYPE OF HABITAT  
WITHIN CHU-ILI MOUNTAINS****V. N. Permitina, B. M. Sultanova, A. A. Kurmantayeva**

RSE «Institute of Botany and Phytointroduction»

Science committee-Ministry of Education and Science of the RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: v.permitina@mail.ru

**Keywords:** key plant areas, flora, vegetation, habitat type, anthropogenic disturbance.**Abstract.** Selection of key botanical territories (KBT) caused by necessity to preserve biodiversity. Type of habitat is determined as an area with the same type of environmental conditions and plant communities, has a high botanical diversity, participation rare, endemic and endangered species and those under threat of disturbance or extinction. The studying flora and vegetation of habitat types on foothill landscapes with certain environmental conditions allows to make a reasonable conclusion about the biological diversity of the area of research.

The paper presents data concerning variety of habitat types, that determine the uniqueness of the plant communities in case of allocation of key botanical territories (KBT). It is showed the dependence of the spatial distribution, composition and condition of vegetation on the differences of environmental condition within the Chu-Ili Mountains.

Specific plant communities are formed in connection with a variety of habitat conditions, including soil, and due to the plants selectivity in relation to soil. Depending on the relief, the level of groundwater, slope exposure, and other factors create unequal conditions of soil formation, which are reflected to the type of vegetation. Some soil properties have a direct influence to the formation of vegetation, which include grain size, type and degree of salinity, the medium reaction. A special role is played by the depth and lithology of the parent rocks.

## ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ БОТАНИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЧУ-ИЛИЙСКИХ ГОР

В. Н. Пермитина, Б. М. Султанова, А. А. Курмантаева

РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** ключевые ботанические территории, флора, растительность, тип местообитания, почвы.

**Аннотация.** Выделение ключевых ботанических территорий (КБТ) обусловлено необходимостью сохранения биоразнообразия. Тип местообитания определяется территорией с однотипными условиями среды и растительными сообществами, обладающими высоким ботаническим разнообразием, участием редких, эндемичных и исчезающих видов, и находящихся под угрозой нарушения или исчезновения. Изучение флоры и растительности типов местообитания предгорных ландшафтов с определенными условиями среды позволяет сделать обоснованное заключение о биологическом разнообразии района проведения исследований.

В работе представлены материалы по разнообразию типов местообитаний, обуславливающих богатство растительных сообществ при выделении КБТ. Показана зависимость пространственного распределения, состав и состояние растительных сообществ от экологических условий местообитаний в пределах Чу-Илийских гор.

Специфические растительные сообщества формируются в связи с разнообразием условий мест обитания, включая почвенные, и в связи с избирательностью по отношению к ним растений. В зависимости от рельефа, уровня залегания грунтовых вод, экспозиции склона и ряда других факторов создаются неодинаковые условия почвообразования, которые отражаются на типе растительности. Отдельные свойства почв оказывают непосредственное влияние на формирование растительного покрова, к которым относится гранулометрический состав, тип и степень засоления, реакция среды. Особую роль играет глубина залегания и литология почвообразующих пород.

**Введение.** Выделение ключевых ботанических территорий (КБТ) обусловлено необходимостью сохранения биоразнообразия [1]. Тип местообитания по классификации EUNIS [2] определяется территорией с однотипными условиями среды и растительными сообществами, обладающими высоким ботаническим разнообразием, участием редких, эндемичных и исчезающих видов, находящихся под угрозой нарушения или исчезновения. Изучение флоры и растительности типов местообитания предгорных ландшафтов с определенными условиями среды позволяет сделать обоснованное заключение о биологическом разнообразии района проведения исследований.

**Методы исследования.** На основе критериев, соответствующих глобальной стратегии сохранения ботанического разнообразия, определено местонахождение КБТ, наличие на территории видов, внесенных в списки редких и исчезающих, Красную книгу КазССР, общее видовое богатство флоры и растительности, требующее сохранения и наблюдения; основные типы местообитаний, находящиеся под угрозой нарушения или исчезновения.

Выделение типов местообитаний проведено на основе европейской классификации местообитаний, интерпретации для Алтае-Саянского экорегиона в России [3, 4], и на основе собственных исследований [5-7]. Методология проведения работ включала классические методы изучения растительного покрова, экологических условий, определяемых типом местообитания и условиями среды [8, 9]. Параметры, характеризующие типы местообитаний (описание ранга геоморфологии, засоления почв), были дополнены типом почв, условиями их формирования и основными морфогенетическими свойствами.

### Результаты исследования

Исследования проводились в пределах Чу-Илийских гор и предгорной равнины. Прослежены закономерности формирования растительных сообществ с определенным флористическим составом, обуславливающим их уникальность.

Специфические растительные сообщества Чу-Илийских гор формируются в связи с разнообразием условий мест обитания, включая почвенные, и в связи с избирательностью по отношению к ним растений. В зависимости от рельефа, уровня залегания грунтовых вод, экспозиции склона и ряда других факторов создаются неодинаковые почвенные условия, которые отражаются на типе растительности. Отдельные свойства почв оказывают непосредственное влияние на формирование растительного покрова, к которым относится гранулометрический состав, тип и степень засоления, реакция среды. Особую роль играет глубина залегания и литология почвообразующих пород.

На обследованных территориях наряду с характеристикой растительного покрова участка приводятся характеристики местообитаний, включая формы рельефа и особенности морфогенетических свойств почв, за счет которых повышается общая информация об условиях среды обитания растений.

Выделение ключевых ботанических территорий проведено на основе европейской классификации типов местообитания «EUNIS».

### Обсуждение результатов

Чу-Илийские горы относятся к аридно-денудационным низкогорьям с преобладанием вогнутых склонов. Рельеф представлен плоскими вершинами гор, крутыми склонами гряд, межгорными долинами, предгорными холмисто-увалистыми и волнистыми равнинами [10]. Низкогорный массив характеризуется развитием горных каштановых почв и горных сероземов, формирующихся при близком залегании или выходе на дневную поверхность плотных коренных пород. Общими чертами почв низкогорий является малая мощность, скелетность и неполный набор генетических горизонтов [11-13]. Выделение ключевых ботанических территорий обусловлено распространением сообществ с высоким уровнем биоразнообразия, развивающихся в особых условиях низкогорий.

**Танбалы.** Растительный покров обнаженных скальных поверхностей с каменистыми осыпями, склонов и вершин гряд с выходами горных пород, предгорной холмисто-увалистой равнины представляют разнообразие типов местообитаний выделяемой ключевой ботанической территории.

На обнаженных поверхностях скал встречаются кустарничники (*Ephedra intermedia* Schrenk & C.A. Mey, *Atraphaxis virgata* (Regel) Krasn, *Cerasus tianschanica* Pojark, *Artemisia juncea* Kar. & Kir.) и разреженные группировки петрофитов (*Helianthemum songaricum* Schrenk, *Sedum alberti* Regel, *Schrenkia involucrata* Regel & Schmalh, *Seseli sessiliflorum* Schrenk), фрагментарно расположенные на уступах, осыпях, в местах скопления мелкозема.

Эродированные склоны гряд занимают полынно-типчаково-ковыльные (*Stipa sareptana* A. Beck, *S. kirghisorum*, *Artemisia subblessingiana* Krasch. ex Poljak.) сообщества, развивающиеся на светло-каштановых эродированных почвах в условиях склонового рельефа с развитием эрозионных процессов. Условия формирования определяют малую мощность почвенного профиля, сильное защебнение, буроватые тона в окраске, незначительное содержание гумуса и питательных веществ, щелочную реакцию почвенного раствора, близкое залегание скоплений карбонатов, легкорастворимых солей, гипса.

Предгорные холмисто-увалистые равнины характеризуются развитием эфемеро-злаково-полукустарничковых (*Artemisia heptapotamica* Poljak, *A. subblessingiana*, *Festuca valesiaca*, *Ephemerae*) сообществ, развивающихся на светло-каштановых малоразвитых щебнистых почвах, залегающих в сочетании с выходами горных пород. Почвы отличаются малой мощностью профиля (не более 40 см), наличием в нем щебня при незначительном количестве мелкозема. Поверхность покрыта щебнистым плащом. Реакция почвенного раствора щелочная. Почвы не засолены, преобладают среднесуглинистые разновидности.

По межгорным долинам с руслами временных водотоков формируются разнотравно-злаковые (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Phleum phleoides* (L.) Karst, *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) сообщества, местами с ивой (*Salix alba* L.) и кустарниками (*Caragana frutex* (L.) C. Koch, *Ephedra intermedia*, *Lonicera tatarica* L.,

*Spiraea hypericifolia* L.) на лугово-каштановых почвах, отличающихся наличием поверхностного дерновинного горизонта, рыхлым сложением профиля при отсутствии сформированного иллювиального горизонта. Гумусовый горизонт растянут, зернисто-комковатой структуры. Реакция почвенного раствора щелочная. Почвы не засолены, преобладают тяжелосуглинистые разновидности.

К видам антропогенного воздействия относится выпас, рекреация, дороги. Основная часть растительного покрова оценивается как фоновая. Экскурсии на осмотр петроглифов приводят к усилению рекреационной нагрузки на местообитания краснокнижных видов. Рекомендуется запрет на выпас, сбор растений, соблюдение маршрута проведения экскурсий.

**Сарыбулак** охватывает основные типы местообитаний, представленные скалистыми грядами и межгорной долиной с руслом ручья. Крутые склоны гряд характеризуются распространением кустарниково-петрофитноразнотравных (*Schrenkia involucrata*, *Artemisia juncea*, *Ephedra intermedia*, *Atraphaxis compacta* Ledeb, *A. virgata*) сообществ с участием эфемероидов (*Allium galanthum* Kar. & Kir, *A. caesium* Schrenk, *Poa bulbosa* L.) по склонам гряд на горностепных ксероморфных почвах, залегающих в сочетании с выходами горных пород. Почвы маломощные, сильнощелочные, буровато-серой окраски, со слабо выраженной структурой, выщелоченные от карбонатов, реакция почвенного раствора слабощелочная, преобладают среднесуглинистые разновидности.

Межгорные долины с руслами временных водотоков характеризуются распространением злаковых с разнотравьем и кустарниками (*Leymus multicaulis* (Kar. & Kir.) Tzvel, *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, *Potentilla bifurca* L., *Spiraea hypericifolia* L., *Lycium ruthenicum* Murr.) сообществ на лугово-каштановых почвах.

К видам антропогенного воздействия относится выпас. Степень антропогенного воздействия переходная от слабой к средней. Слабо нарушенными сохранились петрофитные группировки на крутых склонах. Склоны гряд и участки с выходами горных пород нуждаются в запрете на выпас.

**Актерек.** Разнообразие типов местообитаний предгорной волнистой равнины, представлено ксерофитными растительными сообществами, характеризующимися зональным типом степной растительности. Депрессии рельефа с дополнительным поверхностным увлажнением представлены мезофитными лугами.

Полоса предгорной равнины занята эфемероидно-полынно-дерновиннозлаковыми (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr, *S. kirghisorum* P. Smirn, *S. caucasica* Schmahl, *Festuca valesiaca* Gaudin, *Artemisia sublessingiana* Krasch. ex Poljak.) опустыненными степями. Преобладание злаков в составе сообществ определяется высотой над уровнем моря (980 м) с выровненным ходом осадков, а также эффектом предгорного увлажнения. Особенностью степных сообществ является значительное участие в них синузиды эфемеров и эфемероидов [14, 15] (*Alyssum calycinum* L., *Catabrosella humilis* Tzvel, *Carex pachystilis* J. Gay, *Poa bulbosa* L., *Allium turkestanicum* Regel, *Ferula tschuiensis* Bajt, *Tulipa bifloriformis* Vved, *T. buhseana* Boiss, *Iris songarica* Schrenk. и др.).

Ксерофитные степные сообщества формируются в условиях глубоких грунтовых вод на светло-каштановых карбонатных почвах, имеющих полноразвитый профиль с выраженной комковатой структурой гумусово-аккумулятивного горизонта и уплотненным сложением иллювиально-карбонатного горизонта, выделением карбонатов в нижней части профиля. Реакция почвенного раствора слабощелочная и щелочная. Почвы не засолены, преобладают среднесуглинистые разновидности.

Понижения рельефа занимают разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные мезофитные (*Elytrigia repens* Nevski, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) луга, развивающиеся на лугово-каштановых обыкновенных почвах полугидроморфного режима увлажнения. Почвы отличаются наличием поверхностного дерновинного горизонта, рыхлым профилем при отсутствии сформированного иллювиального горизонта. Гумусовый горизонт растянут, зернисто-комковатой структуры. Реакция почвенного покрова щелочная. Почвы не засолены, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистые.

Редкие, эндемичные и краснокнижные виды, встречающиеся на выделенных ключевых территориях, представлены *Tulipa alberti* Regel, *T. greigii* Regel, *T. regelii* Krasn, *Iridodictyum kolpakowskianum* Regel, *Juno kuschakewiczii* B. Fedtsch, *Tulipa kolpakowskiana* Regel, *Allium galanthum* Kar. et Kir. [16, 17, 18].

К видам антропогенного воздействия относится выпас. Основная часть растительного покрова оценивается как фоновая с пятнами слабой степени нарушенности. Рекомендуется запрет на выпас, прокладку нерегламентированных дорог, сбор растений.

**Выводы.** В результате проведенных исследований выделены наиболее важные и ценные ботанические участки в пределах Чу-Илийских гор и предгорной равнины по основным критериям, включая изучение растительного разнообразия.

Выделение ключевых ботанических территорий было проведено по разнообразию типов местообитания растительности и условий ее развития, ботанической ценности участков с уникальным флористическим составом, наличием комплекса редких, эндемичных или исчезающих видов.

Элементы рельефа, режим увлажнения, тип и морфогенетические свойства почв, избирательность по отношению к ним растений, а также степень антропогенной нагрузки служит дополнительной характеристикой для определения принадлежности типов местообитаний КБТ к категориям, требующей смены режима использования или охраны.

В силу отсутствия защищенности территориальной охраной для выделенных Ключевых Ботанических Территорий рекомендована охрана редких и эндемичных видов, а также оригинальных растительных сообществ в рамках особо охраняемых территорий.

**Источник финансирования исследований.** Исследования выполнялись в рамках бюджетной программы 055; по приоритету: интеллектуальный потенциал страны; по проекту «Ключевые ботанические территории Казахстана – основа мониторинга состояния растительности (на примере Присеверотянской ботанико-географической подпровинции)»; 0488/ГФ.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Национальная Стратегия и План Действий по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия. – Алматы, 1999. – 336 с.

[2] Андерсон Ш. Идентификация ключевых ботанических территорий: Руководство по выбору КБТ в Европе и основы развития этих правил для других регионов мира. – М.: Представительство Всемирного Союза Охраны Природы (IUSN) для России и стран СНГ, 2003. – 77 с.

[3] Ключевые ботанические территории Кемеровской области. – Кемерово: КРЭОО «ИРБИС», 2009. – 112 с.

[4] Артемов И.И., Королук А.Ю., Лашинский Н.Н., Смелянский И.Э. Критерии выделения ключевых ботанических территорий в Алтае-Саянском экорегионе. – Новосибирск: Сибирский экологический центр, 2007. – 106 с.

[5] Султанова Б.М., Пермитина В.Н., Курмантаева А.А. Ключевые ботанические территории предгорной равнины Сырдарьинского Каратау. // Труды международной научно-практической конференции «Успехи формирования и функционирования сети особо охраняемых природных территорий и изучение биоразнообразия». – Кустанай, 2014. – С. 46–50.

[6] Пермитина В.Н., Султанова Б.М., Курмантаева А.А. Тип местообитаний как критерий выделения ключевых ботанических территорий, определяющий разнообразие и состав растительных сообществ. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2014. – № 3. – С. 79–82.

[7] Султанова Б.М., Пермитина В.Н., Курмантаева А.А. Ключевые ботанические территории – Арганаты, Архарлы, Кыскаш – вклад в сохранение ботанического разнообразия предгорий Джунгарского Алатау. // Труды международной научной конференции «Актуальные вопросы сохранения биологического разнообразия. Интродукция растений». Риддер, 17–19 июня 2015. – С. 401–406.

[8] Полевая геоботаника. – М.–Л., 1959–1972. – Т.1–4.

[9] Почвенная съемка. Руководство по полевым исследованиям и картированию почв. – М.: АН СССР, 1959. – 346 с.

[10] Природные условия и естественные ресурсы СССР. Кавказстан. – М.: Наука, 1969. – 482 с.

[11] Ассинг И.А., Орлова М.А., Серпиков С.К., Соколов С.И., Стороженко Д.М. Почвы Казахской ССР. Почвы Джамбулской области. – Алма-Ата: Наука, 1967. – Выпуск 7. – 366 с.

[12] Соколов С.И., Ассинг И.А., Курмангалиев А.Б., Серпиков С.К. Почвы Казахской ССР. Алма-Атинская область. – Алма-Ата: Наука, 1962. – Вып. 4. – 423 с.

[13] Ерохина О.Г., Соколов А.А. О закономерностях формирования зональных типов почв западной части Заилийского Алатау и Чу-Илийских гор // Состояние и рациональное использование почв Республики Казахстан. – Алматы, 1998. – С. 29–35.

[14] Храмов В.Н. Среднемасштабная карта растительности Чу-Илийских гор и подгорных равнин. // Геоботаническое картографирование. – Л.: Наука, 1985. – С. 49–60.

[15] Храмов В.Н. Предгорные пустыни // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб: Бостон-Спектр, 2003. – С. 157–166.

[16] Красная книга Казахской ССР. – Алма-Ата: Наука, 1981. – Т. 2. – 263 с.

[17] Иващенко А.А. Тюльпаны Казахстана. – Алматы, 2005. – 192 с.

[18] Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года, № 1034. – Астана, 2006.

REFERENCES

- [1] The National Strategy and Action Plan for the conservation and sustainable use of biological diversity. - Almaty, 1999. - 336 p. (in Russ.).
- [2] Anderson S. Identification of key botanical areas: Guidance for the selection of KBT in Europe and the basis for the development of these rules to other regions of the world. - M.: The World Conservation Union (IUSN) for Russia and CIS countries, 2003 - 77. (in Russ.).
- [3] Key botanic territories of the Kemerovo region. - Kemerovo KREOO "IRBIS", 2009. - 112 p. (in Russ.).
- [4] Artemov I.I., Koroljuk A.Y., Laschinsky N.N., Smelyanskiy I.E. Criteria for selection of key botanical territories in the Altai-Sayan ecoregion. - Novosibirsk: Siberian Environmental Center, 2007. - 106 p. (in Russ.).
- [5] Sultanova B.M., Permitina V.N., Kurmantaeva A.A. Key botanic territories of piedmont plain Syrdarya Karatau. // Proceedings of the International scientific and practical conference "The success of formation and functioning of a network of protected areas and the study of biodiversity." - Kostanay, 2014. - p. 46-50. (in Russ.).
- [6] Permitina V.N., Sultanova B.M., Kurmantaeva A.A. Type of habitat as a criterion for allocation of the key botanical territories, determining the diversity and composition of plant communities. // News of NAS RK. Series of biological and medical. - 2014. - № 3. - p. 79-82. (in Russ.).
- [7] Sultanova B.M., Permitina V.N., Kurmantaeva A.A. Key botanic territories - Arganaty, Arkharly, Kyskash - contribute to the conservation of botanical diversity foothills of the Jungar Alatau. // Proceedings of the international scientific conference "Actual issues of biodiversity conservation. Plant introduction." Ridder, June 17-19, 2015. - p. 401-406. (in Russ.).
- [8] Field geobotany. - Leningrad, 1959-1972. - V.1-4. (in Russ.).
- [9] The soil survey. Guidelines for field research and mapping of soils. - M.: USSR Academy of Sciences, 1959. - 346 p. (in Russ.).
- [10] Natural conditions and natural resources of the USSR. Kazvstan. - M.: Nauka, 1969 - 482 p. (in Russ.).
- [11] Assing I.A., Orlova M.A., Serpikov S.K., Sokolov S.I., Storozhenko D.M. The soils of the Kazakh SSR. Soils Dzhambul region. - Alma-Ata, Nauka, 1967. - Issue 7 - 366. (in Russ.).
- [12] Sokolov S.I., Assing I.A., Kurmangaliyev A.B., Serpikov S.K. The soils of the Kazakh SSR. Alma-Ata region. - Alma-Ata, Nauka, 1962. - Vol. 4 - 423 p. (in Russ.).
- [13] Erokhina O.G., Sokolov A.A. On the laws of formation of zonal types of soils west of the Trans-Ili Alatau and the Chu-Ili mountains // Status and sustainable use of soils of Kazakhstan. - Almaty, 1998. - P. 29-35. (in Russ.).
- [14] Khrantsov V.N. Mesoscale vegetation map of Chu-Ili mountains and piedmont plains. // Geobotanical mapping. - L.: Nauka, 1985. - P. 49-60. (in Russ.).
- [15] Khrantsov V.N. Foothill deserts // botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert region). - St. Petersburg: Boston Spectrum, 2003. - p. 157-166. (in Russ.).
- [16] The Red Book of the Kazakh SSR. - Alma-Ata, Nauka, 1981. - V. 2. - p. 263. (in Russ.).
- [17] Ivashchenko A.A. Tulips of Kazakhstan. - Almaty, 2005. - 192 p. (in Russ.).
- [18] The list of rare and endangered plant species. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 31, 2006, № 1034. - Astana, 2006. (in Russ.).

ШУ-ІЛЕ ТАУ АРАЛЫҒЫНДАҒЫ НЕГІЗГІ  
БОТАНИКАЛЫҚ АУМАҚТАРДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН КӨРСЕТУ

В. Н. Пермитина, Б. М. Султанова, А. А. Құрмантаева

ҚР БҒМ ҒК РМҚ «Ботаника және фитоинтродукция институты», Алматы қаласы

**Тірек сөздер:** негізгі ботаникалық аумақтар, флора, өсімдік, мекен ортасының сипаты, антропогендік зақымдау.

**Аннотация.** Мақалада анықталған негізгі ботаникалық аумақтардағы (Н.Б.А), өсімдіктер қауымдас-тығынның көп таралды, өсу ортасының сипатының түрлілігі туралы материалдар келтірілген. Шу-Іле таулары жығдайындағы өсімдіктер қауымдас-тығының кеңістікте таралуы, құрамы экологиялық өсу ортасына байланыстылығы анықталды.

Негізгі ботаникалық аумақтарды (Н.Б.А) бөлу биоалуандықты сақтауда қажет. Мекен ортасының типі біртекті орта жағдайы мен жоғары ботаникалық алуандығы бар, бүлінулер немесе жойылу қаупіндегі сирек, эндемдік және жойылып бара жатқан түрлер қатысатын өсімдік қауымдас-тықтары арқылы анықталады.

Ерекше өсімдік қауымдас-тықтары мекен ортасының, оған қоса топырақ ерешеліктеріне, оларға қатысты өсімдіктердің бейімделулеріне байланысты қалыптасады. Бедерге, жер асты суларының деңгейіне, беткей экспозициясына және басқа да факторларға байланысты топырақ қалыптасуының әртүрлі жағдайы пайда болады, олар өсімдік жабын типінде көрініс табады.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 115 – 121

**ANALYSIS OF FLORA  
OF CENTRAL RECREATION PARK OF ALMATY****G. A. Sadyrova<sup>1</sup>, S. M. Dzhamilova<sup>2</sup>**<sup>1</sup>RSE “Institute of Botany and phytointroduction”, MES RK, Almaty, Kazakhstan,<sup>2</sup>Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gulbanu-s@mail.ru, sauka70@mail.ru

**Key words:** flora urbanization, vascular plants, ecology, rare species, the Central Park of Culture and Recreation, life forms, Almaty.

**Abstract.** The article deals with analysis of the flora of Central Park of Culture and Recreation in Almaty. The study of the flora of Central Park was carried out during 2015. Routes were covered the entire territory of the Central Park of Culture and Recreation in Almaty. A complete inventory of the species composition of Central Park was conducted. It provides taxonomic, ecological analysis of the flora of Central Park of Culture and Recreation, and the park is considered distribution of the plants life forms. Taxonomic structure analysis showed the absence of the flora of Almaty Central Park Lycopsidea and relatively weak representation of vascular horsetails - ferns - *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Analysis of the leading families showed that the addition of the flora of the Central Park of Culture and leisure play an important role of the family *Rosaceae*, where most of the species are tree and shrub forms, as well as family *Asteraceae* and *Poaceae* where they play a dominant role among the herbaceous plants. Central Park flora research has shown that the vast majority of trees and shrubs in the park (92.7%) were introduced foreign species and only 7.3% of natural dendroflora of Kazakhstan.

УДК 581.6 (574.20)

**АНАЛИЗ ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКА  
КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА Г. АЛМАТЫ****Г. А. Садырова<sup>1</sup>, С.М. Джамилова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>РГП «Институт Ботаники и Фитоинтродукции» МОН РК, Алматы, Казахстан,<sup>2</sup>«Казахский национальный педагогический университет» им. Абая, г. Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** урбанизированная флора, сосудистые растения, экология, редкие виды, Центральный парк культуры и отдыха, жизненные формы, город Алматы.

**Аннотация.** В статье рассматривается анализ флоры Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы. Изучение флоры центрального парка проводилось в период 2015 года. Маршрутами была охвачена вся территория Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы. Проведена полная инвентаризация видового состава флоры Центрального парка. Приводится таксономический, экологический анализ флоры центрального парка культуры и отдыха, а также рассматривается распределение парковых растений по жизненным формам. Таксономической анализ структуры показал отсутствие во флоре Центрального парка г. Алматы плауновидных, и относительно слабую представленность сосудистых споровых хвощей - папоротников - *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. Анализ ведущих семейств показал, что в сложении флоры Центрального парка культуры и отдыха большую роль играют семейства розоцветных, где большая часть видов относится к древесно-кустарниковым формам, а также семейства мятликовых и сложноцветных где доминирующую роль они играют среди травянистых растений. Исследования флоры Центрального парка показало, что подавляющая часть древесно-кустарниковой растительности парка (92,7%) составляют интродуцированные инорайонные виды и только 7,3% из природной дендрофлоры Казахстана.

В настоящее время урбанизация является одной из основных тенденций развития общества. Увеличение численности населения, рост числа городов и территорий, которые они занимают, т.е. урбанизация приняла глобальные масштабы. В крупных городах под воздействием различных антропогенных факторов происходит изменение естественных условий окружающей среды, видового состава и их соотношения. Растения являются неотъемлемой частью экосистем, поэтому исследование урбанофлор и особенностей их формирования является одним из актуальных направлений современной флористики [1].

Центральный парк культуры и отдыха расположен на территории Медеуского района г. Алматы. Он является одним из старейших парков города.

Общая площадь Центрального парка составляет 42 га. Координаты парка - 43°15'44" с. ш. 76°58'09" в. д.

История Центрального парка культуры и отдыха берет свое начало с возникновения гражданских поселений вокруг укрепления Верного (Алматы) и развитию различных промыслов. Впервые парк был заложен как Казенный сад, где началом его основания следует считать 1856 год, когда по инициативе военного губернатора Г.А. Колпаковского в укрепление Верного из Кульджи завезли саженцы плодовых деревьев. Для их посадки отвели свободную площадь за рекой Малой Алматинкой. Первым садовником в нем был Марк Крештопенко, в том же году приехавший из Крыма. Садовод М. Крештопенко, имевший опыт работы в Крыму, посадил в саду первые лиственные и хвойные деревья. Для работы он привлек любителей садоводства-верненцев Кутабердина, Сергеева, Чванова и других. Крештопенко, изучив климатические условия, структуру почвы, пришел к выводу, что в Казенном саду, как и на территории всего укрепления, могут расти не только среднеазиатские растения, но и виды, характерные для Центральной России. В 1868 году в Верный были доставлены саженцы и семена из Ташкента, Никитского ботанического сада, Пензенского училища садоводства. В 1874 году Крештопенко передал дела по управлению Казенным садом О. Бауму, благодаря усилиям которого парк превратился в место народных гуляний. «Казенный сад» или питомник имел целью разведение плодовых и декоративных растений, овощей; выращивание шелковичных грен; создание пасек и прочее. Постепенно Казенный сад превратился в парк отдыха состоятельных горожан. Фруктовые деревья постепенно заменялись на декоративные, привезенные из Сибири или Европы (береза, сосна, дуб, липа, вяз). В парке была устроена оранжерея, цветники, проложены дорожки, посыпанные речным гравием, сделано освещение. По вечерам здесь играла музыка, устраивались танцы (в праздники и воскресенья). Была бильярдная и буфет. Это было любимое место летнего отдыха офицеров и чиновников Верного [2-4].

В годы первой русской революции 1905-1907 гг. рабочие предприятий Верного, учащаяся молодежь проводили в логах маевки, митинги и сходки. В годы борьбы за установление Советской власти в 1918 году здесь проходила линия обороны красногвардейских отрядов. В 1919 году в парке проводились айтысы с участием Жамбула Жабаева.

В 1934 году парк был реконструирован, на берегах углубленного водоема были размещены базы отдыха трудящихся Алма-Аты, оборудованы аттракционы. Создана уникальная поливочная и арычная система, охватывающая весь парк. В восточной части на бывших клеверных участках был создан зоопарк.

В 1935 году парк получил название «Парк культуры и отдыха имени А. М. Горького», а в 1941 году был установлен памятник Горькому.

В 1965 г. парк культуры и отдыха имени А. М. Горького был признан лучшим парком Советского Союза [5, 6].

В настоящее время на территории Центрального парка культуры и отдыха расположены кинотеатр «Родина», спортивный комплекс (велотрек, стадион Спартак), площадки культурно-массового назначения, предприятия общественного питания, разнообразные кафе, детские аттракционы, детская железная дорога, аквапарк, зимний и летний аквапарки, спортивные площадки, станции проката лодок и катамаранов, имеется динопарк и другие развлекательные площадки ( в соответствии с рисунками 1–4).

На сегодняшний день в Центральном парке культуры и отдыха существуют различные аллеи – березовая, дубовая, тополевая, сосновая, карагачевая которые по данным А. Лухтанова были посажены учениками садового училища в начале XX века [5].

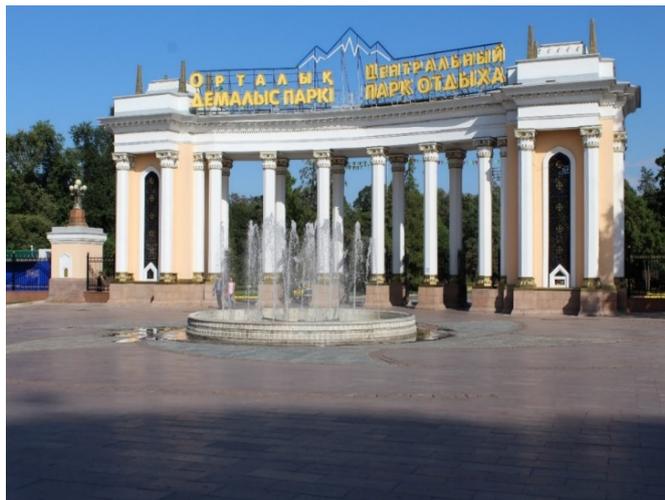


Рисунок 1 – Центральный парк культуры и отдыха



Рисунок 2 – Атракционы в Центральном парке



Рисунок 3 - Место отдыха у пруда

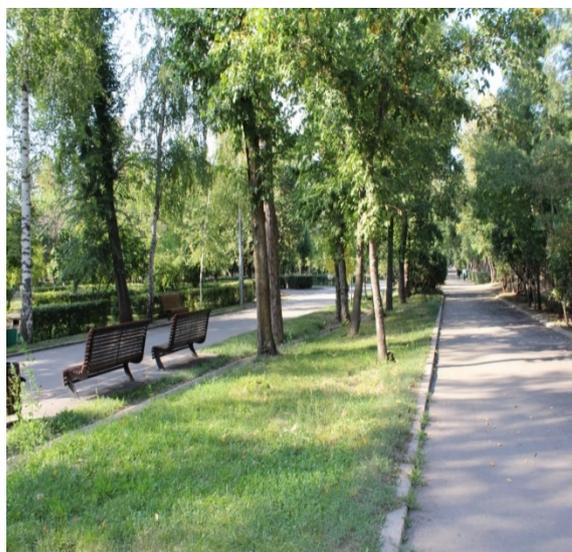


Рисунок 4 - Тенистые аллеи

Целью настоящей работы было исследование флоры центрального парка культуры и отдыха г. Алматы. В задачу данной работы входило проведение инвентаризации видового состава сосудистых растений, сбор материала древесных, кустарниковых и травянистых растений флоры центрального парка культуры и отдыха г. Алматы

### Материалы и методы исследования

Основными методами исследования урбанизированной (городской) флоры Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы были общепринятые классические методики ботанических и флористических исследований: в полевых условиях использовался традиционный метод маршрутно-рекогносцировочный. Сбор и обработка гербарного материала проводились по общепринятой методике А.К. Скворцова [7]. В процессе определения гербария в качестве источников использовались многотомные сводки: «Флора СССР» [8], «Флора Казахстана» [9], «Деревья и кустарники

Казахстана» [10], «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» [11]. Для уточнения видовых и родовых названий использованы последние сводки С.К. Черепанова, С.А. Абдулиной [12, 13]. Типы жизненных форм будут проведены по классификациям К. Раункиера и И.Г. Серебрякова [14].

Экземпляры древесных, кустарниковых и травянистых растений собирались в гербарные папки с описанием мест сбора (зафиксированные с помощью GPS), даты и коллектора. Камеральная обработка, идентификация видов проводились в лаборатории: после полевых работ, материал подвергался дополнительной сушке и просмотру с помощью бинокулярных луп и распределен по систематическим группам. Гербарный материал собирался в течение всего вегетационного периода, одни и те же места посещались неоднократно для максимально полного сбора гербарных образцов. Были изучены гербарные фонды Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК, кафедры биоразнообразия и биоресурсов КазНУ им. аль-Фараби.

Исследования флоры парка проводились в период 2015 года маршрутным методом.

### Результаты исследования

Предлагаемый нами анализ флоры Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы составлен на основе научных источников и дополнен материалами, собранными в ходе исследовательской работы.

По материалам наших исследований флора Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы насчитывает 204 вида, относящихся к 162 родам и 111 семействам.

Исследования флоры Центрального парка показали, что подавляющая часть древесно-кустарниковой растительности парка (92,7%) составляют интродуцированные инорайонные виды и только 7,3% из природной дендрофлоры Казахстана. Среди травянистой растительности наблюдается внедрение сорных и луговых растений: *Plantago major*, *Plantago lanceolata*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratensis*, *Sonchus oleraceus*, *Artemisia vulgaris*, *Artemisia annua* и др.

Основу флоры Центрального парка составляют покрытосеменные растения, на долю которых приходится 185 видов, что составляет 90,6% от всего видового состава и лишь незначительное количество видов приходится на *Pinophyta* - 19 видов (9,3%) и *Polypodiophyta* – 1 вид (0,49%).

Таблица 1 – Таксономическая структура флоры Центрального парка культуры и отдыха

Таксоны	Семейства	% от общего числа	Рода	% от общего числа	Видов	% от общего числа
<i>Polypodiophyta</i>	1	0,90	1	0,61	1	0,49
<i>Pinophyta</i>	6	5,4	9	5,5	19	9,3
<i>Magnoliophyta</i>	105	94,6	153	94,4	185	90,6
<i>Magnoliopsida</i>	103	50,4	137	84,5	165	80,8
<i>Liliopsida</i>	2	0,98	16	7,8	20	9,8
Всего:	111	100	162	100	204	100

Анализ крупнейших семейств флоры Центрального парка культуры и отдыха показал, что ведущими по числу родов семействами являются: *Rosaceae* (30; 14,7%), *Poaceae* (19; 9,3%), *Asteraceae* (15; 7,3%), *Pinaceae* (13; 6,4%), *Fabaceae* (12; 5,9%), *Cupressaceae* (8; 3,9%), *Liliaeae* (8; 3,9%), *Aceraceae* (8; 3,9%), *Oleaceae* (8; 3,9%), *Brassicaceae* (6; 2,9%), *Caprifoliaceae* (6; 2,4%), *Ulmaceae* (4; 1,9%), *Berberidaceae* (4; 1,9%), *Ranunculaceae* (4; 1,9%). На эти 10 крупнейших семейств приходится 144 вида или 71% всей флоры Центрального парка. Два семейства: *Polygonaceae* и *Ariaceae* содержит по 3 вида каждый. Шесть семейств: *Ariaceae*, *Betulaceae*, *Bignoneaceae*, *Moraceae*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Hydrangeaceae* содержат по 2 вида каждый (таблица 2). И по одному виду содержат 30 семейств. К ним относятся такие семейства как *Facaceae*, *Tiliaceae*, *Elaeagnaceae*, *Juglandaceae*, *Celastraceae*, *Liliaceae*, *Cornaceae*, *Rhamnaceae*, *Rutaceae*, *Viburnaceae*, *Taxaceae*, *Buxaceae*, *Urticaceae* и другие.

Анализ крупнейших родов флоры Центрального парка показал, что по числу крупнейших родов самыми крупными родами оказались: *Acer*, который содержит 8 видов, за ним следует род *Picea* - 7 видов, род *Juniperus* - 6 видов, род *Spiraea* содержит 5 вида, по четыре вида имеют роды – *Populus*, *Fraxinus*, *Ulmus*. Четыре рода *Crataegus*, *Pinus*, *Berberis*, *Lonicera* содержат по 3 вида (таблица 3). В этих одиннадцати родах содержится 50 видов, что составляет 36%. Двадцать два

Таблица 2 – Ведущие семейства флоры Центрального парка культуры и отдыха

Семейства	Количество родов	Количество видов	% от общего числа видов
1 <i>Rosaceae</i>	20	30	14,7
2 <i>Poaceae</i>	14	19	9,3
3 <i>Asteraceae</i>	15	15	7,3
4 <i>Pinaceae</i>	5	13	6,4
5 <i>Fabaceae</i>	11	12	5,9
6-7 <i>Cupressaceae</i>	5	8	3,9
6-7 <i>Salicaceae</i>	6	8	3,9
6-7 <i>Aceraceae</i>	1	8	3,9
6-7 <i>Oleaceae</i>	3	8	3,9
8 <i>Brassicaceae</i>	6	6	2,9
9 <i>Caprifoliaceae</i>	3	5	2,4
10-11 <i>Ulmaceae</i>	2	4	1,9
10-11 <i>Berberidaceae</i>	2	4	1,9
10-11 <i>Ranunculaceae</i>	3	4	1,9
12-13 <i>Polygonaceae</i>	3	3	1,4
12-13 <i>Apiaceae</i>	3	3	1,4
14-15 <i>Betulaceae</i>	1	2	0,98
14 -15 <i>Bignoniaceae</i>	1	2	0,98
14-15 <i>Moraceae</i>	1	2	0,98
14-15 <i>Hydrangeaceae</i>	2	2	0,98
14-15 <i>Chenopodiaceae</i>	2	2	0,98
14-15 <i>Caryophyllaceae</i>	2	2	0,98
Всего:	111	162	80,8

Таблица 3 – Крупнейшие роды флоры Центрального парка культуры и отдыха

Роды	Количество видов	% от общего числа видов
1 <i>Acer</i>	8	5,7
2 <i>Picea</i>	7	5,0
3 <i>Juniperus</i>	6	4,3
4 <i>Spiraea</i>	5	3,6
5-6 <i>Populus</i>	4	2,8
5 -6 <i>Fraxinus</i>	4	2,8
5 -6 <i>Ulmus</i>	4	2,8
7 -8 <i>Crataegus</i>	3	2,1
7 -8 <i>Pinus</i>	3	2,1
7 -8 <i>Berberis</i>	3	2,1
7-8 <i>Lonicera</i>	3	2,1
9-10 <i>Pyrus</i>	2	1,4
Всего:	48	29,6

рода содержат в своем составе по 2 вида. К ним относятся: *Pyrus*, *Salix*, *Catalpa*, *Sorbus*, *Prunus*, *Morus*, *Malus*, *Sambucus*, *Cerasus*, *Viburnum*, *Cotoneaster*, *Rosa*, *Trifolium*, *Plantago*, *Bromus*, *Agrostis*, *Festuca*, *Poa*, *Corydalis*, *Artemisia*. И, наконец, 108 родов содержат в своем составе всего по 1 виду. Это *Descurania*, *Brassica*, *Capsella*, *Mahonia*, *Physocarpus*, *Taxus*, *Philadelphus*, *Euonymus*, *Buxus*, *Platicladus*, *Rhus*, *Ptelea*, *Larix*, *Aesculus*, *Chenopodium*, *Forsythia*, *Tsuga*, *Thuja*, *Datura*, *Polygonum*, *Phellodendron*, *Swida*, *Lecpedeza*, *Corylus* и другие.

Изучение урбанофлоры не может быть полным без анализа жизненных форм, поскольку ее биоморфологическая структура отражает характер адаптации растений к набору условий среды, сложившихся в определенных экотопах. Поэтому ее анализ служит надежным инструментом познания экологии местообитания. Основой для анализа жизненных форм в наших исследованиях послужили системы жизненных форм И.Г. Серебрякова и К. Раункиера [14].

Экологический анализ исследованной флоры показал, что по отношению к влажности ведущую роль по количеству видов занимают мезоксерофиты (96%) и ксеромезофиты (4%), что соответствует условиям, сложившимся на территории Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы.

Анализ биоморф показал, что по жизненным формам флора Центрального парка культуры и отдыха характеризуется доминированием травянистых растений 84 вида или 41,2%, из них подавляющее большинство относится к травянистым поликарпикам (77; 37,7%). Травянистые монокарпики играют значительно меньшую роль в сложении флоры (7; 3,4%). На втором месте находятся деревья, где на долю деревьев приходится 71 вид или 34,8%. И на третьем месте – кустарники. Доля участия кустарников и кустарничков составляет 49 видов или 24,0%.

Деревья представлены в семействах розоцветных (10 видов), березовых (2), сосновых (13), ивовых (8), кленовых (8), маслинных (8), тутовых (2), вязовых (4), симиарубовых (1), рутовых (1), ореховых (1), крушиновых (1), буковых (1), бобовых (2), сапидиновых (1).

Кустарники представлены в семействах розоцветных (16), барбарисовых (2), бересклетовых (1), жимолостных (3), бигноневых (2), сумачовых (2), адоксовых (2), маслиновых (2).

Многолетники преобладают в семействах сложноцветных (15), мятликовых (12), бобовых (10), лютиковых (4), гречишных (3), зонтичных (3), гвоздичных (2), маревых (2), дымяноквые (1), норичниковые (1) и др.

Таким образом, флора Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы представлена древесно-кустарниковой растительностью, где подавляющее большинство составляют инорайонные интродуцированные виды (93%) и только 7% из местных видов, высеваются газонные травы, которые в последствии естественным образом замещаются более устойчивыми видами.

**Заключение.** На территории Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы выявлено 204 вида, относящихся к 162 родам и 111 семействам, где основу флоры парка составляют покрытосеменные растения, на долю которых, приходится 185 видов, что составляет 90,6% от всего видового состава и лишь незначительное количество видов приходится на *Pinophyta* -19 видов (9,3%) и *Polypodiophyta* – 1 вид (0,49%). Анализ крупнейших семейств флоры, показал, что ведущими по числу родов семействами являются: розоцветные, мятликовые, сложноцветные, сосновые, бобовые, кипарисовые, лилейные, кленовые, маслиновые, крестоцветные. На эти 10 крупнейших семейств приходится 144 видов или 71% всей флоры Центрального парка. Анализ жизненных форм показал, что флора Центрального парка культуры и отдыха характеризуется доминированием травянистых растений, где подавляющее большинство относится к травянистым поликарпикам (77; 37,7%). Травянистые монокарпики играют значительно меньшую роль в сложении флоры (7; 3,4%). Большую роль в сложении флоры играет древесно-кустарниковая растительность, что составляет 58,8% от всего видового состава.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Очерк системы основных понятий флористики // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. – Ленинград: Наука, 1987. – С. 242–266.

[2] Парки и скверы города Алматы. 1917-1991 гг. (Сборник архивных документов). – Алматы, 2008. – 478 с.

[3] Парки и скверы города Алматы, 1868-1916 гг. (Сборник архивных документов). – Алматы, 2005. – 127 с.

Алма-Ата. Энциклопедия. - Алма-Ата, -1983. - С. 12.

- [4] Письменные источники по истории и культуре Алматы. – Алматы, 2008. – 256 с.  
[5] Лухтанов А.А. Город Верный и Семиреченская область. – Алматы, 2014. – 380 с.  
[6] Назаревский О.К. Алма-Ата. – М., 1961.  
[7] Скворцов А.К. Гербарий. – М., 1977. – 199 с.  
[8] Флора СССР. – М.; Л., 1934-1964. – Т. 1-30.  
[9] Флора Казахстана. – Алма-Ата, 1956–1966. – Т. 1–9.  
[10] Мушегян А.М. Деревья и кустарники Казахстана. – Алма-Ата, 1962. – Т. 1, 2.  
[11] Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата, 1962–1975. –Т. 1, 2.  
[12] Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л., 1981. – 509 с.  
[13] Абдулина С.А. Сосудистые растения Казахстана. – Алматы, 1998. – 188 с.  
[14] Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. – М., 1962. – 378 с.

#### REFERENCES

- [1] Yurtsev B.A., Kamelin R.V. Outline of the basic concepts of floristry // Theoretical and methodological problems of comparative floristics. - Leningrad: Nauka. - 1987. - p. 242-266.  
[2] Parks of the city of Almaty. 1917-1991 years. (Collection of archive documents). Almaty, - 2008. - 478 p.  
[3] Parks of Almaty, 1868-1916 (Collection of archive documents). - Almaty, 2005 - 127.  
Alma-Ata. Encyclopedia. - Alma-Ata, -1983. - p. 12.  
[4] The written sources on the history and culture of Almaty. - Almaty - 2008 - 256.  
[5] Luhtanen A.A. City Faithful and Semirechenskaya area. Almaty, - 2014. - 380 p.  
[6] Nazarevskiy D.C. Alma-Ata. - Moscow, 1961.  
[7] Skvortsov A.K. Herbarium. - Moscow, 1977. - 199 p.  
[8] Flora of the USSR. - M.: LA, 1934-1964.V.1-30.  
[9] People of Kazakhstan. - Almaty, 1956 - 1966 ТТ 19.  
[10] Mushegyan A.M. Trees and shrubs in Kazakhstan. - Almaty, 1962. ТТ 12.  
[11] Illustrated Manual of the plant in Kazakhstan. - Almaty, 1962 - 1975 - ТТ 1 - 2.  
[12] Cherepanov S.K. Vascular plants of the Soviet Union. - Leningrad, 1981. - 509 p.  
[13] Abdulina S.A. Vascular plants of Kazakhstan. - Almaty, 1998. - 188 p.  
[14] Serebryakov I.G. Ecological plant morphology. - Moscow, 1962. - 378 p.

### АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ОРТАЛЫҚ МӘДЕНИЕТ ЖӘНЕ ДЕМАЛЫС САЯБАҒЫ ФЛОРАСЫНЫҢ АНАЛИЗИ

Г. А. Садырова<sup>1</sup>, С. М. Джамилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ҚР БЖҒМ «Ботаника және фитоинтродукциясы институты», Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>Абай атындағы «Ұлттық педагогикалық университеті», Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** урбанизацияланған флора, тамырлы өсімдіктер, экология, сирек түрлер, Орталық мәдениет және демалыс саябағы, тіршілік формалары, Алматы қаласы.

**Аннотация.** Мақалада Алматы қаласының орталық мәдениет және демалыс саябағы флорасының талдауы қарастырылған. Орталық саябақтың флорасын зерттеу жұмыстары 2015 жылы жүргізілді. Зерттеу барысында Алматы қаласының орталық мәдениет және демалыс саябағының барлық алқабы қамтылды. Алматы қаласының орталық мәдениет және демалыс саябағы флорасына түрлік құрамға қатысты толығымен инвентаризация жүргізілді.

Поступила 02.02.2016 г.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 122 – 128

**THE SELECTION AND STUDY OF THE BIOCOMPATIBILITY  
OF BACTERIA, PERSPECTIVE FOR THE CREATION  
OF EM ASSOCIATIONS**

**I. E. Smirnova, A. Zh. Sultanova, A. A. Sabdenova**

Institute of Microbiology and Virology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: iesmirnova@mail.ru

**Key words:** biocompatibility, nitrogen-fixing, cellulolytic, phosphate mobilizing, EM association.

**Abstract.** At the present time in Kazakhstan there is a constant decrease soil fertility of agricultural land, environmental degradation, intensive degradation and destruction agricultural landscapes and ecosystems. The degraded soils decrease the diversity groups of soil microorganisms (producers), not only a reduction in their number, but also physiological activity. Such state of pasture ecosystems raises the problem of the restoration of degraded pastures and increases their productivity. For improvement of and restoration of soil fertility melioration promising technique is the use of EM technology based on the use of various physiological groups of microorganisms, such as nitrogen-fixing, phosphate mobilizing and cellulolytic microorganisms. When these microorganisms introduced into soil, soil enriched for plant nutrition elements (enzymes, vitamins, amino acids, etc.) and becomes fertile. For practical uses of EM technology, physiological significant role of these groups of microorganisms to increases. Search, isolation, study of agronomical valuable microorganisms and selection of strains partners for creation EM associations are of great importance for the restoration of soil fertility and is the current direction of the study.

From the soil of agricultural lands in Almaty, Kyzylorda and South Kazakhstan region there were isolated free-living nitrogen-fixing, cellulolytic and phosphate mobilizing bacteria. The collection, including 54 strains of nitrogen-fixing, strain phosphate mobilizing 42 and more than 300 strains of cellulolytic bacteria has been created.

In the detailed study of the bacteria four strains of nitrogen-fixing, five strains phosphate mobilizing and four strains of cellulolytic bacteria were selected. The selected strains are characterized by high nitrogen fixing capability, increased ability to mobilize phosphate soil and high activity cellulase complex. For creating sustainable and productive EM associations, biocompatibility of selected strains of bacteria has been studied. The study of biocompatibility showed that all studied strains belonging to different groups of bacteria physiological not possess antagonism to each other. On the basis of these strains EM associations can be created for restore degraded rangelands.

УДК 579.64

**ПОДБОР И ИЗУЧЕНИЕ БИОСОВМЕСТИМОСТИ БАКТЕРИЙ,  
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭМ-АССОЦИАЦИЙ**

**И. Э. Смирнова, А. Ж. Султанова, А. А. Сабденова**

Институт микробиологии и вирусологии, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** биосовместимость, азотфиксирующие, целлюлолитические, фосфатмобилизирующие бактерии, ЭМ-ассоциации.

**Аннотация.** В настоящее время в Казахстане происходит постоянное снижение уровня плодородия почв сельскохозяйственных угодий, ухудшение экологической обстановки, интенсивная деградация и разрушение агроландшафтов и экосистем. При деградации почв резко снижается многообразие групп почвенных микроорганизмов (редуцентов), происходит снижение не только их количества, но и физиологической активности.

Такое неудовлетворительное состояние пастбищных экосистем выдвигает насущную проблему для Казахстана - восстановление деградированных пастбищ и повышение их продуктивности. Для оздоровления и восстановления плодородия почв наиболее перспективным мелиоративным приемом является применение ЭМ-технологии, основанной на использовании различных физиологических групп микроорганизмов, таких как азотфиксирующие, фосфатмобилизирующие и целлюлолитические микроорганизмы. Эти микроорганизмы при внесении их в почву обогащают ее легкодоступными элементами питания, делают почву плодородной и поставляют растениям необходимые продукты своей жизнедеятельности (ферменты, витамины, аминокислоты и пр.). При практическом использовании ЭМ-технологии возрастает роль этих физиологически значимых групп микроорганизмов. Поэтому поиск, выделение, изучение агрономически ценных микроорганизмов и подбор штаммов-партеров различных физиологических групп для создания устойчивых и продуктивных ЭМ-ассоциаций имеет большое значения для восстановления почвенного плодородия и является актуальным направлением исследования.

Из почв сельскохозяйственных угодий Алматинской, Кызылординской и Южно-Казахстанской области были выделены свободноживущие азотфиксирующие, целлюлолитические и фосфатмобилизирующие бактерии и создана коллекция, включающая 54 штамма азотфиксирующих, 42 штамма фосфатмобилизирующих и более 300 штаммов целлюлолитических бактерий.

Детальное изучение бактерий позволило отобрать четыре штамма азотфиксирующих, пять штаммов фосфатмобилизирующих и четыре штамма целлюлолитических бактерий. Отобранные штаммы характеризовались высокой азотфиксирующей способностью, повышенной способностью к мобилизации фосфатов почвы и высокой активностью целлюлазного комплекса. С целью создания устойчивых и продуктивных ЭМ-ассоциаций была изучена биосовместимость отобранных штаммов бактерий. Исследование биосовместимости показало, что исследуемые все штаммы, относящиеся к разным физиологическим группам бактерий, не обладают антагонизмом по отношению друг к другу. На основе этих штаммов возможно создание ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов, планируемых для практического применения при восстановлении деградированных пастбищных земель.

**Введение.** Системный анализ состояния пастбищ Казахстана показывает, что большая часть пастбищных экосистем серьезно нарушена, ряд ценных видов кормовых трав исчезли или стали редкими, почвы сильно истощены. Существующий ассортимент многолетних пастбищных трав в настоящее время не отвечает, сложившимся в результате антропогенного давления, экологическим требованиям [1-5]. Многолетними наблюдениями установлено, что при рациональном использовании пастбищ их продуктивность сохраняется, при нерациональном, таком как перегрузка, перевыпасы и нарушение сезонности выпаса скота, происходит деградация почв и, как следствие, опустынивание ландшафта. Особенно выраженное проявление деградации пастбищной растительности наблюдается вокруг колодцев, где сокращается видовой состав и происходит замена поедаемых трав на непоедаемые [6-8]. Нарушенные агрофитоценозы не устойчивы к процессам эрозии и опустынивания земель, что отрицательно сказывается на состоянии животноводства. Потери гумуса в них составляют 25-30% и они не восполняются. Ветровой эрозии подвержены 60% пастбищных земель, более 50% почв в той или иной степени засолены. Все эти негативные процессы вызывают обеднение биоразнообразия, снижение продуктивности природных пастбищных экосистем и, как следствие, ухудшение кормовой базы пастбищного животноводства и качества жизни населения [9-11].

Одним из наиболее перспективных решений восстановления деградированных пастбищ является биологическое или альтернативное земледелие, при котором решающим становится не применение минеральных удобрений, а поддержание почвы в биологически активном, жизнедеятельном состоянии, обеспечивающем ее плодородие. Биологическое земледелие основывается на использовании восстановительного потенциала микроорганизмов, являющихся главным экологическим фактором почвообразования, и состоит в применении ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов (ЭМ-ассоциации) [12-14]. При этом не применяются минеральные удобрения, пестициды и другие химические средства, продукция становится экологически чистой и полностью безопасной для человека и сельскохозяйственных животных [15-19]. ЭМ-микроорганизмы представляют многовидовую, полифункциональную композицию или искусственно созданную ассоциацию, в состав которой входит смесь живых микроорганизмов, относящихся к различным родам и видам, и в основном представленных, азотфиксирующими, фосфатмобилизирующими и силикатными группами микроорганизмов. ЭМ-ассоциации соответствуют нормаль-

ному микробиоценозу плодородной почвы, обладают защитно-стимулирующим действием на растения, повышают урожайность и улучшающих качество конечной продукции. При внесении их в почву они обогащают ее легкодоступными элементами питания, делают почву плодородной и поставляют растениям необходимые продукты своей жизнедеятельности (ферменты, витамины, аминокислоты и пр.).

Для создания устойчивых и продуктивных ЭМ-ассоциаций необходимо провести подбор партнеров ассоциации и изучить их взаимоотношения. Целью проведенных исследований являлось подбор и изучение биологической совместимости штаммов азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и целлюлолитических бактерий для создания ЭМ-ассоциаций

**Методы исследований.** Объектами исследований служили новые штаммы свободноживущих азотфиксирующих, целлюлолитических и фосфатмобилизирующих бактерий, выделенные из почв сельскохозяйственных угодий Алматинской, Кызылординской и Южно-Казахстанской области. Образцы почв для выделения микроорганизмов отбирали с соблюдением правил асептики и помещали в стерильные пергаментные пакеты.

Для выделения аборигенных азотфиксирующих бактерий использовали элективные среды Эшби и №79 [20]. Для выделения целлюлолитических бактерий использовали среду Гетчинсона, для активации их роста и развития модифицированную среду Гоулда-Дестера [21]. Для выделения фосфатмобилизирующих бактерий были использованы стандартные и элективные питательные среды [22, 23].

В результате проделанной работы была создана коллекция бактерий, включающая 54 штамма азотфиксирующих, 42 штамма фосфатмобилизирующих и более 300 штаммов целлюлолитических бактерий.

Идентификацию бактерий до рода проводили с помощью определителя Берджи [24].

Определение способности бактерий к мобилизации неорганических фосфатов проводили по модифицированной методике Сэги [25].

Азотфиксирующую активность бактерий определяли по накоплению биомассы при росте культур на безазотистых средах. Биомассу микроорганизмов определяли нефелометрически на спектрофотометре PD-303 ("ApeI", Japan) и выражали в единицах оптической плотности (отн. ед. ОП) и пересчитывали по калибровочной кривой на вес абсолютно сухой биомассы (г/1000 мл).

Общую целлюлазную активность бактерий определяли методом Мандельс-Вебера [26].

Для изучения характера взаимоотношений между штаммами применяли метод перпендикулярных штрихов [27]. Для этого культуры выращивали на агаризованной среде, исследуемую культуру бактерий наносили штрихом по центру чашки, тест-культуры высевали перпендикулярно к штриху исследуемой культуры. Через 3-5 дней проводили изучение наличия или отсутствия антагонистических отношений между исследуемыми штаммами бактерий.

Повторность опытов 5-ти кратная. Результаты исследования были статистически обработаны с использованием коэффициента Стьюдента.

### **Результаты исследований**

Для создания ЭМ-ассоциаций, перспективных для восстановления и повышения плодородия деградированных пастбищных земель, из почв сельскохозяйственных угодий Алматинской, Кызылординской и Южно-Казахстанской области были выделены свободноживущие азотфиксирующие, целлюлолитические и фосфатмобилизирующие бактерии и создана коллекция, включающая 54 штамма азотфиксирующих, 42 штамма фосфатмобилизирующих и более 300 штаммов целлюлолитических бактерий.

С целью создания продуктивных и устойчивых ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов необходимо провести подбор штаммов-партнеров, относящихся к разным физиологическим группам бактерий.

Для подбора азотфиксаторов был проведен скрининг лабораторной коллекции свободноживущих азотфиксирующих бактерий, включающей 54 культуры, и отобрано 12 штаммов, характеризующихся повышенной способностью к фиксации азота атмосферы. На основе изучения азотфиксирующей активности штаммов бактерий было отобрано четыре штамма азотфикси-

рующих бактерий (№6, №14, №22 и №24), обладающих способностью активно фиксировать молекулярный азот атмосферы и накапливать биомассу на безазотистых средах. При этом накопление биомассы было высоким и составляло 1,8-2,7 г/л. Эти штаммы являются наиболее перспективными для создания ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов.

Для подбора фосфатмобилизирующих бактерий из лабораторной коллекции, включающей 42 штамма бактерий, было отобрано 14 штаммов, обладающих высокой способностью к мобилизации фосфатов почвы. С целью выявления и отбора наиболее активных штаммов бактерий было проведено изучение их фосфатмобилизирующей активности. Установлено, что из 14 исследованных штаммов 6 штаммов обладали средней активностью, 6 штаммов - высокой активностью (значительно выше средней активности) и два штамма Ф12 и Ф7А - очень высокой активностью. Диаметр зон растворения фосфатов этими бактериями составлял 34,3 и 34,1 мм, соответственно. С целью создания ЭМ-ассоциаций было отобрано пять наиболее перспективных культур (Ф12, Ф7А, К2, СарА, Ф22).

Для подбора целлюлолитических бактерий из лабораторной коллекции, включающей более 300 штаммов, было отобрано 20 наиболее перспективных штаммов бактерий для создания ЭМ-ассоциаций. Эти штаммы были способны к эффективному разложению целлюлозосодержащих субстратов, таких как солома пшеницы и риса. В результате изучения целлюлазной активности из них было отобрано четыре штамма (21, 21(8), 82, 22ТН26) с высокой активностью целлюлазного комплекса (5,4-5,6 ед/мл). Эти штаммы являются перспективными для создания ЭМ-ассоциаций.

Для изучения характера взаимоотношений между отобранными штаммами азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и целлюлолитических бактерий применяли метод перпендикулярных штрихов (рисунок 1).

На рисунке 1 представлены данные по исследованию биосовместимости между штаммами азотфиксирующих и целлюлолитических бактерий. Хорошо видно отсутствие антагонизма между этими двумя группами микроорганизмов, ни в одном варианте опыта не установлено подавление роста бактерий, что свидетельствует о наличии биосовместимости штаммов при создании ЭМ-ассоциаций.

При исследовании характера взаимоотношений между штаммами азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий показано, что эти штаммы также не оказывали антагонистического влияния и не подавляли рост и развитие друг друга, что свидетельствует об их биосовместимости и пригодности при создании ЭМ-ассоциаций (рисунок 2).

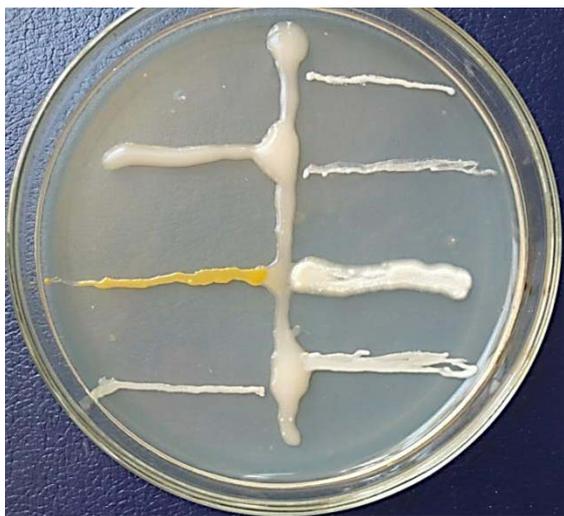


Рисунок 1 – Изучение биосовместимости азотфиксирующих и целлюлолитических бактерий:  
1 - вертикальный штрих - азотфиксирующие бактерии штамм №24; горизонтальные штрихи: справа - штаммы целлюлолитических бактерий; слева - штаммы азотфиксирующих бактерий №6, №14, №22



Рисунок 2 – Изучение биосовместимости азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий:  
1 - вертикальный штрих - фосфатмобилизирующие бактерии штамм Ф12; горизонтальные штрихи: справа - штаммы фосфатмобилизирующих бактерий; слева - штаммы азотфиксирующих бактерий №6, №22, №14

Изучение биосовместимости фосфатмобилизирующих и целлюлолитических штаммов бактерий показало их полную биологическую совместимость, ни в одном варианте опыта не обнаружено антагонистического воздействия между штаммами.

Наличие биосовместимости между исследованными штаммами азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и целлюлолитических микроорганизмов, можно объяснить тем, что при существовании в почве эти физиологические группы бактерий не являются конкурентами за источники питания (источники углерода и энергии). Поэтому в природных условиях они не синтезируют вторичные метаболиты, которые отрицательно влияют на перечисленные группы бактерий, и не подавляют рост и развитие друг друга, то есть, не являются природными антагонистами.

Таким образом, проведен подбор штаммов-партнеров ЭМ-ассоциаций среди разных физиологических групп бактерий (азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и целлюлолитических микроорганизмов) и изучена их биосовместимость. Показано что исследуемые штаммы бактерий не обладают антагонизмом по отношению друг к другу и эти штаммы могут быть использованы для создания ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов.

### **Обсуждение результатов**

В настоящее время происходит постоянное снижение уровня плодородия почв сельскохозяйственных угодий, ухудшение экологической обстановки, интенсивная деградация и разрушение агроландшафтов и экосистем. При деградации почв резко снижается многообразие групп почвенных микроорганизмов (редуцентов), происходит снижение не только количества, но и их физиологической активности. Для оздоровления, улучшения структуры и восстановления плодородия почв наиболее перспективным мелиоративным приемом является применение ЭМ-технологии, основанной на использовании различных физиологических групп микроорганизмов, таких как азотфиксирующие, фосфатмобилизирующие и целлюлолитические микроорганизмы.

В этой связи, при практическом использовании ЭМ-технологии возрастает роль этих физиологически значимых групп микроорганизмов. Поэтому поиск, выделение, изучение этих микроорганизмов и подбор штаммов-партнеров для создания ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов имеет большое значения для восстановления почвенного плодородия и является актуальным направлением исследования.

Из почв сельскохозяйственных угодий Алматинской, Кызылординской и Южно-Казахстанской области были выделены свободноживущие азотфиксирующие, целлюлолитические и фосфатмобилизирующие бактерии и создана коллекция, включающая 54 штамма азотфиксирующих, 42 штамма фосфатмобилизирующих и более 300 штаммов целлюлолитических бактерий.

Детальное изучение бактерий, позволило отобрать четыре штамма азотфиксирующих бактерий с высокой азотфиксирующей способностью, пять штаммов фосфатмобилизирующих бактерий с повешенной способностью к мобилизации фосфатов и четыре штамма целлюлолитических бактерий с высокой активностью целлюлазного комплекса. С целью создания устойчивых и продуктивных ЭМ-ассоциаций была изучена их биосовместимость и установлено, что исследуемые штаммы бактерий не обладают антагонизмом по отношению друг к другу.

**Выводы.** Для разработки и создания ЭМ-ассоциаций, перспективных для восстановления плодородия и продуктивности деградированных пастбищных земель, были выделены свободноживущие азотфиксирующие, целлюлолитические и фосфатмобилизирующие бактерии и создана их коллекция. Для создания ЭМ-ассоциаций проведен подбор штаммов и отобраны четыре штамма азотфиксирующих бактерий (№6, №14, №22, №24), характеризующихся высокой способностью к фиксации азота атмосферы, пять штаммов фосфатмобилизирующих бактерий (Ф12, Ф7А, К2, СаpА, Ф22) с высокой активностью мобилизации фосфатов и четыре штамма целлюлолитических бактерий (21, 21(8), 82, 22ТN26) с высокой активностью целлюлазного комплекса. Исследование биосовместимости бактерий показало, что исследуемые штаммы не обладают антагонизмом по отношению друг к другу и на их основе возможно создание устойчивых и продуктивных ЭМ-ассоциаций агрономически ценных микроорганизмов. ЭМ-ассоциации предполагается использовать для восстановления и повышения плодородия деградированных пастбищных земель.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кузьмин Т.В., Трешкин С. Е., Мамутов Н.К. Результаты опытного формирования естественной растительности на засоленных землях обсыхающего дна Аральского моря // Аридные экосистемы. 2006. Т.12., № 29. С 27-40.  
[2] <http://www.eco.gov.kz>
- [3] Щетников А.И. Динамика и устойчивость степных геосистем // Аридные экосистемы. 2000, Т.6, №3, С. 65-74.  
[4] <http://www.bnews.kz/ru/news/post>
- [5] Отаров А. Основные факторы и степень деградации почв Шиелийского массива орошения // Почвоведение и агрохимия. 2011. № 1, С. 30-39.
- [6] Добровольский Г.В., Васильевская В.Д., Зайдельман Ф.Р., Звягинцев Д.Г. и др. Деградация и охрана почв. М.: Мир. 2002. 360 с.  
[7] Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.:МГУ. 2006. 87 с.  
[8] <http://www.agropages.ru>
- [9] Концепция экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы // Вестник Каспия. 2004. № 1. С. 24-44.  
[9] Лебедь Л. В., Беленкова З.С. Методические указания по оценке и прогнозу урожайности природных кормовых угодий Казахстана. Алматы.: Бастау. 2005. 30 с.
- [10] Прозорова Т.А., Черных И.Б. Кормовые растения Казахстана: Павлодар: Книга, 2004, 278 с.  
[11] Кененбаев С.Б. Аграрная наука Казахстана: текущее состояние и перспективы развития // Сб. XIII-й Междунар. науч.-практ. конф. Аграрная наука сельскохоз. производству Монголии, Сибири и Казахстана. Уланбаатор, 2010. С. 10-13.
- [12] Афанасьев Е.Н., Афанасьев Н.Е., Тюменцева И.С. Эффективные микроорганизмы в сельскохозяйственном производстве // Мат. Междунар. науч.-практ. конф. Животноводство - продовольственная безопасность страны. Ставрополь, 2006. С.101-104.
- [13] Ходжаева А.К. и др. Диагностика биологических свойств почвы при органической и традиционной системе земледелия // Агрохимия. 2010. № 5. С. 3–12.
- [14] Шотт П.Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах. Барнаул: Азбука. 2007, 176 с.  
[15] Javid T., Hussain T., Jilani G., Abbas M.A. Research and extension activities for the development of EM-Technology in Pakistan // Proc. 4-th Conf. on Effective Microorganisms (EM). - Saraburi, Thailand - 1995. - P.119-131.
- [14] Yamada, K. et al. Investigation on the properties of EM - Bokashi and Development of its application technology // 11-th IFOAM Intl. Scientific Conf. - Copenhagen, Denmark. 1996. P.1112-1118.
- [16] Sharifuddin H.A. et al: Nature farming research in Malaysia: effect of organic amendment and EM on crop production // Proc. 7-rd Intl. Conf. on Kyusei Nature Farming. Santa Barbara, California. U.S.A .2003. P. 145-150.
- [17] Tokeshi H., Jorge M.J.A., Sanches A.B., Harada D.Y. Interaction between microorganisms, soil physical structure and plant diseases // Paper presented at the 14-th EM- Technology Conf. - Saraburi, Thailand. 2007. P.234-239.
- [18] Jamal T., Hasruman H., Anwer A. R., Saad M.S., Sharifuddin H.A. Effect of EM and fertilization on soil physical properties under sweet potato cultivation // Paper presented at the 14-th EM-Technology Conf. - Saraburi, Thailand. 2013. P. 295-302.
- [19] Yan Pei-Sheng, Xu Hui-Lian. Influence of EM Bokashi on Nodulation, Physiological Characters and Yield of Peanut in Nature Farming Fields // Journal of Sustainable Agriculture. 2002. Vol. 19(4). P.105-112.
- [20] Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: МГУ. 1991. 304 с.  
[21] Gould M., Whitehead A. Bacterial treatment of crops residues // Bioprocess Technol. 1990. Vol. 12, №1. P. 87-92.  
[22] Герхардт Ф. Методы общей бактериологии. - М.: Мир. 1983. Т.1. С. 234 – 265.  
[23] Практикум по микробиологии / Под. ред. А.Н. Нетрусова. - М.: Academia. 2005. 597 с.  
[24] Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. М.: Мир, 1997. 800с.  
[25] Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. 1983. М.: Колос. 162 с.  
[26] Mandels M., Weber W. The production of cellulose //Adv. Chem. Ser. 1996. Vol.112. P. 395-434.  
[27] Егоров Н.С. Практикум по микробиологии. – М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 56 – 124.

## REFERENCES

- [1] Kuzmin T.V., Treshkin S.E., Mamutov N.K. The results of experimental formation of natural vegetation on saline land dries Aral Sea // Arid ecosystems. 2006 vol.12., № 29. p. 27-40.  
[2] <http://www.eco.gov.kz>
- [3] Shchetnikov A.I. Dynamics and stability of steppe geosystems // Arid ecosystems. 2000, V.6, №3, pp 65-74.  
[4] <http://www.bnews.kz/ru/news/post>
- [5] Otarov A. Key factors and the extent of soil degradation Ili array irrigation // Soil Science and Agricultural Chemistry. 2011. № 1, pp 30-39.
- [6] Dobrovolsky G.V., Vasilyevskaya V.D., Zaydelman F.R., Zvyagintsev D.G., et al. The degradation and soil protection. M.: Mir. 2002. 360 p.  
[7] Zaydelman F.R. Soil reclamation. Moscow: Moscow State University. 2006. 87 pp.  
[8] <http://www.agropages.ru>
- [9] The concept of ecological security of the Republic of Kazakhstan for 2004-2015 // Bulletin of the Caspian Sea. 2004. № 1. pp 24-44.
- [9] Lebed L.V., Belenkova Z.S. Guidelines for the assessment and prediction of productivity of natural forage lands of Kazakhstan. Almaty.: Bastau. 2005. 30.
- [10] Prozorova T.A., Chernyh I.B. Forage plants Kazakhstan: Pavlodar: Book 2004, 278 p.  
[11] Kenenbayev S.B. Agricultural science of Kazakhstan: current state and prospects of development // Coll. XIII-th Intern. scientific and practical. Conf. Agricultural Science. production of Mongolia, Siberia and Kazakhstan. Ulaanbaatar, 2010. P. 10-13.

- [12] Afanasiev E.N., Afanasiev N.E., Tyumentseva I.S. Effective microorganisms in agricultural production // Mat. inter. Scientific-practical conference. Conf. Pets-duction - food security. Stavropol, 2006. p.101-104.
- [13] Khodjaeva A.K., et al. Diagnosis of the biological properties of the soil in the organic and conventional farming system // Agrochemistry. 2010. № 5. p. 3-12.
- [14] Schott P.R. Fixation of atmospheric nitrogen in annual agrocenoses. Barnaul: ABCs. 2007, 176 p.
- [15] Javaid T., Hussain T., Jilani G., Abbas M.A. Research and extension activities for the development of EM-Technology in Pakistan // Proc. 4-th Conf. on Effective Microorganisms (EM). - Saraburi, Thailand - 1995. - R.119-131.
- [14] Yamada, K. et al. Investigation on the properties of EM - Bokashi and Development of its application technology // 11-th IFOAM Intl. Scientific Conf. - Copenhagen, Denmark. 1996. P.1112-1118.
- [16] Sharifuddin H.A. et al: Nature farming research in Malaysia: effect of organic amendment and EM on crop production // Proc. 7-rd Intl. Conf. on Kyusei Nature Farming. Santa Barbara, California. U.S.A. 2003. P. 145-150.
- [17] Tokeshi H., Jorge M.J.A., Sanches A.B., Harada D.Y. Interaction between microorganisms, soil physical structure and plant diseases // Paper presented at the 14-th EM- Technology Conf. - Saraburi, Thailand. 2007. P.234-239.
- [18] Jamal T., Hasruman H., Anwer A. R., Saad M.S., Shariffuddin H.A.. Effect of EM and fertilization on soil physical properties under sweet potato cultivation // Paper presented at the 14-th EM-Technology Conf. - Saraburi, Thailand. 2013. P. 295-302.
- [19] Yan Pei-Sheng, Xu Hui-Lian. Influence of EM Bokashi on Nodulation, Physiological Characters and Yield of Peanut in Nature Farming Fields // Journal of Sustainable Agriculture. 2002. Vol. 19(4). P.105-112.
- [20] Methods of Soil Microbiology and Biochemistry / Ed. DG Zvyagintsev. - M.: MGU. 1991. 304 p.
- [21] Gould M., Whitehead A. Bacterial treatment of crops residues // Bioprocess Technol. 1990. Vol. 12, №1. P. 87-92.
- [22] Gerhardt F. Methods of general bacteriology. - M.: Mir. 1983. Vol.1. p. 234 - 265.
- [23] Workshop on microbiology / Under. Ed. A.N. Netrusov. - M.: Academia. 2005. 597 p.
- [24] The determinant of bacteria Burgi / ed. J. Holt. M.: Mir, 1997. 800p.
- [25] Segi J. Methods of Soil Microbiology. 1983. M.: Kolos. 162p.
- [26] Mandels M., Weber W. The production of cellulose // Adv. Chem. Ser. 1996. Vol.112. P. 395-434.
- [27] Egorov N.S. Workshop on microbiology. - M.: MGU, 1976. p. 56-124.

## ЭМ-АССОЦИАЦИЯСЫН ҚҰРУ ҮШІН ПЕРСПЕКТИВТІ, БИОҮЙЛЕСІМДІ БАКТЕРИЯЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ІРІКТЕУ

И. Э. Смирнова, А. Ж. Султанова, А. А. Сәбденова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҒК БҒМ ҚР, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** биоүйлесімді, азотфиксациялаушы, целлюлолитикалық, фосфатмоблиздеуші бактериялар, ЭМ-ассоциациялар.

**Аннотация.** Қазіргі уақытта үнемі ауылшаруашылық алқаптарының топырағының құнарлық деңгейі төмен болып, экологиялық ахуалдар нашарлап, экожүйе мен агроландшафттар бұзылып және интенсивті деградацияға ұшырып жатады. Топырақтың деградациясы кезінде топырақ микроорганизмдерінің (редуценттер) көп түрлі топтары күрт азаяды, тек олардың саны ғана азайып қана қоймайды, сондай-ақ физиологиялық белсенділіктері де төмендейді. Экожүйенің жайылымдарының мұндай қанағаттандырмайтын жағдайы Қазақстан үшін маңызды мәселеге әкеледі, яғни деградацияға ұшыраған жайылымдарды қалпына келтіру және олардың құнарлығын артыру. Топырақтың құнарлығын жақсарту және қайта қалпына келтіру үшін ең перспективті жер өңдеу әдістері болып азотфиксациялаушы, фосфатмоблиздеуші және целлюлолитикалық микроорганизмдер сияқты, физиологиялық әртүрлі топтардың микроорганизмдерін пайдалануға негізделген ЭМ-технологиясын қолдану болып табылады. Бұл микроорганизмдер топыраққа енгізген кезде, топырақты жеңіл қолжетімді қоретік элементтермен байытады, топырақты құнарлығын арттырады және өсімдіктерді өмір сүруіне қажетті өнімдермен (ферменттер, дәрумендер, аминқышқылдары және т.б.) қамтамасыз етеді. ЭМ-технологиясын практикалық қолдануда осы физиологиялық маңызды микроорганизмдер тобының рөлі өседі. Сондықтан, топырақ құнарлығын қайта қалпына келтіру үшін агрономиялық бағалы микроорганизмдерді іздеу, бөліп алу, зерттеу және тұрақты, әрі өнімді ЭМ-ассоциацияларын құру үшін физиологиялық әртүрлі топтардан серіктес-штамдарды іріктеу үлкен маңызға ие және зерттеудің өзекті бағыты болып табылады.

Алматы, Қызылорда және Оңтүстік Қазақстан облыстарының ауылшаруашылық алқаптарының топырақтарынан еркін өмір сүретін азотфиксациялаушы, целлюлолитикалық, фосфатмоблиздеуші бактериялар бөлініп алынды және азотфиксациялаушы 54 штам, фосфатмоблиздеуші 42 штам және целлюлолитикалық бактериялардың 300-ден аса штаммы кіретін коллекция құрылды.

Бактерияларды толық жете зерттеу, азотфиксациялаушы төрт штам, фосфатмоблиздеуші төрт штам және целлюлолитикалық бактериялардың төрт штаммын іріктеп алуға мүмкіндік берді. Іріктеп алынған штамдардың жоғары азотфиксациялау, топырақтың фосфаттарын жоғары моблиздеу қабілетілігі және целлюлозды кешеннің жоғары белсенділігі сипатталды. Тұрақты, әрі өнімді ЭМ-ассоциацияларын құру мақсатында іріктеп алынған бактерия штамдарының биоүйлесімділігі зерттелді. Биоүйлесімділікті зерттеуде, зерттеліп отырған барлық штамдар, яғни физиологиялық әртүрлі топтарға жататын бактериялар бір-біріне қарым-қатынасы бойынша антогонизм болмайтынын көрсетті. Осы штамдардың негізінде, жоспарланған деградацияға ұшыраған жайылым жерлерді қайта қалпына келтіруде практикалық қолдану үшін, агрономиялық бағалы микроорганизмдердің ЭМ-ассоциацияларын құру мүмкін.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 129 – 134

**ECOLOGY ANALYSIS OF ENDANGERED RARE,  
ENDEMIC AND SUBENDEMIC SPECIES PLANTS  
OF THE EASTERN PART OF THE RIDGE KETPEN****G. A. Sadyrova, A. A. Shormanova**

RSE “Institute of Botany and phytointroduction” MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gulbanu-s@mail.ru

**Key words:** rare species, endemics, subendemics, vascular plants, ecology, the eastern part of the ridge Ketpen.

**Abstract.** The study of endangered rare, endemic and sub-endemic species of the eastern ridge Ketpen carried out during 2015. Routes were swept in four villages (Kalzhat, Small Dekhan, Big Dekhan, Ketpen) of the eastern ridge Ketpen. It is shown that on the eastern side of the ridge Ketpen we detected and recorded 20 species of vascular plants from 14 families and 17 genera, where endemism in the flora ridge Ketpen is expressed only at the species level. During investigations it was revealed 31 endangered habitats of rare, endemic and sub-endemic species. The flora of the ridge Ketpen of 21 rare species listed in the Red Book of the Republic of Kazakhstan on the territory under the above mentioned settlements of the eastern ridge Ketpen we have found 11 rare species of plants. Because we have found 20 species, 8 sub-endemic species Ketpen, 4 endemic of the Northern Tien Shan, 4 endemics Tien Shan and 4 rare species. All we found the rare endemic species and subendemic need government protection.

УДК 581.9: 551.432.22 (235.216) (574+510)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСЧЕЗАЮЩИХ РЕДКИХ,  
ЭНДЕМИЧНЫХ И СУБЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ  
ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ХРЕБТА КЕТПЕН****Г. А. Садырова, А. А. Шорманова**

РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** редкие виды, эндемики, субэндемики, сосудистые растения, экология, восточная часть хребта Кетпен.

**Аннотация.** Изучение исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов растений восточной части хребта Кетпен проводились в период 2015 года. Маршрутами были охвачены территории четырех поселков (Калжат, Малый Декхан, Большой Декхан, Кетпен) восточной части хребта Кетпен. Показано, что на территории восточной части хребта Кетпен нами обнаружены и зарегистрированы 20 видов высших сосудистых растений из 14 семейств и 17 родов, где эндемизм во флоре хребта Кетпен выражен только на видовом уровне. Во время исследований было выявлено 31 мест произрастания исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов растений. В составе флоры хребта Кетпен из 21 редких видов, занесенных в Красную книгу Республики Казахстан на исследуемой территории выше указанных поселков восточной части хребта Кетпен нами обнаружено 11 краснокнижных видов растений. Из обнаруженных нами 20 видов, 8 субэндемичных видов Кетпеня, 4 эндемиков Северного Тянь-Шаня, 4 эндемиков Тянь-Шаня и 4 редких видов. Все обнаруженные нами редкие эндемичные и субэндемичные виды нуждаются в государственной охране.

В настоящее время проблема охраны и рационального использования исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов приобретает актуальное значение как в теоретическом, так и в практическом отношении. Большой интерес представляет всестороннее изучение эндемичной и субэндемичной флоры отдельных, малоизученных регионов, расположенных в районах пустынной зоны. К таким районам относится хребет Кетпен, издавна испытывающий огромное антропогенное влияние из-за выпаса скота.

Хребет Кетмень расположен в пределах двух районов (Уйгурский и Райымбекский) Алма-тинской области, относящийся к системе Северного Тянь-Шаня. Сам хребет простирается в широтном направлении, где общая протяженность составляет более 300 км, ширина 40-50 км. На территории Казахстана длина хребта Кетпен составляет более 160 км (западная часть), и на столько же (160) км она простирается на территории Китая (восточная часть), где хребет Кетпен продолжается под названием гор Темерликтау. Самая высокая точка хребта Кетпен (3650 м) находится в восточной части у государственной границы поселка Калжат. На севере хребет Кетпен граничит с Джунгарским Алатау, на западе горами Кулуктау, которые постепенно переходят в Кунгей Алатау. На востоке хребет граничит с Китаем, на юге с Терской Алатау.

Кетпенский хребет характеризуется выравненностью вершинной поверхности, где высоты его колеблются в незначительных пределах как мы уже отметили, достигая в высших точках 3500-3600 м и постепенно снижаясь к западу до 3400 м. В восточной части горы отделены от предгорий крутым уступом, высота которого определила интенсивность размыва северного склона Кетпенского хребта и разницу в строении речных долин, суженных и глубоких в горах и расширяющихся в предгорьях [1].

Нужно отметить об отличие северного и южного склонов хребта Кетпен. Северный склон хребта Кетпен представлен всеми ступенями начиная от предгорной равнины и заканчивая альпийским поясом, гляциального пояса у исследуемого хребта нет, поскольку высота гор невысокая 3600-3400 м. Южный склон хребта Кетпен без предгорий приподнят и проходит на высоте 1750-1800 м, который резко падает к обширной Кегено-Текесской впадине.

На всем своем протяжении северный склон хребта Кетпен неоднороден по геоморфологическому строению. Она подразделяется на следующие геоморфологические районы: 1. Горный район с абсолютными отметками 1300-3600 м. 2. Предгорная сильнонаклонная увалисто-волнистая равнина с абсолютными отметками 800-1600 м над ур.м. 4. Приилийская впадина с абсолютными отметками 500-650 м [2].

Климат исследуемого района хребта Кетпен резкоконтинентальный который характеризуется большими годовыми и суточными амплитудами колебаний температуры. Средняя температура воздуха в январе по метеостанции Чунджа составляет минус – 11,2 градусов, в июле +24,5 градусов [3].

Исследуемая нами территория хребта Кетпен расположена в зоне пустынь умеренных широт. Горный рельеф придает почвенному и растительному покрову совершенно особые черты. Его формирование в горах подчинено закону вертикальной поясности, но близость пустынь, континентальность климата обуславливают, даже на одном хребте, на одной высоте в зависимости от экспозиции и крутизны склона, развитие резко различных почв и растительности. Часты взаимопроникновения высотных ландшафтных зон, их смещения по высоте и выклинивания [4].

Целью настоящей работы было выявление таксономического состава и изучение распространения экологии, биологии исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов растений восточной части хребта Кетпен в связи с вопросами познания эндемичной флоры и ее охраны. В задачу данной работы входило проведение инвентаризации видового состава исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов восточной части хребта Кетпен, а также составление полного списка выявленных нами видов.

### **Материал и методы исследований**

Основными методами исследования исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов растений восточной части хребта Кетпен были общепринятые классические методики ботанических и флористических исследований и традиционные методы геоботанических исследований: в

полевых условиях использовался традиционный метод маршрутно-рекогносцировочный. Сбор и обработка гербарного материала проводились по общепринятой методике. Экземпляры редких, эндемичных и субэндемичных видов растений собирались в гербарные папки с описанием мест сбора, даты и коллектора. В точках, фиксированных на местности прибором GPS, проводилось детальное геоботаническое описание присутствующих растительных сообществ. Камеральная обработка, идентификация видов проводились в лаборатории: после полевых работ, материал подвергался дополнительной сушке и просмотру с помощью бинокулярных луп и распределен по систематическим группам.

Сбор и обработка гербарного материала проведена по общепринятой методике А.К. Скворцова [5]. В процессе определения гербария в качестве источников использованы многотомные сводки: «Флора СССР» [6], «Флора Казахстана» [7], «Растения Центральной Азии» [8], «Определитель растений Средней Азии» [9], «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» [10], «Злаки СССР» [11] и другие. Для уточнения видовых и родовых названий использованы последние сводки С.К. Черепанова, С.А. Абдулиной [12,13]. Типы жизненных форм проведены по классификациям К. Раункиера и И.Г. Серебрякова [14].

### Результаты исследований

С целью изучения состояния популяций редких, эндемичных и субэндемичных видов растений были проведены экспедиционные исследования восточной части хребта Кетпен, начиная с восточной у самой границы с Китаем. Изучением были охвачены территории четырех поселков (Калжат, Малый Декхан, Большой Декхан и Кетпен) восточной части хребта Кетпен. В результате полевых работ нами собрано 274 гербарных листов высших сосудистых растений. Флористические сборы, составленные во время исследований, нам представляются достаточно полными, хотя не исчерпывают всего видового богатства эндемичной и субэндемичной флоры восточной части хребта Кетпен.

Предлагаемый нами экологический анализ исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов восточной части хребта Кетпен составлен на основе научных источников и дополнен материалами, собранными в ходе исследовательской работы.

В составе флоры хребта Кетпен из 21 редких видов, занесенных в Красную книгу Республики Казахстан на исследуемой территории выше указанных поселков восточной части хребта Кетпен, нами обнаружено 11 краснокнижных видов растений. Все обнаруженные нами краснокнижные виды нуждаются в государственной охране.

На территории вышеуказанных поселков было выявлено 31 место произрастания исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов растений.

По материалам наших исследований исчезающие редкие, эндемичные и субэндемичные виды растений восточной части хребта Кетпен насчитывает 20 видов высших сосудистых растений из 14 семейств и 17 родов, где эндемизм во флоре хребта Кетпен выражен только на видовом уровне. Наиболее многочисленными являются виды семейства - *Liliaceae* которая содержит 4 вида или 21,0% от общего состава. На втором месте находится семейство *Rosaceae* по 3 вида или 15,8% и на третьем месте семейство *Asteraceae* по 2 вида или 10,5% растений. Остальные 11 семейств — *Lamiaceae*, *Limonoiaceae*, *Brassicaceae*, *Polygonaceae*, *Crassulaceae*, *Saxifragaceae*, *Ranunculaceae*, *Rhamnaceae*, *Lamiaceae*, *Primulaceae*, и *Amaryllidaceae* имеют по 1 виду растений или 6,2 %. В родовом спектре преобладающее положение занимает род *Tulipa*, который содержит 4 эндемичных вида.

Для экологического анализа выявленных нами исчезающих редких эндемичных и субэндемичных видов восточной части хребта Кетпен была использована общепринятая классификация экологических групп. Выделение экологических групп было основано на отношении растений к почве, влаге и высотной поясности.

Анализ жизненных форм в соответствии классификации В. Г. Серебрякова [13], показал, что жизненные формы редких, эндемичных и субэндемичных растений восточной части хребта Кетпен распределились следующим образом: многолетники - 9 видов, клубнелуковица - 1 вид, луковички многолетние - 4 вида, кустарники - 2 вида, полукустарничек - 1 вид, деревья - 3 вида.

Ниже приводится процентное соотношение редких, эндемичных и субэндемичных видов растений восточной части хребта Кетпен по жизненным формам в соответствии с классификацией К. Раункиера [13].

На рисунке 1 видно, что в восточной части хребта Кетпен в процентном соотношении преобладают криптофиты - 45%, почки возобновления которых расположены на корневищах, клубнях, луковицах (*Eremostachys zenaidae* Popov., *Rhodiola linearifolia* Boriss., *Chrysosplenium nudicaule* Bunge, *Hepatica falconeri* (Thomson) Steward, *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Roem., *Tulipa kolpakowskiana* Regel, *Tulipa iliensis* Regel, *Tulipa brachystemon* Regel).

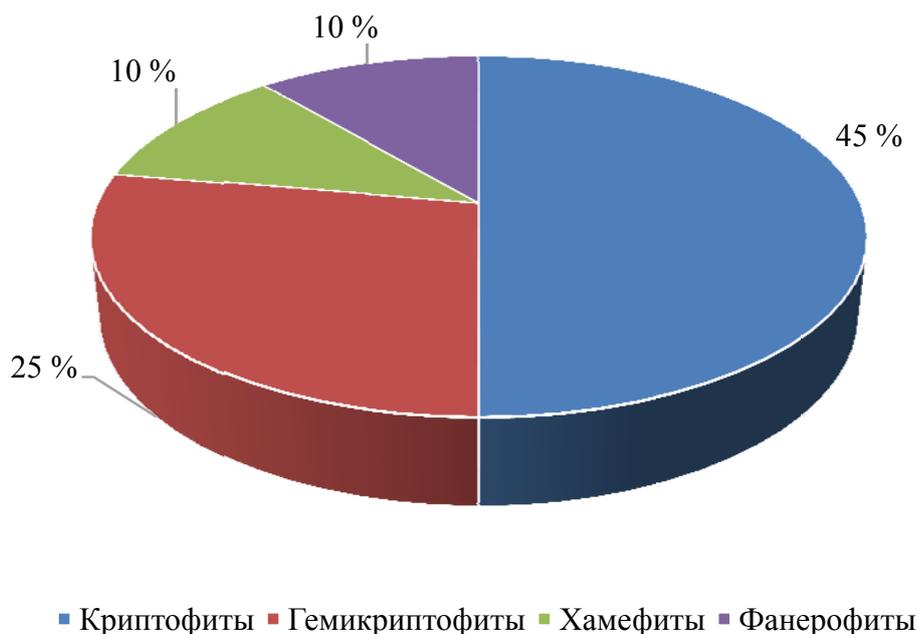


Рисунок 1 – Процентное соотношение редких, эндемичных и субэндемичных видов растений по классификации К. Раункиера восточной части хребта Кетпен

За ними идут гемикриптофиты 25%, с почками или верхушками побегов, расположенными непосредственно на поверхности почвы (*Achoriphragma lancifolium* (Popov.) Sojak, *Schmalhausenia nidulans* (Regel) Petr., *Taraxacum pseudorozeum* Schischk., *Rheum wittrockii* Lundstr., *Kaufmannia semenovii* (Herder) Regel.). На третьем месте расположились две группы - это фанерофиты 10%, почки возобновления которых находятся выше 30 см над уровнем почвы (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Padus avium* Mill.) и хамефиты к которым относятся кустарники и полукустарнички 10%, почки возобновления которых расположены на поверхности почвы (*Ribes meyeri* Maxim., *Ikonnikovia kaufmanniana* (Regel) Lincz., *Rhamnus songorica* Gontsch.).

Из всех семейств высших растений, встречающихся на территории восточной части хребта Кетпен, максимальным показателем эндемизма отличаются семейства *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Rhamnaceae*, *Lamiaceae*, *Limoniaceae*.

По отношению к влаге среди редких эндемичных и субэндемичных видов преобладают мезофиты (14 видов), которые составляют 70% от общего числа видов. Одинаковым количеством обладают мезоксерофиты и ксеромезофиты, содержащие в своем составе каждый по три вида.

Распределение исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов восточной части хребта Кетпен по ареалу распространения и по группам встречаемости растений (рисунок 2) показал, что всего краснокнижных насчитывается 11 видов, субэндемиков хребта Кетпеня – 8 видов, эндемиков Северного Тянь-Шаня - 4 вида, эндемиков Тянь-Шаня – 4 вида и редких видов - 4.

В распределении по вертикальной поясности большинство исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов относятся к высокогорному и среднегорному поясу -14 видов (70%).

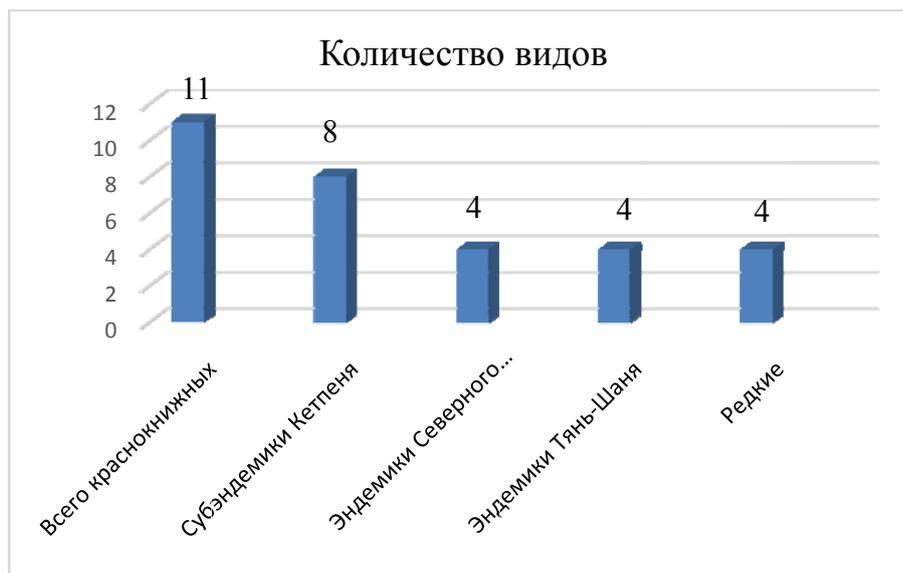


Рисунок 2 – Группы встречаемых растений восточной части хребта Кетпен

По экологическим особенностям все эндемичные и субэндемичные виды можно разделить на три группы:

1) высокогорные - обитающие выше границы леса на субальпийских разнотравных и злаково-разнотравных лугах, и на высокогорных криофильных альпийских кобрезниковых разнотравных лугах (*Hepatica falconeri* (Thomson) Steward, *Achoriphragma lancifolium* (Popov) Sojak, *Schmalhausenia nidulans* (Regel) Petr., *Chrysosplenium nudicaule* Bunge, *Taraxacum pseudorozeum* Schischk., *Tulipa heterophylla* (Regel) Baker);

2) среднегорные - лесо-луговые свойственные еловым, и смешанным лесам в средней и нижних частях восточной части Кетпенского хребта. К этой группе относится: *Rheum wittrockii* Lundstr., *Ribes meyeri* Maxim., *Kaufmannia semenovii* (Herder) Regel, *Rhodiola linearifolia* Boriss., *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Padus avium* Mill.

3) низкогорные – к ним относятся скально-горно-степные виды обитающие на скалистом субстрате в средней и нижней частях склонов гор (каменистые горные степи, а также и гипсовые обнажения в пределах нижнего горно-степного пояса). Эта группа состоит из *Eremostachys zenaidae* Popov., *Ikonnikovia kaufmanniana* (Regel) Lincz., *Ixiolirion tataricum* Pall.) Roem., Schult. & Schult., *Tulipa kolpakowskiana* Regel, *Tulipa iliensis* Regel, *Tulipa brachystemon* Regel).

Таким образом, экологический анализ показал, что на формирование флоры эндемичных и субэндемичных видов хребта Кетпен оказали влияние особенности климатических факторов и литологический состав рельефа исследуемой территории.

**Заключение.** На исследуемой территории восточной части хребта Кетпен нами обнаружено 20 видов исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных растений, относящихся к 14 семействам и 17 родам, где эндемизм во флоре хребта Кетпен выражен только на видовом уровне. Таксономический анализ эндемичных и субэндемичных видов показал, что наиболее многочисленными являются виды семейства – *Liliaceae*, которые содержат 4 вида или 21,0% от общего состава, *Rosaceae* по 3 вида или 15,8% и *Asteraceae* по 2 вида или 10,5% растений. Экологический анализ редких эндемичных и субэндемичных видов по отношению к влаге показал о преобладании мезофитов, которые составляют 70% от общего числа видов. Одинаковым количеством обладают мезоксерофиты и ксеромезофиты, содержащие в своем составе каждый по три вида.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Рыбин Н.Г. Устройство поверхности Казахстана // Очерки по физической географии Казахстана. – Алма-Ата, 1952. – С. 3-59.

[2] Шульц С.С. К стратегии и тектонике Кетменского хребта // Труды Всесоюзного Геолого-развед. Объединения НКТП СССР. – 1933. – Вып. 322. – 63 с.

- [3] Агроклиматический справочник по Алма-Атинской области. – Алма-Ата, 1961. – 193 с.
- [4] Почвы Казахской ССР. Вып. 4 // Алматинская область. – Алма-Ата, 1962. – 423 с.
- [5] Скворцов А.К. Гербарий. – М., 1977. – 199 с.
- [6] Флора СССР. – М.; Л., 1934-1964. – Т. 1-30.
- [7] Флора Казахстана. – Алма-Ата, 1956–1966. – Т. 1-9.
- [8] Растения Центральной Азии // Под ред. В. И. Грубова. – М.-Л., 1963–1989. – Вып. 1-9.
- [9] Иллюстрированный определитель растений Казахстана. – Алма-Ата, 1962–1975. – Т. 1-2.
- [10] Цвелев Н.Н. Злаки СССР. – Л., 1976. – 788 с.
- [11] Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л., 1981. – 509 с.
- [12] Абдулина С.А. Сосудистые растения Казахстана. – Алматы, 1998. – 188 с.
- [13] Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. – М., 1962. – 378 с.

#### REFERENCES

- [1] Rybin N.G. The device surface Kazakhstan // Essays on the physical geography of Kazakhstan. - Almaty, 1952. - P. 3 - 59.
- [2] Schultz S.S. For strategy and tectonics Ketmen ridge // Proceedings of the All-Union Geological reconnaissance. Association NKTP USSR. - 1933 - Vol. 322. - 63.
- [3] Agroclimatic guide to the Alma-Ata region. - Almaty, 1961. - 193 p.
- [4] The soils of the Kazakh SSR. Vol. 4 // Almaty region: A-Ata, 1962, 423 p.
- [5] Skvortsov A.K. Herbarium. - Moscow, 1977. - 199 p.
- [6] Flora of the USSR. - M.,: L, 1934-1964. V.1-30.
- [7] People of Kazakhstan. - Almaty, 1956 - 1966 V. 19.
- [8] Plants of Central Asia // ed. IN AND. Grubova. - Leningrad, 1963 - 1989 - Vol. 1 - 9.
- [9] Illustrated Manual of the plant in Kazakhstan. - Almaty, 1962 - 1975 – Vol. 1 - 2.
- [10] Tsvelev N.N. Cereals of the USSR. Leningrad, 1976. – 788 p.
- [11] Cherepanov S.K. Vascular plants of the Soviet Union. - Leningrad, 1981. - 509 p.
- [12] Abdulina S.A. Vascular plants of Kazakhstan. - Almaty, 1998. - 188 p.
- [13] Serebryakov I.G. Ecological plant morphology. - M., 1962. - 378 p.

### КЕТПЕН ЖОТАСЫНЫҢ ШЫҒЫС БӨЛІГІНДЕГІ ЖОЙЫЛЫП БАРА ЖАТҚАН СИРЕК ЭНДЕМИКТИК, СУБЭНДЕМИКТИК ӨСІМДІК ТҮРЛЕРІНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ САРАПТАМА ЖАСАУ

Г. А. Садырова, А. А. Шорманова

«Ботаника және фитоинтродукция институты», Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** сирек түрлер, эндемиктер, субэндемиктер, түтікті өсімдіктер, экология, Кетпен жотасының шығыс бөлігіндік.

**Аннотация.** Кетпен жотасының шығыс бөлігіндегі жойылып бара жатқан сирек, эндемиктік, субэндемиктік өсімдік түрлерін зерттеу 2015 жылға жоспарланды. Бағыттық әдіспен Кетпен жотасының шығыс бөлігіндегі төрт ауыл мекені (Қалжат, Кіші Декхан, Үлкен Декхан, Кетпен) зерттелді. Нәтижесінде, Кетпен жотасының шығысынан эндемиктердің 14 туқымдасқа жотаның 17 туыстық 20 түрі тіркеуге алынды. Зерттеу барысында сирек эндемиктік, субэндемиктік түрлірдің 31 өсетін мекен жойлары табылды. Кетпен жотасының флорасының құрамындағы 21 сирек түр Қазақстанның қызыл кітабына енгізілген. Жоғарыда аталған Кетпен жотасының шығысында орналасқан ауыл мекендерден қызыл кітапқа енген 11 түр табылды. Табылған 20 түрдің 8-і Кетпен жотасының субэндемигі, 4-і Солтүстік Тянь-Шань эндемигі, 4-і Тянь-Шаньның эндемигімен, 4-і сирек түрлері.

Барлық табылған эндемиктік, субэндемиктік сирек түрлер мемлекеттік қорғауды қажет ететін түрлер.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 135 – 139

**STUDY OF CONDITIONS OF CULTIVATION AND ENZYMATIC  
ACTIVITY OF *Bacillus subtilis* MICROORGANISMS  
AS SOURCE OF BIOLOGICALLY-ACTIVE SUBSTANCES****D. Taskynbayeva, B. Zh. Mutaliyeva, R. E. Aitkulova, D. E. Kudasova, A. D. Dauylbai**

M. Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Dariha\_uko@mail.ru

**Key words:** *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, cultivation, enzymatic activity, biologically-active substances.

**Abstract.** In this paper the hydrolytic activity of film and depth cultures of strains was studied. Results showed the possibility of usage of depth cultivation for producing of hydrolytic complexes enzymes, hydrolyzing starch. The optimal conditions of cultivation of obtained microorganisms strains were determined, also the possibility of usage the beer pellet as a substrate, because it contains nutrient substances and amino acids, necessary for microorganisms growth. It is established that at cultivation on a nutrient medium containing brewer's grain, an intensive growth and accumulation of the protein and complex of hydrolytic enzymes are taken place, the most appropriate and optimal for many reasons is the submerged cultivation of the isolated strain. It is seen that at deep cultivation the summary values of hydrolytic activity of strains are practically identical. Usage of deep cultivation allows double increase the final production of enzymes and use more concentrated coarser medium without prior saccharification. Stationary culture had lower levels of hydrolytic enzymes with comparison with deep cultures, due to additional time required for film formation.

It is also shown that the optimal pH range is 6.5-8.0, and also the continuous aeration of the medium.

УДК 612.395

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И  
ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ШТАММОВ  
МИКРООРГАНИЗМОВ *Bacillus subtilis* КАК ИСТОЧНИКА  
БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ****Д. Таскынбаева, Б. Ж. Муталиева, Р. Э. Айткулова, Д. Е. Кудасова, А. Д. Дауылбай**

ЮКГУ им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

**Ключевые слова:** *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, культивирования, ферментативная активность, биологический активные вещества.

**Аннотация.** В статье исследована гидролитическая активность пленочных и глубинных культур штаммов. Они показывают возможность использования глубинного культивирования для продукции ферментов гидролитического комплекса, гидролизующих крахмал. Определены оптимальные условия культивирования выделенных штаммов микроорганизмов, а также возможность использования в качестве субстрата пивной дробины, так как он богат питательными веществами и аминокислотами, необходимыми для роста микроорганизмов. Установлено, что при культивировании на питательной среде, содержащей пивную дробину, происходит интенсивный рост, накопление белка и комплекса гидролитических ферментов, при этом наиболее подходящим и оптимальным является по многим причинам глубинное культивирование данного выделенного штамма. Видно, что при глубинном культивировании суммарные значения гидролитической активности штаммов практически одинаковы. Применение глубинного дает возможность вдвое повысить

конечную выработку ферментов и использовать более концентрированные крупнодисперсные среды без их предварительного осахаривания. Стационарные культуры имели более низкий уровень гидролитических ферментов по сравнению с глубинными, что по-видимому связано с дополнительным временем, необходимым для формирования пленки.

Также показано, что наиболее оптимальными являются пределы pH 6,5-8,0, а также непрерывная аэрация среды.

**Введение.** Микроорганизмы такие как *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger* являются очень важными для промышленного производства ферментов, биологически активных веществ (БАВ), антибиотиков, гормональных препаратов. Это связано с разнообразием метаболических процессов. Они способны синтезировать и выделять большое количество экстраклеточных белков и других веществ, находящихся применение в различных областях медицины и сельского хозяйства.

Штаммы микроорганизмов *Bacillus subtilis* имеют очень большие потенциальные возможности в прикладном аспекте, который включает их применение как пробиотиков, и агентов против патогенной микрофлоры в животноводстве и защите растений, а также производства ферментных препаратов. Немало работ посвящено значению морфологических и физиологических исследований промышленно-важных микроорганизмов. Это влияет на перемешивание, массоперенос и аэрацию в биореакторе. Кроме того, микро-морфология также может влиять на метаболическую продуктивность. В некоторых работах приводятся данные по росту исследуемых микроорганизмов на различных средах, а также влиянию различных факторов.

**Методы исследований.** Таким образом, для создания лекарственных препаратов на основе микроорганизмов, выделенных из регионов Южно-Казахстанской области. Первостепенное значение имеет исследование условий культивирования (pH, концентрация растворенного кислорода, состав питательной среды, способы культивирования), а также определение ферментативной активности выделенных штаммов микроорганизмов.

Штаммы *Bacillus Subtilis* были выделены из такого материала сена, который является доступным, по методике, описанной в работе, который включает приготовление питательной среды, выделение чистой культуры, культивирование выделенных микроорганизмов на питательных средах, содержащих мясо-пептонный агар [1].

Для культивирования штамма *Bacillus subtilis* применяют простые и сложные питательные среды. Культивирование проводят при 28-30°C в течение 24-36 часов до достижения плотности культуры (титра клеток)  $10^{10}$ - $10^{11}$  клеток на мл.

Культивирование [2] было проведено глубинным и стационарным способом, с образованием бактерий во взвешенном состоянии и в виде пленки соответственно.

Гидролитическая активность определяется в надосадочной жидкости из культур, которую получают путем центрифугирования полного объема культуры [3]. В реакционную смесь вводят 900 мл соответствующего полисахаридного субстрата и 100 мл надосадочной жидкости. Пробы по 50 мл отбирают в исходный момент и через каждые 30 мин в течение 1,5-3 ч. Для контроля к субстрату добавляют гомологичную надосадочную жидкость, прогретую в течение 10 мин при 80°C. Реакцию останавливают нагреванием проб при 95°C в течение 10 мин. Определяют активность путем определения концентрации глюкозы, используя колориметрический метод и группой химических реакций, основанных на способности сахаров (глюкозы) отнимать от ряда соединений кислород [4]. Для определения концентрации глюкозы по колориметрическому методу измеряют оптическую плотность на фотоколориметре при длине волны 490 нм, и по градуированному графику определяют концентрацию моносахарозы. Гидролитическую активность ферментов выделенной глюкозы за 1 мин (мкмоль/мин) рассчитывают на 100 мл надосадочной жидкости исследуемых штаммов [5]. Восстанавливающие свойства глюкозы были использованы при определении реакцией с щелочным раствором сернистой меди — реакцией Фелинга и реакцией с щелочным раствором висмута — реакцией Ниландера.

В качестве полисахаридных субстратов используется водорастворимый крахмал, экстракты мелассы, пивной дробины, а также глюкоза, сахароза [6].

Клетки выделенного из сена штамма *Bacillus subtilis* пересевают на агаризованную среду, помещают в термостат при 28°C. После 24-30 часовой инкубации подросшие клетки смывают фосфатным буфером (pH 7,2) или физраствором, переносят в колбы с питательной средой и

проводят культивирование при 30°C с аэрацией при перемешивании в течение 24 часов [7,8]. Полученную биомассу центрифугируют и суспендируют в этом же буфере до достижения определенной плотности суспензии.

В работе представлены результаты по исследованию гидролитической активности выделенного штамма *Bacillus subtilis* при глубинном и пленочном культивировании.

Выделенные штаммы *Bacillus subtilis* были исследованы на способность гидролизовать растительные полимерные углеводы, в качестве источника которых были использованы экстракты мелассы, пивной дробины.

### Результаты и их обсуждение

На рисунках 1, 2 показаны результаты определения гидролитической активности надосадочной жидкости, полученной из пленочных культур выделенных штаммов, при стационарном культивировании на подготовленной питательной среде. В качестве субстрата для определения суммарной гидролитической активности использовали отвар пивной дробины. Видно, что при глубинном культивировании суммарные значения гидролитической активности штаммов практически одинаковы. Активность выражается в микромолях субстрата, превращенного за минуту одним мг фермента. Максимальные значения активности наблюдались на 2-й день культивирования; при продолжении культивирования значения активности обоих штаммов выходили на плато и медленно снижались. В сравнении с глубинными стационарные культуры имели более низкий уровень гидролитических ферментов: максимальный уровень суммарной гидролитической активности штамма наблюдался на 4-й день инкубации. Сравнение значений гидролитической активности пленочных и глубинных культур показывает, что более эффективным является глубинное культивирование.

Более замедленная динамика нарастания активности ферментов гидролаз при стационарном культивировании может объясняться дополнительным временем (10-15 ч), которое требуется для формирования пленки. Однако увеличение периода функциональной активности пленочных культур штаммов позволяла в итоге немного увеличить общую гидролитическую активность выделенного штамма.

Максимальный уровень синтеза гидролитических ферментов штаммами при стационарном культивировании был, достигнут путем увеличения объема посевного материала до 10% и использования в качестве инокулюма культуральной жидкости 48-часовых глубинных культур. Данный способ позволяет сократить время культивирования.

Помимо влияния состава питательной среды на рост микроорганизмов *B. subtilis* были исследованы также такие параметры как pH, доступ растворенного кислорода при глубинном культивировании. Результаты исследований показали, что наиболее оптимальными являются pH среды в пределах от 6, 5-8,0, а также непрерывная аэрация среды.

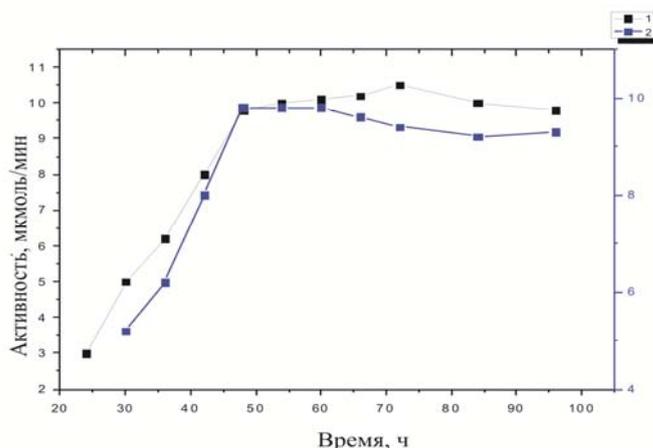


Рисунок 1 – Общая гидролитическая активность выделенного штамма при культивировании:  
1 – глубинном и 2 – пленочном с использованием экстракта из пивной дробины

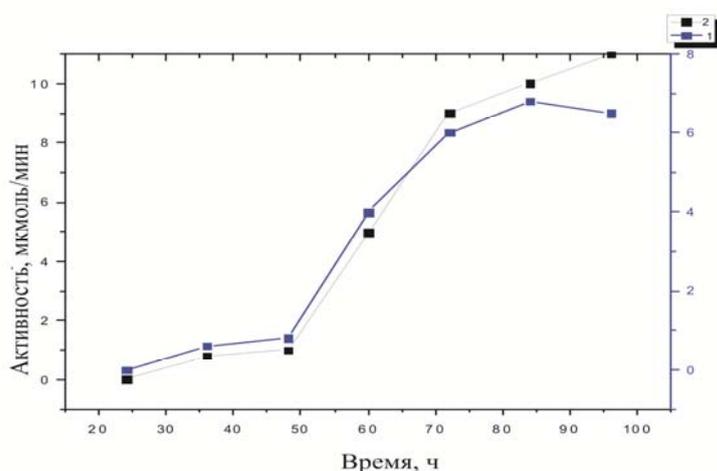


Рисунок 2 – Общая гидролитическая активность выделенного штамма при культивировании: 1 – пленочном и 2 – глубинном с использованием раствора крахмала

Таким образом, были определены оптимальные условия культивирования выделенных штаммов микроорганизмов, а также возможность использования глубинного культивирования для продукции ферментов гидролитического комплекса, который может гидролизовать крахмал при использовании в качестве субстрата пивной дробины, так как он богат питательными веществами и аминокислотами, необходимыми для роста микроорганизмов.

#### Выводы:

1. Получена чистая культура микроорганизмов *Bacillus subtilis* из сены, установлено, что при культивировании на питательной среде, содержащей пивную дробину, происходит интенсивный рост, накопление комплекса гидролитических ферментов, при этом наиболее подходящим и оптимальным является по многим причинам глубинное культивирование данного выделенного штамма. Проведенный анализ гидролитической активности пленочных и глубинных культур штаммов указывает на возможность использования глубинного культивирования для продукции ферментов гидролитического комплекса: гидролизующих крахмал, что позволяет применять штамм *Bacillus subtilis* для переработки различных источников углеводов, таких как экстракты пивной дробины, мелассы и т.д.

2. Применение глубинного культивирования дает возможность вдвое повысить конечную выработку ферментов и использовать более концентрированные крупнодисперсные среды без их предварительного осахаривания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Подберезный В.В., Полянецв Н.И., Ропаяева Л.В. Культивирование производственных штаммов *Bacillus subtilis* в подсырной сыворотке // Ветеринария. - 1996. -N 1.-С. 21-29.
- [2] Бойко Н.В., Лисецька М.В. Разработка пробиотиков виб Ірковоцн: Протискле-ромна ефективність різних штаммов *B. subtilis* // Наук. вюн. Ужгор. ун-ту. Сер. Бюл. 1997. - N 4. - С. 194-198.
- [3] Кудрявцев В.А., Сафронова Л.А., Осадчая А.И. и др. Влияние живых культур *Bacillus subtilis* на неспецифическую резистентность организма // Микробиология. Т.58, N 2. 1996 - С. 46-53.
- [4] Кузнецова Н.И., Смирнова Т.А., Шамшина Т.Н. и др. Штамм *Bacillus thuringiensis*, токсичный для комнатной мухи // Биотехнология. 1995. -N3-4.-С. 11-14.
- [5] Митрохин С.Д., Шендеров Б.А. Микробиологические и биохимические показатели изменения микробной экологии толстой кишки крыс под влиянием рифампицина. Антибиотики и химиотерапия – 1999.- Т. 34 № 6 (482-4).
- [6] Биохимия. Сб. лаб. работ. В.В. Шапкарин, А.П. Королев, С.Б. Гридина, Е.П. Зинкевич. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005.-84 с.
- [7] Moszer I., Glaser P., Danchin A. SubtiList: A relational database for the *Bacillus subtilis* genome // Microbiology. 1995. - V. 141, N 2. - P. 261-268.
- [8] Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. питан. -1999. -Т.68. -№2. -С.32.

## REFERENCES

- [1] Podbereznyj V.V., Poljancev N.I., Ropaeva L.V. Kul'tivirovanie proizvodstvennyh shtammov *Bacillus subtilis* v podsyрноj syvorotke // Veterinarija. - 1996. - N 1. - S. 21-29.
- [2] Bojko N.V., Liseč'ka M.V. Razrabotka probiotikov vib Irkovoshhn: Protiskle-romna jeffektivnost' raznyh shtammov *V. subtilis* // Nauk. vjun. Uzhgor. un-tu. Ser. Bjul. 1997. - N 4. - S. 194-198.
- [3] Kudrjavcev V.A., Safronova J.I.A., Osadchaja A.I. i dr. Vlijanie zhivyh kul'tur *Bacillus subtilis* na nespecificheskuju rezistentnost' organizma // Mikrobiologija. T.58, N 2. 1996 - S. 46-53.
- [4] Kuznecova N.I., Smirnova T.A., Shamshina T.N. i dr. Shtamm *Bacillus thuringiensis*, toksichnyj dlja komnatnoj muhi // Biotehnologija. 1995. -N3-4.-S. 11-14.
- [5] Mitrohin S.D., Shenderov B.A. Mikrobiologičeskie i biohimičeskie pokazateli izmenenija mikrobnaj jekologii tolstoj kishki kryš pod vlijaniem rifampicina. Antibiotiki i himioterapija – 1999.- T. 34 № 6 (482-4).
- [6] Biohimija. Sb. lab. rabot. V.V. Shapkarin, A.P. Korolev, S.B. Gridina, E.P. Zinkevich. Kemerovskij tehnologičeskij institut pišhevoj promyšlennosti. – Kemerovo, 2005.-84 s.
- [7] Moszer I., Glaser P., Danchin A. SubtiList: A relational database for the *Bacillus subtilis* genome // Microbiology. 1995. - V. 141, N 2. - P. 261-268.
- [8] Sheveleva S.A. Probiotiki, prebiotiki i probiotičeskie produkty. Sovremennoe sostojanie voprosa // Vopr. pitan. -1999. -T.68. -№2. -S.32

**БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫҢ КӨЗІ РЕТІНДЕ *Bacillus subtilis*  
МИКРОАҒЗАЛАР ШТАММДАРЫНЫҢ ФЕРМЕНТАТИВТІ БЕЛСЕНДІЛІГІН  
ЖӘНЕ КУЛЬТИВИРЛЕУ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЗЕРТТЕУ**

**Д. Таскынбаева, Б. Ж. Муталиева, Р. Э. Айткулова, Д. Е. Кудасова, А. Д. Дауылбай**

М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, культивирлеу, ферментативті белсенділік, биологиялық белсенді заттар.

**Аннотация.** Мақалада типтік және пленкалы штаммдар культурасының гидролитикалық белсенділігі зерттелді. Олар крахмалды гидролиздеу ферменттердің гидролитикалық белсенділігіне түптік культивирлеуді қолдану мүмкіндігін көрсетеді. *Bacillus subtilis* бөлінген микроағзалар штаммдарын культивирлеудің оптималды жағдайлары анықталды, сонымен қатар, субстрат ретінде сыра бөліндісін қолдану тиімді, оның құрамында микроағзалар өсуі үшін қажетті, қоректік заттар мен аминқышқылдар көп кездеседі. Анықталғандай, құрамында сыра үгінділері бар қоректік орталарды культивирлеу кезінде ақуыздар жинақталуы мен гидролитикалық ферменттер кешенінің қарқынды өсуі байқалады, сондықтан бөлініп алынған штаммды түптік культивирлеу оптималды болып келеді. Көрсетілгендей, түптік культивирлеу кезінде штаммдардың гидролитикалық белсенділігі мәнінің қосындысы бірдей болады.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 140 – 147

## PRODUCTION OF NEW DROUGHT RESISTANT LINES OF POTATO USING CELL TECHNOLOGY

**B. K. Tezekbayeva, A. A. Kalieva, N. P. Malakhova**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: bota151283@mail.ru

**Keywords:** potato, cell culture, virus-free plants, cell selection, drought resistance.

**Abstract.** The article presents the results of the scientific research of production new potato lines resistant to drought factor using cell selection methods. Potato cell lines of «Axor» and «Orbita» breeds were selected to drought tolerance level by using optimal concentrations of mannitol as a selective factor (0,15M). During the research there were obtained callus cultures and *de novo* regenerated plants of the new drought resistant «Axor» and «Orbita» potato lines, were optimized *in vitro* cultivation conditions for the further micropropagation. New perspective «Axor» and «Orbita» potato lines with improved drought tolerance were obtained. Potato new lines were tested on growth in protected ground. The drought stress-factor resistance value results were obtained by visual examination. The number of survived plants, morphological parameters such as the length of the stem, number of the leaves and the number of internodes were measured. From 7 drought resistance at *in vitro* conditions plant lines were dedicated 3 lines for «Axor» (R1/M1, R1/M3, R1/M5) and 2 lines for «Orbita» (R2/M1, R2/M7) which are perspective for future reference in agronomy.

УДК 635.073;57.085; 635.032

## ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ ЛИНИЙ КАРТОФЕЛЯ МЕТОДОМ КЛЕТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Б. К. Тезекбаева, А. А. Калиева, Н. П. Малахова**

РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина» КН МОН РК,  
Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** картофель, культура клеток, безвирусные растения, клеточная селекция, засухоустойчивость.

**Аннотация.** Представлены результаты научных исследований по созданию новых линий картофеля с повышенной засухоустойчивостью методами клеточной селекции. Проведена селекция на засухоустойчивость клеточных культур картофеля сортов «Аксор» и «Орбита» с использованием оптимальных концентрации селективных факторов маннитола (0,15M). Получены каллусные культуры и первичные пробирочные растения-регенеранты новых засухоустойчивых линий сортов картофеля «Аксор» и «Орбита». Оптимизированы условия их культивирования в условиях *in vitro* для дальнейшего микроклонального размножения. Получены новые перспективные линии картофеля сорта «Аксор» и «Орбита» с улучшенными свойствами засухоустойчивости. Проведено испытание новых линий в условиях закрытого грунта. Оценку устойчивости растений к стрессовому фактору засухи проводили по результатам визуального наблюдения. Оценивалось число выживших растений, и такие морфологические параметры как длина стебля, количество листьев и количество междоузлий. Из 7 засухоустойчивых линий растений обоих сортов в условиях *in vitro* выделено 3 линии сорта «Аксор» (R1/M1, R1/M3, R1/M5) и 2 линии сорта «Орбита» (R2/M1, R2/M7) перспективных для дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

**Введение.** Картофель - одна из ведущих и наиболее ценных продовольственных культур в мире, наряду с зерновыми (пшеница, рис, кукуруза). По распространенности в настоящее время картофель стоит на пятом месте среди культур, выращиваемых для обеспечения человечества питанием, и на четвертом - по валовому урожаю. Несмотря на то, что Алматинская область занимает лидирующее место по площади возделывания (38,3 тыс.га) и валовому сбору картофеля (682,8 тыс.тонн) среди остальных областей, урожайность этой культуры по области составляет всего 17,8 т/га. [1]. Ежегодное снижение урожайности картофеля связано с постоянным ухудшением экологической обстановки в нашем регионе (засуха, засоление почв), а также высокой инфицированностью картофеля различными вирусными заболеваниями, что приводит к значительным потерям при его возделывании и хранении. Засуха наносит больший урон растениеводству, чем все остальные стрессовые факторы вместе взятые. Это связано с тем, что для растений картофеля высокие температуры и водный дефицит являются ограничивающими физиологическими факторами, препятствующим его выращиванию во многих странах мира. Картофель наиболее чувствителен к влажности почвы, особенно в период от начала бутонизации до конца цветения, во время начала клубнеобразования и в период накопления урожая [2]. Недостаток влаги блокирует инициацию роста столонов и инициацию клубнеобразования [3]. Чем продолжительней стресс, тем меньшее количество клубней завязывается. В условиях засухи также существенно замедляется рост клубней, завязавшихся до её наступления, приводя к значительному недобору сухого вещества пропорционально силе и продолжительности засухи.

Одним из подходов к получению новых линий сельскохозяйственно-ценных растений стал метод клеточной селекции, позволяющий использовать огромный потенциал местных сортов картофеля для создания новых засухоустойчивых сортов. На сегодняшний день с помощью методов клеточной селекции уже были получены новые сорта и линии сельскохозяйственно-ценных растений картофеля, томата, пшеницы, риса, ячменя, льна, огурца, табака, капусты, рапса, ряда кустарниковых и древесных культур, устойчивые к широкому спектру абиотического и биотического стресса [4-15]. Применение биотехнологических методов и клеточной селекции в условиях *in vitro* для создания новых засухоустойчивых линий картофеля, пригодных для введения в сельское хозяйство в Казахстане, представляет собой один из наиболее перспективных и оптимальных подходов для решения проблемы ускоренного получения новых форм картофеля с необходимыми качественными признаками.

Целью данного исследования являлось получение новых засухоустойчивых линий отечественных сортов картофеля методами клеточной селекции.

### Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследований использованы генотипы сортов картофеля «Аксор» и «Орбита» из селекции "Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства" (КазНИИКО) и РГП «ИМБиБ им. М.А. Айтхожина».

Картофель «Аксор» - сорт относительно жаростойкий и засухоустойчивый, среднеспелый, среднеурожайный. Производственный потенциал урожайности находится в пределах 55 т/га. Содержание крахмала 18 %. Относительно устойчив к заболеваниям, универсального назначения [16].

Картофель «Орбита» - сорт среднеурожайный, относительно устойчивый к грибным заболеваниям, создан на основе результатов клеточной селекции в условиях космической микрогравитации и проведенных полевых селекционных испытаний на Земле. Относительно устойчив к стрессовым биотическим и абиотическим факторам среды. Производственный потенциал урожайности находится в пределах 40 - 50 т/га. Содержание крахмала 17 - 19 % [17].

**Получение клеточных культур картофеля.** Для получения каллусных культур картофеля использована универсальная среда Мурасиге и Скуга (МС) с добавлением гормонов индолилуксусной кислоты (ИУК) 1 мл/л и 6-бензиламинопурин (6-БАП) 2 мл/л [18]. Для получения суспензии отбирали ярко-желтые глобулярные каллусы с гладкой матовой поверхностью и рыхлой структурой. Для переноса в жидкую среду из таких каллусов отбирали морфогенные участки, 1-2 г. каллусной ткани культивировали плоскодонной колбе (объем 250 мл) в 30 мл жидкой питательной

среды АА [19]. Суспензию культивировали на шейкере при режиме 120 об/ мин при  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  на рассеянном свете. Субкультивирование проводили один раз в неделю. Через 1 - 2 месяцев получали активно растущую, мелко агрегированную, морфологически однородную суспензионную культуру, образованную из клеток меристематического типа с плотной цитоплазмой и тонкой клеточной стенкой.

**Клеточная селекция.** В основе клеточной селекции использовали принцип отбора генетически измененных клеток в присутствии селективного агента и последующей регенерации из них растений [20,21]. Для проведения клеточной селекции на засухоустойчивость в суспензионной культуре картофеля использовали подобранную ранее оптимальную концентрацию маннитола - 0,15 М, который добавляли в жидкую питательную среду АА. Суспензию культивировали на шейкере при режиме 120 об/ мин при  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  на рассеянном свете. Селекцию проводили по классической ступенчатой схеме: культивирование клеток в неселективных условиях (14 суток); культивирование клеток в селективных условиях (2 субкультивирования с периодом 7 суток); перенос клеток в неселективные условия (14 суток); перенос клеток в селективные условия (2 субкультивирования по 7 суток).

**Регенерация растений из селектированных клеточных культур.** Для регенерации растений картофеля из селектированных морфогенных каллусов, каллусы культивировали на ранее оптимизированной нами агаризованной питательной среде Мурасиге - Скуга (МС), содержащей 0,5 мг/л кинетин, 1,0 мг/л 2,4-D, 5,0 мг витаминов и 30 г/л сахарозы. Каллусы культивировались при температуре воздуха 24 – 26 $^{\circ}\text{C}$ , при освещенности 3 000 люкс на стеллажах с лампами дневного света в светокультуральной комнате [22].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

**Получение клеточных культур и клеточная селекция на засухоустойчивость.** Из черенков и листовых пластинок пробирочных растений на агаризованной МС среде с добавлением гормонов ИУК и 6-БАП были получены морфогенные каллусы картофеля, послужившие исходным материалом для суспензионной клеточной культуры. Для получения суспензионной культуры, часть каллусов картофеля генотипов «Аксор» и «Орбита» по мере наработки биомассы были введены в жидкую питательную среду АА с высоким содержанием аминокислот: глицин - 22,5 мг/л, глутамин - 253,1 мг/л, аргинин - 68,4 мг/л, аспарагиновая кислота - 79,8 мг/л и минеральных солей:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  - 134 мг/л,  $\text{KNO}_3$  - 3 г/л,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 500 мг/л. Суспензию культивировали в течение 1 месяца на шейкере при 120 об./мин, при 24-26 $^{\circ}\text{C}$ . Через 4-6 недель была получена активно растущая, морфологически однородная суспензионная культура картофеля, которую использовали для проведения клеточной селекции.

Для проведения клеточной селекции на засухоустойчивость в суспензионной культуре картофеля использовали подобранную ранее оптимальную концентрацию маннитола - 0,15М, который добавляли в жидкую питательную среду АА. В качестве контроля использовали суспензионные культуры картофеля сорта «Аксор» и «Орбита», культивируемые без добавления маннитола. После культивирования суспензионных клеток картофеля на селективной среде был произведен отбор жизнеспособных устойчивых к осмотическому стрессу клеток, из которых на агаризованной МС среде были наработаны морфогенные каллусы.

Получение и тиражирование растений-регенерантов картофеля из каллусных культур проводили на среде МС содержащей 0,5 мг/л кинетин, 1,0 мг/л 2,4-D, 5,0 мг витаминов и 30 г/л сахарозы. В результате были получены тиражированные в необходимом объеме безвирусные пробирочные растения, семи новых засухоустойчивых линий картофеля сорта «Аксор» обозначенных как R1/M1 - R1/M7 и картофеля сорта «Орбита» обозначенных как R2/M1- R2/M7.

**Перевод пробирочных растений новых селективных линий картофеля в закрытый грунт для испытания на засухоустойчивость в лабораторных условиях.** Культивирование растений на изучение засухоустойчивости проводилось в два этапа: на первом этапе полученные пробирочные растения-регенеранты выращивались в условиях светокультуральной климатической комнаты, далее, на втором этапе – экспериментальные растения переносились для культивирования в условия парника.

Для проведения оценки на устойчивость к засухе растения-регенеранты 7 соматоклональных линий R1/M1 - R1/M7 сорта «Аксор» и 7 линий R2/M1- R2/M7 сорта «Орбита», полученных с помощью клеточной селекции после этапа предварительной адаптации к условиям *ex vitro*, подвергали воздействию стрессовых факторов, моделирующих условия засухи. Для достижения таких условий полив экспериментальных и контрольных растений осуществляли один раз в 7 дней. Температура воздуха поддерживалась в пределах 30-35<sup>0</sup>С. Низкий уровень влажности воздуха и высокие температуры воздуха достигались с помощью ламп с высокой мощностью освещения 600 Вт. в режиме 18 - ти часового светового дня. Все эксперименты проводились в трехкратной повторности.

Оценку устойчивости растений к стрессовому фактору засухи проводили по результатам визуального наблюдения. Оценивалось число выживших растений, и такие морфологические параметры как длина стебля, количество листьев и количество междоузлий. Исходя из полученных экспериментальных данных, представленных в таблице 1, установлено, что для сорта «Аксор» наибольшие показатели по устойчивости к засухе по сравнению с контролем, отмечены для растений линий R1/M1, R1/M3, R1/M5. Среднее число выживших растений линии R1/M1 составило 30 шт. на каждые 30 растений (100%), тогда как у контрольных растений этот показатель составил 18 шт. из 30 растений (60%).

Наименьшие показатели выживаемости растений селективных линий сорта «Аксор» отмечены для линий R1/M2 и R1/M6, среднее число живых растений к концу эксперимента составило у линии R1/M2 6 шт. (20%), у линии R1/M6 -3 растения (10%). У сорта «Орбита» наибольшими показателями на устойчивость к засухе по сравнению с контролем, отличались растения линии R2/M1, R2/M4 и R2/M7. Среднее число выживших растений линии R2/M1 составило 12 шт. на каждые 30 растений (40%), тогда как у контрольных растений этот показатель составил 9 шт. из 30 растений (30%). Среднее число выживших растений линии R2/M4 составило 10 шт. на каждые 30 растений (30%). Среднее общее число выживших растений линии R2/M7 составило 10 шт. на каждые 30 растений (30%). У сорта «Орбита» наибольшими показателями на устойчивость к засухе по сравнению с контролем, отличались растения линии R2/M1, R2/M4 и R2/M7.

Все растения-регенеранты, прошедшие первый этап адаптации и селекции в условиях светокультуральной комнаты, были перенесены в закрытый грунт в условиях парника для проведения селекции новых линий на засухоустойчивость в естественных условиях.

Наблюдения за ростом и развитием растений-регенерантов и последующий сбор данных касательно морфологических признаков проводился на 7, 14, 21 дни после высадки растений в закрытый грунт в условиях парника. Результаты показаны в таблицах 1 и 2. С целью стимуляции роста на протяжении всего культивирования проводилось окучивание растений – регенерантов с периодичностью 1 раз в неделю.

Результаты морфологического анализа растений, полученные на 21 день культивирования в условиях грунта, показали, что все растения-регенеранты исследуемых линий развивались с разной интенсивностью. Было установлено, что из семи селективных линий картофеля сорта «Аксор», растения линий R1/M1, R1/M2, R1/M3, R1/M5 показали наибольшую интенсивность роста стебля и количество листьев за этот период развития по сравнению с контрольным вариантом и с остальными линиями. Наименьший рост растений и количество листьев был отмечен в растениях линий R1/M7, R1/M4 (см. таблица 1).

Морфологические параметры развития растений линии сорта «Орбита» варьировали с разной степенью интенсивности, полученные данные приведены в таблице 2. Было установлено, что из семи селективных линий сорта «Орбита», линии R2/M-1 и R2/M-7 по всем показателям значительно выше, чем линия R2/M-4, показатели которой несколько ниже по сравнению с контролем. Анализ полученных данных показал, что растения-регенеранты селективной линии R2/M-7 по длине стеблей были значительно выше по сравнению с контрольным вариантом, в то время как линии R2/M2, R2/M3, R2/M5 и R2/M6 показали низкую степень засухоустойчивости, что привело к их полной гибели к концу эксперимента.

Таким образом, по результатам испытаний в условиях *ex vivo* было установлено, что наиболее устойчивыми к засухе, по оценке морфологических параметров оказались 3 линии сорта «Аксор» (R1/M1, R1/M3, R1/M5) и 2 линии сорта «Орбита» (R2/M1, R2/M7).

Таблица 1 – Морфологические показатели линий сорта картофеля «Аксор» в условиях парника

Линии сорта «Аксор»	Высота стебля, см				Количество листьев, шт.				Количество междоузлий, шт.			
	0 день	7 день	14 день	21 день	0 день	7 день	14 день	21 день	0 день	7 день	14 день	21 день
Контроль	7,6	12,0	17,0	21,3	8,6	28,0	55,0	57,6	6,3	7,3	9,0	10,0
R1/M1	14,3	15,4	12,1	23,3	6,6	24,2	42,0	52,3	4,6	6,2	8,0	10,6
R1/M2	13,2	15,0	10,6	21,6	6,0	16,8	23,6	43,3	4,5	5,0	5,6	8,3
R1/M3	11,3	12,6	14,3	19,0	4,6	15,0	21,3	58	3,3	5,4	6,0	10
R1/M4	11	11,6	11,3	21,6	5,0	14,6	26,3	34,6	3,0	4,4	6,0	6,6
R1/M5	14,6	16,7	13,0	18,0	9,3	21,0	30,0	28,6	5,0	6,8	7,3	6,6
R1/M6	14,6	17,1	14,5	20,3	7,6	23,2	37,0	44,6	4,6	6,0	7,0	10,0
R1/M7	13,3	16,5	11,8	19,3	7,6	16,5	26,3	47,3	6,0	6,0	6,0	8,3

Таблица 2 – Морфологические показатели линий сорта картофеля «Орбита» в условиях парника

Линии сорта картофеля «Орбита»	Высота стебля, см				Количество листьев, шт.				Количество междоузлий, шт.			
	0 день	7 день	14 день	21 день	0 день	7 день	14 день	21 день	0 день	7 день	14 день	21 день
Контроль	11,5	14,5	10,5	22,0	10,6	17,3	26,0	48,6	7,3	7,3	6,6	7,0
R2/M1	11,9	12,8	17,0	22,6	10,3	12,8	15,3	26,3	5,0	5,0	5,0	5,3
R2/M2	11,9	16,3	11,6	–	10,3	16,3	18,3	–	8,0	7,2	6,6	–
R2/M3	10,9	11,3	9,0	–	8,3	9,9	14,0	–	6,6	5,4	4,3	–
R2/M4	9,2	16,7	8,6	21,3	6,6	17,3	20,3	49,3	4,0	4,3	4,6	7,6
R2/M5	9,0	11,3	7,6	–	10,6	15,5	21,3	–	6,6	6,8	7,0	–
R2/M6	10,4	15,4	12,1	–	10,6	17,3	23,3	–	6,3	6,6	7,0	–
R2/M7	9,4	10,4	15,0	22,7	10,0	16,0	24,0	56,0	6,3	6,6	7,4	8,0

На следующем этапе работы проводили отбор устойчивых к засухе линий картофеля на основе урожая миниклубней новых линий в закрытом грунте. Сбор урожая миниклубней от полученных линий двух сортов («Аксор», «Орбита»), селективных по засухоустойчивости проводили вручную через 90 дней после посадки в закрытый грунт. Оценку урожайности миниклубней картофеля селективных линий проводили по следующим параметрам: общий вес клубней, среднее количество клубней на растение, средний вес клубней на растение, данные урожайности сортов показаны в таблицах 3 и 4.

Продуктивность селективных засухоустойчивых линий картофеля сорта «Аксор» и «Орбита» по 7 линий на каждый сорт, за период вегетации в закрытом грунте была различной. Наименьшие показатели по среднему количеству и весу миниклубней с куста были отмечены у растений-регенерантов линий сорта «Аксор» R1/M2, R1/M4, R1/M6 и R1/M7, а так же линии сорта «Орбита» R2/M4. Количество клубней с одного растения для этих линий составило в среднем по 2 миниклубня, средний вес полученных миниклубней на одно растение так же оказался самым минимальным из всех 7 линий: R1/M2-0,9 г, R1/M4-2,4 г, R1/M6-9,9 г и R1/M7-1,7 г, что практически не превышает данные, полученные в контрольных растениях. У линий сорта «Орбита» R2/M2, R2/M3, R2/M5 и R2/M6 клубни не были получены (таблицы 3, 4).

Как следует из приведенных в таблицах 3 и 4 данных, наибольшую урожайность среди растений всех 7 селективных линий показали растения линий сорта «Аксор» R1/M1, R1/M3 и R1/M5. Урожайность растений этих линий в среднем составила 1,4, 1 и 2,2 миниклубней на одно растение, соответственно, не превышает показатели контрольных растений (2,6 миниклубня). Средний вес миниклубней линии R1/M1, R1/M3 составил 3 и 6,3 г в пересчете на одно растение, для линии R1/M5-3,3г на одно растение.

Таблица 3 – Показатели урожайности устойчивых к засухе селективных линий картофеля, выращиваемых в условиях *in vivo*

Линии сорта Картофеля «Аксор»	Количество растений, шт.	Среднее количество клубней/растение, шт.	Средний вес клубней/растение, г
Контроль	10	2,6	2,2
R1/M1	10	1,4	3,0
R1/M2	10	0,6	0,9
R1/M3	10	1,0	6,3
R1/M4	10	1,0	2,4
R1/M5	10	2,2	3,3
R1/M6	10	0,2	1,6
R1/M7	10	0,6	1,7

Таблица 4 – Показатели урожайности устойчивых к засухе селективных линий картофеля, выращиваемых в условиях *in vivo*

Линии сорта Картофеля «Орбита»	Количество растений, шт.	Среднее количество клубней/растение, шт.	Средний вес клубней/растение, г
Контроль	10	0,8	1,7
R2/M1	10	1,0	1,9
R2/M2	10	–	–
R2/M3	10	–	–
R2/M4	10	0,6	1,6
R2/M5	10	–	–
R2/M6	10	–	–
R2/M7	10	0,6	4,0

Таким образом, по результатам проведенных экспериментов получено 5 наиболее перспективных засухоустойчивых линий обоих сортов картофеля: 3 линии сорта «Аксор» (R1/M1, R1/M3, R1/M5) и 2 линии сорта «Орбита» (R2/M1, R2/M7) для дальнейшего использования в сельском хозяйстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.fao.org.potato-2008>.
- [2] Вечер А.С., Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля. Минск, 1973, с.264.
- [3] Haverkort A. J., Donald K. L., MacKerron Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth, Kluwer Academic Publishers, 1995. P. 281 - 290.
- [4] Bayoumi T., Eid M., Metwali E. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. Afr. J. Biotechnology. 2008. V. 7 (14). P. 2341-2352.
- [5] Бавол А.В., Дубровная О.В., Лялько И.И. Использование методов клеточной селекции для повышения устойчивости пшеницы к оффиоблезной корневой гнили. Биотехнология клеток растений *in vitro* и биотехнология: тез. докл. междунар. научн. конф. Звенигород, 2008. С. 26.
- [6] Пролетова Н.В., Поляков А.В., Лошакова Н.И., Каранова С.Л. Использование методов культуры пыльников и клеточной селекции для получения форм льна, устойчивых к фузариозному увяданию. Тезисы докладов Межд. конф. «Генетика в 21 веке: состояние и перспективы развития». Москва, 2004. Т. 1. С. 256
- [7] Švabova L., Lebeda E. In vitro selection for improved plant resistance to toxin-producing pathogens. J. Phytopathology. 2005. V. 153. P. 52-64.
- [8] Hollmann P.J., Lohbruner G.K., Shamoun S.F., Lee S.P. Establishment and characterization of Rubus tissue culture system for in vitro bioassays against phytotoxins from Rubus fungal pathogens. Plant Cell Tissue Organ Cult. 2002. V. 68. P. 43-48.
- [9] Jayasankar S., Li Z., Gray D.J. In-vitro selection of Vitis vinifera 'Chardonnay' with Elsinoe ampelina culture filtrate is accompanied by fungal resistance and enhanced secretion of chitinase / Planta. 2000. V. 211(2). P. 200-208.
- [10] Kasem Z. Ahmed, Mesterházy Á., Bartók T., Sági F. In vitro techniques for selecting wheat (Triticum aestivum L.) for Fusarium-resistance. II. Culture filtrate technique and inheritance of Fusarium-resistance in the somaclones. Euphytica. 1996. V. 91(3). P. 341-349.
- [11] Chawla H.S., Wenzel G. In vitro selection for fusaric acid resistant barley plants. Plant Breed. 1987. V. 99. P. 159-163.
- [12] Vidal K., Guermache F., Timothy L. Widmer. In vitro culturing of yellow starthistle (Centaurea solstitialis) for screening biological control agents. Biological Control. 2004. V. 30. P. 330-335.

- [13] Pontaroli A.C., Camadro E.L., Babinec F.J., Ridao A. Responses of *Asparagus officinalis* pollen to the culture filtrate of *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi*. *Scientia Horticulturae*. 2000. V. 84. P. 349-356.
- [14] Калашникова Е.А. Клеточная селекция растений на устойчивость к грибным болезням. дисс.докт. биол. наук. Москва, 2003, 282 с.
- [15] Мезенцева О.Ю. Использование тканевых и клеточных культур в селекции на устойчивость к фитопатогенам. Селекция и семеноводство. 1990. № 4. С. 59-62.
- [16] [http://www.kartofel.org.cultivars.reg\\_cult.aksor.pdf](http://www.kartofel.org.cultivars.reg_cult.aksor.pdf)
- [17] <http://kazniiko.kz>
- [18] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures, *Physiol. Plant.* 1962, Vol. 15. P. 473 - 497.
- [19] Калашникова Е.А., Нгуен Т.Х., Пронина Н.Б. Получение *in vitro* клеточных и тканевых культур подсолнечника, устойчивых к *Sclerotinia sclerotiorum*, Биотехнология клеток растений *in vitro* и биотехнология: тез. докл. Междунар. науч. конф. Звенигород, 2008, С.158.
- [20] Калашникова Е.А. Клеточная селекция растений на устойчивость к грибным болезням. дисс. докт. биол. наук. М. 2003, С. 282.
- [21] Ватад А.А., Слусис К., А. Начмиас Ускоренное размножение испытанного на вирусы картофеля. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля. Под ред. Г. Лебенштейна. СПб., 2005, С.229-239.
- [22] Швелуха В.С. Сельскохозяйственная биотехнология Т.2. М.: Воскресенье, 2001, С.468.

#### REFERENCES

- [1] <http://www.fao.org.potato-2008>.
- [2] Vecher A.C., Goncharik M.N. Physiology and biochemistry of the potato. Minsk, 1973. P. 264.
- [3] Haverkort A. J., Donald K. L., MacKerron Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth. Kluwer Academic Publishers, 1995. - P. 281 - 290.
- [4] Bayoumi T., Eid M., Metwali E. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *Afr. J. Biotechnology*. - 2008. - V. 7 (14). - P. 2341-2352.
- [5] Bavol A.V., Dubrovnaja O.V., Ljal'ko I.I. Using the methods of cell selection to improve wheat resistance to root ofioboleznoj. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii "Biotehnologija kletok rastenij in vitro i biotehnologija"* [Proc. of reports. Intern. scientific conf. "Biotehnologija of plant cells in vitro and biotechnology"] Zvenigorod, 2008. P.26. (In Russian).
- [6] Proletova N.V., Poljakov A.V., Loshakova N.I., Karanova S.L. Using the methods of anther culture and cell selection for flax forms resistant to *Fusarium* wilt. *Tezisy dokladov mezhdunarodnoy konferencii "Genetika v 21 veke: sostojanie i perspektivy razvitiya."* [Proc. of reports. Intern. scientific conf.] Moscow, 2004. Vol.1. P.256. (In Russian).
- [7] Švabova L., Lebeda E. In vitro selection for improved plant resistance to toxin-producing pathogens. *J. Phytopathology*. 2005. V. 153. P. 52-64.
- [8] Hollmann P.J., Lohbruner G.K., Shamoun S.F., Lee S.P. Establishment and characterization of *Rubus* tissue culture system for *in vitro* bioassays against phytotoxins from *Rubus* fungal pathogens. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 2002. V. 68. P. 43-48.
- [9] Jayasankar S., Li Z., Gray D.J. In-vitro selection of *Vitis vinifera* 'Chardonnay' with *Elsinoe ampelina* culture filtrate is accompanied by fungal resistance and enhanced secretion of chitinase *Planta*. 2000. V. 211(2). P. 200-208.
- [10] Kasem Z. Ahmed, Mesterházy Á., Bartók T., Sági F. In vitro techniques for selecting wheat (*Triticum aestivum* L.) for *Fusarium*-resistance. II. Culture filtrate technique and inheritance of *Fusarium*-resistance in the somaclones. *Euphytica*. 1996. V. 91(3). -P. 341-349.
- [11] Chawla H.S., Wenzel G. In vitro selection for fusaric acid resistant barley plants. *Plant Breed.* 1987. V. 99. P. 159-163.
- [12] Vidal K., Guermache F., Timothy L. Widmer. In vitro culturing of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) for screening biological control agents. *Biological Control*. 2004. -V. 30. P. 330-335.
- [13] Pontaroli A.C., Camadro E.L., Babinec F.J., Ridao A. Responses of *Asparagus officinalis* pollen to the culture filtrate of *Fusarium oxysporum* f.sp. *asparagi*. *Scientia Horticulturae*. 2000. V. 84. P. 349-356.
- [14] Kalashnikova E.A. Cell plant breeding for resistance to fungal diseases *Diss. dokt. biol. Nauk. M.* 2003. 282.
- [15] Mezenцева O.Ju. Using tissue and cell cultures in the selection for resistance to phytopathogens. *Selekcija i semenovodstvo. J. Breeding and Seed Production*, 1990. no 4 pp.59-62. (In Russian).
- [16] [http://www.kartofel.org.cultivars.reg\\_cult.aksor.pdf](http://www.kartofel.org.cultivars.reg_cult.aksor.pdf)
- [17] <http://kazniiko.kz>
- [18] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15. P. 473 - 497.
- [19] Kalashnikova E.A., Nguyen T.H., Pronina N.B. Preparation of *in vitro* cell and tissue culture of sunflower resistant to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii "Biotehnologija kletok rastenij in vitro i biotehnologija"* [Proc. of reports. Intern. scientific conf. "Biotehnologija of plant cells in vitro and biotechnology"] Zvenigorod, 2008. P.158. (In Russian).
- [20] Kalashnikova E.A. Cell plant breeding for resistance to fungal diseases *Diss. dokt. biol. nauk. M.* 2003. 282.
- [21] Vatađ A.A., Sluis K., A. Nachmias Accelerated breeding tested for viruses potato *Virusnye i virusopodobnye bolezni i semenovodstvo kartofelia. Viral and virus diseases and seed potatoes.* By Edit Lebenshtein G. St. Peterburg, 2005, pp.229-239. (In Russian).
- [22] Sheveluha V.S. *Selskohozjajstvennaja biotehnologija* [Agricultural biotechnology], Moscow, Vol.2, 2001. P 468. (In Russian).

**КЛЕТКАЛЫҚ СЕЛЕКЦИЯ ӘДІСІМЕН КАРТОПТЫҢ  
ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚҚА ТӨЗІМДІ ЖАҢА ЛИНИЯЛАРЫН АЛУ****Б. К. Тезекбаева, А. А. Калиева, Н. П. Малахова**РМК М. А. Айтхожин атындағы «Молекулалық биология және биохимия институты» ҚР БҒМ ҒК,  
Алматы, Қазақстан**Тірек сөздер:** картоп, клетка культурасы, вируссыз өсімдік, клеткалық селекция, құрғақшылыққа төзімділік.**Аннотация.** Ғылыми зерттеу жұмыс барысында клеткалық селекция әдісімен картоптың құрғақшылыққа төзімді жаңа линияларын алу нәтижелері көрсетілген. Жұмыс барысында іріктемелі фактор маннитолдың (0.15М) тиімді концентрациясын пайдалана отырып, «Ақсор» және «Орбита» картоп сорттарының клеткалық культураларының құрғақшылыққа төзімді белгілері бойынша селекция жүргізілді. Картоптың «Ақсор» және «Орбита» сорттарының құрғақшылыққа төзімді жаңа каллустық культуралары және алғашқы пробиркалық өсімдік-регенеранттары алынды. *In vitro* жағдайында ары қарай микроклонды көбейту үшін культивирлеу жағдайы онтайландырылды. Картоптың «Ақсор» және «Орбита» сорттарының құрғақшылыққа төзімділік қасиеті жақсартылған, жаңа төзімді линиялары алынды. Жылыжай жағдайында жаңа линияларға зерттеу жүргізілді. *In vitro* жағдайында екі сорттың құрғақшылыққа төзімді 7 линиялардың ішінен «Ақсор» сортының 3 линиясы (R1/M1, R1/M3, R1/M5) және «Орбита» сортының 2 линиясы (R2/M1, R2/M7) перспективті деп анықталып, ары қарай ауыл шаруашылық саласында пайдалануға ұсынылды.

Поступила 02.02.2016 г.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 147 – 152

**STUDY OF MICROBIAL ENZYMES BY USE OF EXTRACT  
OF BEER PELLETT AS A RAU MATERIAL****D. Taskynbaeva, B. J. Mutaliyeva, R. E. Aytkulova, D. E. Kudasova, J. R. Elemanova**

M.Auezov SKSU, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Dariha\_uko@mail.ru

**Keywords:** enzymes, microorganisms, amylolytic activity, deep cultivation, beer pellet.**Abstract.** This paper presents the results of research of amylolytic, proteolytic and hydrolytic activity of the *Bacillus subtilis* selected strains at deep cultivation.Separated *Bacillus subtilis* strains were tested for the ability to hydrolyze vegetable polymeric carbohydrates as a source of which the beer pellet has been used. By the research results were established that the most optimal pH for proteolytic and amylolytic activity is 9 at concentrations of 1.15 and 0.8 mg / ml / sec respectively. Furthermore, it was determined that the optimal temperature is 50°C.

Also the results of determination of the hydrolytic activity of the supernatant obtained from cultures of isolated strains were showed, at cultivation on a culture of the prepared medium. As a substrate for the determination of total hydrolytic activity are used the extract of beer pellet. The maximum values of the activity were observed on the 2nd day of cultivation; at continuation of cultivation the activity values of both strains reaches a plateau and declines slowly. It is also established that the submerged cultivation using beer pellets extract nearly twice enhances the hydrolytic activity of a produced strain in comparison, if as a substrate are used starch.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТОВ МИКРООРГАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ЭКСТРАКТА ПИВНОЙ ДРОБИНЫ

Д. Таскынбаева, Б. Ж. Муталиева, Р. Э. Айткулова, Д. Е. Кудасова, Ж. Р. Елеманова

ЮКГУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

**Ключевые слова:** ферменты, микроорганизмы, амилалитическая активность, глубинное культивирование, пивная дробина.

**Аннотация.** В работе представлены результаты по исследованию амилалитической, протеолитической и гидролитической активности выделенного штамма *Bacillus subtilis* при глубинном культивировании.

Выделенные штаммы *Bacillus subtilis* были исследованы на способность гидролизовать растительные полимерные углеводы, в качестве источника которых была использована пивная дробина. Результаты исследований было установлено, что наиболее оптимальным рН для амилалитической и протеолитической активности является 9 при концентрациях 1,15 и 0,8 мг/мл/сек соответственно. Кроме того, определено, что наиболее оптимальной является температура 50<sup>0</sup>С.

Кроме того, показаны результаты определения гидролитической активности надосадочной жидкости, полученной из культур выделенных штаммов, при культивировании на подготовленной питательной среде. В качестве субстрата для определения суммарной гидролитической активности использовали отвар пивной дробины. Максимальные значения активности наблюдались на 2-й день культивирования; при продолжении культивирования значения активности обоих штаммов выходили на плато и медленно снижались. Также установлено, что глубинное культивирование при использовании экстракта пивной дробины почти вдвое повышает уровень продуцируемой гидролитической активности штамма по-сравнению, если в качестве субстрата был использован крахмал.

**Введение.** Ферменты - это специфические катализаторы белковой природы. Они вырабатываются клетками и тканями организмов, и которые играют центральную роль в каждом биохимическом процессе. Они катализируют сотни ступенчатых реакций по разрушению питательных веществ, сохранению и трансформации химической энергии и получению биологических макромолекул из простых предшественников. Исследование ферментов имеет огромное практическое значение в связи с применением, которое основано на их высокой каталитической активности и более высокой по сравнению с небиологическими каталитическими системами субстратной специфичностью. Например, во многих заболеваниях, особенно связанных с наследуемыми генетическими нарушениями, что связано с дефицитом или полным отсутствием одного или более ферментов. Для других заболеваний, наоборот, избыточная активность ферментов также может быть причиной их появления. Исследование активности ферментов в плазме крови, эритроцитов, образцах тканей имеет диагностическое значение. Многие лекарства оказывают свой биологический эффект через взаимодействие с ферментами. Кроме того, ферменты являются важными практическими инструментами, не только в медицине, но и в химической и пищевой промышленности, сельском хозяйстве.

Микробные ферменты являются предпочтительными по-сравнению с ферментами животного и растительного происхождения в связи с более низкой себестоимостью для производства, и состав этих ферментов более предсказуемый, контролируемый и надежный [1]. Кроме того, их можно получить в достаточном количестве для применения в различных отраслях промышленности.

Сельскохозяйственные и отходы пищевой промышленности рассматриваются как лучшие субстраты для твердофазной ферментации, и использование твердофазной ферментации для производства ферментов не является исключением для этого. Ряд таких субстратов перерабатывается для культивирования микроорганизмов-продуцентов энзимов. Некоторые из используемых субстратов включают жом тростника, пшеничные, рисовые, кукурузные отруби, солома пшеницы, риса, рисовую шелуху и др. [2].

Целью данного исследования является получение ферментов из *Bacillus subtilis*, используя в качестве субстрата экстракт пивной дробины.

Пивная дробина богата пищевыми волокнами, что является одним из наиболее необходимых элементов здорового питания, так как они способствуют правильному пищеварению не только животных, но и человека. Ранее авторами [3] приведен аминокислотный состав сухой пивной дробины, где показано, что при анализе особое внимание уделяется содержанию незаменимых аминокислот, которые обуславливают биологическую ценность белков. Ими установлено, что наибольшее количество среди незаменимых аминокислот приходится на фенилаланин, тирозин, глутаминовую кислоту, пролин, а также лимитирующие аминокислоты, такие как лизин и треонин. Таким образом, химический анализ пивной дробины, а также анализ литературных данных позволил выбрать пивную дробину как сырье, которое достаточно богато питательными веществами и может быть применено в качестве субстрата для культивирования микроорганизмов – продуцентов ферментных препаратов. Таким образом, в задачи исследования входило использование пивной дробины в качестве основного компонента питания для микроорганизмов в получении ферментных препаратов.

**Методы исследования.** В работе проведен скрининг амилалитической активности *B. Subtilis*, где для его выявления использовали среду Лоурия-Бертони (LA), в который вносится 1%-ный раствор крахмала. После инкубирования микроорганизмов раствор Люголя был добавлен для идентификации окрашенной зоны. По наличию окрашивания и его диаметра, образованного после добавления раствора Люголя, устанавливают амилалитическую активность культуры [4,5].

Амилалитическая активность. Для выявления амилалитической активности использовали плотные питательные среды: MRS (Merck) - для лактобацилл и Лоурия-Бертони (LA) - для остальных бактерий, в которые вносили 1% водорастворимый картофельный крахмал. Исследуемые микроорганизмы высевали штрихом на чашки Петри и инкубировали при 37 °С в течение 2–5 суток. Гидролиз крахмала обнаруживали по бесцветным зонам вокруг штриха (колоний) после обработки агаровой пластинки раствором Люголя. Среда, содержащая крахмал, окрашивалась в синий цвет.

Состав питательной среды. В 1 литре дистиллированной воды растворяют 6 г. Бактериологического пептона, 0,5 г.  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 0,5 г. KCL, 1 г. субстрата. Затем 100 мл среды в конической колбе подогревается на плитке и стерилизуется в автоклаве при 120 °С.

Определение протеолитической активности. Определение протеолитической активности проводили по гидролизу 1 % раствора казеина протеазами исследуемых штаммов. За единицу протеолитической активности принимали количество фермента, которое за 1 мин при 37 °С и pH 7,2 повышает в неосаждаемых трихлоруксусной кислотой продуктах протеолиза содержание тирозина на 1 микроэквивалент или за 10 мин при той же температуре повышает оптическую плотность раствора при 280 нм на 1 единицу.

Исследование влияния pH на выход амилазы. Влияние pH было исследовано для значений pH от 6 до 9 для *B. subtilis*, выход амилазы исследован по методу ДНСК [6,7].

Определение редуцирующих сахаров по реакции с 3,5 – динитросалициловой кислотой. При взаимодействии сахаров с 3, 5 – динитросалициловой кислотой последняя восстанавливается в 3-амино 5-нитросалициловую кислоту. В мерной колбе на 1 литр в дистиллированной воде растворяют 10 г. 3,5 динитросалициловой кислоты, 300 г. Сегнетовой соли, 16 г. Едкого натра и доводят до метки водой. Раствор выдерживают два дня в темном месте, затем фильтруют в склянку оранжевого цвета и хранят в темноте. К 1 мл испытуемого раствора приливают 2 мл динитросалицилового реактива, нагревают 5 мин. В кипящей водяной бане, охлаждают до комнатной температуры, доводят до объема 25 мл. Определение оптической плотности проводят при 530 нм (зеленый светофильтр).

Определение гидролитической активности. Гидролитическая активность определяется в надосадочной жидкости из культур, которую получают путем центрифугирования полного объема культуры. В реакционную смесь вводят 900 мл соответствующего полисахаридного субстрата и 100 мл надосадочной жидкости. Пробы по 50 мл отбирают в исходный момент и через каждые 30 мин в течение 1,5-3 ч. Для контроля к субстрату добавляют гомологичную надосадочную жидкость, прогретую в течение 10 мин при 80 °С. Реакцию останавливают нагреванием проб при 95 °С в

течение 10 мин. Определяют активность путем определения концентрации глюкозы, используя колориметрический метод. Для этого измеряют оптическую плотность на фотоколориметре при длине волны 490 нм, и по градуированному графику определяют концентрацию моносахарозы. Гидролитическую активность ферментов выделенной глюкозы за 1 мин (мкмоль/мин) рассчитывают на 100 мл надосадочной жидкости исследуемых штаммов.

В качестве полисахаридных субстратов используется водорастворимый крахмал, а также экстракт пивной дробины.

### Результаты и обсуждение

В данной работе представлены результаты по исследованию амилолитической, протеолитической и гидролитической активности выделенного штамма *Bacillus subtilis* при глубинном культивировании.

Выделенные штаммы *Bacillus subtilis* были исследованы на способность гидролизовать растительные полимерные углеводы, в качестве источника которых была использована пивная дробина.

Рисунок 1 показывает влияние pH на активность ферментов, вырабатываемых *B. subtilis*. Было установлено, что наиболее оптимальным pH для амилолитической и протеолитической активности является 9 при концентрациях 1,15 и 0,8 мг/мл/сек соответственно.

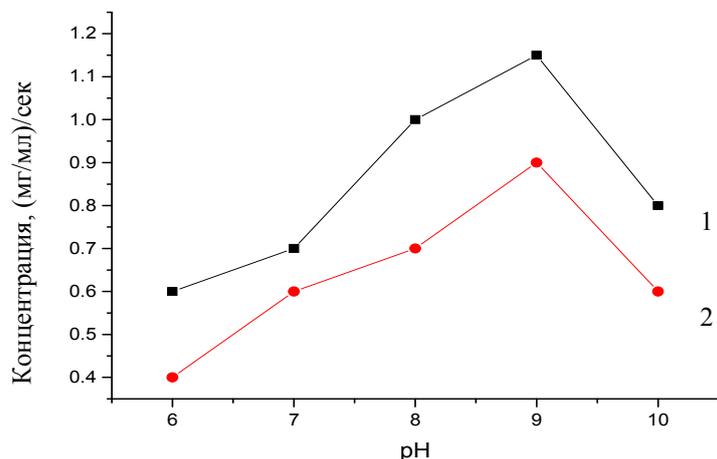


Рисунок 1 – Влияние pH на выход ферментов амилазы и протеазы, продуцируемых *B. subtilis*: 1 – амилаза; 2 – протеаза

Рисунок 2 показывает влияние температуры на ферментную активность *B. subtilis*. Оптимальной является температура 45- 50°C.

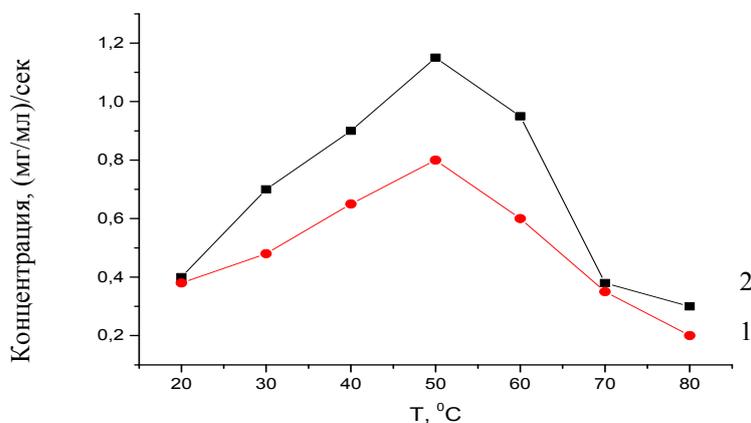


Рисунок 2 – Влияние температуры на ферменты амилаза и протеаза, продуцируемых *B. Subtilis*: 1 – амилаза; 2 – протеаза

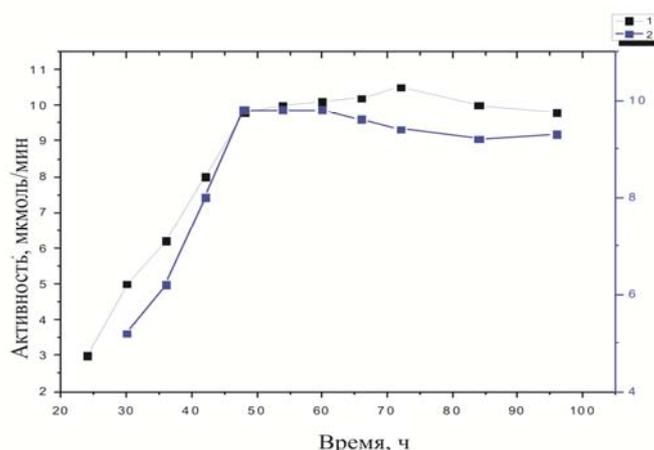


Рисунок 3 – Общая гидролитическая активность выделенного штамма при культивировании:  
1 – глубинном и 2 – пленочном с использованием экстракта из пивной дробины

На рисунке 3 показаны результаты определения гидролитической активности надосадочной жидкости, полученной из культур выделенных штаммов, при культивировании на подготовленной питательной среде. В качестве субстрата для определения суммарной гидролитической активности использовали отвар пивной дробины. Видно, что при глубинном культивировании суммарные значения гидролитической активности штаммов практически одинаковы. Активность выражается в микромолях субстрата, превращенного за минуту одним мг фермента. Максимальные значения активности наблюдались на 2-й день культивирования; при продолжении культивирования значения активности обоих штаммов выходили на плато и медленно снижались. В сравнении с глубинными стационарные культуры имели более низкий уровень гидролитических ферментов: максимальный уровень суммарной гидролитической активности штамма наблюдался на 4-й день инкубации. Сравнение значений гидролитической активности пленочных и глубинных культур показывает, что более эффективным является глубинное культивирование.

Более замедленная динамика нарастания активности ферментов гидролаз при стационарном культивировании может объясняться дополнительным временем (10-15 ч), которое требуется для формирования пленки.

Помимо суммарной гидролитической активности с использованием в качестве субстрата отвара пивной дробины была определена гидролитическая активность надосадочной жидкости штаммов в отношении крахмала (таблица).

Активность внеклеточных гидролаз в глубинных и пленочных культурах штаммов

Штамм	Время культивирования	Скорость образования продуктов реакции (мкмоль/мин. при гидролизе различных субстратов)	
		крахмал	экстракт пивной дробины
Выделенный штамм	72 ч, глубинное	15,6	26,1

**Выводы.** Видно, что глубинное культивирование при использовании экстракта пивной дробины почти вдвое повышает уровень продуцируемой гидролитической активности штамма по сравнению, если в качестве субстрата был использован крахмал.

Таким образом, проведенный анализ глубинных культур штаммов указывает на возможность использования глубинного культивирования для продукции ферментов амилолитического, протеолитического и гидролитического комплекса, который может гидролизовать крахмал и целлюлозу при использовании в качестве субстрата пивной дробины.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Babbitt P.C. Gerlt J.A. Understanding enzyme superfamilies: chemistry as the fundamental determinant in the evolution of new catalytic activities. *J. Biol. Chem.* 27, 30, 1997.-591–30, 594.

- [2] Lerner R.A., Benkovic S.J., Schulz P.G. At the crossroads of chemistry and immunology: catalytic antibodies. *Science*. 1991.- 252, 659–667.
- [3] Burhan A, Nisa U, Gokhan C., Ashabil A. and Osmair G. Enzymatic Properties of a novel thermostablether-mophilic alkaline and chelator resistant amylase from an al-kaphilic Bacillus spIsolate ANT-6. *Process Biochemistry*. (38): 2003. 1397–1403.
- [4] Mitra P., Chakraverty R., Chandra A. L. Pro-duction of proteolytic enzyme in solid state fermentation system. *Brazilian Journal of Science Research* (55): 1994.-439–442
- [5] Волоotka Ф.Б., Богданов В.Д. Технологическая и химическая характеристика пивной дробины. *Вестник ТГЭУ*. №1.2013.-С.114-124.
- [6] Бруслик Н.Л., Каюмов А.Р., Богачев М.И., Яруллина Д.Р. Сравнительная характеристика амилолитической активности грамположительных бактерий. *Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация*, 2014.- № 2. С. -47-51.
- [7] Bertrand, T.F., Frederic, T. and Robert, N. Production and Partial Characterization of a thermostable amylase from Ascomycetes yeast strain isolated from starchy soil. McGraw-Hill Inc., New York. pp. 2004.-53-55.
- [8] Шапкарин В.В., Королев А.П., Гридина С.Б., Зинкевич Е.П. Биохимия. Сборник лабораторных работ. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005.-84 с.

#### REFERENCES

- [1] Babbitt P.C. Gerlt J.A. Understanding enzyme superfamilies: chemistry as the fundamental determinant in the evolution of new catalytic activities. *J. Biol. Chem*. 27, 30, 1997.-591–30, 594.
- [2] Lerner R.A., Benkovic S.J., Schulz P.G. At the crossroads of chemistry and immunology: catalytic antibodies. *Science*. 1991.- 252, 659–667.
- [3] Burhan A, Nisa U, Gokhan C., Ashabil A. and Osmair G. Enzymatic Properties of a novel thermostablether-mophilic alkaline and chelator resistant amylase from an al-kaphilic Bacillus spIsolate ANT-6. *Process Biochemistry*. (38): 2003. 1397–1403.
- [4] Mitra P., Chakraverty R., Chandra A. L. Pro-duction of proteolytic enzyme in solid state fermentation system. *Brazilian Journal of Science Research* (55): 1994.-439–442
- [5] Volotka F.B., Bogdanov V.D. Tehnologicheskaja i himicheskaja harakteristika pivnoj drobinj. *Vestnik TGJeU*. №1.2013.-S.114-124.
- [6] Bruslik N.L., Kajumov A.R., Bogachev M.I., Jarullina D.R. Sravnitel'naja harakteristika amiloliticheskij aktivnosti grampolozhitel'nyh bakterij. *Vestnik VGU, Serija: Himija. Biologija. Farmacija*, 2014.- № 2. С. -47-51.
- [7] Bertrand, T.F., Frederic, T. and Robert, N. Production and Partial Characterization of a thermostable amylase from Ascomycetes yeast strain isolated from starchy soil. McGraw-Hill Inc., New York. pp. 2004.-53-55.
- [8] Shapkarin V.V., Korolev A.P., Gridina S.B., Zinkevich E.P. Biohimija. Sbornik laboratornyh rabot. Kemerovskij tehnologicheskij institut pishhevoj promyshlennosti. – Kemerovo, 2005.-84 s.

### СЫРА ҮГІНДІСІНІҢ ТҮНДЫРМАСЫН ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНЫП МИКРОАҒЗАЛАРДЫҢ ФЕРМЕНТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Д. Таскынбаева, Б. Ж. Муталиева, Р. Э. Айтқұлова, Д. Е. Кудасова, Ж. Р. Елеманова

М. Әуезов атындағы ОҚМУ, Шымкент, Қазақстан

**Тірек сөздер:** ферменттер, микроағзалар, амилолитикалық белсенділік, түптік культивирлеу, сыра бөліндісі.

Мақалада сыра бөліндісінің тұндырмасын субстрат ретінде қолданып микроағзалар ферменттерін алу зерттеулері келтірілген. Талдау жасау көрсеткендей, штаммдардың амилолитикалық, протеолитикалық, гидролитикалық кешеннің фермент өнімдерін алу үшін түптік культивирлеуде крахмал мен целлюлозаны гидролиздеу кезінде субстрат ретінде сыра үгінділерін қолдану тиімді болады. Зерттеу нәтижелерінде анықталғандай, амилолитикалық және протеолитикалық белсенділік үшін 1,15 және 0,8 мг/мл/сек концентрацияларға сәйкес оптималды рН 9 болып табылады. Одан басқа, оптималды температура ретінде 50<sup>0</sup>С қолданылды.

Сонымен қатар, дайындалған қоректік орталарда культивирлеу кезінде бөлінген штаммдар культураның алынған тұнба үстіндегі сұйықтықтың гидролитикалық белсенділігі анықталды. Гидролитикалық белсенділіктің қосындысын анықтау үшін субстрат ретінде сыра үгіндісінің тұндырмасы қолданылды. Белсенділіктің максималды мәндері культивирлеудің екінші күні байқалды, культивирлеуді жалғастыру кезінде екі штаммдардың белсенділік мәндері платодо көрсетілді және баяу төмендеді. Анықталғандай, сыра үгіндісінің тұндырмасын қолданып түптік культивирлеу кезінде крахмалды субстрат ретінде қолданумен салыстырғанда штаммдардың продуцирленетін гидролитикалық белсенділік деңгейін екі есеге арттырады.

*Поступила 02.02.2016 г.*

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 153 – 158

**QUANTITATIVE CHANGE AND HORMONAL REGULATION OF  
 $\alpha$ -AMYLASE INHIBITOR IN THE WHEAT GRAINS****B. Tilegen, Zh. D. Beskempirova, A. Dalelhankhyzy,  
N. S. Mamytova, V. A. Kuzovlev, A. A. Khakimzhanov**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.khakimzhanov@mail.ru

**Keywords:** wheat grain, proteinaceous inhibitor,  $\alpha$ -amylase, germination, maturation.

**Abstract.** An important enzyme in the grain cereal  $\alpha$ -amylase is largely determined by its biological and technological quality. In the dormant seeds usually  $\alpha$ -amylase level is very low. Upon germination of grain enzyme activity increases many times in connection with the mobilization of the reserve starch for the development of the seedling. In the regulation of the activity of  $\alpha$ -amylase are important inhibitors of carbohydrate, protein and phospholipid nature. Among the proteinaceous inhibitors of endogenous (grain)  $\alpha$ -amylase the most characterized bifunctional  $\alpha$ -amylase/subtilisin inhibitor of barley (BASI). This inhibitor is there in wheat grain (WASI), but it is still little known.

The aim was to study the changes of the proteinaceous inhibitor during grains germination and maturity, as well as the regulation of its activity phytohormones. We used whole grains, as well as model objects for studying the influence of hormones - isolated embryo and aleurone layer. The inhibitory activity was determined spectrophotometrically.

As a result of the peculiarities of changes in  $\alpha$ -amylase inhibitor during the ripening and germination of wheat grains. The maturation period is a synthesis and accumulation inhibitor and during germination - its inactivation. It is found that ABA stimulates synthesis inhibitor in the aleurone layer and suppresses its GA. In the embryos synthesis of inhibitor was not observed. The activity of  $\alpha$ -amylase and its proteinaceous inhibitor inversely correlated in germinating and ripening grains. The data obtained can be used in biochemistry and enzymology of the grains

УДК 581.19:633.1

**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ И ГОРМОНАЛЬНАЯ  
РЕГУЛЯЦИЯ ИНГИБИТОРА  $\alpha$ -АМИЛАЗЫ В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ****Б. Тилеген, Ж. Д. Бескемпирова, А. Далелханкызы,  
Н. С. Мамытова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакимжанов**

Институт молекулярной биологии и биологии им. М. А. Айтхожина, КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** зерно пшеницы, белковый ингибитор,  $\alpha$ -амилаза, прорастание, созревание.

**Аннотация.** Важным ферментом в зерне злаковых является  $\alpha$ -амилаза, во многом определяющая его биологическое и технологическое качество. В покоящемся семени, как правило, уровень  $\alpha$ -амилазы очень низкий. При прорастании зерна активность фермента возрастает многократно в связи с мобилизацией резервного крахмала для развития проростка. В регуляции активности  $\alpha$ -амилазы важную роль играют ингибиторы углеводной, фосфолипидной и белковой природы. Среди белковых ингибиторов эндогенной (зерновой)  $\alpha$ -амилазы наиболее охарактеризован бифункциональный  $\alpha$ -амилаза/субтилизин ингибитор ячменя (BASI). Подобный ингибитор существует в зерне пшеницы (WASI), однако он до сих пор остается малоизученным.

Целью работы явилось изучение изменчивости белка-ингибитора в периоды прорастания и созревании зерна, а также регуляция его активности фитогормонами. В работе использовали целые зерновки, а в качестве модельных объектов при изучении влияния гормонов - изолированные зародыши и алейроновый слой. Ингибиторную активность определяли спектрофотометрическим методом.

В результате выявлены особенности изменения ингибитора  $\alpha$ -амилазы при созревании и прорастании зерновок пшеницы. В период созревания происходит синтез и накопление ингибитора, а при прорастании – его инактивация. Установлено, что АБК стимулирует синтез ингибитора в алейроновом слое, а ГК его подавляет. В зародышах синтез ингибитора не наблюдался. Активность  $\alpha$ -амилазы и ее белкового ингибитора обратно коррелировали в прорастающем и созревающем зерне. Полученные данные могут быть использованы в энзимологии и биохимии зерна.

**Введение.** В зерновках злаковых синтезируются и накапливаются разнообразные белковые ингибиторы (БИ) протеаз и амилаз. Эти белки принято подразделять на основе их структуры и способности ингибировать определенные классы ферментов. К настоящему времени лучше всего исследованы ингибиторы сериновых протеаз, многие из которых имеют больше чем один ингибиторный домен. Эти белкам уделяется пристальное внимание в связи с их важной ролью в защите растений от патогенов [1,2]. Сравнительно меньше сведений об ингибиторах  $\alpha$ -амилазы. Среди этих ингибиторов большой интерес вызывают бифункциональные «двуголовые» ингибиторы (БФИ) двух различных, не связанных между собой ферментов – растительной  $\alpha$ -амилазы и сериновой протеазы субтилизина *Bacillus subtilis*. Впервые они выделены из зерна ячменя, а затем из других злаковых и имеют молекулярный вес около 20 кД [3, 4]. В настоящее время дискутируется вопрос об участии БФИ в регулировании активности фермента при прорастании [5, 6].

В проведенной нами недавно работе даны некоторые физико-химические характеристики БИ из зерна пшеницы [7]. Установлено, что ингибитор способен избирательно подавлять  $\alpha$ -амилазу «прорастания» ( $\alpha$ -Ами1). Несмотря на определенные успехи, индукция синтеза, регуляция и функционирование белкового ингибитора  $\alpha$ -амилазы/субтилизина в зерне пшеницы остаются слабо изученными.

В настоящей работе исследовано изменение активности ингибитора в периоды прорастания и созревания зерна, а также его регуляция фитогормонами.

**Методы исследования.** Объектом исследования служило зерно пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сортов Акмола, Астана и Шортанды.

Для получения экстракта зерна гомогенизировали 0,05 М ацетатным буфером pH 5,0, содержащим 1 мМ  $\text{CaCl}_2$  в соотношении 1:3. После 1 часа настаивания при +4°C смесь центрифугировали при 8000 об/мин 15 мин. Надосадочную жидкость использовали в качестве источника  $\alpha$ -амилазы и ее ингибитора. При необходимости удаления амилаз супернатант прогревали при 80°C в течение 10 мин, затем резко охлаждали, центрифугировали и осадок отбрасывали. Потери ингибиторной активности в результате данной процедуры минимальны.

Определение ингибиторной активности проводили при pH-8,0 (50 мМ фосфатный буфер) с добавлением 1 мМ  $\text{CaCl}_2$ . Уровень ингибирования определяли по уменьшению активности  $\alpha$ -амилазы, которую измеряли по методу [8]. К малому объему ингибитора с ферментом (по 20 мкл), соответственно разбавленных, добавляли 1 мл буфера. Смесь инкубировали 15 мин при 30°C, добавляли 1 мл  $\beta$ -лимит декстрина (0,6 мг/мл) и инкубировали еще 15 мин. Контролем служили варианты без ингибитора. Реакцию останавливали добавлением 4 мл йодного раствора (0,005%  $\text{J}_2$  / 0,05% KJ). Измерение окраски проводили при 540 нм. Ингибиторную активность выражали следующим образом: 1 ед. активности = 0,01 разницы между экстинкцией контроля (амилазная активность без ингибитора) и опыта (амилазная активность с ингибитором) на 1 мл/ч.

### Результаты исследования

Зерновки пшеницы сорта Астана замачивали на 1 час в воде, стерилизовали в 5%  $\text{H}_2\text{O}_2$  10 мин, промывали дистиллированной водой и проращивали при 25°C в течение 6 дней. Часть проросших семян ежедневно отбирали для анализа на ингибиторную активность. Перед измерением экстракты прогревали при 80°C 10 мин для удаления  $\alpha$  и  $\beta$ -амилаз, сильно мешающих определению ингибитора в образце. Ингибитор стабилизовали введением в экстракт до прогрева 20 мМ  $\text{CaCl}_2$ .

К 1-му дню проращивания активность БИ составила около 80% от таковой покоящегося зерна (рисунок 1). По мере проращивания активность постепенно снижалась и к 4 дню полностью исчезала. В 5- и 6-суточных проростках ингибиторная активность не обнаруживалась. Содержание ингибитора обратно коррелировало с активностью  $\alpha$ -амилазы, резкий прирост которой наблюдался с 3-го дня. Полученные данные указывают на достаточно быструю инактивацию БИ при проращивании, что предполагает участие в этом процессе эндогенных факторов, например, протеаз, доноров SH-групп, хелаторов 2-валентных металлов, изменение pH и др.

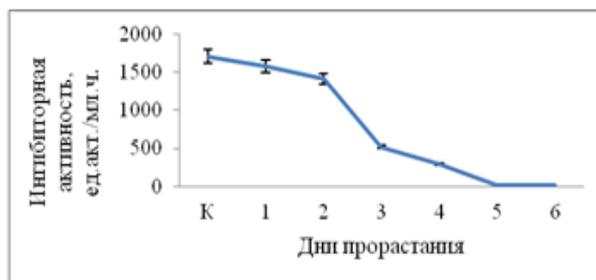


Рисунок 1 – Изменение активности ингибитора в прорастающих зерновках

Для выяснения возможной роли протеолитических ферментов в деградации БИ, нами исследовалось прямое действие трипсина и папаина – типичных представителей сериновых и тиоловых протеаз.

Данные эксперимента представлены на рисунке 2, из которого видна достаточно быстрая инактивация ингибитора в присутствии обеих протеаз, особенно в варианте с трипсином.

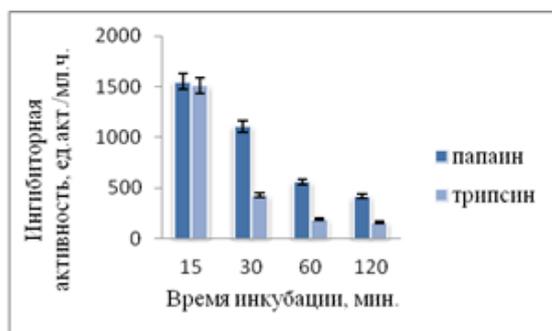


Рисунок 2 – Действие протеаз на активность ингибитора

Хорошо известно, что в прорастающих зерновках наряду с другими гидролазами запасных полимеров в алейроновых клетках обильно синтезируются протеазы. Не исключено, что среди них есть ферменты, ответственные за протеолиз и инактивацию белкового ингибитора  $\alpha$ -амилазы. С физиологической точки зрения этот процесс весьма логичен, поскольку в прорастающих зерновках очевидно отпадает надобность в подобных белках-тормозителях.

Исследовано количественное содержание ингибитора эндогенной  $\alpha$ -амилазы в период созревания зерновок 3-х сортов - Акмола, Астана и Шортанды. Зерновки отбирали на 18, 23, 26, 31 и 38 дни после цветения (ДПЦ), фиксировали в жидком азоте и хранили при  $-20^{\circ}\text{C}$  до использования. Для определения ингибиторной активности экстракты из зерна прогревали при  $80^{\circ}\text{C}$  10 мин, а для измерения амилазной активности использовали не прогретые экстракты.

Существенных сортовых различий в изменении амилазной активности и белка-ингибитора не было отмечено. Для созревающих зерновок, также как и прорастающих характерна обратная корреляция амилазной и ингибиторной активности (рисунок 3).

Однако здесь активность БИ по мере созревания зерна, прогрессивно возрастала, достигая максимума к полной спелости, в то время как амилазная активность, наоборот, убывала. В образцах зерна ингибитор отчетливо появлялся, начиная с 26 ДПЦ (молочно-восковая спелость).

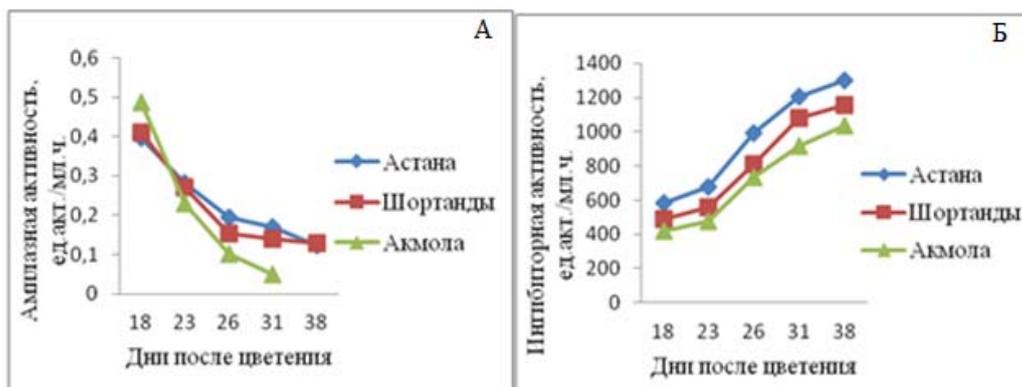


Рисунок 3 – Изменение амилазной (А) и ингибиторной (Б) активности в созревающих зерновках пшеницы

Главными гормонами, оперирующими в семенах злаковых на протяжении всего онтогенеза, являются АБК и ГК. Роль двух гормонов в регулировании ингибитора изучали на зрелых изолированных зародышах и половинках зерна без зародышей. Эти эксперименты позволили также точно установить место локализации синтеза БИ в зерновке пшеницы, который может происходить в период созревания. Половинки зерна замачивали в воде и оставляли инкубироваться 3 дня при +8°C. После этого их пересаживали на следующие варианты: 1- дистиллированная вода (контроль); 2 - ГК 5 мкМ; 3 - АБК 10 мкМ и продолжали инкубировать еще 2 дня при 25°C. По окончании эксперимента получали экстракты, в которых определяли ингибиторную активность.

На диаграммах рисунка 4 видно, что АБК стимулирует образование ингибитора в алейроне, а ГК его подавляет. Следовательно, два гормона действуют на ингибитор разнонаправленно. Повышение концентрации АБК свыше 10 мкМ не приводило к увеличению ингибиторной активности. Аналогичные эксперименты проведены на зародышах, вычленившихся из наклюнувшихся в течение 20 ч зерновок. В отличие от алейрона в изолированных зародышах синтез ингибитора не наблюдался.

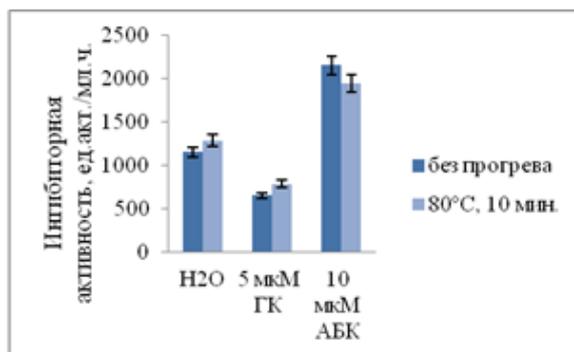


Рисунок 4 – Влияние гормонов ГК и АБК на активность ингибитора

### Обсуждение результатов

Таким образом, показано, что в созревающих зерновках происходит синтез и накопление ингибитора  $\alpha$ -амилазы, а при прорастании – его инактивация. При этом уровни активности фермента и ингибитора обратно коррелировали между собой. При созревании синтез ингибитора начинался в фазе молочно-восковой спелости, а максимальное его содержание достигалось к полной спелости зерна. Синтез БИ индуцировался в беззародышевых половинках зерна (алеирон) обработкой АБК, т.е. эти клетки компетентны за синтез данного белка. Данные по локализации синтеза БИ хорошо согласуются с результатами распределения этого белка в различных частях спелой зерновки, где нами показано их присутствие в эндосперме и алейроновом слое [7]. Наши данные также показали, что ингибитор не синтезируется в прорастающем зародыше зрелого зерна пшеницы в отличие от такого ячменя [9].

Выявленные особенности в гормональной регуляции и тканевой специфичности синтеза ингибитора позволяют объяснить изменения этого белка при созревании и прорастании зерна. Как известно, в период созревания гормональный баланс смещается в сторону увеличения АБК, в процессе же перехода из покоя в прорастание начинает превалировать ГК.

Известно, что пшеничная  $\alpha$ -амилаза полиморфна и представлена 2-мя основными группами изоферментов, с низкими и высокими значениями изоэлектрических точек (ИЭТ). Для прорастания зерна особую значимость имеют изоформы с высокими ИЭТ -  $\alpha$ -амилаза «прорастания». Обычно они обильно синтезируются *de novo* в прорастающих зерновках. Однако эти изоферменты могут синтезироваться и в период позднего созревания под воздействием неблагоприятных условий (дожди, повышенная влажность), что приводит к резкому ухудшению качества зерна. Это негативное явление получило название «предуборочное прорастание» (PHS) и часто встречается в Северных регионах нашей страны.

В связи с вышесказанным и учитывая, что ингибитор синтезируется в алейроне созревающей зерновки, возникает вопрос, может ли иметь место его взаимодействие с  $\alpha$ -амилазой «прорастания» и, таким образом, нейтрализация нежелательного фермента. Если это так, то ингибитор может выступать в качестве эндогенного фактора устойчивости пшеницы к предуборочному прорастанию.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Валуева Т.А., Мосолов В.В. Роль ингибиторов протеолитических ферментов в защите растений // Успехи биологической химии. 2002. Т.42. С.193-216.
- [2] Gorganovic S. A review: Biological and technological functions of barley seed pathogenesis-related proteins (PRs) // J. Inst. Brew. 2009. V.115. P.334-360.
- [3] Silano V. Alpha-amylase inhibitors. In: Kruger JE, Lineback D, Stauffer CE (Eds.), Enzymes and their roles in cereal technology. - St. Paul: American Association of Cereal Chemists. 1987. P.141-199.
- [4] Svenson B., Fukuda K., Nielsen P., Bonsager B. Proteinaceous  $\alpha$ -amylase inhibitors // Biochim. Biophys. Acta. 2004. P.145-156.
- [5] Täufel A., Böhm H., Flamme W. Protein inhibitors of alpha-amylase in mature and germinating grain of rye (*Secale cereale*) // J. of cereal science. 1997. V.25. P.267-273.
- [6] Yamagata H., Kunitatsu K., Kamasaka H., Kuramoto T., Iwasaki T. Rice bifunctional  $\alpha$ -amylase /subtilisin inhibitor: characterization, localization, and changes in developing and germinating seeds // Biosci. Biotechnol. Biochem. 1998. V.62, №5. P.978-985.
- [7] Хакимжанов А.А., Кузовлев В.А., Мамытова Н.С., Фурсов О.В. Очистка и некоторые свойства ингибитора эндогенной  $\alpha$ -амилазы зерна пшеницы // Известия НАН РК, Серия биологическая и медицинская. 2014. №5. С.44-48.
- [8] Weselake P.J., MacGregor A.W., Hill R.D. An endogenous  $\alpha$ -amylase inhibitor in Barley kernels // Plant Physiol. 1983. V.72. P.809-812.
- [9] Robertson M., Walker-Simmons M., Munro D., Hill R.D. Induction of  $\alpha$ -amylase inhibitor synthesis in barley embryos and Young seedlings by abscisic acid and dehydration stress // Plant Physiol. 1989. V.91. P.415-420.

#### REFERENCES

- [1] Valueva T.A., Masolov V.V. The role of inhibitors of proteolytic enzymes in plant protection // Uspekhi Biological Chemistry. 2002. V.42. p.193-216. (in Russ.).
- [2] Gorganovic S. A review: Biological and technological functions of barley seed pathogenesis-related proteins (PRs) // J. Inst. Brew. 2009. V.115. P.334-360.
- [3] Silano V. Alpha-amylase inhibitors. In: Kruger JE, Lineback D, Stauffer CE (Eds.), Enzymes and their roles in cereal technology. - St. Paul: American Association of Cereal Chemists. 1987. p.141-199.
- [4] Svenson B., Fukuda K., Nielsen P., Bonsager B. Proteinaceous  $\alpha$ -amylase inhibitors // Biochim. Biophys. Acta. 2004. P.145-156.
- [5] Täufel A., Böhm H., Flamme W. Protein inhibitors of alpha-amylase in mature and germinating grain of rye (*Secale cereale*) // J. of cereal science. 1997. V.25. P.267-273.
- [6] Yamagata H., Kunitatsu K., Kamasaka H., Kuramoto T., Iwasaki T. Rice bifunctional  $\alpha$ -amylase / subtilisin inhibitor: characterization, localization, and changes in developing and germinating seeds // Biosci. Biotechnol. Biochem. 1998. V.62, №5. P.978-985.
- [7] Khakimzhanov A.A., Kuzovlev V.A., Mamytova N.S., Fursov O.V. Purification and some properties of the endogenous inhibitor of  $\alpha$ -amylase of wheat // News of NAS RK. Series of biological and medical. 2014. №5. P. 44-48. (in Russ.).
- [8] Weselake P.J., MacGregor A.W., Hill R.D. An endogenous  $\alpha$ -amylase inhibitor in Barley kernels // Plant Physiol. 1983. V.72. P.809-812.
- [9] Robertson M., Walker-Simmons M., Munro D., Hill R.D. Induction of  $\alpha$ -amylase inhibitor synthesis in barley embryos and Young seedlings by abscisic acid and dehydration stress // Plant Physiol. 1989. V.91. P.415-420.

## **БИДАЙ ДӘНІНДЕГІ $\alpha$ -АМИЛАЗА ИНГИБИТОРЫНЫҢ САНДЫҚ ӨЗГЕРІСІ ЖӘНЕ ГОРМОНАЛДЫ РЕТТЕЛУІ**

**Б. Тілеген, Ж. Д. Бескемпірова, А. Далелханқызы, Н. С. Мамытова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакімжанов**

ҚР БҒМ ҒК М. А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты,  
Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бидай дәні, ақуыздық ингибитор,  $\alpha$ -амилаза, өну, пісіп жетілу.

**Аннотация.** Астықтұқымдастар дәндерінің биологиялық және технологиялық қасиетін анықтайтын маңызды фермент -  $\alpha$ -амилаза болып табылады. Негізінен тыныштық күйдегі бидай дәндерінде  $\alpha$ -амилазаның деңгейі өте төмен болады. Өсу кезінде өскіннің дамуы үшін, қорлық крахмалдың мобилизациясына байланысты ферменттің белсенділігі бірнеше есе өседі.  $\alpha$ -Амилазаның белсенділігінің реттелуі үшін көмірсулы, фосфолипидті және ақуызды табиғаттағы ингибиторлар маңызды рөл атқарады. Эндогенді (дәндік)  $\alpha$ -амилазаның ақуызды ингибиторларының ішіндегі ең көп сипатталғаны арпа ингибиторы -бифункциональды  $\alpha$ -амилаза/субтилизин (BASI). Осыған ұқсас ингибитор бидай дәндерінде де кездеседі (WASI), алайда ол осы күнге дейін аз зерттелген.

Жұмыстың мақсаты - дәндердің өсуі және пісіп-жетілу кезеңдеріндегі ақуызды ингибитордың өзгерістерін, сонымен қоса олардың фитогармондармен реттелуін зерттеу болып табылады. Жұмыста бүтін дәндер, гормондардың әсерін зерттеу үшін модельді объект ретінде жеке бөлініп алынған ұрықтар мен алейрон қабаты пайдаланылды. Ингибитордың белсенділігін спектрофотометриялық әдіспен анықтадық.

Зерттеу нәтижесінде бидай дәндерінің өсу және пісіп-жетілу кезеңдеріндегі  $\alpha$ -амилаза ингибиторының өзгерісінің ерекшеліктері анықталды. Пісіп-жетілу кезеңінде ингибитордың синтезі және жинақталуы жүрсе, ал өсу кезінде – оның инактивациясы іске асады. АБК алейрон қабатындағы ингибитор синтезінің жүруіне ықпал етсе, ГҚ оны керсінше басады. Ұрықтарда ингибитордың синтезі байқалмады. Өсу және пісіп-жетілу кезеңдерінде  $\alpha$ -амилазаның және ақуызды ингибитордың белсенділіктері кері корреляция көрсетті. Алынған нәтижелер дәндер биохимиясы және энзимологиясында пайдаланылуы мүмкін.

*Поступила 02.02.2016 г.*

### **NEWS**

**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 158 – 163

## **INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON GROWTH OF PEAR TREES IN THE CONDITIONS OF SAYRAM AREA**

**G. J. Turmetova, M. T. Erdenov, S. A. Kamshybaeva**

Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.  
E- mail: gulmir\_70@mail.ru, murat.56@mail.ru, kamshybaevasaule@mail.ru

**Keywords:** fruit growing, fruit-trees, pear, grade, mineral fertilizers, productivity, quality of a crop.

**Abstract.** In article there are considered the ways of use of the mineral fertilizers to pear trees growing in the village of "Akbulak" of Sayram District of the Southern Kazakhstan area. For carrying out experiences was taken the grade pear "the Talgarsky beauty". For increase of efficiency of pear trees, was defined influence of different amounts of mineral fertilizers on dynamics of growth, fertility and quality of a crop . As a result of processing of results of experiences with use of mineral fertilizers, in comparison with control, is revealed increase of efficiency in option N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Experiment was made by the «allotment- tree» method, where was taken 5 options of tests, with triple repeatability of experiences and a randomizite arrangement of options . In option N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> along with increase of productivity of pear trees was observed improvement of quality of a crop.

## САЙРАМ АУДАНЫНДА АЛМҰРТ АҒАШТАРЫНЫҢ ӨСУІНЕ МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ӘСЕРІ

Г. Ж. Турметова, М. Т. Ерденов, С. А. Қамшыбаева

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан

**Тірек сөздер:** жеміс шаруашылығы, жеміс ағаштары, алмұрт, сұрып, минералды тыңайтқыштар, жеміс сапасы, өнімділігі.

**Аннотация.** Мақалада Оңтүстік Қазақстан облысы, Сайрам ауданына қарасты Ақбұлақ ауылында алмұрт ағаштарына минералды тыңайтқыштарды қолданудың жолдары қарастырылған. Тәжірибеге алмұрт ағашының «Талгарская красавица» сорты алынды. Алмұрт ағашының өнімділігін арттыру мақсатында минералды тыңайтқыштардың әртүрлі мөлшері беріліп, өсу динамикасына, өнімділігіне, жемістің сапасына әсері анықталған. Өнім нәтижесін талдау кезінде бақылау нұсқасына қарағанда, шынайы өнім минералды тыңайтқыштардың  $N_{180}P_{90}K_{60}$  нұсқасында болғандығы байқалды. Тәжірибе «делянка-ағаш» әдісімен қойылды. Ол бес нұсқадан, үш қайталанудан тұрады және нұсқалардың орналасуы-рэндомизиттік. Минералды тыңайтқыштың  $N_{180}P_{90}K_{60}$  нұсқасында алмұрт ағашының өнімділігі жоғарылап қана қоймай, өнімнің сапасы да жақсарған.

Елбасымыз Н.Назарбаев өзінің «Қазақстан-2050» стратегиясында ауылшаруашылық өнімдеріне деген жаһандық сұраныстың артуы жағдайында ауыл шаруашылығын ауқымды жаңғырту мәселесін ерекше атап көрсетті [1].

Ауыл шаруашылығының әлемдік даму үдерісінің нәтижесі жеміс-көкөніс шаруашылығының өнімдерін өндіру жылдан - жылға артып келе жатқанын көрсетуде. Жеміс шаруашылығының негізгі міндеті – халықтың азық-түлігінің өңдеу өнеркәсібінің шикізаты болып саналатын жеміс – жидектерді және жүзімді өндіру. Жеміс шаруашылығының дамуы және халықты дәрумені мол өнімдермен қамтамасыз ету үшін қажетті сұрыптарын анықтап, олардың биологиялық және шаруашылық ерекшеліктерін ескере отырып, өсірілетін жердің топырақ – климаттық жағдайына қарай, дұрыс арақатынасын таңдаудың маңыздылығы зор.

Қазақстанның ауылшаруашылығы салаларының біріне жеміс шаруашылығы жатады. Елімізде жеміс- жидектерге деген сұраныс жылдан - жылға артып келеді, бірақ бұл ішкі өндіріс халық қажеттіліктерін өтей алмайды. Соңғы жылдары бұл шаруашылықтың өнімдері 221 мың т., соның ішінде сүйекті және тұқымды жемістер - 147,8 мың т., жүзім - 56,4 мың т., ал жидектер - 16,8 мың т. құраған. Қолайлы жылдары алма өнімі 190 мың тоннаны құраса да, соңғы кездері бұл жемісті шет мемлекеттерден тасымалдау кең өріс алуда. Мысалы: 2010 жылдың өзінде алма мен алмұрт өнімдерінің 154, 9 мың т-сы шетелден әкелінген. Жыл сайын әлемдік деңгейде алмұрт жемісінің жалпы өндірісі 10-11 млн.т-ны құрайды [3, 4].

Дүние жүзінде алмұрттың 60 түрі белгілі. Әлемнің 80 елінде өсіріледі. Олар негізінен Солтүстік жарты шардың субтропикалық аймақтарында, Кавказ бен Орта Азияда жабайы түрлері де өседі. Қазақстан Республикасының селекциялық жетістіктерін пайдалану үшін бекітілген мемлекеттік тізілімде: алманың 66 сорты, алмұрттың 7 сорты, абрикостың 5 сорты, жүзімнің 27 сорты және 27 жабайы алманың клондалған сорты, кәдімгі өріктің клондалған 16 сорты енгізілген [2].

Еліміздегі алмұрт жемісі өзінің дәмділігімен, емдік қасиетімен және өнімділігімен ерекшеленеді. Алмұрттың көпшілік сұрыптарының жемістері кеш піседі де, негізінен сақтауға қалдырылады [5].

Алмұрт ағашы раушангүлділер тұқымдасына жатады. Жеміс ағашы бұталы, биіктігі 30 метрге дейін жетеді. Өркендері тікенекті. Гүлдері қос жынысты, алмұрт негізінен алмадан бұрын гүлдейді. Алмұрттың жемісінің пішіні әртүрлі, жемісі склерейдті клеткалы, жұмсақ. Кейбір түрлері 150-300 жыл өмір сүреді. Алшаға қарағанда жылуды талап етеді. Алмұрттың кейбір түрлері мәдени өсімдіктер. Жапырақтары дөңес және дөңгелек пішінді, ұзындығы 8 см-ге дейін жетеді, шеттері тегіс. Гүлдері ақ және алқызыл түсті. Сәуір мен мамыр айларында ерте гүлдейді. Жемісі дөңгелек, сопақша немесе алмұрт тектес, түстері әртүрлі, диаметрі 3-4 см, қатты, біраз-біраз сақталғаннан соң жұмсарады. Жеміс ағашы құрғақшылық пен суыққа төзімді келеді [6, 7].

Жемісі гүл тұғырынан дамиды, сырты етжемді, іші жұқа қабықты болады. Жемісін жас күйінде сақтауға төзімді. Алмұрт жемісінің жоғары бағалы өнімділігімен ерекшеленеді, өйткені құрамында 10% қант, 0,3 % илік заттар, 2,6% талшықтар, С және Р дәрумендері, органикалық қышқылдар бар. Мәдени және жабайы алмұрттың жемісі балғын, кептірілген және консервіленген түрінде, сонымен бірге варенье, повидло, бекмес, шырындар, квас, сусындар дайындауда қолданылады. Алмұрт жемісінен жасалынған шырындар мен қайнатпалары зәр айдағыш ретінде зәр-несеп ауруларында, ал кептірілген жемісінің қайнатпасы жөтелде, іш өтуде пайдаланылады. Ағашының қабығы мен жапырағынан бояулар алынып, өлшегіш аспаптар дайындалады. Құндылығы төмен ағаш қалдықтарынан ағаш көмірі алынады [8].

Оңтүстік Қазақстан облысы жеміс шаруашылығына қолайлы аймақтың бірі. Қазіргі таңда облыс бойынша жеміс ағаштарының көлемі 21,5 мың гектар жерді алып жатыр. Келешекте бұл алқапты 130 мың га-ға жеткізу көзделіп отыр. Сонымен қатар 6,6 мың га ескі бауларды қайта жаңарту жөніндегі жұмыстар жоспарлануда. Мұндай бақтардан қолайлы климаттық жағдайында 100 – 130 мың тонна өнім алуға болады. Жоғары және сапалы жеміс өнімдерін алуға әр түрлі факторлар әсер етеді [9].

Жеміс дақылдарының жыл сайын жеміс салуындағы және оның сапасын арттырудағы ең маңызды фактордың біріне қажетті минералды тыңайтқыштарды берудің маңызы бар. Өйткені олар жеміс ағаштарының ұзақ тіршілік етуіне, гүл бүршігін салуын жақсартуға, түйіндерінің түсуін азайтуға жағдай жасайды және оны басқа да агротехникалық шаралар жиынтығымен қоса қолданса, бақтың өнімділігі артады, жеміс салуының мерзімділігін жақсартады, суыққа төзімділігін арттырады, жарақаттарының тез бітіп кетуін, тамырларының қайта қалпына келуін тездетеді [10].

Ғалымдардың айтуынша, Қазақстанда жеміс ағаштарының өнімінің төменділігінің себептеріне: әртүрлі зиянкестердің әрекетінен және минералды қоректену ерекшеліктері мен олардың мөлшерлері әлі де толық зерттелінбеген.

Жеміс шаруашылығында агротехникалық жүйенің аса бір жауапты бөлігі – жеміс ағаштарын дұрыс тыңайту болып табылады. Сондықтан егіншілік мәдениетін көтеріп, топырақ құнарлылығын едәуір арттырып, ауыл шаруашылығы дақылдары егісінен мол, әрі сапалы өнім алуда топырақ, өсімдік және тыңайтқыш арасындағы өзара байланысты жетік білуді талап етеді. Жеміс ағаштарының өнімін арттырудың бірден- бір жолы – тыңайтқышты тиімді пайдалану болып саналады [11].

Жеміс ағаштарын тыңайту жүйесі топырақ – климат жағдайларына, жеміс ағашының түріне және т.б. факторларға байланысты. Минералды тыңайтқыштарды ұтымды пайдалану топырақтың құнарлылығын және өсімдіктердің өнімділігі мен жеміс сапасын арттырады. Жеміс ағаштарының қалыпты тіршілік әрекеттері топырақтың немесе өсірілетін ортаның ылғалдылығына тығыз байланысты [12].

Алмұрт ағаштарын өсіру және жемісін алу үшін оның биологиялық ерекшеліктерін, алынған сорттың топырақ пен климаттық жағдайларға бейімделгіштігін де ескеру қажет. Сондай – ақ бұл аймақта жоғары өнім алу үшін сортты дұрыс таңдаудың өзі үлкен рөл атқарады. Алмұрттың оңтүстік өңірінде өсіруге анағұрлым қолайлы, олардың ішінде: Талгарская красавица, Любимица Клаппа, Лесная красавица сорттары бар.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Әдеби мәліметтерге сүйенсек, алма ағаштарына қарағанда, алмұрт ағаштарына жүргізілетін минералдық қоректенуіне байланысты агротехникалық шаралар туралы мәліметтер жоқтың қасы. Сондықтан да елімізде мұндай диеталық мақсаттағы жеміске деген сұранысы жоғары болғандықтан, алмұрт өсірудің агротехникасына ғылыми негізделген зерттеулер жүргізілуі тиіс.

Зерттеу жұмысы 2014 ж. Оңтүстік Қазақстан облысы, Сайрам ауданы Ақбұлақ ауылында орналасқан «Miras Group» ЖШС-не қарасты бау алқабының далалық тәжірибе жағдайында жүргізілді.

Зерттеу жұмысының мақсаты – алмұрт ағаштары алқабында минералды тыңайтқыштарды қолданудың перспективті жолын негіздеу болып табылады.

Облыс аумағының географиялық орнына (яғни, атмосфераның, ылғалдылықтың негізгі көздері: теңіздер мен мұхиттардан тым шалғай орналасуына) және жер бедерінің сипатына байланысты құрғақ континенттік климат қалыптасқан. Мұнда күндізгі және түнгі, қысқы және жазғы температуралар шұғыл ауытқып отырады. Жазы ұзақ, облыстың оңтүстігінде 8 айға дейін созылады. Қысы жылы, ең суық ай - қаңтардың орташа температурасы - 2 – 9 °С.

Зерттеу жұмысының зерзаты ретінде тұқымдық телінуші 8x4м жүйелік негізде 2006 жылы отырғызылған алмұрт ағашының Талгарская красавица сорты алынды. Себебі бұл сорт суыққа және саңырауқұлақ аурулары мен зиянкестерге қарсы төзімділігімен, сақталу мерзімінің ұзақ болуымен ерекшеленеді. Бұл сорттың бөрікбасын қалыптастыру жүйесі - сиретілген қабаттағы ағаш бөрікбасы. Зерттеу алаңының топырағы- кәдімгі сұр топырақ. Тәжірибе «делянка- ағаш» әдісімен қойылды. Ол бес нұсқадан, үш қайталанудан тұрады және нұсқалардың орналасуы- рендомизиттік [13].

Зерттеу жұмысында минералды тыңайтқыштарды қолдану төмендегі жүйе бойынша жүргізілді:

1. Бақылау- Фон
2. Фон+N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>
3. Фон+N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>
4. Фон+N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>
5. Фон+N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>

Алмұрттың өнімділігі мен өсу динамикасын зерттеу барысында, бұл нұсқаларда минералды тыңайтқыштардың өте тиімді мөлшерін анықтап, алмұрттың өнімділігін жоғарылатудың негізі жасалынды. Минералды тыңайтқыштар 2014 жылы көктемде 15см тереңдікте топыраққа енгізілді.

Бақылау және есептеу жұмыстары жеміс-жидек дақылдарының сорттарын зерттеу әдістері негізінде және жеміс ағашының жапырақ ауданының параметрлері А.С.Овсянников әдісін қолданып, зерттеу бағдарламасына сәйкес жүргізілді.

### Зерттеу нәтижелері

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, минералды тыңайтқыштардың реакциясы алмұрт ағашының өсу процесінде онша белсенділік көрсете алмады (1-кесте).

1-кесте – Минералды тыңайтқыштардың алмұрт ағашының өсу динамикасына әсері

Тәжірибе нұсқасы	Өсу ұзындығы, см		Жапырақ ауданы, см <sup>2</sup>	1 ағаштың жапырақ тақтасы, м <sup>2</sup>	Бақылауға айырмашылығы (+/-)			
	Діңгек шеңбері	Өскіндер			Өсу ұзындығы, см		Жапырақ ауданы, см <sup>2</sup>	1 ағаштың жапырақ тақтасы, м <sup>2</sup>
					Діңгек шеңбері	Өскіндер		
Фон(Бақылау)	2,2	13,8	24,1	40,5				
Фон+N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	1,3	14,6	22,9	39,8	-0,9	+0,8	-1,2	-0,7
Фон+N <sub>120</sub> P <sub>90</sub>	1,7	16,7	22,0	44,3	-0,5	+2,9	-2,1	+3,8
Фон+N <sub>180</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	1,5	18,3	24,0	46,8	-0,7	+4,5	-0,1	+6,3
Фон+N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	1,4	16,2	22,8	43,9	-0,8	+6,0	-1,3	+3,4

Өсудің белсенділігі тек қана өскіннің өсу ұзындығы мен ағаштың жапырақ тақтасының түзілу кезінде байқалды. Зерттеуге алынған ағаштардың діңгек шеңберінің мөлшері бақылауға қарағанда кемдеу болғанымен, жапырақ тақтасының ауданының ұлғаюында бақылауға алынған ағаштардан жоғары болды.

Жемістің өнімі Фон+N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> нұсқасында бұл көрсеткіштер бақылау нұсқаға қарағанда, біршама жоғарылағандығын, яғни 120,1 кг алынғандығын көрсетті. Ал Фон+N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> нұсқасында 87,4 кг-ды көрсетті. Себебі артық мөлшерде пайдаланылған минералды тыңайтқыштардың өзі де жемістің өнімділігінің кемуіне әкеліп соқтырады және олардың сақталу төзімділігіне кері әсері мен жемістің жұмсақ етінің мерзімінен бұрын қоңырқай түске түсуіне себепші болады.

Алмұрт ағаштарының биометриялық көрсеткіштеріне сүйенсек, тәжірибе барысында берілген минералды тыңайтқыштардың  $N_{180}P_{90}K_{60}$  нұсқасы жақсы көрсеткішке ие болды.

Жеміс ағаштардың өнімділігі оның аудан көлемінің, жапырақ аппаратының жұмыс жасау ұзақтығының, фотосинтездің қарқындылығының тиімділігімен анықталатындығына байланысты екендігі белгілі. Себебі, жапырақ вегетативті мүше ретінде минералды қоректік заттардың мөлшері мен сапасына өте сезімтал.

Сонымен, ағаштың өсуі мен дамуының физиологиялық- биохимиялық заңдылығына сүйене отырып, былай қорытындылауға болады. Яғни, өсімдік өнімділігінің жоғарылауы фотосинтез процесінің қарқынды болуы және ассимиляция қабатының ұлғаюымен түсіндіріледі [14].

Тәжірибенің нәтижесіне көз жүгіртсек, минералды тыңайтқыштардың алмұрттың «Талгарская красавица» сортының өнімділігіне жағымды әсер еткендігі байқалды. Тәжірибе ағаштарында жеміс өнімдері  $2,07 \text{ кг/м}^2$  -нан  $2,40 \text{ кг/м}^2$  -ға дейін артса, бақылауға алынған ағашта -  $2,0 \text{ кг/м}^2$  болды.

Өнім нәтижесін талдау кезінде бақылау нұсқасына қарағанда, шынайы өнім минералды тыңайтқыштардың  $N_{180}P_{90}K_{60}$  нұсқасында болғандығы байқалды (2-кесте). Минералды тыңайтқыштарды қолданудың нәтижесінде физиологиялық процестің белсенділігі мен минералды қоректенуі артты, ал, бұл өз кезегінде алмұрт ағашының өнімділігін жоғарылап қана қоймай, өнімнің сапасы да жақсарғанын көруге болады. (3-кесте).

2-кесте – Алмұрттың өнімділігіне минералды тыңайтқыштардың әсері

Тәжірибе нұсқасы	Жемістердің өнімі, т/га		Бақылауға айырмашылығы (+/-), т/га, %
	ағаш/кг	т/га	
Фон (бақылау)	78,3	24,5	
Фон+ $N_{90}P_{60}$	78,0	24,4	-0,1 (-0,4%)
Фон+ $N_{120}P_{90}$	96,5	30,2	+5.7 (+23.3%)
<b>Фон+<math>N_{180}P_{90}K_{60}</math></b>	<b>120,1</b>	<b>37,5</b>	<b>+13.0 (+53.1%)</b>
Фон+ $N_{180}P_{180}K_{180}$	87,4	27,3	+2.8 (+11.4%)
ЕЕА <sub>05</sub>	19.1		

3-кесте – Алмұрт жемісінің сапасына минералды тыңайтқыштардың әсері

Тәжірибе нұсқасы	1 жемістің салмағы, г	Өнімнің тауарлығы, %	Бақылауға айырмашылығы (+/-)	
			1 жемістің салмағы, г	өнімнің тауарлығы, %
Фон (бақылау)	67	79,8		
Фон+ $N_{90}P_{60}$	65	73,7	-3.0	-6.1
Фон+ $N_{120}P_{90}$	66	80,1	-1.5	+0.3
<b>Фон+<math>N_{180}P_{90}K_{60}</math></b>	<b>66</b>	<b>82,4</b>	<b>-1.5</b>	<b>+2.6</b>
Фон+ $N_{180}P_{180}K_{180}$	65	77,5	-3.0	+2.3

Тәжірибеге алынған төрт нұсқаның Фон+ $N_{180}P_{90}K_{60}$  нұсқасында жеміс ағаштарының өнімінің сапасы басқаларына қарағанда жоғары болды.

**Қорытынды.** Сонымен, эксперименттік жұмыстың нәтижесін талдай отырып, минералды тыңайтқыштардың  $N_{180}P_{90}K_{60}$  мөлшерінде алмұрт ағашының өнімділігі мен оның сапасы жоғарылайды деп қорытындылауға болады.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Қазақстан Республикасының Президент - елбасы Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына жолдауы. «Қазақстан–2050» Стратегиясы – Қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты». – Астана, 14 желтоқсан 2012 ж.
- [2] Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан. – Астана, 2011. – 104 с.
- [3] Щепетков Н.Г., Ысқақов М.А. Жеміс-көкөніс шаруашылығы. – Алматы, 2011.

- [4] Причко Т.Г.Сорта с высоковитаминными плодами/ Т.Г.Причко// Садоводство и виноградарство.- 2001.-№5.- С.21-23.
- [5] Черепяхин В.Н., Бабук В.Н., Карпенчук Г.К. Плодоводство. М., ВО Агропромиздат, 1991.
- [6] Матаганов Б.Г., Аяпов К.Д. Плодовые и ягодные культуры. Алматы: Кайнар, 1997.
- [7] Иваненко Е.Н. Влияние минеральных питательных веществ (NPK) на молодые плодовые насаждения в условиях аридной зоны Прикаспия / Е.Н. Иваненко, И.М. Филимонов // Агрехимический вестник. – 2007.- №6
- [8] Үкібасов О.А., Аяпов К.Ж., Мажитова Р.С. Жеміс шаруашылығы пәнінің лабораториялық-практикалық сабақтарына арналған әдістемелік нұсқаулар. Алматы 2005.
- [9] Якушев В.И., Шевченко В.В. Плодоводство с основами декоративного садоводства. М.: «Колос» 1980.
- [10] Бойко Н.Т. “ Совершенствование технологии возделывания плодовых и овощных культур на юго-востоке Казахстана” Сб. трудов КазСХИ, Алма- Ата, 1991.
- [11] . Буриев Х. Ч, Жураев Р. Ж, Алимов О. А. Хранение и первичная обработка плодов и овощей. – Т.: Мехнат, 2002. – С. 51-68.
- [12] Гудковский В.А. Система сокращения потерь и сохранение качества плодов и винограда при хранении. – Автореф. дисс. доктора сельскохозяйственных наук. – Мичуринск. 1990. – 53 с.
- [13] Елешев Р., Смағұлов Т. Агрехимия және тыңайтқыш қолдану жүйесі. – Алматы, 2000.
- [14] Елешев Р., Смағұлов Т. т.б. Агрехимиялық зерттеулер әдістемесі.- Алматы, 2008.

## REFERENCES

- [1] Qazaqstan Respyblikasynyn Prezident – elbasy N.A.Nazarbayevtyñ Qazaqstan halqyna zholdauy. “Qazaqstan -2050” Strategiyasy- Qalyptasqan memlekettin zhana sayasi bagyty”. – Astana, 14 zheltoqsan 2012zh.
- [2] Gosudarstvenny reestr selektsyonnyh dostizheniy, dopushennyh ispolzovaniyu v Respublike Kazakhstan7 – Astana, 2011. – 104 с.
- [3] Shepetov N.G., Yskakov M.A. Zhemis-kokonis sharuashylygy. -Almaty, 2011.
- [4] Prichko T.G. Sorta s vysokovitaminnyimi plodami/ T.G.Prichko// Sadovodstvo I vinogradstvo.- 2001.-№5.- С.21-23.
- [5] Cherepakhin V.H., Babuk V. N., Karpenchuk G.K. Plodovodstvo. M., VO Agropromiszdats, 1991.
- [6] Mataganov B.G., Ayapov K.D. Plodovye I yagodnye kultury7 Almaty: Kaynar, 1997.
- [7] Ivanenko E.N. Vliyanie mineralnyh pitatelnyh veshestv (NPK) na molodye plodovye nasazhdeniya v usloviyah aridnoy zony Prikaspiyana/ E.N. Ivanenko, I.M. Filimonov// Agrokhimicheskiy vestnik. – 2007.- №6
- [8] Ukibasov O.A., Ayapov.K.Zh., Mazhitova R.S. Zhemis sharuashylygy paninin laboratoriyaliq-praktikalyq sabaqtaryna arналған adistemelik nusqaular. Almaty 2005.
- [9] Yakushev V.I., Shevchenko V.V. Plodovodstvo s osnovami deorativnogo sadovodstva. M: «Kolos» 1980.
- [10] Boyo N.T. “ Sovershenstvovanie tekhnologii vozdeleyvaniya plodovyh I ovoshnyh kultur na yugo-vostoke Kazakhstana” Sb. Trudov KazSKHI, Alma-ata, 1991.
- [11] Buriev Kh.Ch., Zhuraev R.Zh., Alimov O.A. Khranenie i pervichnaya obrabotka plodov I ovoshey. - Т.: Mekhnat, 2002. – S. 51-68.
- [12] Gudkoviy V.A. Sistema sokrasheniya poter I sokhranenie kachestva plodov I vinograda pri khraneniі – Avtoref. Diss. Doktora selsokhozyaystvennykh nauk.- Michurinsk. 1990. – 53 s.
- [13] Eleshov R., Smagulov T. Agrokhimiya zhane tynaytqysh qoldanu zhuyesi. - Almaty, 2000
- [14] Eleshov R., Smagulov T. t.b Agrokhimiyalyq zertteuler adistemesi.- Almaty, 2008

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ ГРУШЕВЫХ ДЕРЕВЬЕВ В УСЛОВИЯХ САЙРАМСКОГО РАЙОНА

Г. Ж. Турметова, М. Т. Ерденов, С. Қамшыбаева

Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан

**Ключевые слова:** плодоводство, плодовые деревья, груша, сорт, минеральные удобрения, урожайность, качество урожая.

**Аннотация.** В статье рассмотрены пути применения минеральных удобрений к грушевым деревьям, растущих в селе «Акбулак» Сайрамского района Южно-Казахстанской области. Для проведения опытов была взята груша сорта «Талгарская красавица». В целях повышения продуктивности грушевых деревьев, определялось влияние разных количеств минеральных удобрений на динамику роста, плодовитость и качество урожая. В результате обработки результатов опытов с применением минеральных удобрений, по сравнению с контрольным, выявлено повышение продуктивности в варианте N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Опыт проводился методом «делянка-дерево», где взяты 5 вариантов проб, с трехкратной повторяемостью опытов и рендомизитным расположением вариантов. В варианте N<sub>180</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> наряду с повышением урожайности грушевых деревьев наблюдалось улучшение качества урожая.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 164 – 171

**FEATURES OF ACTIVITY AND ISOZYME COMPOSITION  
OF  $\beta$ -1,3-GLUCANASE OF WHEAT IN NORMAL CONDITION  
AND UNDER THE ACTION OF CULTURAL FILTRATE  
OF PHYTOPATHOGENIC FUNGUS *Fusarium graminearum***

**B. Tilegen, Zh. D. Beskempirova, A. Dalelhankhyzy,  
N. S. Mamytova, V. A. Kuzovlev, A. A. Khakimzhanov**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemisrtry CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: a.khakimzhanov@mail.ru

**Keywords:** wheat,  $\beta$ -1,3-glucanase, isoenzymes, *Fusarium graminearum*, cultural filtrate

**Abstract.** In plants,  $\beta$ -1,3-glucanase is involved in the cell proliferation, growth and development of tissues and organs, carrying out the hydrolysis of cell walls  $\beta$ -polyglucans. In addition to these basic physiological functions,  $\beta$ -1,3-glucanase is involved in plants protecting from fungal and microbial pathogens. Therefore, the investigation of this enzyme in crops paid much attention. In plants,  $\beta$ -1,3-glucanase represented by multiple molecular forms. High enzyme polymorphism in cereals, including wheat, poorly studied isoenzymes, is one of the major obstacles to study its regulation and functioning.

The aim of study was to determine the characteristics of the activity and isozyme composition of  $\beta$ -1,3-glucanase in different organs of wheat seedlings (seed, stem, root) is normal, as well as the impact of cultural filtrate (CF) pathogenic fungus *F. graminearum*.

It was found that the highest activity of  $\beta$ -1,3-glucanase had seed, and the lowest roots. Significant differences between the organs were found in the isoenzyme compounds of  $\beta$ -1,3-glucanase. The germinating grains enzyme contains 2 to basic components with pI~9,0 and 3 with acidic pI (3.5-4.0), while in stem and root 8-9 neutral isoenzymes. Synthesis of  $\beta$ -1,3-glucanase in grain is hormone-dependent and enhanced in the presence of gibberellic acid. Treatment of seedlings and head by CF *F. graminearum* resulted in a significant increase activity of  $\beta$ -1,3-glucanase. In the maturing grains, and especially in their integument increase of activity was mainly due to increased certain constitutive isoforms, and not as a result of additional isoforms. Activation of  $\beta$ -1,3-glucanases in the shells of ripening wheat in response to fungal infection may indicate their barrier function and participate in the defense mechanism.

Results may be used in enzymology interactions of plants and phytopathogenic fungi.

УДК 581.19:633.1

**ОСОБЕННОСТИ АКТИВНОСТИ И ИЗОФЕРМЕНТНОГО  
СОСТАВА  $\beta$ -1,3-ГЛЮКАНАЗЫ ПШЕНИЦЫ В НОРМЕ  
И ПРИ ДЕЙСТВИИ КУЛЬТУРАЛЬНОГО ФИЛЬТРАТА  
ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА *Fusarium graminearum***

**Б. Тилеген, Ж. Д. Бескемпинова, А. Далелханкызы,  
Н. С. Мамытова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакимжанов**

Институт молекулярной биологии и биологии им. М. А. Айтхожина КН МОН РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** пшеница,  $\beta$ -1,3-глюканаза, изоферменты, *Fusarium graminearum*, культуральный фильтрат.

**Аннотация.** В растениях  $\beta$ -1,3-глюканаза участвует в клеточной пролиферации, росте и развитии тканей и органов, осуществляя гидролиз  $\beta$ -полиглюканов клеточных стенок. Помимо этих основных физиологических функций,  $\beta$ -1,3-глюканаза участвует в защите растения от микробных и грибных патогенов. В связи с этим, исследованию этого фермента у сельскохозяйственных культур уделяется большое внимание. В растениях  $\beta$ -1,3-глюканаза представлена множественными молекулярными формами. Высокая полиморфность фермента у злаковых, в том числе пшеницы, слабая изученность изоферментов, является одним из основных препятствий в изучении его регуляции и функционирования.

Целью работы явилось выявление особенностей активности и изоферментного состава  $\beta$ -1,3-глюканазы в различных органах проростка пшеницы (зерновка, стебель, корень) в норме, а также при воздействии культурального фильтрата (КФ) патогенного гриба *F. graminearum*.

Установлено, что наибольшей активностью  $\beta$ -1,3-глюканазы обладали зерновки, а наименьшей – корни. Существенные различия между органами были обнаружены в изоферментном составе  $\beta$ -1,3-глюканазы. В прорастающих зернах фермент представлен 2-мя щелочными компонентами с ИЭТ~9,0 и 3-мя кислыми с ИЭТ (3,5-4,0), в то время как в стебле и корне 8-9 изоферментами, в основном нейтральных. Синтез  $\beta$ -1,3-глюканазы в зерне гормон-зависимый и усиливается в присутствии гибберелловой кислоты. Обработка проростков и колосьев КФ *F. graminearum* приводила к значительному увеличению активности  $\beta$ -1,3-глюканазы. В созревающих зерновках, и особенно в их покровах возрастание активности происходило в основном за счет усиления некоторых конститутивных изоформ, а не в результате появления добавочных изоформ. Активизации  $\beta$ -1,3-глюканаза в оболочках созревающего зерна пшеницы в ответ на грибное инфицирование может указывать на их барьерную функцию и участие в защитном механизме.

Результаты могут быть использованы в энзимологии взаимодействия растений и фитопатогенных грибов.

**Введение.** Глюканазы широко распространены у растений и включают в себя несколько типов, главные из которых  $\beta$ -1,3-глюканазы и  $\beta$ -1,4-глюканазы. Эти два типа глюканаз отличаются по ряду физико-химических характеристик, специфичности к поли- $\beta$ -глюкановым субстратам и функциональным особенностям. [1, 2].  $\beta$ -1,3-Глюканаза (ЕС 3.2.1.39) является частью многокомпонентной системы защитного механизма против различных патогенов. Активность этого фермента значительно изменяется при поражении растений различного рода патогенами: вирусами, бактериями, грибами. Выявлена строгая компартментация двух основных форм  $\beta$ -1,3-глюканазы – внутриклеточных вакуолярных и внеклеточных аполастных, сосредоточенных в межклеточном пространстве. Для обеих форм показаны отличительные свойства и особенности функционирования при патогенезе [3, 4].  $\beta$ -1,3-Глюканазы ингибируют рост болезнетворных грибов, так как их субстраты –  $\beta$ -полиглюканы являются одними из основных компонентов клеточных стенок патогенов. Главный структурный полисахарид грибных клеточных стенок – хитин разрушается хитиназами. Оба гидролитических фермента входят в состав обширного семейства защитных PR (связанных с патогенезом) белков, при этом  $\beta$ -1,3-глюканазы принято относить ко 2-й группе этих белков [5-7].

К настоящему времени, несмотря на обширные данные о механизмах действия  $\beta$ -1-3-глюканазы при грибном патогенезе, их защитная роль при инфицировании пшеницы грибами рода *Fusarium* остается не достаточно исследованной. Имеются сведения о том, что в растениях пшеницы, зараженных грибом *F. graminearum*, вызывающим фузариоз колоса, происходит активирование кислой формы хитиназы и  $\beta$ -1,3-глюканазы Иммунохимическими методами установлена их тканевая и клеточная локализация [8,9]. В трансгенных линиях пшеницы выявлено совместное (синергетическое) действие ферментов  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы на снижение симптомов поражения фузариозом колоса [10, 11].

Растительные  $\beta$ -1,3-глюканазы представлены несколькими изоформами, которые можно подразделить на конститутивные и индуцибельные. Первые из них имеют важное значение в физиологии и развитии растения в норме. Вторые, как правило, могут индуцироваться в ответ на всевозможные внешние стрессовые факторы и, в частности, при грибном патогенезе [12]. В связи с этим, поиск и выявление изоферментов, участвующих в ответных реакциях пшеницы при инфицировании распространенными в Казахстане патогенными грибами рода *Fusarium* является важным для их применения в качестве надежных биохимических маркеров резистентности к данной болезни.

**Методы исследования.** Объекты исследований – растения пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Шортандинская, штаммы фитопатогенных грибов *F. graminearum*, полученные из Республиканской коллекции микроорганизмов КН МОН РК.

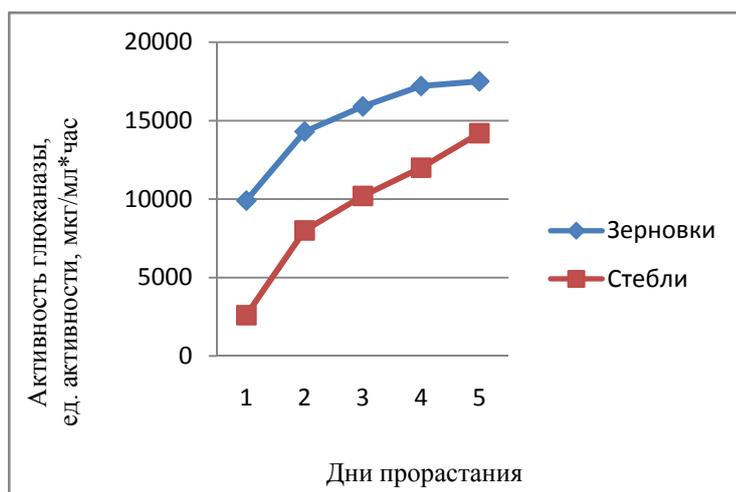
Культуральный фильтрат (КФ) *F. graminearum* получали, культивируя смыв конидий грибов на жидкой питательной среде Чапека на круговой качалке при комнатной температуре в течение 2 недель. Мицелий отделяли от среды культивирования, фильтруя через 4 слоя марли. В КФ подсчитывали количество макроконидий и использовали для инфицирования КФ с плотностью конидий около  $50 \times 10^6$  конидий в мл.

Процедуру обработки пшеницы КФ проводили следующим образом. Зерновки стерилизовали 15% раствором Белизны в течение 15 мин, затем промывали дистиллированной водой 3 раза по 15 мин. Для проращивания и заражения в чашку Петри стелили 2 слоя фильтровальной бумаги, вносили 3-5 мл КФ и высевали по 10-20 зерен. Проращивание вели при 24°C в течение 5 дней. В качестве контроля использовали проростки, выращенные на воде. Обработку созревающих колосьев КФ производили путем опрыскивания пульверизатором.

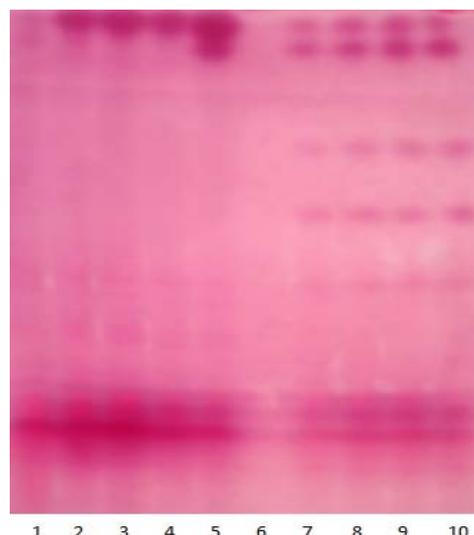
Активность  $\beta$ -1,3-глюканазы определяли с помощью специфического субстрата ламинарина (Sigma-Aldrich, США) по модифицированному методу [3]. Изоэлектрофокусирование (ИЭФ)  $\beta$ -1,3-глюканазы и ее окрашивание в геле проводили с использованием амфолитов pH 3-10 (Serva, Германия) по методу [13].

### Результаты исследования

Анализ активности и изоферментного состава  $\beta$ -1,3-глюканазы в норме. Исследовалась активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в различных органах пшеницы – покоящихся и прорастающих зерновках, стеблях и корнях 5-ти дневных проростков. В прорастающем зерне активация  $\beta$ -1,3-глюканазы происходила постепенно и достигала максимального значения на 4-5 день (рисунок 1А). Аналогичное изменение активности фермента наблюдалось в ростках с максимумом также на 5 день. Активность  $\beta$ -1,3-глюканазы ростков на этот срок проращивания сопоставима с таковой зерна и составляла около 80% от уровня зернового фермента. Следует отметить, что покоящиеся зерновки практически не содержали активной  $\beta$ -1,3-глюканазы. Таким образом, активирование фермента в зерновке в период прорастания происходило в основном за счет его синтеза *de novo*. Данные по активности  $\beta$ -1,3-глюканазы хорошо иллюстрировались ИЭФ-спектром фермента. На рисунке 1Б прослеживается постепенное возрастание активности и степени гетерогенности фермента в обоих органах, особенно в ростках.



А



Б

Рисунок 1 – Динамика изменения  $\beta$ -1,3-глюканазы в проростках пшеницы: А – активность  $\beta$ -1,3-глюканазы; Б – ИЭФ-спектр изоферментов  $\beta$ -1,3-глюканазы: 1-5 – зерновки, 6-10 – ростки с 1 по 5 день проращивания

В прорастающем зерне  $\beta$ -1,3-глюканаза состояла из 2-х, четко обособленных групп изоферментов – слабокислых с ИЭТ 3,5-4,0 (3 компонента) и основных в районе рН 9,0 (2 компонента). Обе группы представлены мажорными изоферментами. В отличие от зерновок, ростки кроме этих двух групп содержали еще 3 дополнительных изофермента в нейтральной области рН от 5,5 до 8,0. Спектр кислых и щелочных  $\beta$ -1,3-глюканаз обоих органов идентичен по числу изоферментов, однако в ростках их активность была выражена несколько слабее.

Исследована активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в различных анатомических частях прорастающего семени – зародыше, алейроновом слое и эндосперме. Зародыши вычленили после 24 ч замачивания зерна в дистиллированной воде при 22°C. Одну часть изолированных зародышей инкубировали 24 ч в дистиллированной воде (контроль), другую часть – в воде с добавлением 1мкМ гибберелловой кислоты (ГК, опыт). Половинки зерна с удаленными зародышами инкубировали 48 ч также на 2-х вариантах среды - в присутствии 1 мкМ ГК и в отсутствии гормона. По окончании инкубации из половинок выделяли алейроновый слой и крахмалистый эндосперм.

Из диаграммы рисунка 2А видно, что ГК повышала синтез фермента, как в алейроне, так и в зародыше. Кроме того, в присутствии гормона стимулировалась секреция фермента, который обнаруживался в инкубационной среде. На изоэлектрофореграмме (рисунок 2Б) видно, что в беззародышевых половинках (алеярон) ГК активировала верхний катодный компонент щелочных  $\beta$ -1,3-глюканаз и кислые изоферменты, а в зародыше – нейтральные компоненты. Следует подчеркнуть слабую активность в зародыше (как и в ростке) анодной группы изоформ.

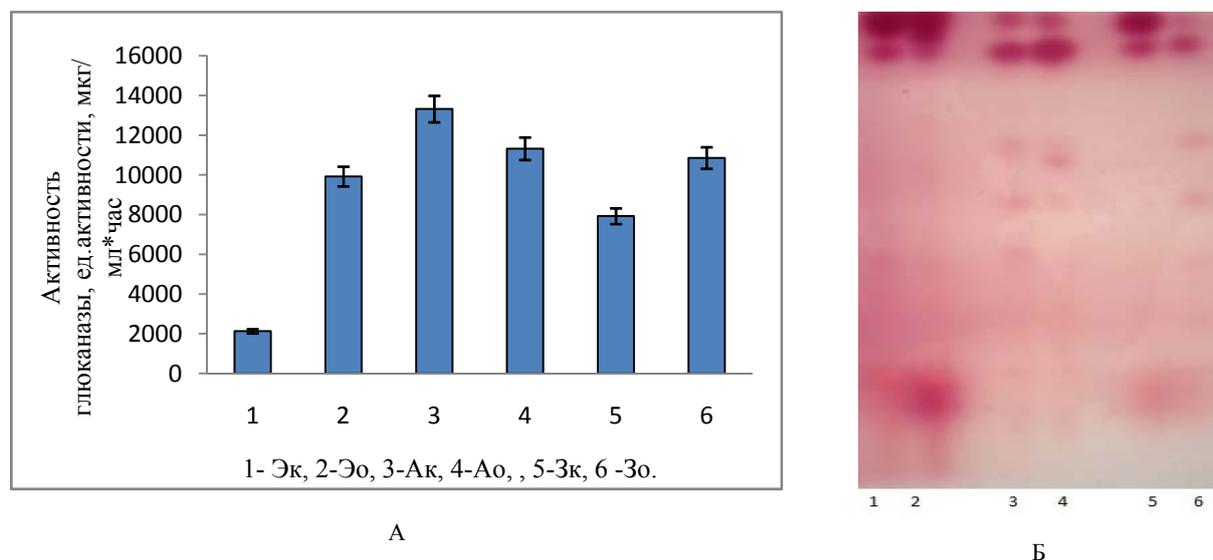


Рисунок 2 – Активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в различных анатомических частях прорастающей зерновки:  
 А – активность  $\beta$ -1,3-глюканазы: 1, 2 - эндосперм (контроль, ГК), 3, 4 - алейрон (контроль, ГК),  
 5, 6 - зародыш (контроль, ГК); Б – ИЭФ-спектр изоферментов  $\beta$ -1,3-глюканазы (обозначения те же, что и для А)

Дальнейшие эксперименты показали, что ГК усиливала синтез  $\beta$ -1,3-глюканазы не только в прорастающей зерновке, но и в стебле и корне. ИЭФ профили фермента 4-х дневного проростка приведены на рисунке 3. Следует также отметить, что изоферментные составы корня и стебля за небольшим исключением (компоненты в нейтральной области) весьма похожи.

Анализ активности и изоферментного состава  $\beta$ -1,3-глюканазы при обработке культуральным фильтратом гриба *F. graminearum*. Следующей задачей исследования явилось изучение изменчивости активности и изоферментного состава  $\beta$ -1,3-глюканазы при воздействии КФ *F. graminearum*. Известно, что одним из главных повреждающих и угнетающих факторов при грибном инфицировании являются токсические вещества, выделяемые патогеном. При культивировании гриба *in vitro* токсины, наряду с другими продуктами жизнедеятельности экскретируются в инкубационную среду. В экспериментальной практике отфильтрованная культуральная жидкость, или КФ часто используют в качестве фактора, имитирующего атаку гриба. Помимо токсинов и других компонентов полученный нами КФ содержал споры и мелкие фрагменты конидий гриба.

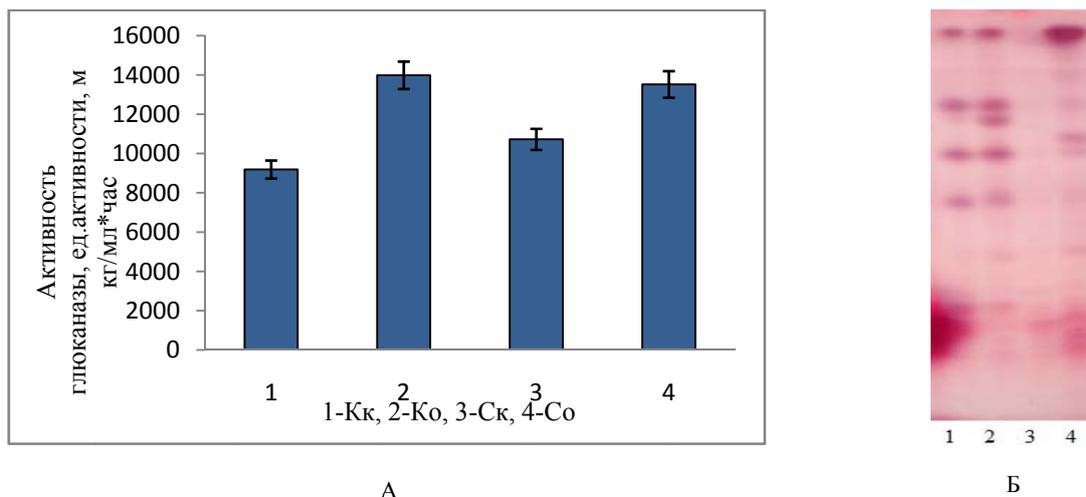


Рисунок 3 – Влияние ГК на активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в стебле и корне проростка:  
 А – активность  $\beta$ -1,3-глюканазы: 1,2 - корни (контроль, ГК), 3,4 - стебли (контроль, ГК);  
 Б – ИЭФ-спектр изоферментов  $\beta$ -1,3-глюканазы (обозначения те же, что и для А)

В работе использовались три варианта КФ, полученных от трех штаммов гриба. Для изучения действия КФ на активность  $\beta$ -1,3-глюканазы зерна пшеницы замачивали в дистиллированной воде на 1 ч и затем проращивали двумя способами. В первом варианте семена высаживались сразу на среду с КФ, во втором – сначала 24 ч на дистиллированную воду, а затем пересаживались на КФ. Проращивание в общей сложности длилось в течение 5 дней. Активность фермента определяли в экстрактах ростков. Из данных рисунка 4А видно, что обработка всеми 3-мя образцами КФ приводила к возрастанию активности  $\beta$ -1,3-глюканазы ростков, но в разной степени. Наибольший подъем фермента происходил в присутствии 1-го КФ, 3-й и, особенно, 2-й фильтраты вызывали меньший отклик в ферментной активности. Следует также отметить, что прямое проращивание на КФ способствовало большему увеличению активности  $\beta$ -1,3-глюканазы, по сравнению с вариантом предварительного 1-дневного проращивания в воде.

Данные по активности подтвердились результатами ИЭФ (рисунок 4Б), из которых видно усиление некоторых зон активности. Появление в спектре каких-либо добавочных компонентов фермента не наблюдалось.

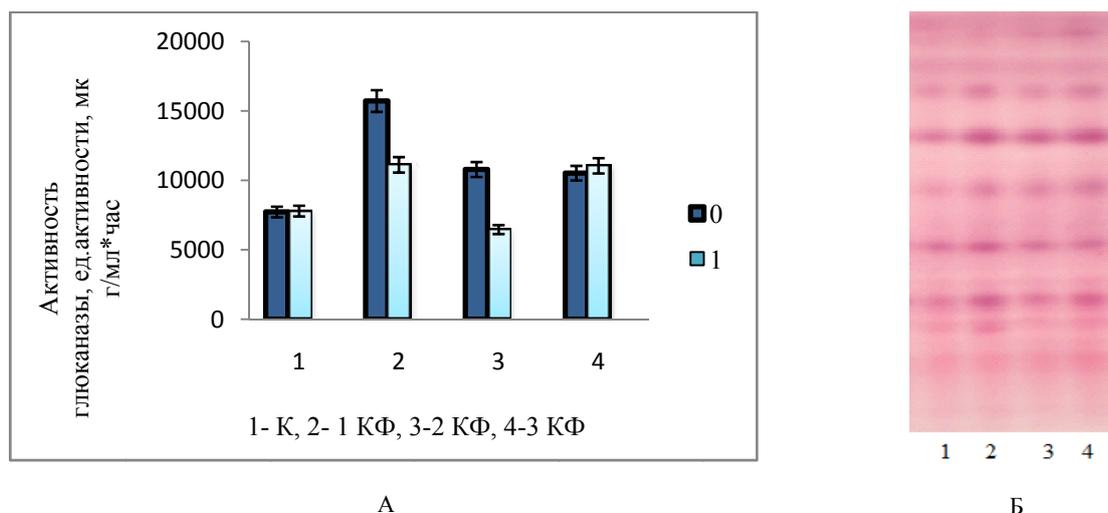


Рисунок 4 – Действие различных КФ гриба *F. graminearum* на  $\beta$ -1,3-глюканазу стеблей 5-ти дневных проростков:  
 А – активность  $\beta$ -1,3-глюканазы: 1,2,3,4 – контроль, КФ1, КФ2 и КФ3 соответственно;  
 темные столбцы – прямое проращивание на КФ, светлые столбцы – предварительное проращивание на воде 1 сутки;  
 Б – ИЭФ  $\beta$ -1,3-глюканазы (обозначения те же, что и для А)

В следующем эксперименте исследовалось действие КФ на изменение активности  $\beta$ -1,3-глюканазы в созревающих зерновках и покровах (оболочках) зерна. Для этой цели колосья в фазе восковой спелости опрыскивали в течение разного периода времени. Контролем служили растения, колосья которых опрыскивали дистиллированной водой. На рисунке 5А представлена картина изменения активности  $\beta$ -1,3-глюканазы при обработке КФ №1 в течение 4 и 7 дней. Видно, что активность фермента после 4-х дневной обработки КФ в покровах зерна и в самих зерновках возрастала. Более длительная обработка колосьев КФ (в течение 7 дней) приводила к росту ферментной активности только в оболочках, в самих зерновках активность, напротив, несколько снижалась.

Данные диаграммы подтвердились результатами ИЭФ (рисунок 5Б). Следует отметить несколько важных моментов, вытекающих из анализа картины ИЭФ. Удельная активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в оболочках зерна была существенно выше, чем в семенах, спектр фермента из обоих органов в целом имел значительное сходство. Ответная реакция оболочек в синтезе фермента была более выражена, чем у самого зерна. Это происходило за счет активации анодных (кислых) изоферментов, в то время как активность катодных (щелочных) изоформ несколько снижалась (вариант 7-дневной обработки).

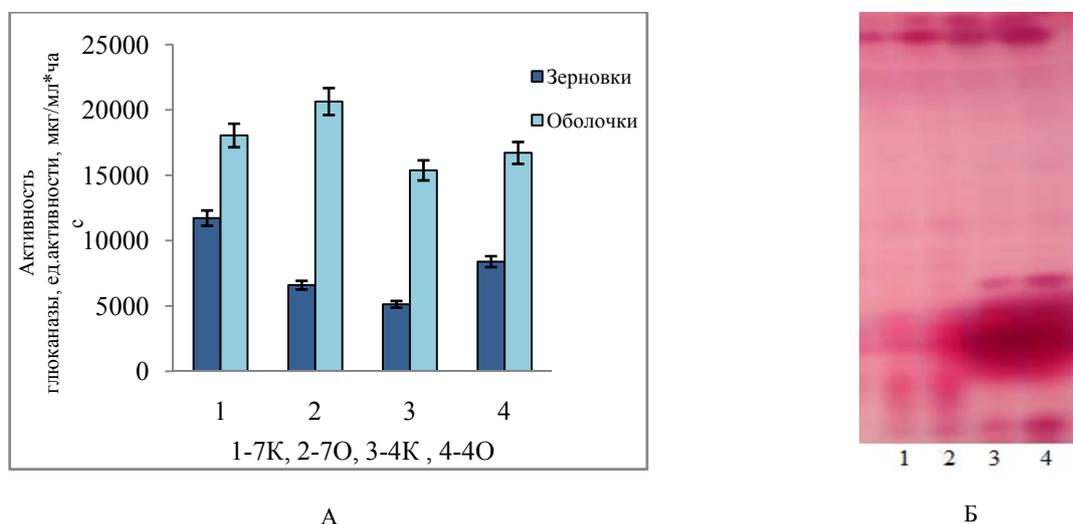


Рисунок 5 – Действие КФ гриба *F. graminearum* на активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в созревающих зерновках и их покровах: А – Активность  $\beta$ -1,3-глюканазы: 1,2 – обработка колосьев КФ1 в течение 7 дней, 3,4 – обработка колосьев КФ1 в течение 4 дней, К - контроль, О - опыт (КФ); Б – ИЭФ  $\beta$ -1,3-глюканазы: 1,2 - зерновки (контроль, опыт) и 3,4 – оболочки (контроль, опыт) после 4-х дневной обработки КФ1

### Обсуждение результатов

В результате проведенной работы определена активность  $\beta$ -1,3-глюканазы в различных органах растения пшеницы. Наибольшей активностью ферментов характеризовались зерновки, а наименьшей – корни. Существенные различия между органами обнаружены в изоферментном составе  $\beta$ -1,3-глюканазы. В прорастающих зернах фермент представлен 2-мя мажорными компонентами в щелочной области (с ИЭТ ~9,0) и 3-мя компонентами в кислой области рН (ИЭТ 3,5-4,0), в то время как в вегетативных органах (в стебле и корне) насчитывалось до 8-9 изоферментов. ИЭФ-спектр  $\beta$ -1,3-глюканазы зародышей более гетерогенен по сравнению с эндоспермом и алейроновым слоем и напоминал спектр фермента стебля. В зерновке синтез  $\beta$ -1,3-глюканазы гормон-зависимый и усиливался в присутствии экзогенной ГК. В корне и стебле ГК также стимулировала и ускоряла активацию некоторых изоформ фермента. Таким образом, полученные ИЭФ-спектры свидетельствуют о выраженном характере тканеспецифичности изоферментов  $\beta$ -1,3-глюканазы как в самом растении, так и в отдельных анатомических частях зерновки пшеницы.

Проведен анализ ответных реакций пшеницы на воздействие фитопатогенного гриба *F. graminearum*. Обработка проростков и растений в стадии колошения культуральным фильтратом гриба приводила значительному увеличению активности  $\beta$ -1,3-глюканазы в созревающих зерновках и, особенно, в их покровах. Это возрастание активности происходило в основном за счет усиления активности некоторых имеющихся в норме (конститутивных) изоформ, но не в результате появления новых добавочных компонентов в составе фермента. Высокий уровень активизации  $\beta$ -1,3-глюканаз в оболочках созревающего зерна пшеницы в ответ на грибное инфицирование может указывать на их барьерную функцию и участие в защитном механизме.

**Источник финансирования исследований.** Министерство образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hrmova M., Fincher G.B. Purification and properties of three (1-3)-  $\beta$ -d-glucanase isoenzymes from young leaves of barley (*Hordeum vulgare*) // Biochem. J. 1993. V. 289. P.453-461.
- [2] Leubner-Metzger G. Functions and regulation of  $\alpha$ -1,3-glucanases during seed germination, dormancy release and afterripening // Seed Sci. Res. 2003. V.13. P.17-34.
- [3] Fink W., Liefland M., Mendgen K. Chitinases and  $\beta$ -1,3-glucanases in the apoplastic compartment of oat leaves (*Avena sativa* L.) // Plant Physiol. 1988. V.88. P. 270-275.
- [4] Kang Z., Buchenauer H. Immunocytochemical localization of  $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase in *Fusarium culmorum*-infected wheat spikes // Physiol. Mol. Plant Pathol. 2002. V.60. P.141-153.
- [5] Leubner-Metzger G., Meins F. Functions and regulation of plant  $\beta$ -1,3-glucanases (PR-2) // Review in: Pathogenesis-related protein in plants, Datta S.K., Muthucrishnan S. (eds), Boca Raton, Florida. 1999. P.49-76.
- [6] Ebrahim S., Usha K., Singh B. Pathogenesis related (PR) proteins in plant defense mechanism // In: Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances, A.Mendez-Vilas (ed.). 2011. P.1043-1054.
- [7] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of chitinase in plant defense // Asian J. Biochem. 2011. V.6. P.29-37.
- [8] Li W.L., Faris J.D., Muthukrishnan S., Liu D.J., Chen P.D., Gill B.S. Isolation and characterization of novel cDNA clones of acidic chitinases and  $\beta$ -1,3-glucanases from wheat spikes infected by *Fusarium graminearum* // Theor. Appl. Genet. 2001. V.102. P.353-362.
- [9] Kang Z., Huang Li., Buchenauer H. Subcellular localization of chitinase and  $\beta$ -1,3-glucanase in compatible and incompatible interactions between wheat and *Puccinia striiformis* f. sp. tritici // J. Plant Dis. Protect. 2003. V.110. P.170-183.
- [10] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Bikram S.G., Bockus W.W., Muthukrishnan S. Greenhouse and field testing of transgenic wheat plants stably expressing genes for thaumatin-like protein, chitinase and glucanase against *Fusarium graminearum* // J. Exp. Botany. 2003. V.54. P.1101-1111.
- [11] Wani S. H. Inducing fungus-resistance into plants through biotechnology // Not Sci Biol. 2010. V.2. P.14-21
- [12] Sock J., Rohringer R., Kang Zh. Extracellular  $\beta$ -1,3-glucanases in stem rust-affected and abiotically stressed wheat leaves // Plant Physiol. 1990. V.94. P.1376-1389.
- [13] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing // Phytopathology. 1991. V.9. No.9. P.970-974.

#### REFERENCES

- [1] Hrmova M., Fincher G.B. Biochem. J. 1993. V. 289. P.453-461.
- [2] Leubner-Metzger G. Seed Sci. Res. 2003. V.13. P.17-34.
- [3] Fink W., Liefland M., Mendgen K. Plant Physiol. 1988. V.88. P. 270-275.
- [4] Kang Z., Buchenauer H. Physiol. Mol. Plant Pathol. 2002. V.60. P.141-153.
- [5] Leubner-Metzger G., Meins F. Review in: Pathogenesis-related protein in plants, Datta S.K., Muthucrishnan S. (eds), Boca Raton, Florida. 1999. P.49-76.
- [6] Ebrahim S., Usha K., Singh B. In: Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances, A.Mendez-Vilas (ed.). 2011. P.1043-1054.
- [7] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Asian J. Biochem. 2011. V.6. P.29-37.
- [8] Li W.L., Faris J.D., Muthukrishnan S., Liu D.J., Chen P.D., Gill B.S. Theor. Appl. Genet. 2001. V.102. P.353-362.
- [9] Kang Z., Huang Li., Buchenauer H. J. Plant Dis. Protect. 2003. V.110. P.170-183.
- [10] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Bikram S.G., Bockus W.W., Muthukrishnan S. J. Exp. Botany. 2003. V.54. P.1101-1111.

- [11] Wani S. H. Not Sci Biol. 2010. V.2. P.14-21  
[12] Sock J., Rohringer R., Kang Zh. Extracellular Plant Physiol. 1990. V.94. P.1376-1389.  
[13] Shen Q. Pan, Xiang S. Ye, Kuc J. A Phytopathology. 1991. V.9. No.9. P.970-974.

**БИДАЙДЫҢ ҚАЛЫПТЫ ЖАҒДАЙДАҒЫ ЖӘНЕ *Fusarium graminearum*  
ФИТОПАТОГЕНДІ САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ ДАҚЫЛДЫҚ СҮЗІНДІСІМЕН  
ӘСЕР ЕТКЕНДЕГІ  $\beta$ -1,3-ГЛЮКАНАЗАНЫҢ БЕЛСЕНДІЛІГІ МЕН  
ИЗОФЕРМЕНТТІК ҚҰРАМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

**Б. Тілеген, Ж. Д. Бескемпірова, А. Далелханқызы,  
Н. С. Мамытова, В. А. Кузовлев, А. А. Хакімжанов**

ҚР БҒМ ҒК М. А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты,  
Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бидай,  $\beta$ -1,3-глюканаза, изоферменттер, *Fusarium graminearum*, дақылдық сүзінді.

**Аннотация.** Өсімдіктерде  $\beta$ -1,3-глюканаза жасуша пролиферациясына, ұлпалар мен ағзалардың өсуі және дамуына жасуша қабығының  $\beta$ -полиглюкандар гидролизін іске асыра отырып қатысады.  $\beta$ -1,3-глюканаза негізгі физиологиялық қызметтермен қатар өсімдіктерді микроб және саңырауқұлақ патогендерінен қорғауға қатысады. Осыған байланысты, бұл ферментті ауылшаруашылық дақылдарында зерттеуге үлкен көңіл бөлінеді. Өсімдіктерде  $\beta$ -1,3-глюканаза көптеген молекулалық формалармен сипатталады. Астық-тұқымдастарда, соның ішінде бидайда ферментінің жоғарғы полиморфтылығы, изоферменттерді зерттеудің аздығы, оның реттелуін және функциялануын зерттеудегі негізгі кедергінің бірі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты бидай өскінінің әртүрлі ағзаларындағы (дән, сабақ, тамыр) қалыпты жағдайдағы және *F. graminearum* патогенді саңырауқұлағының дақылдық сүзіндісімен (ДС) әсер еткендегі  $\beta$ -1,3-глюканазаның белсенділігі және изоферменттік құрамының ерекшеліктерін анықтау болып табылады.

$\beta$ -1,3-глюканаза белсенділігінің бидай дәндерінде жоғары болатындығы, ал тамырда төмен екендігі анықталды. Ағзалар арасында айтарлықтай айырмашылықтар  $\beta$ -1,3-глюканазаның изоферменттік құрылымында анықталды. Өсу кезіндегі дәндерде фермент 2 сілтілік ИЭН~9,0 және 3 қышқылдық ИЭН (3,5-4,0) компонентпен сипатталса, ал сабақ пен тамырда негізінен нейтралды болып келетін 8-9 изоферментпен сипатталған. Дәндердегі  $\beta$ -1,3-глюканазаның синтезі гормон-тәуелді және гибберелл қышқылының қатысуымен күшейеді. Өскіндерді және масақтарды *F. graminearum* ДС өндеу  $\beta$ -1,3-глюканаза белсенділігінің біршама өсуіне алып келді. Пісіп-жетілу кезіндегі дәндерде, әсіресе олардың жабындарында белсенділіктің өсуі қосымша изоформалардың пайда болуынан емес, негізінен кейбір конститутивті изоформалардың күшейуі нәтижесінде іске асты. Саңырауқұлақпен зақымдағанда пісіп-жетілу кезіндегі бидай дәндерінің қабығындағы жауап ретінде  $\beta$ -1,3-глюканаза белсенділігінің артуы, оның барьерлік қызметін және қорғаныштық механизмге қатысатынын көрсетеді.

Нәтижелер өсімдіктер мен фитиопатогенді саңырауқұлақтардың өзара қарым-қатынасы энзимологиясында пайдаланылуы мүмкін.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 172 – 178

**THE PARTICIPATION OF  $\beta$ -1,3-GLUCANASE AND CHITINASE  
IN DEFENSE RESPONDS OF POTATO BY INFECTED *Fusarium solani***

**A. K. Tursunova, O. A. Sapko, O. V. Chebonenko, Y. M. Dyo,  
A. Zh. Amirkulova, A. O. Abaildayev, A. Sh. Utarbaveva**

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.utar@mail.ru

**Key words:** *Solanum tuberosum*, *Fusarium solani*, chitinase,  $\beta$ -1,3 glucanase.

**Abstract.** The effect of culture filtrate (CF) *Fusarium solani* on the activity of the cytoplasmic form of  $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase and its polymorphism in the tubers and sterile potato seedlings with different resistance to the fungus was investigated. It is found that changes in the activity of hydrolytic enzymes by treatment of extracellular fungal metabolites depend on the resistance of the host plant, tissue localization and concentration of metabolites. Low doses of CF induced reversible synchronous activity of both enzymes in the tissues of the tuber resistant cultivar (by 35-70%) and increased activity of chitinase in the tubers sensitive cultivar (by 55-60%). The CF was inhibited the activity of enzymes in sterile seedlings. High doses of CF showed the inhibitory activity. Metabolites CF had no effect on the original composition of the enzyme isoforms, but changed its activities. In CF-treated seedlings was observed a decrease in the activity of alkaline and neutral isoforms of  $\beta$ -1,3-glucanase (pI 10,0-6,1) and chitinase (pI 10,0-8,8) and an increase of activity of acidic chitinase isoforms (pI 3 5).

**УЧАСТИЕ  $\beta$ -1,3-ГЛЮКАНАЗЫ И ХИТИНАЗЫ В ЗАЩИТНОМ  
ОТВЕТЕ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ЗАРАЖЕНИИ *Fusarium solani***

**А. К. Турсунова, О. А. Сапко, О. В. Чебоненко, Ю. М. Де,  
А. Ж. Амиркулова, А. О. Абайлдаев, А. Ш. Утарбаева**

РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина» КН МОН РК,  
Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** *Solanum tuberosum*, *Fusarium solani*, хитиназа,  $\beta$ -1,3 глюканаза.

**Аннотация.** Исследовано влияние культурального фильтрата (КФ) *Fusarium solani* на активность цитоплазматических форм  $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы и их полиморфизм в клубнях и стерильных проростках картофеля с разной устойчивостью к грибу. Установлено, что изменения активности гидролитических ферментов, вызванные экстрацеллюлярными метаболитами гриба, зависят от устойчивости растения-хозяина, тканевой локализации ферментов и концентрации метаболитов. Низкие дозы КФ обратимо синхронно индуцировали активность обоих ферментов в тканях клубня устойчивого сорта (на 35-70%), и повышали активность хитиназы в клубнях чувствительного сорта (на 55-60%). В стерильных проростках КФ ингибировал активность ферментов. Высокие дозы КФ обладали только ингибиторной активностью. Метаболиты КФ не влияли на исходный состав изоформ ферментов, но изменяли их активность. В обработанных КФ проростках наблюдали уменьшение активности щелочных и нейтральной изоформ  $\beta$ -1,3-глюканазы (pI 10,0-6,1) и хитиназы (pI 10,0-8,8) и возрастание активности кислой изоформы хитиназы (pI 3,5).

Картофель - важнейшая продовольственная культура в Казахстане и изучению его устойчивости, в том числе к грибным патогенам, посвящено множество исследований. Грибы рода *Fusarium* поражают различные виды культурных растений. *F. solani* и его разновидности вызывают

корневые и стеблевые гнили растений. Сухая фузариозная гниль относится к наиболее вредоносным и распространенным заболеваниям клубней картофеля в период хранения [1]. Встречаемость фузариоза клубней в комплексе гнилей при хранении может достигать 70-100 % от их общего количества.

Инфицирование растений патогенами активирует разнообразные системы защиты клеток: образование активных форм кислорода – «окислительный взрыв», синтез фитоалексинов, усиление лигнификации клеточных стенок и многие другие. Важной частью защитной стратегии растений и формирования устойчивости к патогенам является активация синтеза белков с защитной функцией, PR-белков. Растительные хитиназы (ЕС 3.2.1.14) и  $\beta$ -1,3-глюканызы (ЕС 3.2.1.39) относятся к семейству наиболее известных белков защитного ответа, роль которых при патогенезе не вызывает сомнения. Активность этих ферментов значительно изменяется при поражении растений различного рода патогенами: вирусами, бактериями, грибами. Мишенями для  $\beta$ -1,3-глюканызы и хитиназы служат, соответственно,  $\beta$ -1,3-глюкан и хитин, являющиеся основными компонентами клеточной стенки большинства грибных патогенов. Защитная функция гидролитических ферментов, главным образом, связана с их способностью разрушать клеточную стенку и, тем самым, тормозить дальнейший рост и распространение гифов по растительным тканям [2]. Вместе с этим, гидролиз полисахаридов клеточных стенок грибных и бактериальных патогенов приводит к образованию элиситор-активных фрагментов, которые индуцируют другие защитные реакции. Наиболее изученными системами хозяин-патоген являются системы с взаимодействием «ген на ген», в которых единственные аллели хозяина и паразита определяют реакции растений. К таким подробно изученным системам относятся соя – *Phytophthora megasperma f.sp.glycinea*, картофель – *Phytophthora infestans*, фасоль – *Colletotrichum lindemuthianum* [3]. О механизмах устойчивости системы картофель – *F.solani* известно значительно меньше. Исследования подтверждают корреляцию в активации ряда PR-белков с устойчивостью картофеля к патогенам. Как правило, хитиназы и глюканызы активно вовлекаются в защитные реакции картофеля при патогенезе [4]. Показано, что инфицирование грибом индуцирует реакцию гиперчувствительности, повышает активность глюканызы и других белков в устойчивых сортах картофеля [5]. Установлено, что кислые формы глюканызы, выделенные из картофеля, проявляют антифунгальную активность [6]. Отмечен ярко выраженный синергизм антифунгальной активности хитиназы и глюканызы [7].

Как правило, в здоровых растениях уровень синтеза многих PR-белков достаточно низкий. При этом некоторые изоформы, связанные с нормальным онтогенезом, могут накапливаться конститутивно [8]. При заражении фитопатогенами уровень экспрессии генов хитиназы и глюканызы возрастает в несколько раз и обычно индуцируется координировано, что составляет важную часть защитной стратегии растений [9]. Несмотря на интенсивные исследования роли хитиназы и  $\beta$ -1,3-глюканызы, вопрос участия этих ферментов в формировании иммунного ответа у растений до сих пор остается не достаточно выясненным.

Целью данного исследования было изучение роли  $\beta$ -1,3-глюканызы и хитиназы в биохимических механизмах устойчивости картофеля при заражении *F. solani*.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили клубни и стерильные проростки сортов картофеля с различной устойчивостью к *F. solani*: Тамаша, Ушконыр (относительно устойчивые), Санта (восприимчивый). Штамм условно патогенного гриба *F. solani* (штамм 0167), приобретен из республиканской коллекции микроорганизмов. Гриб *F. solani* культивировали в жидкой питательной среде Чапека [10], дополненной картофельным отваром. Культуральный фильтрат (КФ) получали после роста гриба при температуре 22-24°C в течение 3 недель без перемешивания. Моделью исследований служили диски, вырезанные из внутренней части клубней картофеля (d=1,5см, h=1см) и пробирочные растения, которые выращивали на агаризованной среде Мурасиге-Скуга. КФ наносили на диски (40мкл), или опрыскивали им проростки из пульверизатора (0,4мл). Активность глюканызы определяли по методу [11] с модификациями. Для этого 0,5-1г растительного образца гомогенизировали в 3мл 0,05М ацетатного буфера, pH=5,2 и инкубировали в холодильнике 30 минут. Полученный экстракт центрифугировали 10 минут при 10 000 об/мин. Анализировали супернатант. 0,1 мл экстракта смешивали с 0,1 мл 0,5% ламинарина и инкубировали при 37°C в

термостате 30 минут. Реакцию останавливали добавлением 1 мл ДНС. Пробирки кипятили 5 минут на водяной бане. Смесь охлаждали до комнатной температуры и измеряли оптическую плотность при длине волны 540 нм. Активность фермента рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по глюкозе (0,5-5,0 мкм). Активность хитиназы определяли по методу [12] с модификациями. Для этого к 0,1 мл растительного экстракта добавляли 0,2 мл коллоидного хитина и инкубировали при 37<sup>0</sup>С в термостате 4 часа. Реакцию останавливали добавлением 1мл ДНС. Пробирки кипятили 5мин. Образцы центрифугировали 10мин при 5000 об./мин для осветления образца и измеряли оптическую плотность при 545нм. Активность фермента рассчитывали по калибровочной кривой по N-ацетилглюкозамину (20-500мкг/мл). Изоэлектрофокусирование (ИЭФ) проводили на пластине 5% ПААГ размером 9 x15 см и толщиной 1мм с 1% амфолинами в диапазоне рН 3,5–10,0 фирмы Serva (Германия). Разделение изоформ фермента осуществляли при 400 Вт в течение 4 часов на приборе Multiphor II. ИЭФ хитиназы проводили по методу [13], глюканазы - по методу [14]. Белок определяли микробиуретовым методом [15]. Опыты проводили в 3-х биологических и 3-х аналитических повторностях. Результаты статистически обработаны согласно рекомендациям [16].

### Результаты и их обсуждение

Грибы рода *Fusarium* относятся к факультативным паразитам, обладающими ярко выраженными фитотоксическими свойствами. При росте на жидкой питательной среде патогенные микромицеты указанного рода выделяют токсические метаболиты (экзометаболиты) в культуральную жидкость, которую можно использовать в качестве фактора, имитирующего атаку патогена. Изучали влияние КФ условно патогенного штамма *F.solani* на активность цитоплазматических β-1,3-глюканазы и хитиназы клубней картофеля с разной устойчивостью к грибу. Как видно из полученных данных (рисунок 1), в контрольных, не обработанных КФ дисках картофеля

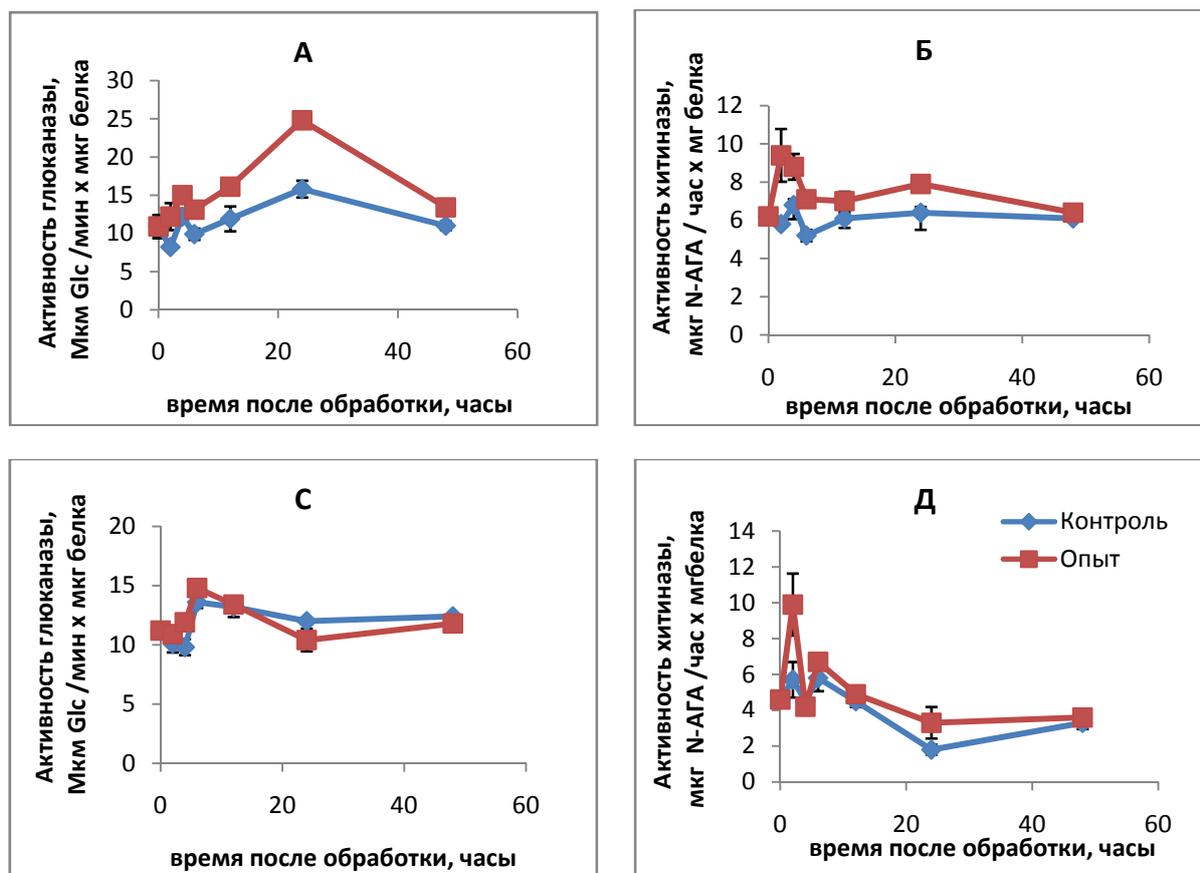


Рисунок 1 – Влияние КФ *F.solani*. на активность β-1,3-глюканазы (А, С) и хитиназы (Б, Д) клубней картофеля сорта Ушкoньыр (относительно устойчивый, А, Б) и Тохтар (чувствительный, С, Д)

наблюдается ранняя (2-6 часов) неспецифическая обратимая индукция активности обоих ферментов (на 30-50%), связанная с реакцией гидролитических ферментов на многие виды стрессов (в данном случае на поранение). В здоровых растениях уровень синтеза этих ферментов может быть низким, при этом некоторые изоформы могут накапливаться конститутивно, что связано с их участием в процессах гомеостаза здоровых растений [17, 8]. Обработка дисков КФ индуцировала быстрый стрессовый ответ хитиназы, в большей степени у чувствительного сорта (на 55-65%), чем у устойчивого сорта (на 35-40%), и слабо влияла на активность глюканазы, индуцируя фермент на 15-20% в устойчивом сорте. На более поздней стадии защитного ответа, через 24 часа, у устойчивого сорта наблюдали синхронную индукцию активности  $\beta$ -1,3-глюканазы (на 65-70%) и хитиназы (на 30-35%), и отсутствие индукции ферментов на этой фазе у тканей клубня чувствительного сорта. Влияние КФ на гидролитические ферменты зависело от концентрации (рисунок 2). Обработка клубней пятикратной дозой КФ (5КФ) незначительно индуцировала быстрый стрессовый ответ клеток (через 6 часов) и достоверно не влияла на более поздний адаптационный ответ (через 24 часа). Десятикратная доза КФ (10КФ) значительно ингибировала активность гидролитических ферментов на обоих фазах защитного ответа, как в устойчивом, так и в чувствительном сортах (не приведенные данные).

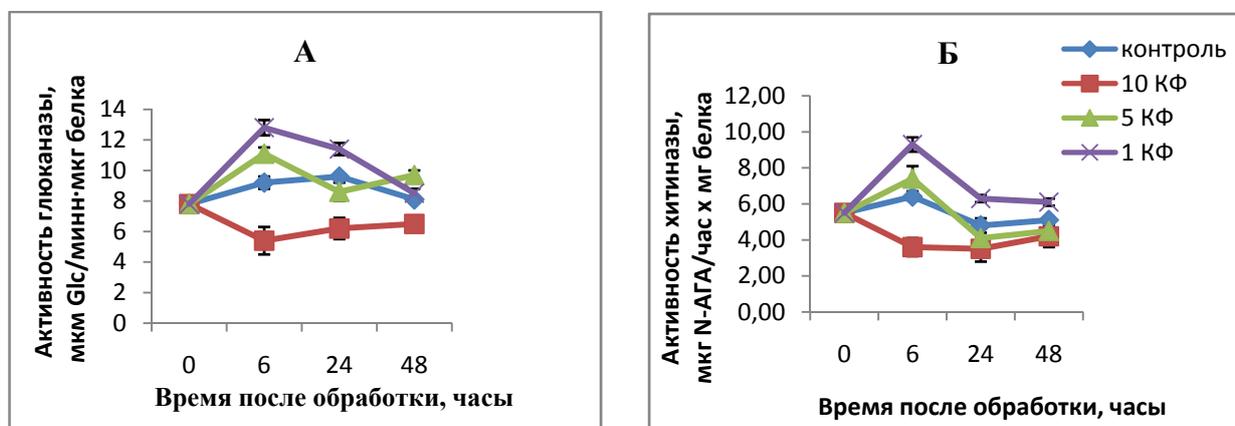


Рисунок 2 – Влияние различных концентраций КФ *F. solani* на активность цитоплазматических  $\beta$ -1,3-глюканаз (А) и хитиназ (Б) клубней картофеля сорта Тамаша

Понимание роли хитиназ и  $\beta$ -1,3-глюканаз в реакциях растений на заражение затруднено еще и по той причине, что в растениях эти ферменты характеризуются множественностью изоформ, которые отличаются тканевой и клеточной локализацией, различным участием в реакциях нормального и стрессового метаболизма. Влияние КФ на активность и изоферментный состав цитоплазматических  $\beta$ -1,3-глюканаз и хитиназ изучали в стерильных проростках картофеля. Реакция проростков на КФ, в отличие от клубней, имела другой характер. Метаболиты КФ, в той дозе, которая индуцировала активность цитоплазматических ферментов клубня, ингибировали активность ферментов проростков на всем протяжении эксперимента (рисунок 3). Анализ изоферментного состава не выявил различий в спектре хитиназ и  $\beta$ -1,3-глюканаз в контрольных и обработанных КФ проростках. В анализируемых проростках  $\beta$ -1,3-глюканаза представлена 9-11 изоформами, мажорными из которых являются сильно щелочные изоформы с pI 10-9,0, слабощелочная с pI 7,6 и нейтральная с pI 6,1. Группа кислых изоформ с pI 3,5-5,2 относится к минорным компонентам. Хитиназа представлена 8-9 изоформами. Обработка проростков КФ не влияла на состав конститутивных изоформ, но достоверно меняла их активность. В обработанных КФ проростках наблюдали уменьшение активности щелочных и нейтральной изоформ цитоплазматических  $\beta$ -1,3-глюканазы (pI 10,0-6,1) и хитиназы (pI 10,0-8,8) и возрастание активности кислой изоформы хитиназы с pI 3,5.

Полученные данные подтверждают активное участие  $\beta$ -1,3-глюканаз и хитиназ в защитном ответе *S. tuberosum* при заражении *F. solani* и демонстрируют зависимость ответа гидролитических ферментов от устойчивости растения-хозяина, тканевой локализации ферментов и патогенной нагрузки.

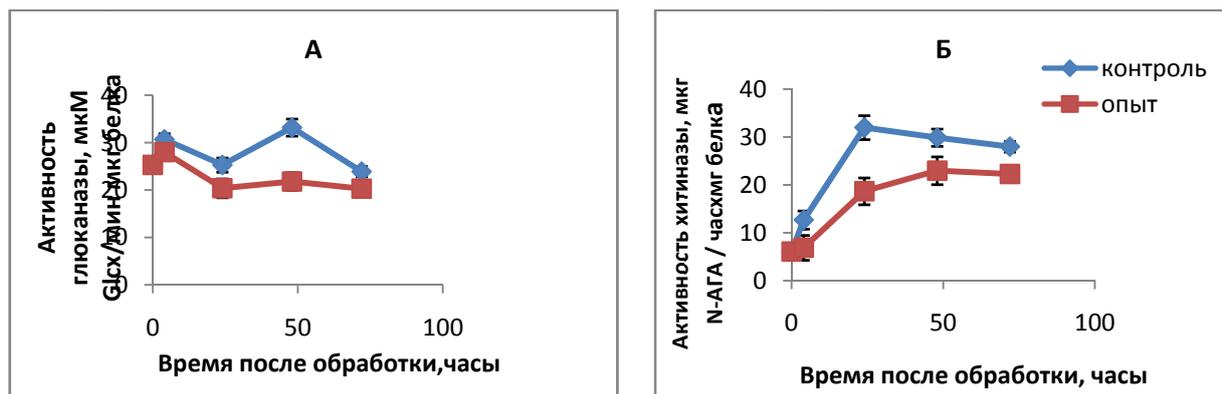


Рисунок 3 – Влияние различных концентраций КФ *F.solani*. на активность цитоплазматических  $\beta$ -1,3-глюканаз (А) и хитиназ (Б) стерильных проростков картофеля сорта Тамаша

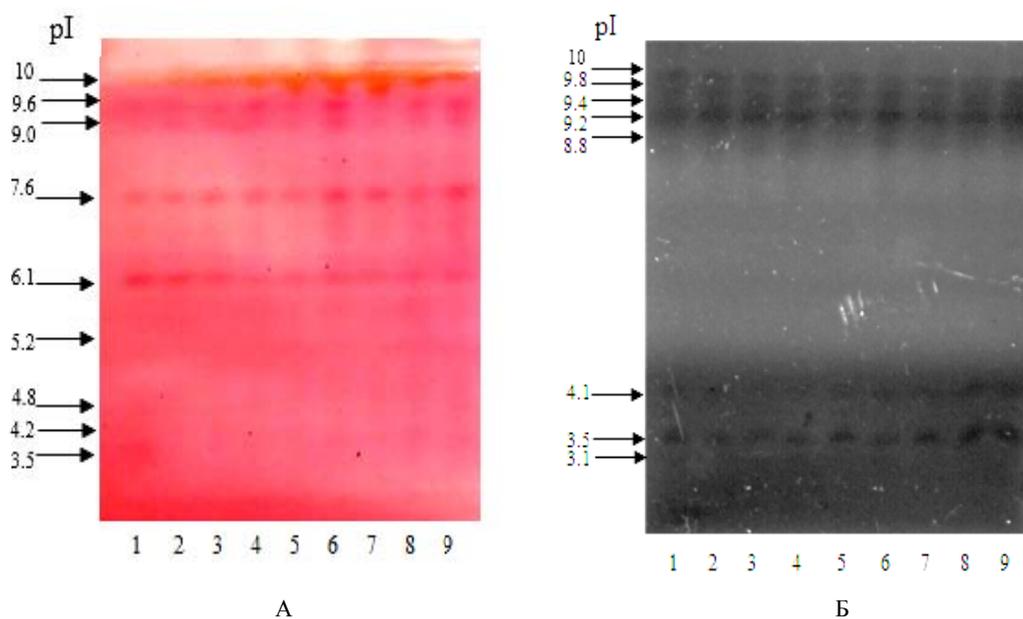


Рисунок 4 – Изоферментный состав цитоплазматических  $\beta$ -1,3-глюканаз (А) и хитиназ (Б) контрольных и обработанных КФ стерильных проростков картофеля сорта Тамаша.

Дорожки: 1 – 0 ч контроль; 2 – 4 ч контроль; 3 – 4 ч + КФ; 4 – 24 ч контроль; 5 – 24 ч + КФ; 6 – 48 ч контроль; 8 – 24 ч + КФ; 8 – 72 ч контроль; 9 – 72 ч + КФ

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малюга А.А. Видовой состав и патогенность грибов рода *Fusarium*, вызывающих сухую гниль клубней картофеля в Западной Сибири // Микология и фитопатология. - 2003. - Т. 37. - Вып. 4. - С. 84-91.
- [2] Mauch F., Staehelin L.A. Functional implications of the subcellular localization of ethylene-induced chitinase and  $\beta$ -1,3-glucanase in bean leaves // Plant Cell. - 1989. - V. 1. - P. 447-457.
- [3] Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. – М.: Общество фитопатологов, 2001. – 301 с.
- [4] Rahimi S., Wright D.J., Perry R.N. Identification and localization of chitinases induced in the roots of potato plants infected with the potato cyst nematode *Globodera pallida* // Fundam. Appl. Nematol. - 1998. – V. 21 (6). – P. 705 – 713.
- [5] Ashfaq A., Laith I. M., Lenman M., Levander F., Olsson K., Carlson-Nilson U., Zoteyeva N., Liljeroth E., Andreasson E. Paranoid potato phytophthora-resistant genotype shows constitutively activated defense // Plant Signaling and Behavior – 2012. – V. 7. - N. 3. – P. 400 –408.
- [6] Tonon C., Guevara G., Olivia C., Daleo G. Isolation of a potato acidic 39 kDa  $\beta$ -1,3-glucanase with antifungal activity against *Phytophthora infestans* and analysis of its expression in potato cultivars differing in their degrees of field resistance // Phytopathology. – 2002 – V. 150. – P.189 – 195.

- [7] Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений при стрессе. - М.: Наука, 2002. - 296 с.
- [8] Helleboid S., Chapman A., Hendricks T., Inze D., Vasseur J., Hilber, J-L. Cloning of  $\beta$ -1,3-glucanases expressed during *Cichorium* somatic embryogenesis.// *Plant Mol. Biol.*- 2000. – V. 42. – P. 377 – 386.
- [9] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Bikram S.G, Bockus W.W., Muthukrishnan S. Greenhouse and field testing of transgenic wheat plants stably expressing genes for thaumatin-like protein, chitinase and glucanase against *Fusarium graminearum* // *J. Exp. Botany*. - 2003. - V. 54. - P. 1101 -1111.
- [10] Билай В.И. Фузариоз. - Киев: Наукова думка, 1977. - 441 с.
- [11] Leubner-Metzger G., Meins F. Functions and regulation of plant  $\beta$ -1,3-glucanases (PR-2) // *Rewiew in: Pathogenesis-related protein in plants*, Datta S.K., Muthucrishnan S. (eds), Boca Raton, Florida. – 1999. – P. 49 - 76.
- [12] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of chitinase in plant defense // *Asian J. Biochem.* - 2011. - V.6. - P. 29 - 37.
- [13] Trudel J., Asselin A. Detection of chitinase activity after polyacrylamide gel electrophoresis // *Analytical Biochem.* - 1989. - V.178. - P.362-366.
- [14] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing // *Phytopathology*. – 1991. – V.9. No.9. - P.970-974.
- [15] Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии -М.: Высшая школа, 1971. - С. 309-310.
- [16] Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. - М., 1990. - 293с.
- [17] Buchner P., Rochat C., Wuilleme S., Boutin J-P. Characterization of a tissuespecific and developmentally regulated  $\beta$ -1,3-glucanase gene in pea (*Pisum sativum*) // *Plant Mol. Biol.* - 2002. – V. 49. – P. 171 –186.

#### REFERENCES

- [1] Maluga A.A. Species composition and pathogenic fungi of the genus *Fusarium*, causing dry rot of potatoes in Western Siberia, *Mikologiya i Fitopatologiya*, **2003**, 37(4), 84-91 (in Russ.).
- [2] Mauch F., Staehelin L.A. Functional implications of the subcellular localization of ethylene-induced chitinase and  $\beta$ -1,3-glucanase in bean leaves, *Plant Cell*, 1989, 1, P. 447–457. (in Eng.).
- [3] Dyakov Yu.T., Ozeretskoykaya O.L., Dzhavahiya V.G., Bagirova S.F. General and molecular phytopathology. M.: Obschestvo fitopatologov, **2001**. 301 p. (in Russ.).
- [4] Rahimi S., Wright D.J., Perry R.N. Identification and localization of chitinases induced in the roots of potato plants infected with the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Fundam. Appl. Nematol*, **1998**, 21 (6), 705 – 713 (in Eng.).
- [5] Ashfaq A., Laith I. M., Lenman M., Levander F., Olsson K., Carlson-Nilson U., Zoteyeva N., Liljeröth E., Andreasson E. Paranoid potato phytophthora-resistant genotype shows constitutively activated defense, *Plant Signaling and Behavior*, **2012**, 7 (3), 400 –408 (in Eng.).
- [6] Tonon C., Guevara G., Olivia C., Daleo G. Isolation of a potato acidic 39 kDa  $\beta$ -1,3-glucanase with antifungal activity against *Phytophthora infestans* and analysis of its expression in potato cultivars differing in their degrees of field resistance, *Phytopathology*, **2002**, 150, P.189 – 195(in Eng.).
- [7] Tarchevskiy I.A. Plant cell signaling systems, M.: Nauka, **2002**. 296 p. (in Russ.).
- [8] Helleboid S., Chapman A., Hendricks T., Inze D., Vasseur J., Hilber, J-L. Cloning of  $\beta$ -1,3-glucanases expressed during *Cichorium* somatic embryogenesis, *Plant Mol. Biol.*, **2000**, 42, 377 – 386 (in Eng.).
- [9] Anand A., Zhou T., Trick H.N., Bikram S.G, Bockus W.W., Muthukrishnan S. Greenhouse and field testing of transgenic wheat plants stably expressing genes for thaumatin-like protein, chitinase and glucanase against *Fusarium graminearum*, *J. Exp. Botany*, **2003**, 54, 1101 -1111 (in Eng.).
- [10] Bilay V.I. *Fusarium*. Kiev: Naukova dumka, **1977**. 441 p. (in Russ.).
- [11] Leubner-Metzger G., Meins F. Functions and regulation of plant  $\beta$ -1,3-glucanases (PR-2). *Rewiew in: Pathogenesis-related protein in plants*, **1999**, 49 – 76 (in Eng.).
- [12] Sharma N., Sharma K.P., Gaur R.K., Gupta V.K. Role of chitinase in plant defense, *Asian J. Biochem.*, **2011**, 6, 29 – 37 (in Eng.).
- [13] Trudel J., Asselin A. Detection of chitinase activity after polyacrylamide gel electrophoresis, *Analytical Biochem.*, **1989**, 178, 362-366 (in Eng.).
- [14] Shen Q. Pan, Xiang S.Ye, Kuc J. A technique for detection of chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanases, and protein patterns after a single separation using polyacrylamide gel electrophoresis or isoelectrofocusing, *Phytopathology*, **1991**, 9 (9), 970-974 (in Eng.).
- [15] Kochetov G.A. Practical Guide Enzymology. M.: Vysshaya shkola, **1971**, 309-310 p. (in Russ.).
- [16] Zaytsev G.N. Mathematic in experimental botany. M., **1990**. 293 p. (in Russ.).
- [17] Buchner P., Rochat C., Wuilleme S., Boutin J-P. Characterization of a tissuespecific and developmentally regulated  $\beta$ -1,3-glucanase gene in pea (*Pisum sativum*), *Plant Mol. Biol.*, **2002**, 49, 171 –186 (in Eng.).

***Fusarium solani*-МЕН ЗАҚЫМДАНУ БАРЫСЫНДА КАРТОП  $\beta$ -1,3-ГЛЮКАНАЗАСЫ МЕН ХИТИНАЗАСЫНЫҢ ҚОРҒАНЫС ЖАУАБЫНА ҚАТЫСУЫ**

**А. Қ. Тұрсынова, О. А. Сапко, О. В. Чебоненко, Ю. М. Дё,  
А. Ж. Әмірқұлова, А. О. Абайлдаев, А. Ш. Отарбаева**

ҚР БҒМ ҒК «М. Ә. Айтқожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты»,  
Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** *Solanum tuberosum*, *Fusarium solani*, хитиназа,  $\beta$ -1,3 глюканаза.

**Аннотация.** Саңырауқұлақ патогеніне әртүрлі төзімділік көрсететін картоп түйнектері мен стерильді өсімділерінің цитоплазматикалық  $\beta$ -1,3-глюканазалар мен хитиназа формаларының белсенділігі мен көп пішінділігіне *Fusarium solani* культуралды фильтратының (КФ) әсері зерттелді. Саңырауқұлақтың экстрацеллюлярлық метаболиттері гидролитикалық ферменттер белсенділігіне өсімдік – қожайын төзімділігіне, метаболит концентрациясына және ферменттердің ұлпалық оқшаулануына байланысты әсер ететіндігі анықталды. КФ аз мөлшері картоп түйнектерінің төзімді сортында екі ферменттің белсенділігін (35-70%-ға) үйлесімді индукциялады, және сезімтал сортының хитиназа белсенділігін (55-60%-ға) арттырды. Стерильді өсімділерде КФ ферменттердің белсенділігін тежеді. КФ жоғары мөлшері картоп түйнектері мен стерильді өсімділерінің төзімді және сезімтал сорттарында екі ферменттің де белсенділігін тежеді. КФ метаболиттері ферменттердің алғашқы изоформалар құрамына әсер етпеді, бірақ белсенділігін өзгертті. КФ өңделген өсімділерде  $\beta$ -1,3-глюканаза (рІ 10,0-6,1) және хитиназа (рІ 10,0-8,8) негіздік және бейтарап изоформаларының белсенділігі азайды, ал хитиназаның қышқыл изоформасының рІ 3,5 белсенділігі артты.

Поступила 02.02.2016 г.

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 178 – 185

**EVALUATION OF BIOCHEMICAL INDEXES OF JUVENILE TROUT  
(*Parasalmo mykiss*) GROWN IN DIFFERENT MIXED FODDERS**

**S. Zh. Assylbekova, S. M. Shalgimbayeva, A. B. Ahmetova,  
G. R. Sarmoldayeva, G. B. Dzhumahanova**

Kazakh Research Institute Fishery, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: assylbekova@mail.ru, s.saule777@gmail.com, aaieka@mail.ru, gafiza\_94@mail.ru, gauhar.vip@mail.ru

**Key words:** trout, feed, muscle, liver, biochemistry, protein, albumin, lipids, cholesterol, alkaline phosphatase, triglycerides, ALT, AST

**Abstract.** Resistance to multifactorial fish habitat conditions depends on balanced feeding and operation of safety systems at the cellular level - the balance of pro- and antioxidant factors, biochemical balance occurring in the growing organism reactions.

Status physiological systems evaluated using a range of biochemical parameters revealed that the value of the feed used in the growing of fish for commercial purposes depend on the content of the balance of nutrients enriched easily digestible additives do not carry organic and medicinal components.

This article presents the results of a comparative analysis of biochemical parameters of some organs (muscle, liver) juvenile rainbow trout grown in different compound feeds in basin conditions Chilik pond farm.

This work is carried out on a high scientific and technical level, for the tasks were used modern methods of biochemical research, carried out the appropriate statistical treatment of results. Targeted research has allowed more objectively assess the physiological usefulness of fish when grown in mixed fodders of different formulations.

The estimation of the changes occurring at the biochemical level, which contributes to the improvement of biotechnology breeding of trout, the development and introduction of domestic feed stimulating growth, resistance and other aspects of life of living organisms.

On the basis of data on the impact of feed on the adaptive capacity of juvenile trout assesses the prospects of the development of commercial fish farming in terms of Almaty region.

УДК 597.554(574)

## ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДИ ФОРЕЛИ (*Parasalmo mykiss*), ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА РАЗЛИЧНЫХ КОМБИКОРМАХ

С. Ж. Асылбекова, С. М. Шалгимбаева, А. Б. Ахметова,  
Г. Р. Сармолдаева, Г. Б. Джумаханова

Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** форель, комбикорм, мышцы, печень, биохимия, белок, альбумин, липид, холестерин, щелочная фосфатаза, триглицериды, АЛТ, АСТ.

**Аннотация.** Устойчивость рыб к многофакторным условиям обитания во многом зависит от сбалансированного кормления и функционирования защитных систем на клеточном уровне - баланса про- и антиоксидантных факторов, биохимического баланса протекающих в растущем организме реакций.

Состояние физиологических систем, оцениваемое по комплексу биохимических показателей, показало, что ценность применяемого корма при выращивании рыбы в коммерческих целях зависит от содержания в нем баланса питательных веществ, обогащенных легко усвояемыми добавками, не несущих органические и лекарственные составляющие.

В данной статье представлены результаты сравнительного анализа биохимических показателей некоторых органов (мышц, печень) молоди радужной форели, выращенной на различных комбикормах в бассейновых условиях Чиликского прудового хозяйства.

Настоящая работа проведена на высоком научно-техническом уровне, для выполнения поставленных задач были использованы современные биохимические методы исследования, проведена соответствующая статистическая обработка результатов. Целенаправленное исследование позволило наиболее объективно оценить физиологическую полноценность рыб при выращивании на комбикормах различных рецептур.

Дана оценка изменениям, происходящим на биохимическом уровне, что способствует усовершенствованию биотехники разведения форели, разработке и внедрению отечественных кормов, стимулирующих рост, резистентность и другие аспекты жизнедеятельности живых организмов.

На основе полученных данных о влиянии кормов на адаптационные возможности молоди форели дана оценка перспективности развития товарного рыбоводства в условиях Алматинской области.

**Введение.** Экономической основой развития искусственного разведения и выращивания редких видов рыб является коммерческое культивирование. Это относится, прежде всего, к видам, имеющим промысловое значение и видам, которые всегда были малочисленными, но ценными в пищевом отношении.

Одним из перспективных направлений товарной аквакультуры является разведение форелей в небольших промысловых хозяйствах, так как естественное воспроизводство радужной форели не в состоянии восполнить потери, наносимые человеком. Полноценное и рациональное кормление радужной форели является залогом успеха в получении качественной товарной рыбопродукции [1-3].

В настоящее время разработаны сбалансированные комбикорма практически для всех видов рыб. Известно, что корма для рыб должны содержать повышенный уровень протеина, липидов, обменной энергии и витамины, а также быть устойчивыми в агрессивной водной среде, обладая хорошей водостойкостью. Кроме этого, в хозяйствах используются разные комбикорма, по-разному влияющие на рост и развитие молоди, что требует научно обоснованного подхода к их применению для выращивания физиологически полноценной рыбы [6, 7].

Исследование именно этих факторов в данном проекте и определяет актуальность исследования биохимического состава различных тканей организма на отдельных этапах онтогенеза рыб и в условиях различной питательной нагрузки [2, 5].

**Цель работы:** Определить влияние стартовых кормов отечественного производства с включением препарата пробиотического действия «Биоконс», без включения препарата пробиотического действия и импортные корма «Aller aqua», на физиологические показатели форели выращиваемой в бассейновых условиях ТОО «Чиликского прудового хозяйства».

**Материалы и методы исследования.** Эксперименты выполнены на 50 рыбах, выращиваемых в Чиликском научно-производственном рыбном хозяйстве Алматинской области. В 1-ой серии экспериментов были взяты молодь форели, которые содержались на стартовом корме на протяжении 45 сут и были разделены на 3 группы: 1 - экспериментальная группа содержалась на рационе отечественного корма с пробиотиком; 2 - экспериментальная группа содержалась на рационе отечественного корма без пробиотика; 3 - контрольная группа – на рационе импортного корма.

По истечении срока кормления каждый экземпляр молоди форели взвешивали. Масса тела молоди радужной форели составила в среднем от 7 до 14,0 г. Пробы мышечной ткани и печени брали после вскрытия брюшной полости и подвергали гомогенизации по методике [5]. Затем всупернатанте мышц и печени форели определяли содержание общего белка, альбумина, холестерина, триглицеридов, щелочной фосфатазы, АЛТ и АСТ с применением стандартных наборов «Biosystems» на биохимическом анализаторе А-25 Biosystems (Испания).

Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Microsoft Excel и изменения параметров с учетом непарного критерия Фишера - Стьюдента считали достоверными при  $p \leq 0.05$ .

### Результаты исследований

*Определение биохимических показателей в тканях мышц и печени у молоди форели при кормлении стартовыми кормами.* Влияние разных видов кормов на содержание белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов в организме промысловой рыбы имеет большое значение для определения ценности того или иного корма [3, 6, 7].

*Биохимические показатели в мышечной ткани рыб.* Полученные данные по влиянию стартовых кормов на биохимические показатели молоди форели в мышечной ткани представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровень биохимических показателей в мышечном супернатанте молоди форели после кормления стартовыми кормами.

Показатель	Группа		
	корм № 1	корм № 2	корм №3
Общий белок, г/л	10,72±0,32*	9,6x2±0,31*	11,04±0,40
Альбумин, г/л	7,74±0,18*	6,6±0,29*	8,16±0,24
Холестерин, ммоль/л	0,24±0,3*	0,21±0,03*	0,31±0,05
Триглицериды, г/л	21,40±1,91*	18,16±1,41**	25,00±2,44
Щелочная фосфатаза, ед/л	9,75±3,08*	6,80±1,34*	12,00±2,65
*- $P < 0,05$ , ** - $P > 0,05$ , по сравнению с контролем.			

Как показано в таблице 1, содержание общего белка в мышечной ткани рыб было меньше на 3% после кормления рыб кормом №1 и на 13% меньше после кормления кормом №2, по сравнению с контролем – данными рыб, которых кормили импортным кормом №3. Следует отметить, что содержание белка после приема корма с пробиотиком №1 незначительно отличалось от контрольных значений.

Белки содержатся в организме в виде аминокислот и пептидов, которые служат в качестве строительных блоков тела, являются источником энергии и питательной ценности продукта. В связи с этим, высокий уровень белка в организме рыбы является благоприятной предпосылкой для оптимизации обменных процессов и гарантии высокой неспецифической резистентности и иммунной защиты организма [7, 8].

Показатели содержания альбумина как резерва аминокислот для белкового синтеза, в гомогенатмышечной массы форели после кормления стартовыми отечественными кормами аналогичны данным содержания общего белка. Так, концентрация альбумина в мышечном супернатанте после кормления кормом №1 и кормом №2 была ниже на 5,2% и 19%, соответственно, по сравнению с контрольными данными, полученными после приема корма №3 (таблица 1).

Липиды относятся к одним из наиболее информативных показателей метаболизма рыб, поскольку они играют важную роль в пластическом и энергетическом обменах, служат предшественниками стероидных гормонов, а также выполняют ряд других жизненно необходимых функций. Содержание липидов является важным компонентом органических тканей всех животных, и играет ключевую роль в энергетическом метаболизме. Липиды являются лучшими производителями энергии, наряду с углеводами. Содержание липидов, особенно содержание холестерина, является хорошим показателем питательной ценности применяемого корма [9-11, 21].

Концентрация холестерина в гомогенате мышечной массы форели после кормления кормом №1 была ниже на 22%, после кормления кормом №2 – на 32 %, по сравнению с контролем.

Содержание триглицеридов снизилось на 14% после применения корма № 1, на 27% после применения корма №2, по сравнению с контрольными данными, полученными после применения импортного корма.

Увеличение активности щелочной фосфатазы является благоприятным для роста рыб, потому что этот фермент катализирует дефосфорилирование органических фосфорных соединений, что является жизненно важным для успешного развития скелета рыб [12]. Концентрация щелочной фосфатазы после кормления кормом №1 и кормом №2 была ниже контрольных значений на 18% и на 43%, соответственно.

*Биохимические показатели в гомогенате печени рыб.* Известно, что содержание рыбы в искусственных условиях, кормление ее искусственными кормами вызывают в организме целый ряд изменений, в том числе в печени. Печень является основным органом, участвующим в регулировании уровня питательных веществ. Наиболее частотвечающейся формой реакции печени на несбалансированность пищевого рациона является ожирение [13-15, 24]. Полученные данные в тканях печени молоди показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Уровень биохимических показателей в супернатанте печени молоди форели после кормления стартовыми кормами

Показатель	Группа		
	корм № 1	корм № 2	корм №3
Общий белок, г/л	4,14±0,05*	5,24±0,08*	5,58±0,01
Альбумин, г/л	1,82±0,02	1,92±0,02	2,74±0,05
Холестерин, ммоль/л	0,11±0,01**	0,12±0,01*	0,15±0,01
Триглицериды, г/л	10,52±0,76	11,98±0,68**	9,79±0,39
АЛТ, ед/л	4,63±0,69***	12,16±0,78	8,64±0,74
АСТ, ед/л	5,43±0,91***	3,25±0,70	4,73±0,87
Щелочная фосфатаза, ед/л	10,24±0,77	10,47±0,24	15,38±0,57
*.- P < 0,05; **.- P > 0,05; ***.-P > 0,01, по сравнению с контролем.			

Изменения биохимических показателей в печени были более значительны. Количественное содержание общего белка и альбумина в тканях печени после кормления рыб кормом №1 снизилось на 25% и 33%, после корма №2 снизилось на 6% и на 28%, соответственно по сравнению с контролем – импортным кормом №3.

Результаты наших исследований показали, что у молоди форели отмечаются снижение концентрации холестерина в тканях печени после кормления кормом №1 - на 26%, после корма №2 - на 20%, по сравнению с контролем.

Уровень щелочной фосфатазы, определяемый как маркер роста молоди рыбы, так как регулирует фосфорно-кальциевый обмен, после корма №1 снизился на 32,43%, после корма №2 на 31%, по сравнению с контролем.

АЛТ (аланинаминотрансфераза) и АСТ (аспартатаминотрансфераза) - это специальные белки (ферменты), которые содержатся внутри клеток организма и участвуют в обмене аминокислот. В этой связи АЛТ считается индикаторным ферментом или маркером нарушений функций печени любой природы.[14]. Известно, что АЛТ и АСТ являются маркерами, свидетельствующими о нарушениях и повреждениях мышц, печени и других внутренних органов. О функциональном статусе печени можно судить и по коэффициенту де Ритиса, выступающего в качестве интегрального показателя изменений, обусловленного, в данном случае, действием пищевого фактора [15,19]. Применение различных кормов может вызывать различные изменения в печени, связанные с интоксикацией организма рыб или излишним содержанием добавок. Повышение коэффициента де Ритиса, определяемого как отношение АСТ/АЛТ показывает на ухудшение работы миокарда – кардиомиоцитов, или активацию глюконеогенеза, который необходим для поддержания адекватного уровня глюкозы в условиях интоксикации и определяет направленность метаболических потоков в сторону преобладания катаболических реакций [16-18]. Снижение коэффициента показывает поражение печени – гепатоцитов, а повышение его свидетельствует о поражении сердца. Нормой коэффициента де Ритиса для живого организма, в том числе и для рыб, является 0,95-1,75 усл. ед.

Показатели АЛТ в гомогенате печени форели, получавших корм №1, были на 47% ниже контрольных значений. После кормления молоди рыб кормом №2 концентрация АЛТ в гомогенате печени увеличилась на 41%, по сравнению с контрольными данными.

Уровень АСТ после кормления кормом №1 в печени молоди форели увеличился на 15%, и, наоборот, после приема корма №2 - снизился на 31%, по сравнению с контрольными данными. Вычисления коэффициента де Ритиса показали, что корм №1 не влияет на структуру печени, так как соотношение АСТ/АЛТ равно 1,17, что в пределах нормы. После приема корма №2 отмечается наличие интоксикации гепатоцитов, на что показывает низкий уровень коэффициента де Ритиса, равный 0,26 усл. ед. Вычисления коэффициента у молоди рыб контрольной группы также показывают присутствие факторов интоксикации организма рыб, коэффициент де Ритиса равен 0,56 усл. ед.

Таким образом, биохимические показатели в мышечной ткани молоди форели после приема корма № 1 снижались на 10-20% по сравнению с контрольными данными по содержанию холестерина, триглицеридов и щелочной фосфатазы и оставались на уровне контрольных значений по содержанию белка (рисунок 1).

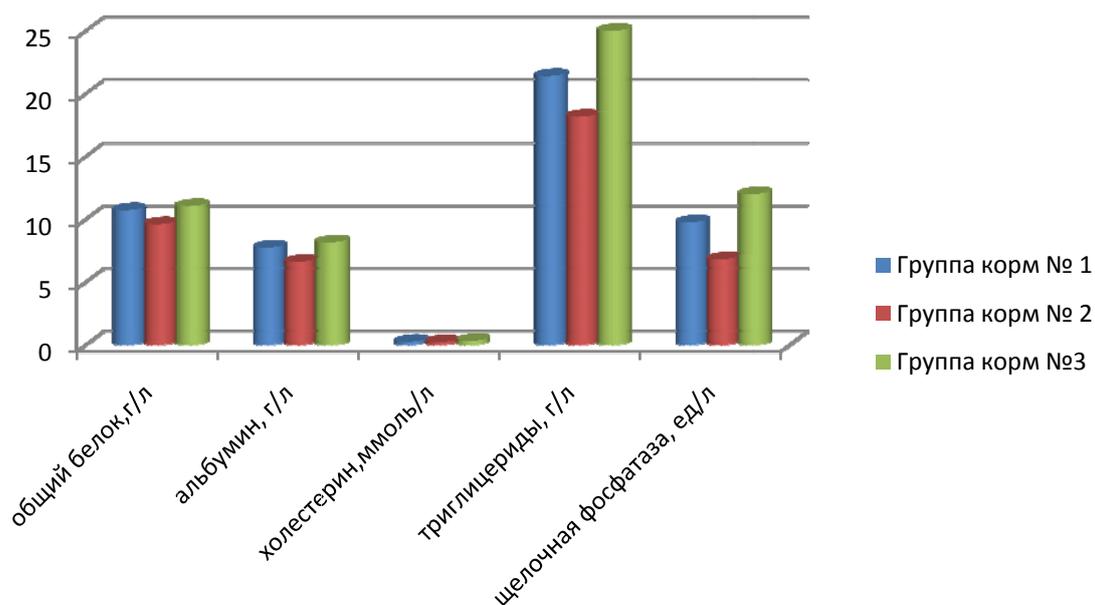


Рисунок 1 – Содержание биохимических элементов в мышечной ткани молоди форели после кормления стартовыми кормами по сравнению с контролем: 1 – корм с пробиотиком, 2 – корм без пробиотика, 3 – контроль

После применения корма №2 уровень исследуемых биохимических показателей - общего белка, альбумина, холестерина, триглицеридов, щелочной фосфатазы - в мышечной ткани молоди рыб снижался на 15-40%, по сравнению с контролем (рисунок 1).

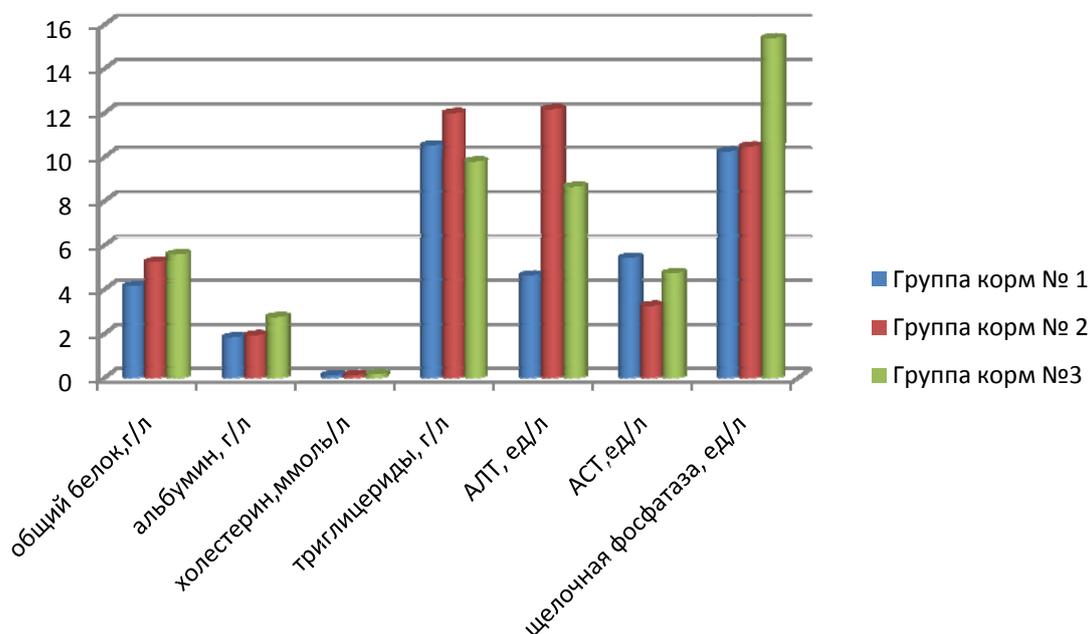


Рисунок 2 – Содержание биохимических элементов в гомогенате печени молоди форели после кормления стартовыми кормами по сравнению с контролем: 1 – корм с пробиотиком, 2 – корм без пробиотика, 3 – контроль

Биохимические показатели в гомогенате печени рыб после применения корма с пробиотиком №1 снизились на 25-30% по количеству белка и альбумина в печени, холестерина, триглицеридов и щелочной фосфатазы на 15-30% (рисунок 2).

После применения корма №2 без пробиотика в печени молоди рыб содержание общего белка, альбумина, холестерина, триглицеридов, щелочной фосфатазы снижалось на 5-30%, по сравнению с контролем (рисунок 2).

**Заключение.** Анализ полученных данных показывает, что применение корма №1 с пробиотиком способствует наращиванию белковой массы молоди рыб на уровне показателей контрольных исследований, но не оказывает значимого влияния на жировой обмен. Применение корма №2 без пробиотика не оказывает значимого эффекта на прирост белковой и жировой массы тела молоди рыб. Применение кормов №1 и №2 снижает уровень белка, жирных кислот и щелочной фосфатазы на 5-30% по сравнению с контрольными данными. Кроме этого, выявлено, что применение корма №1 не вызывает интоксикации гепатоцитов печени рыбы, в то время как после приема корма №2 и контрольного импортного корма отмечается снижение коэффициента де Ритиса до минимальных значений, что показывает наличие фактора интоксикации печени.

Анализ биохимических показателей мышечной и печеночной ткани после применения корма № 1 позволяет рекомендовать его для практического использования наравне с кормом № 3 импортного происхождения. Корм №1 является наиболее адекватным, сбалансированным и питательным для применения в рыбных хозяйствах.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Галушак С.С. Возможности аквакультуры в сохранении биологического разнообразия рыб Казахстана и Средней Азии // Биологическое разнообразие и устойчивое развитие природы и общества. Материалы междунаучно-практического симпозиума, посвященного 75-летию КазНУ им. Аль-Фараби и 75-летию биологического факультета, Алматы, 2009.- С.31-32.

[2] Галушак С.С. Перспективы развития товарного рыбоводства на озере Балхаш // Международный экологический форум по проблемам устойчивого развития Или-Балхашского бассейна «Балхаш 2000», Тезисы докладов на секциях, Алматы, ноябрь 2000г.- 2000.- С.92 -93.

- [3] Галушчак С.С. Проблемы рыбного хозяйства Казахстана: кадровый аспект // Международный экологический форум по проблемам устойчивого развития Или-Балхашского бассейна «Балхаш 2000». Алматы.- 2000.- С.154 -156.
- [4] Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. - СПб.: Гос. НИИ оз. и реч. рыб.х-ва, 2001.- 372 с.
- [5] Егоров М.А., Витвицкая Л.В. Использование биологически активных веществ в искусственном воспроизводстве осетровых Волго-Каспийского региона - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2002.- 100 с.
- [6] Джабаров М.И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий.- М.: Изд-воВНИРО, 2006.-213 с.
- [7] KolbayI.S., SeitkulovaL.M. Level of total proteolytic activity in ratin test in lymph, lymphnodes, and lymphocytes // Acta Medicaet Biologica (Japan). – 2002. -V.50, N 3. -P.111-116.
- [8] Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н. Кадастр лечебных препаратов, используемых и апробированных в аквакультуре России и за рубежом.- М.: ФГНУ РОСИНФОРМАГРОТЕХ.- 2005.- 56 с.
- [9] Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н., Корабельникова О.В Испытание в аквакультуре биологически активных препаратов, повышающих иммунофизиологический статус рыб // Рыбное хозяйство.- 2008.- № 4.- С. 63-66.
- [10] Похольченко Л. А. Белковый состав мышечной ткани речной и заводской молоди атлантического лосося Кольского полуострова // Рыбное хозяйство. -2010.-№4.-С. 61-63.
- [11] Назарова М.А.. Липидный состав тканей радужной форели *Parasalmomykiss* (Walbaum, 1792), выращенной на различных комбикормах/дисс... к.б.н. по спец-ти: 03.02.06.-ихтиология. - Петрозаводск, 2014.- 150 с.
- [12] Похольченко Л. А. Липидный состав мышечной ткани и печени молоди атлантического лосося Кольского полуострова // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 94–95.
- [13] Альмов Ю.В., Козога А.А., Загребина О.Н., Блинков Б.В. Влияние различных комбикормов на морфофизиологические показатели молоди русского осетра, выращенного садковым методом // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4 (часть 1). – стр. 167-171.
- [14] Грозеску Ю.Н. Оценка физиологического состояния молоди кеты, выращенной на лососевых рыбодных заводах о. Сахалин // Вестник. Астраханского государственного технического университета. Рыбное хозяйство.-2005.- № 3 (26).- С. 145–151.
- [15] Бичарева О.Н. Активность сывороточных аминотрансфераз у карповых рыб // Естественные науки. – 2011. - № 1 (34). – С. 96 – 100.
- [16] Рослый И.М. Биохимия и алкоголизм (VI): роль биохимических показателей плазмы крови в оценке метаболического статуса больных алкоголизмом // Вопросы. наркологии. – 2005. – № 1. – С. 59-68.
- [17] Рощина О.В. Влияние природных и антропогенных факторов на активность ферментов сыворотки крови черноморских рыб (на примере морского ерша): Автореф. дис. канд. биол. наук. – Москва, 2010. – 25 с.
- [18] Кальченко Е.И., Гаврюсева Т.В., Юрьева М.Ю. Физиолого – биохимические показатели молоди кеты при выращивании на импортных комбикормах // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо - Западной части Тихого океана.-2009.- Вып.-12.-С.58-71
- [19] Ложниченко О.В., Федорова Н.Н. Особенности селезенки и печени у сеголетков осетровых рыб //Материалы докладов Международного симпозиума «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата». - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. - С. 473-475.
- [20] Корабельникова О. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae* Bonaparte) при выращивании в индустриальных хозяйствах: дисс...канд.биол.наук: 03.00.10.-Москва, 2009.-149с.
- [21] Adams S. M. Assessing cause and effect of multiple stressors on marine system./ S. M. Adams // Marine Pollution Bulletin. – 2005. –Vol. 51 (8–12). – P. 649–657.
- [22] Альмов Ю.В., Козога А.А., Загребина О.Н., Блинков Б.В. Влияние различных комбикормов на морфофизиологические показатели молоди русского осетра, выращенного садковым методом // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4 (часть 1). – стр. 167-171.
- [23] Альтов А.В. Закономерности роста радужной форели (*Parasalmo mykiss*, Walbaum, 1972) при культивировании в садках на Белом море // Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей : сб. науч. тр. – Мурманск, 2002. – С. 172-185.
- [24] Galloway T. Biomarkers in environmental and human health risk assessment. / T. Galloway // Marine Pollution Bull. – 2006. – Vol. 53. – P. 606–613.
- [25] Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб.- М.: ВНИРО, 2008. - 183 с.

## REFERENCES

- [1] Galushchak S.S. Features of aquaculture in preserving biological diversity of fish Kazakhstan and Central Asia, Biological diversity and sustainable development of nature and society. *Materials Internat. Scient. Conf., dedicated to the 75th anniversary of the Kazakh National University*. Al-Farabi and the 75th anniversary of the Faculty of Biology, Almaty. **2009**, pp. 31-32 (in Russ.).
- [2] Galushchak S.S. Prospects for the development of commercial fishery on Lake Balkhash. *International Ecological Forum on Sustainable Development, or Balhashskskogo-pool "Balkhash 2000"*, Abstracts of the sections, Almaty, November **2000**. pp 92 - 93(in Russ.).
- [3] Galushchak S.S. Problems of Fisheries of Kazakhstan: staffing aspect, *International Ecological Forum on Sustainable Development, or Balhashskskogo-pool "Balkhash 2000"*. Almaty. **2000**, pp. 154 - 156(in Russ.).
- [4] Ostroumova I.N Biological basis of fish feeding. *SPb. : State. SRI Lake. and peq. ryb.h Islands*, **2001**. 372 p (in Russ.).
- [5] Yegorov M.A., Vitvitskaya L.V. The use of biologically active substances in the artificial reproduction of sturgeon of the Volga-Caspian region, *Astrakhan Univ ASTU*, **2002**. 100 p (in Russ.).

- [6] Dzhubarov M.I. The amino acid composition of tissues of various species of fish in the ontogenesis and changing environmental usloviy. *M. : voVNIRO*, **2006**. 213 p (in Russ.).
- [7] Kolbay I.S., Seitkulova L.M. Level of total proteolytic activity in ratin test in lymph, lymphnodes, and lymphocytes, *Acta Medicaet Biologica (Japan)*, **2002**. V.50, N 3, pp. 111-116 (in Eng.).
- [8] Golovin P.P., Golovin N.A., Romanova N.N. The inventory of therapeutic drugs used in aquaculture and tested in Russia and rubezhom, *M.: FGNU ROSINFORMAGROTEH*, **2005**. 56 p (in Russ.).
- [9] Golovin P.P., Golovin N.A., Romanov N.N., Korabel'nikova OV Test aquaculture biologically active compounds that improve the status of fish immunofiziologicheskyy, *Fish farm*, **2008**. № 4, pp. 63-66 (in Russ.).
- [10] Pohlchenko L.A Muscle protein composition of river and hatchery Atlantic salmon Kola Peninsula, *Fisheries*, **2010**. №4, pp 61-63 (in Russ.).
- [11] Nazarov M.A. The lipid composition of tissues of rainbow trout *Rarasalmo mykiss* (Walbaum, 1792), grown at different compound feeds, *PhD diss ... Spec-minute: 03.02.06. ichthyologist*. Petrozavodsk, **2014**. 150 p (in Russ.).
- [12] Pohlchenko L.A. Lipid composition of muscle and liver of juvenile Atlantic salmon Kola Peninsula, *Fisheries*, **2009**. № 4, pp. 94-95 (in Russ.).
- [13] Alimov Y.V., Kokoz A.A., Zagrebina O.N., Blinkov B.V. Impact of animal feed on a variety of morphological and physiological indicators of young Russian sturgeon grown cage method, *Basic Research*, **2012**. № 4 (Part 1), pp. 167-171 (in Russ.).
- [14] Grozesku Y.N. Evaluation of physiological state of juvenile chum salmon grown on salmon hatcheries on. Sakhalin, *Herald. Astrakhan State Technical University*. Fish hozyaystvo, **2005**. № 3 (26) ,pp. 145-151 (in Russ.).
- [15] Bichareva O.N. The activity of serum amino transferases have carp fish, *Science*, **2011**. № 1 (34), pp. 96 – 100 (in Russ.).
- [16] Roslyi I.M. Biochemistry and Alcoholism (VI): the role of plasma biochemical parameters in the evaluation of the metabolic status of patients with alcoholism, *Questions. Addiction*. **2005**. № 1, pp. 59-68 (in Russ.).
- [17] Roshchina O.V. Influence of natural and anthropogenic factors on the enzyme activity of serum Black Sea fish (for example, sea perch): *Abstract. Dis. cand. biol. Sciences*. Moscow, **2010**. 25 p (in Russ.).
- [18] Kalchenko E.I., Gavryuseva T.V., Urieva M.U. Physiological - biochemical indicators of juvenile chum salmon when grown on imported compound feed, *Research of water biological resources of Kamchatka and the North - Western Pacific okeana*, **2009**. Edit:12, pp. 58-71 (in Russ.).
- [19] Lozhnichenko O.V., Fedorova NN Features of the spleen and liver of fingerlings of sturgeon, *Proceedings of the International Symposium "warmwater aquaculture ponds and biological productivity of arid climate"*. Astrakhan: *Astrakhan State Technical University Publishing House*. **2007**, pp. 473-475 (in Russ.).
- [20] Korabel'nikova O. Physiological and biochemical indicators of sturgeon (*Acipenseridae* Bonaparte) when grown in industrialized economies: *diss ... kand.biol.nauk: 03.00.10*, Moscow, **2009**. 149p (in Russ.).
- [21] Adams S. M. *Assessing cause and effect of multiple stressors on marine system*. *Marine Pollution Bulletin*, **2005**, Vol. 51 (8-12), pp 649-657 (in Eng.).
- [22] Alimov Y.V., Kokoz A.A., Zagrebina O.N., Blinkov B.V. Impact of animal feed on a variety of morphological and physiological indicators of young Russian sturgeon grown cage method, *Basic Research*, **2012**. № 4 (Part 1), pp. 167-171(in Russ.).
- [23] Altov A.V. Patterns of growth in rainbow trout (*Parasalmo mykiss*, Walbaum, 1972) when cultured in cages in the White Sea, *Biological resources and aquaculture in the coastal areas of the Barents and White seas: Sat. scientific. tr. - Murmansk*, **200**, pp. 172-185 (in Russ.).
- [24] Galloway T. *Biomarkers in environmental and human health risk assessment*. T. Galloway *Marine Pollution Bull*, **2006**. Vol. 53, pp 606-613 (in Eng.).
- [25] Burlachenko I.V., *Actual safety of feed for aquaculture ryb*. M. : VNIRO, **2008**, 183 p p (in Russ.).

### ӘР ТҮРЛІ ҚОРЕКТЕРДЕ ӨСІРІЛГЕН БАХТАХ (*Parasalmo mykiss*) ШАБАҚТАРЫНЫҢ БИОХИМИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

С. Ж. Асылбекова, С. М. Шалгимбаева, А. Б. Ахметова, Г. Б. Джумаханова, Г. Р. Сармолдаева

Қазақ Балық шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бахта, құрама қорек, бұлшық ет, бауыр, биохимия, нәруыз, альбумин, липид, холестерин, сілтілік фосфатаза, триглицерид, АЛТ, АСТ.

**Аннотация.** Мақалада Алматы облысы, Шелек тоған шаруашылығының бассейндік жағдайлары мен әр түрлі құрама қорек негізінде өсірілген құбылмалы бахта балығының кейбір мүшелеріне (бұлшық ет, бауыр) жүргізілген биохимиялық зерттеу жұмыстарының нәтижелері көрсетілген.

Зерттеу жұмыстары жоғары ғылыми-техникалық деңгейде жүргізілген. Қойылған міндеттерді орындау үшін заманауи биохимиялық әдіс-тәсілдер қолданылып, сәйкесінше, нәтижелер статистикалық өңдеуден өткізілген.

Биохимиялық деңгейде жүзеге асып жатқан өзгерістерге баға беру арқылы бахта балықтарын өсіру биотехникасы мен отандық әр түрлі құрама жемдердің өңделуі мен пайдаланылуын жетілдірудің мүмкіншіліктері анықталды.

Бахта балықтарының шабақтарына әр түрлі құрама жемдердің әсер етуі мен бейімделушілік мүмкіншіліктерін зерттеу нәтижелері Алматы облысы жағдайларында тауарлық балық өсіруді дамытудың болашағы бар екендігі көрсетті.

Поступила 02.02.2016 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 186 – 192

## THE EVALUATION OF DOMESTIC VARIETIES OF POTATO SELECTIVE LINES TO SALINITY RESISTANCE

A. Khassein, N. M. Utkelbaeva, B. K. Zhumageldinov, N. P. Malakhova

M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Chemistry, CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: leogold24@mail.ru

**Key words:** potato, callus and suspension culture, cell selection, salinity resistance.

**Abstract.** The article presents the results of the scientific research of salt-resistance value of the 7 somaclonal lines «Axor» - R1/N1 - R1/N7 and 7 lines for «Orbita» - R2/N1- R2/N7 breeds using cell selection method. The assessment of viral diseases of new lines of regenerated plants were obtained by ELISA method. The salt tolerance of the lines was carried out by two steps: at the first stage *in vitro* regenerated plants were cultivated in light climatic room conditions, at the second stage - the experimental plants were grown in a greenhouse. 3 lines of «Axor» (R1/N2, R1/N3, R1/N7) and 2 lines of «Orbita» (R2/N2, R2/N5) breeds from 7 salt-resistant regenerated *in vitro* plants of each variety showed advanced level of salt tolerance under *in vivo* conditions, superior control plants in all investigated parameters: survival rate, morphological data and yielding ability. Selected perspective lines will be tested for quality and availability properties in farms in the field conditions for the future introduction in agronomy.

УДК 635.073;57.085; 635.032

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ЗАСОЛЕНИЮ СЕЛЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ КАРТОФЕЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ

A. Хасейн, Н. М. Уткелбаева, Б. К. Жумагельдинов, Н. П. Малахова

РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. А. Айтхожина» КН МОН РК,  
Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** картофель, каллусная и суспензионная культура, клеточная селекция, солеустойчивость.

**Аннотация.** В статье представлены результаты научных исследований по проведению оценки на устойчивость к засолению растений-регенерантов 7 соматоклональных линий R1/N1 - R1/N7 сорта «Аксор» и 7 линий R2/N1- R2/N7 сорта «Орбита», полученных с помощью клеточной селекции. Методом иммуно-ферментного анализа проведена оценка растений-регенерантов новых линий на вирусные заболевания. Оценку солеустойчивости растений всех линий проводили в два этапа: на первом этапе полученные пробирочные растения-регенеранты культивировали в условиях светокультуральной климатической комнаты, на втором этапе – экспериментальные растения культивировали в условиях парника.

Из 7 солеустойчивых *in vitro* растений-регенерантов каждого сорта, 3 линии сорта «Аксор» (R1/N2, R1/N3, R1/N7) и 2 линии сорта «Орбита» (R2/N2, R2/N5) проявили повышенный уровень солеустойчивости в условиях *in vivo*, превосходящий контрольные растения по всем исследуемым параметрам: степени выживаемости, морфологическим данным и урожайности. Селектированные перспективные линии пройдут испытания качества и пригодности в фермерских хозяйствах в полевых условиях для последующего внедрения в сельское хозяйство.

В Республике Казахстан картофель является стратегически важной продовольственной культурой. Ежегодное снижение урожайности этой культуры связано с постоянным ухудшением экологической обстановки в нашем регионе (засуха, засоление почв), а также высокой инфици-

рованностью картофеля различными вирусными заболеваниями, что приводит к значительным потерям при его возделывании и хранении [1-4]. Особенно сильно падает урожайность пораженных вирусами растений в засушливых районах нашей страны, что делает проблему получения экологически чистого, безвирусного и высококачественного семенного материала картофеля с такими важными качественными показателями, как засухоустойчивость, более чем актуальной [5-7]. На сегодняшний день в большинстве развитых стран проблема возделывания картофеля в сложных экологических условиях решается с помощью применения современных биотехнологических методов, которые позволяют в короткие сроки получать высокопродуктивные адаптированные сорта картофеля с такими ценными признаками как засухо- и солеустойчивость, устойчивость к поражению вирусами, высокая продуктивность и качество урожая. Благодаря увеличению уровня генетической изменчивости, происходящей во время культивирования изолированных клеток и тканей в условиях *in vitro*, появляются новые формы растений с широким диапазоном изменчивости по интересующему исследователя признаку, которые служат исходным материалом для отбора [8-12]. К настоящему времени уже разработаны и широко используются селективные системы *in vitro* для получения форм, толерантных к различным биотическим и абиотическим стрессорам [13, 14]. Применение биотехнологических методов и клеточной селекции в условиях *in vitro* для создания новых засухоустойчивых и солеустойчивых линий картофеля, пригодных для введения в сельское хозяйство в Казахстане, представляет собой один из наиболее перспективных и оптимальных подходов для решения проблемы ускоренного получения новых форм картофеля с необходимыми качественными признаками [15].

Целью данного исследования являлось проведение оценки на устойчивость к засолению растений-регенерантов 7 соматоклональных линий R1/N1 - R1/N7 сорта «Аксор» и 7 линий R2/N1-R2/N7 сорта «Орбита», полученных с помощью клеточной селекции.

### Материалы и методы

Материалы исследований - для проведения исследований использованы генотипы сортов картофеля «Аксор» и «Орбита» из селекции "Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства" (КазНИИКО) и РГП «ИМБиБ им. М.А. Айтхожина».

Картофель «Аксор» - сорт относительно жаростойкий и засухоустойчивый, среднеспелый, среднеурожайный. Производственный потенциал урожайности находится в пределах 55 т/га. Содержание крахмала 18 %. Относительно устойчив к заболеваниям, универсального назначения.

Картофель «Орбита» - сорт среднеурожайный, относительно устойчивый к грибным заболеваниям, создан на основе результатов клеточной селекции в условиях космической микрогравитации и проведенных полевых селекционных испытаний на Земле. Относительно устойчив к стрессовым биотическим и абиотическим факторам среды. Производственный потенциал урожайности находится в пределах 40 - 50 т/га. Содержание крахмала 17 - 19 % [16-18].

Микроклональное размножение селектированных первичных пробирочных растений-регенерантов картофеля проводили стандартным способом микрочеренкования. Пробирочные растения проверяли на инфицированность вирусами PVX, PVY, PVS, PVM, PVL на иммуноферментном анализаторе марки «Multiskan Ascent» фирмы Thermo. Оценку результатов ИФА осуществляли на фотометре при длине волны 405 нм.

Для переноса растений - регенерантов в условия *in vivo* использовали растения, имеющие 5 - 6 полноценных листьев, с корневой системой из 5-8 корней, длиной не менее 10 - 12 см. Перед посадкой укорененные растения вынимали из пробирки и проводили отмывку корней от питательной среды в слабом растворе марганцовки. Пробирочные растения-регенеранты всех линий были пересажены в индивидуальные бумажные стаканчики с автоклавированной почвенной смесью (торф - земля - перлит в соотношении 1:1:0,1). Растения культивировали на светокультуральной комнате при температуре + 27 +30<sup>0</sup>С, в 16 часовом фотопериоде, влажности - 50%, в течение 6-7 недель. Все растения-регенеранты, прошедшие адаптацию в условиях светокультуральной комнаты, были перенесены в закрытый грунт в условиях пленочной теплицы (парник) на территории института для проведения селекции новых линий на солеустойчивость в естественных условиях.

Для проведения оценки на устойчивость к засолению растения-регенеранты 7 соматоклональных линий R1/N1 - R1/N7 сорта «Аксор» и 7 линий R2/N1- R2/N7 сорта «Орбита», полученные с помощью клеточной селекции, после этапа предварительной адаптации к условиям *ex vitro*, подвергали воздействию стрессовых факторов моделирующих условия засоления. Для создания условий засоления почвы полив растений-регенерантов проводили два раза в неделю 0,1М раствором NaCl. Культивирование растений проводили в стандартных условиях светокультуральной климатической комнаты с 18 - ти часовым световым днем, влажностью 60%, освещением 3000 - 5000 люкс и температурой: днев. + 25<sup>0</sup>С / ночн. + 22<sup>0</sup>С.

### Результаты и обсуждение

Культивирование растений с целью изучения их солеустойчивости проводилось в два этапа: на первом этапе полученные пробирочные растения-регенеранты выращивали в условиях светокультуральной климатической комнаты, на втором этапе – экспериментальные растения переносились для культивирования в условия парника, приближенные к естественным условиям.

Для проведения оценки на устойчивость к засолению растения-регенеранты 7 соматоклональных линий R1/N1 - R1/N7 сорта «Аксор» и 7 линий R2/N1- R2/N7 сорта «Орбита», полученных с помощью клеточной селекции, после этапа предварительной адаптации к условиям *ex vitro*, подвергали воздействию стрессовых факторов, моделирующих условия засоления. Для создания данных условий полив растений-регенерантов наравне с контролем осуществлялся 0,1М раствором NaCl два раза в неделю [19-20]. Культивирование растений проводили в стандартных условиях светокультуральной климатической комнаты с 18 - ти часовым световым днем, влажностью 60%, освещением 3000 - 5000 люкс и температурой: днев. + 25<sup>0</sup>С / ночн. + 22<sup>0</sup>С.

Оценку устойчивости растений к стрессовому фактору засоления проводили по результатам визуального наблюдения. Оценивались показатели выживаемости, а также такие морфологические параметры как длина стебля, количество листьев и количество междоузлий. Исходя из полученных в эксперименте результатов, установлено, что для сорта «Аксор» наибольшие показатели по устойчивости отмечены для растений линий R1/N3, R1/N7 и R1/N2, последняя из которых характеризовалась максимальным средним числом выживших растений. Живых растений этой линии к концу эксперимента насчитывалось 26 шт. на каждые 30 растений (86%), тогда как у контрольных растений этот показатель составил 12 шт. (40%). Для линий R1/N3 и R1/N7 это число составило 23 шт. (75%) и 25 шт. (83%), соответственно. Наименьшие показатели выживаемости растений селективных линий сорта «Аксор» отмечены для линий R1/N1, R1/N4, R1/N5 и R1/N6, среднее число живых растений которых к концу эксперимента составило соответственно 0 шт. (0%), 3 шт. (10%), 6 шт. (20%) и 4шт. (13%).

Для сорта «Орбита» наибольшими показателями на устойчивость к засолению по сравнению с контролем, отличались растения линии R2/N2 и R2/N5. Наибольшее среднее число выживших растений выявлено у линии R2/N5 и составило 28 шт. (93%) на 30 растений, для линии R2/N2 это количество составило 23 шт. (76%) из 30 исходных растений. Для контрольных растений сорта «Орбита» этот показатель составил 18 шт. (60%). Наименьшие показатели выживаемости растений селективных линий сорта «Орбита» отмечены для линий R2/N1, R2/N3, R2/N4, R2/N6 и R2/N7, для которых среднее число живых растений к концу эксперимента соответственно составило 8 шт. (26%), 7 шт. (23%), 4шт. (13%), 10 шт. (33%) и 6 шт. (20%).

Все растения-регенеранты, прошедшие адаптацию в условиях светокультуральной комнаты, были перенесены в закрытый грунт в условия пленочного парника на для проведения селекции новых линий на солеустойчивость в естественных условиях. Наблюдения за ростом и развитием растений-регенерантов и последующий сбор данных касательно морфологических признаков проводился на 7, 14, 21 дни после высадки растений в закрытый грунт в условиях парника.

Результаты морфологического анализа исследуемых растений-регенерантов показали разную степень устойчивости к солевому стрессу в условиях парника. Например, линия сорта «Аксор» R1/N-2, R1/N-3 и R1/N-7 показали наилучший результат по всем параметрам (длина стеблей, количество листьев и количество междоузлий) по сравнению с контрольным вариантом и с остальными линиями. Как показано в таблице 1 максимального роста контрольные растения достигли на

Таблица 1 – Морфологические показатели линий сорта картофеля «Аксор» в условиях парника

Линии сорта «Аксор»	Длина стеблей, см				Количество листьев, шт.				Количество междоузлий, шт.			
	1 сут.	7 сут.	14 сут.	21 сут.	1 сут.	7 сут.	14 сут.	21 сут.	1 сут.	7 сут.	14 сут.	21 сут.
Контроль	20	22,3	24	25,5	11	14	16,6	17,3	10	13	15	16,3
R1/N-1	15,3	19	22,3	24,6	10,6	11,6	12,3	16,4	9,6	10,6	11	15,3
R1/N-2	14,3	16	19,3	25	10,6	11,6	13,3	19	9,6	10,6	11	18,5
R1/N-3	20,9	30,3	24,6	30	12	13,3	14	17	11	12,3	13,3	16
R1/N-4	14,6	16	19,3	25	11	13,3	14,6	15,6	10	12,3	13,3	14
R1/N-5	12,1	13,3	15,6	18,5	15,6	11	11,6	13,1	9,3	10	12	12,2
R1/N-6	15	16,3	20	23,3	16	11	13,6	14	9	10	12	12,6
R1/N-7	16,8	18	21,3	26,3	11	10,3	12,6	16,6	10	9,3	12	15,8

21 день культивирования, при этом среднее количество листьев составляло 17,3 шт. на растение, а количество междоузлий - 16,3 шт., соответственно. В то же время растения линий R1/N-1, R1/N-4, R1/N-5 и R1/N-6 на 21 день после окучивания – остановили рост и развитие, что привело к концу исследований к полной гибели растений. При анализе полученных данных, было отмечено, что линия R1/N-3 по параметру длины стеблей превосходила контроль, в то время как количество листьев и междоузлий у растений этой линии оказалось ниже контрольного уровня, остальные же линии по этим морфологическим показателям были на уровне контроля, либо ниже его.

Таблица 2 – Морфологические показатели линий сорта картофеля «Орбита» в условиях парника

Линии сорта «Орбита»	Длина стеблей, см				Количество листьев, шт.				Количество междоузлий, шт.			
	1 сут.	7 сут.	14 сут.	21 сут.	1 сут.	7 сут.	14 сут.	21 сут.	1 сут.	7 сут.	14 сут.	21 сут.
Контроль	23	23,3	27	29	14,6	13,6	15,3	18,4	13,6	12,6	13,3	17,2
R2/N-1	18,6	19,6	23	31	12,6	12	14,3	18,3	11,6	11	12,6	16,6
R2/N-2	17,3	17,1	21,6	25	10	11	12,3	15,6	9	10	11,6	14,3
R2/N-3	10,5	14,6	18	21,3	7,3	12,6	11	14,6	6	8,6	10	13
R2/N-4	16	17,1	21,3	24,3	10,3	12	13,3	16	9,3	11	12,6	14,6
R2/N-5	20,1	23,6	28,6	35,3	12	13,6	15	18,6	11	12,3	12,6	17,6
R2/N-6	19	20	23,6	25,6	13,3	14	15,3	17,3	12,3	12,3	13,6	17,9
R2/N-7	14,6	15,6	18,6	21,1	11	9	10,3	13,6	10	8	9,6	12

Как видно из представленных в таблице 2 данных, растения линии сорта «Орбита» развивались с разной интенсивностью. Было установлено, что из семи селективных линий картофеля сорта «Орбита», линии R2/N-1 и R2/N-5 по всем показателям значительно выше, чем линии R2/N-2, R2/N-3, R2/N-4, R2/N-6 и R2/N-7 морфологические показатели которых несколько ниже по сравнению с контролем.

Анализ полученных данных показал, что растения-регенеранты селективной линии R2/N-5 картофеля по длине стеблей значительно выше, по сравнению с контрольным вариантом, но уступают по показателям количества листьев и междоузлий. Степень выживаемости исследуемых сортов оценивалась по следующим ростовым критериям: длина стеблей, количество листьев и количество междоузлий.

В свою очередь, несколько линий сорта «Аксор» R1/N-2, R1/N-3 и R1/N-7, также линии сорта «Орбита» R2/N-1, R2/N-2, R2/N-5 и R2/N-6 после 21 дня культивирования в теплице сохранили свои физиологические параметры, проявив солеустойчивость.

Таким образом, в ходе исследования было показано, что из 7 солеустойчивых *in vitro* растений-регенерантов каждого сорта 3 линии сорта «Аксор» и 4 линии сорта «Орбита» проявили солеустойчивость в условиях *in vivo*, превосходя контрольные растения по всем вышеупомянутым ростовым параметрам.

На следующем этапе работы проводили отбор устойчивых к засолению линий картофеля на основе урожая миниклубней новых линий в закрытом грунте. Сбор урожая миниклубней от полученных линий двух сортов («Аксор», «Орбита»), селективных по солеустойчивости, проводили вручную через 90 дней после посадки в закрытый грунт. Оценку урожайности миниклубней картофеля селективных по засолению линий проводили по следующим параметрам: общий вес клубней, среднее количество клубней на растение, средний вес клубней на растение, данные урожайности сортов показаны в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Показатели урожайности устойчивых к засолению селективных линий картофеля сорта «Аксор», выращиваемых в условиях *in vivo*

Линия сорта картофеля «Аксор»	Количество растений, шт.	Среднее количество клубней/растение, шт.	Средний вес клубней/растение, г
Контроль	10	1,9	1,87
R1/N1	10	–	–
R1/N2	10	0,5	5,17
R1/N3	10	0,8	2,07
R1/N4	10	–	–
R1/N5	10	–	–
R1/N6	10	–	–
R1/N7	10	0,4	2,57

Таблица 4 – Показатели урожайности устойчивых к засолению селективных линий картофеля сорта «Орбита», выращиваемых в условиях *in vivo*

Линия сорта Картофеля «Орбита»	Количество растений, шт.	Среднее количество клубней/растение, шт.	Средний вес клубней/растение, г
Контроль	10	0,6	0,38
R2/N1	10	0,8	1,92
R2/N2	10	1	0,97
R2/N3	10	–	–
R2/N4	10	0,2	0,32
R2/N5	10	1	0,8
R2/N6	10	0,7	1,95
R2/N7	10	–	–

Как следует из представленных в таблицах 3 и 4 данных, продуктивность селективных солеустойчивых линий картофеля сорта «Аксор» и «Орбита» по 7 линий каждого сорта за период вегетации в закрытом грунте различалась незначительно. Наименьшие показатели по среднему количеству миниклубней с куста были отмечены для селективных растений линий сорта «Аксор» – R1/N2, R1/N7, и R2/N4, R2/N6 – для селективных линий сорта «Орбита», соответственно. Растения линий R1/N1, R1/N4, R1/N5, R1/N6 сорта «Аксор» и R3/N3 и R2/N7 сорта «Орбита» миниклубней не дали (таблица 3, 4).

Наибольшую урожайность среди всех 7 селективных линий сорта «Аксор» показала линия R1/N2, а для линий сорта «Орбита» - R2/N1 и R2/N6. Урожайность растений линий R1/N2 в среднем составила 5 миниклубней на одно растение, а у линий R2/N2 и R2/N5 6 и 9 миниклубней на одно растение, соответственно.

Средний вес миниклубней у растения для линий сорта «Аксор» R1/N2, R1/N3, R1/N7 составлял 5,17 г; 2,07 г; 2,57 г, соответственно. В то время как для линий сорта «Орбита» средний вес клубней на растение составлял: для R2/N1 – 1,92г, для R2/N2 – 0,97г, R2/N4 – 0,32г, R2/N5 – 0,8г, R2/N6 – 1,95г., соответственно, что показано в таблицах 3 и 4.

Исходя из данных, полученных по результатам урожайности, можно заключить, что селективные линии R1/N2, R1/N3 и R1/N7 сорта «Аксор» и линии R2/N2 и R2/N5 сорта «Орбита» в испытаниях, проводимых в естественных условиях, показали самые высокие значения, по сравнению со всеми остальными исследуемыми солеустойчивыми линиями. Основные морфологические показатели этих двух линий превышают показатели других испытываемых линий, что является свидетельством того, что эти линии имеют более высокие адаптивные качества к условиям засоления и являются перспективными для дальнейшего культивирования.

Таким образом, в ходе выполнения данного исследования в соответствии с поставленной целью, проведена оценка на устойчивость к засолению новых линии картофеля сортов «Аксор» и «Орбита» в условиях закрытого грунта. Установлено, что из 7 солеустойчивых *in vitro* растений-регенерантов каждого сорта, 3 линии сорта «Аксор» (R1/N2, R1/N3, R1/N7) и 2 линии сорта «Орбита» (R2/N2, R2/N5) проявили повышенный уровень солеустойчивости в условиях *in vivo*, превосходящий контрольные растения по всем исследуемым параметрам: степени выживаемости, морфологическим данным и урожайности. Все селектированные перспективные линии будут переданы в фермерское хозяйство для дальнейшего испытания их качества и пригодности к внедрению в сельское хозяйство.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Shi H., Lee B.H., Wu S.J., Zhu J.K. Overexpression of a Plasma Membrane Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> Antiporter Improves Salt Tolerance in Arabidopsis // *Nat. Biotechnol.* 2003. V. 21. P. 81-85.
- [2] Munns R., Tester M. Mechanisms of Salinity Tolerance // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. V. 59. P. 651-681.
- [3] <http://www.agroprom.kz/novosti-predpriyatij/proizvodstvo-kartofelya>
- [4] Haverkort A. J., Donald K. L., MacKerron Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth // Kluwer Academic Publishers – 1995. - P. 281 - 290.
- [5] Mass E.V., Hoffman G.J. Crop Salt Tolerance – Current Assessment // *J. Irrigation Drainage Division* - 1977. - Vol. 103. - P. 115-134
- [6] Rahman M H., Islam R., Hossain M., Haider S.A. Differential response of potato under sodium chloride stress conditions *in vitro* // *Bio-sci.* - 2008. – Vol. 16. – P. 79-83.
- [7] [http://www.kartofel.org/cultivars/reg\\_cult/aksor.pdf](http://www.kartofel.org/cultivars/reg_cult/aksor.pdf)
- [8] <http://kazniiko.kz>
- [9] Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия. - Минск, 2012.- Т.3.- С. 18 – 19.
- [10] Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* - 2000. - Vol. 51. - P. 463-499.
- [11] Rahnama H., Ebrahimzadeh H. Antioxidant Isozymes Activities in potato plant (*Solanum tuberosum* L.) under salt stress // *Journal of Science, Islamic Republic of Iran.* -2006. -Vol. 17 (3). - P. 225 - 230.
- [12] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* - 1962. - Vol. 15. - P. 473 - 497.
- [13] Gamborg O.L., Eveleigh D.E. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley // *Can. J. Biochem.* – 1968. - Vol. 46. - P. 417 - 421.
- [14] Monneveux P., Ramirez D. A. , Pino M-T. Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.): Can we learn from drought tolerance research in cereals? // *Plant Science* – 2013. – Vol. 205–20. – P. - 76–86.
- [15] Sabbah S., Tal M. Development of callus and suspension cultures of potato resistant to NaCl and Mannitol and their response to stress//*Plant, Tissue, Organ Culture.* 1990. V.21, № 2, p. 119-128.
- [16] Sabehat A, Weiss D, Lurie S. 1998. Heat shock proteins and cross-tolerance in plants//*Physiol. Plant.* 103: 437-441
- [17] Belowaly N, Bouharmont J. NaCl tolerant plants of *Poncirus trifoliata* regenerated from tolerant cell lines//*Theor. Appl. Enet.* 1992. V. 83. P. 509-514.
- [18] Dajic Z. Salt stress. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants// Eds Medhava Rao K.Y, Raghavendra A.S, Janardham Reddy K.Dordrecht: Springer Verlag, 2006. P.41-101.
- [19] Khurana S.M.P., Sane A. Apical meristem culture: a tool for virus elimination. In: *Comprehensive Potato Biotechnology*, (Eds S.M.P. Khurana, R.Chandra, M.D.Upadhyya), 1998, pp. 207-232, Malhotra Publishing House, New Delhi.
- [20] Lisarraga R., Salazar L., Roca W. Elimination of potato spindle tuber viroid by low temperature and meristem culture//*Phytopathol.* 1980. v.40, N8. p.754-755.

#### REFERENCES

- [1] Shi H., Lee B.H., Wu S.J., Zhu J.K. Overexpression of a Plasma Membrane Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> Antiporter Improves Salt Tolerance in Arabidopsis, *Nat. Biotechnol.*, **2003**, V. 21, P. 81-85 (in Eng.).
- [2] Munns R., Tester M. Mechanisms of Salinity Tolerance, *Annu. Rev. Plant Biol.*, **2008**, V. 59, P. 651-681 (in Eng.).
- [3] <http://www.agroprom.kz/novosti-predpriyatij/proizvodstvo-kartofelya> (in Russ.).

- [4] Haverkort A. J., Donald K. L., MacKerron Potato ecology and modelling of crops under conditions limiting growth, *Kluwer Academic Publishers*, **1995**, P. 281 – 290 (in Eng.).
- [5] Mass E.V., Hoffman G.J. Crop Salt Tolerance – Current Assessment, *J. Irrigation Drainage Division*, **1977**, Vol. 103, P. 115-134 (in Eng.).
- [6] Rahman M H., Islam R., Hossain M., Haider S.A. Differential response of potato under sodium chloride stress conditions in vitro, *Bio-sci*, **2008**, Vol. 16, P. 79-83. (in Eng.).
- [7] [http://www.kartofel.org/cultivars/reg\\_cult/aksor.pdf](http://www.kartofel.org/cultivars/reg_cult/aksor.pdf)
- [8] <http://kazniiko.kz>
- [9] Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. *Cell Engineering*, Minsk, 2012. 3. 251 (in Russ.).
- [10] Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **2000**, Vol. 51, P. 463-499. (in Eng.).
- [11] Rahnama H., Ebrahimzadeh H. Antioxidant Isozymes Activities in potato plant (*Solanum tuberosum* L.) under salt stress, *Journal of Science, Islamic Republic of Iran*, **2006**, Vol. 17 (3), P. 225 - 230. (in Eng.).
- [12] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures, *Physiol. Plant*, **1962**, Vol. 15, P. 473 - 497. (in Eng.).
- [13] Gamborg O.L., Eveleigh D.E. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley, *Can. J. Biochem.*, **1968**, Vol. 46, P. 417 – 421. (in Eng.).
- [14] Monneveux P., Ramirez D. A. , Pino M-T. Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.): Can we learn from drought tolerance research in cereals, *Plant Science*, **2013**, Vol. 205–20, P. 76–86. (in Eng.).
- [15] Sabbah S., Tal M. Development of callus and suspension cultures of potato resistant to NaCl and Mannitol and their response to stress, *Plant, Tissue, Organ Culture*. **1990**. V.21, № 2, p. 119-128. (in Eng.).
- [16] Sabehat A, Weiss D, Lurie S. **1998**. Heat shock proteins and cross-tolerance in plants, *Physiol. Plant*. 103: 437-441. (in Eng.).
- [17] Belowaly N, Bouharmont J. NaCl tolerant plants of *Poncirus trifoliata* regenerated from tolerant cell lines, *Theor. Appl. Enet*. **1992**. V. 83. P. 509-514. (in Eng.).
- [18] Dajic Z. Salt stress. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants, Eds Medhava Rao K.Y, Raghavendra A.S, Janardham Reddy K.Dordrecht: *Springer Verlag*, **2006**. P.41-101. (in Eng.).
- [19] Khurana S.M.P., Sane A. Apical meristem culture: a tool for virus elimination. In: Comprehensive Potato Biotechnology, (Eds S.M.P. Khurana, R.Chandra, M.D.Upadhy), **1998**, pp. 207-232, *Malhotra Publishing House*, New Delhi. (in Eng.).
- [20] Lisarraga R., Salazar L., Roca W. Elimination of potato spindle tuber viroid by low temperature and meristem culture, *Phytopathol*. **1980**. v.40, N8. p.754-755. (in Eng.).

## КАРТОПТЫҢ ОТАНДЫҚ СОРТТАРЫНЫҢ ІРІКТЕМЕЛІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ ТҰЗДАНУҒА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

А. Хасейн, Н. М. Уткелбаева, Б. К. Жумагельдинов, Н. П. Малахова

ҚР БҒМ ҒК «М.Ә.Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институты»,  
Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** картоп, каллустық және суспензиялық культуралар, клеткалық селекция, тұзға төзімділік.

**Аннотация.** Мақалада клеткалық селекция әдісімен алынған «Ақсор» сортының R1/N1 - R1/N7 7 соматоклондық линияларының және «Орбита» сортының R2/N1- R2/N7 7 соматоклондық линияларының регенерант-өсімдіктерінің тұздануға төзімділігін бағалау бойынша жүргізілген ғылыми зерттеудің нәтижесі ұсынылған. Иммуно-ферменттік талдау әдісімен жаңа линиялардың регенерант-өсімдіктерінің вирустық ауруларға зақымданғанын зерттеу. Өсімдіктің тұздануға төзімділігін зерттеу екі кезеңмен жүргізілді: бірінші кезеңде алынған пробиркалық регенерант-өсімдіктер (жекелеген қағаз стакандарға салынған, сосын топырағы бар ыдыстарға ауыстырылған) арнайы климаттық комната жағдайында өсірілді, ары қарай, екінші кезеңде – тәжірибедегі өсімдіктер жылыжай жағдайына ауыстырылды. Әр сорттың тұздануға төзімді 7 регенерант-өсімдіктерінің ішінен «Ақсор» сортының 3 линиясы (R1/N2, R1/N3, R1/N7) және «Орбита» сортының 2 линиясы (R2/N2, R2/N5) *in vivo* жағдайында бақылау вариантымен салыстырғанда барлық қарастырылған параметрлер бойынша: өміршеңдік деңгейі, морфологиялық мәліметтер және өнімділігі бойынша асып түсіп, тұздануға төзімділіктің жоғары деңгейін көрсетті. Барлық іріктемелі перспективті линиялар ары қарай олардың сапасын және ауыл шаруашылығына енгізуге жарамдылығын зерттеу үшін фермерлік шаруашылыққа тапсырылады.

Поступила 02.02.2016 г.

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 193 – 200

**INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS ON BIOCHEMICAL INDICES OF SOME ORGANS TROUT FRY (*Parasalmo mykiss*)****S. M. Shalgimbayeva, S. B. Orazova, A. B. Ahmetova, G. R. Sarmoldayeva, G. B. Dzhumahanova**

Kazakh Research Institut Fishery, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: s.saule777@gmail.com, saltanat.oralova@kaznu.kz, aaieka@mail.ru, gafiza\_94@mail.ru, gauhar.vip@mail.ru

**Key words:** trout, feed, muscle, liver, biochemistry, protein, lipids, carbohydrates, ALT, AST, MDA

**Abstract.** In recent years, worldwide commodity fish farming is increasing interest. Today, the most promising is technology of intensive cultivation of fish, which can significantly increase the yield of finished products per unit area and provide an opportunity to monitor and control the quality of the environment and forage, feeding regime.

However, high density planting, artificial feeding often has a negative impact on the body of fish, and, therefore, worsens their physiological state. In this connection, conduct regular monitoring of the physiological state of the fish must be an essential element in the technology of their growing industrial economy.

In this paper we describe the effect of the composition of the various grower and growing conditions on the chemical composition of muscle tissue of juvenile trout and biochemical analysis of liver juvenile trout in different growing conditions.

In order to analyze the responses of an organism to culture the factors used biomarkers - biological indicators of different levels, as may be determined that the morphological and physiological parameters abnormalities, reproductive system, genetic and biochemical characteristics.

Thus, the comparative analysis of biochemical parameters of juvenile trout hatchery and commercial reproduction for assessing the degree of changes in the physiological state of the past when grown on different feed formulations.

УДК 597.554(574)

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ОРГАНОВ МОЛОДИ ФОРЕЛИ (*Parasalmo mykiss*)****С. М. Шалгимбаева, С. Б. Оразова, А. Б. Ахметова, Г. Р. Сармолдаева, Г. Б. Джумаханова**

Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** форель, комбикорм, мышцы, печень, биохимия, белок, липид, углеводы, АлАТ, АсАТ, МДА.

**Аннотация.** В последние годы во всем мире товарное рыбоводство вызывает повышенный интерес. Сегодня наиболее перспективными считаются интенсивные технологии выращивания рыб, которые позволяют значительно повысить выход готовой продукции с единицы площади и дают возможность контроля и управления качеством среды и кормов, режимом кормления.

Однако высокие плотности посадки, искусственное кормление нередко оказывают негативное влияние на организм рыб, и, вследствие этого, ухудшается их физиологическое состояние. В связи с этим проведение регулярного контроля за физиологическим состоянием рыб должно быть необходимым элементом технологии их выращивания в индустриальных хозяйствах.

В работе описано влияние состава различных продукционных кормов и условий выращивания на химический состав мышечной ткани печени молоди форели.

Для того чтобы проанализировать ответные реакции организма на действие факторов культивирования, используются биомаркеры – индикаторы разного биологического уровня, в качестве которых могут быть определены морфо-физиологические параметры, патологические отклонения, состояние репродуктивной системы, генетические и биохимические характеристики.

Таким образом, представлен сравнительный анализ биохимических показателей молоди форели заводского и товарного воспроизводства, позволяющий оценить степень изменений физиологического состояния последних при выращивании на кормах различных рецептур.

**Введение.** На фоне ухудшения экологических показателей водной среды, мощных антропогенных воздействий, приводящих к сокращению численности промысловых видов рыб, актуальным остается решение двух важнейших задач: воспроизводство запасов в естественных водоемах за счет выпуска жизнестойкой молоди и товарное выращивание в рыбоводных прудовых и бассейновых хозяйствах на основе пастбищного, комбинированного и индустриального выращивания [1, 2]. На сегодняшний день наиболее актуальными проблемами рыбоводства являются формирование маточных стад, выращивание жизнеспособной молоди, подбор условий выращивания, совершенствование рецептур искусственных кормов, создание более устойчивых к техногенным воздействиям новых пород и гибридов [3, 4, 6].

При современных методах рыборазведения складываются несколько иные условия, отличные от естественных, что накладывает свой отпечаток на физиологическое состояние и некоторые биологические особенности рыбы. Это, в свою очередь, требует постоянного контроля за процессом выращивания, оценки физиологического состояния и, при необходимости, его корректировки [5, 7]. До недавнего времени оценивали, в основном, по морфофизиологическим, гистологическим и гематологическим показателям, однако исследования биохимических показателей являются одними из основных индикаторов физиологического состояния промысловых рыб.

**Цель работы:** изучение влияния состава различных продукционных кормов и условий выращивания на биохимические показатели печени и состав мышечной ткани молоди форели.

**Материалы и методы исследования.** Биохимические исследования печени и спинных мышц проводили на кафедре биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Объектом исследований являлись молоди форели, выращенные с использованием разных кормов и технологий.

Каждую особь после вылова измеряли, взвешивали, затем препарировали. Образцы печени и спинных мышц замораживали в жидком азоте при  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  и хранили в сосуде Дьюара для дальнейшей транспортировки. Было проведено: определение сухого вещества и золы [10]. Определение массовой доли белка биуретовым методом без минерализации проб. Определение содержания гликогена с антроном [11]. Определение массовой доли жира ускоренным экстракционно-весовым методом института питания АМН СССР [12]. Выделение микросомальной фракции из печени [8, 13]. Определение малонового диальдегида [6, 9].

### Результаты исследований

*Биохимический анализ печени молоди форели при различных условиях выращивания.* Условно функции печени по биохимическим показателям можно разделить на: регуляторно-гомеостатическую функцию, включающую основные виды обмена (углеводный, липидный, белковый, обмен витаминов, водно-минеральный и пигментный обмены), мочевинообразовательную, желчеобразовательную и обезвреживающую функции. В связи с этим для оценки биохимического состояния данного органа была получена микросомальная фракция, в которой определено содержание общего белка, определена активность таких ферментов как аспаратаминотрансфераза и аланинаминотрансфераза, а также количество общих липидов, гликогена, уровень перекисного окисления липидов в печеночной ткани.

Из данных таблицы 1 видно, что с увеличением срока культивирования содержание гликогена в печени молоди форели при бассейновой технологии повышается, к примеру, при использовании корма, разработанного сотрудниками КазНИИ ППП, с  $0,83\pm 0,09$  до  $6,62\pm 0,3$  мг/г сырой массы, при

Таблица 1 – Содержание гликогена и общих липидов в печени молоди форели при различных условиях выращивания

Вид рыбы	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание гликогена, мг/г сырой массы	Содержание общих липидов, мг/г сырой массы
Форель	Бассейновая технология, прамоток	Контроль	1	0,83±0,01	24,1±0,2
		КазНИИ ППП	2	1,11±0,1	61,3±0,1
			3	6,62±0,3	68,4±0,1
		Aller aqua	2	0,52±0,2	55,3±0,6
	3		8,07±0,2	55,6±0,7	
	Садковая технология	КазНИИ ППП	2	20,75±1,6	39,5±0,4
Aller aqua		2	20,20±2,8	43,5±0,1	

садковом выращивании масса гликогена составила 20,75±1,6 мг/г сырой массы. На содержание гликогена в печени молоди форели вид применяемого корма не оказал достоверного влияния.

Одним из важнейших компонентов живого органического вещества являются липиды, в значительной степени определяющие структурно-функциональные особенности и энергетический потенциал как клетки, так и организма в целом.

Количественный анализ общих липидов в печени молоди форели показал, что при бассейновой технологии выращивания их содержание повышается по сравнению с садковой технологией. При использовании экспериментального корма КазНИИ ППП в первом случае количество общих липидов выросло почти в 3 раза, с 0,024±0,002 до 0,068±0,01 г/г сырой массы, а во втором случае данный показатель увеличился меньше чем в 2 раза, до 0,040±0,004 г липидов на г сырой массы.

Среди многочисленных показателей липидного обмена процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) играют важную роль не только в физиолого-биохимическом гомеостазе нормальной клетки, но и выступают как универсальное неспецифическое звено механизма развития различных патологических состояний организма. Обладая высокой реакционной способностью, первичные продукты перекисного окисления липидов повреждающе действуют на различные биомолекулы и в первую очередь на белки. Это является основой их инактивирующего действия на многие ферменты. Однако в связи с неустойчивостью в организме первичных продуктов ПОЛ к их исследованиям прибегают редко. Предпочтение отдается определению концентрации более устойчивых вторичных и конечных продуктов ПОЛ, в частности малонового диальдегида (МДА) и соединений типа оснований Шиффа.

В таблице 2 представлены данные по влиянию состава различных продукционных кормов и условий выращивания на концентрации МДА в печени молоди рыб. С увеличением сроков культивирования наблюдалось снижение содержания МДА в печени форели, к примеру, при использовании корма "Aller aqua" показатели снизились с 11,5±1,1 до 1,9±0,1 мкмоль/г сырой массы при бассейновой технологии, и до 2,9±0,7 мкмоль/г сырой массы при садковом выращивании.

Повышение концентрации малонового диальдегида свидетельствует об активации процессов перекисного окисления липидов или о снижении антиоксидантной защиты организма.

Таблица 2 – Концентрация малонового диальдегида в печени молоди форели при различных условиях выращивания

Вид рыбы	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание МДА, мкмоль/г сырой массы
Форель	Бассейновая технология, прамоток	Контроль	1	11,5±1,1
		КазНИИ ППП	2	4,5±0,9
			3	8,9±0,8
		Aller aqua	2	1,9±0,1
	3		3,8±0,5	
	Садковая технология	КазНИИ ППП	2	3,9±0,2
Aller aqua		2	2,9±0,7	

Аминотрансферазы переносят аминокрупы от аминокислот к кетокислотам. Эти ферменты играют ключевую роль в обмене веществ, объединяя в единое целое белковый, углеводный, жировой обмен и цикл трикарбоновых кислот. Учитывая исключительную роль аспаратаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ) в обмене основных метаболитов клетки, активность этих ферментов используют в качестве биохимического индикатора физиологического статуса и клинического индикатора стрессового состояния, вызванного заболеванием или интоксикацией у ряда организмов, в том числе и у рыб [15, 18].

В таблице 3 представлены результаты анализа содержания общего белка и аминотрансферазной активности в микросомальной фракции молоди рыб, выращенных при различных условиях.

Таблица 3 – Содержание общего белка и аминотрансферазная активность в микросомальной фракции печени молоди рыб при различных условиях выращивания

Вид рыбы	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание белка, мг/г сырой массы	Активность АлАТ, мкмоль/с×мг белка	Активность АсАТ, мкмоль/ с×мг белка
Форель	Бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	8,78±0,58	1,87±0,16	0,66±0,03
		КазНИИ ППП	2	3,0±0,26	1,15±0,01	0,48±0,02
			3	3,77±0,17	0,56±0,01	0,23±0,01
		Aller aqua	2	2,87±0,03	1,76±0,09	0,64±0,05
	3		3,1±0,05	0,47±0,05	0,41±0,03	
	Садковая технология	КазНИИ ППП	2	5,67±0,28	2,21±0,13	0,89±0,01
Aller aqua		2	3,28±0,17	2,81±0,12	1,6±0,04	

Содержание белка в микросомальной фракции печени молоди форели снижалось на первых этапах эксперимента независимо от вида применяемого корма. При прямоточной бассейновой технологии с кормом, разработанным в КазНИИ ППП, количество общих белков снизилось с 8,78±0,58 до 3,0±0,26 мг/г сырой массы, т.е. почти в 3 раза. Установлено, что в микросомальной фракции печени форели активность АлАТ оказалась выше активности АсАТ во всех вариантах эксперимента. К примеру, в печени молоди форели при садковом выращивании и применении корма "Aller aqua" активность АлАТ равнялась 2,81±0,12 мкмоль/ с×мг белка, в то время как активность АсАТ оказалась в 1,8 раза ниже и составляла 1,6±0,04 мкмоль/ с×мг белка. С увеличением сроков культивирования активность ферментов снижалась, так, у форели на кормах КазНИИ ППП активность АсАТ уменьшилась с 0,66±0,03 до 0,23±0,01 мкмоль/ с×мг белка. Применение садковых технологий приводило к повышению активности исследованных ферментов в печени форели по сравнению с бассейновым методом, при использовании кормов "Aller aqua" активность АлАТ равнялась 2,81±0,12, а активность АсАТ - 1,6±0,04 мкмоль/ с×мг белка, что оказалось максимальными значениями для данного вида.

Аминотрансферазы не обладают органной специфичностью, однако определение их активности в крови используется для диагностики болезней печени и сердца, при которых происходит распад клеток. К примеру, при цитолизе гепатоцитов в несколько раз повышается активность не только аланинаминотрансферазы, но и аспаратаминотрансферазы [15, 17].

*Влияние состава различных продукционных кормов и условий выращивания на химический состав мышечной ткани молоди форели.* Был проведен анализ химического состава спинных мышц: содержание сухого вещества и золы (таблица 4), содержание общего белка (без минерализации), общих липидов и гликогена (таблица 5).

Вода вместе с растворенными в ней органическими и минеральными веществами составляют среду, в которой осуществляются биохимические процессы, обеспечивающие жизнедеятельность организма. Определение массовой доли влаги и содержание органического вещества являются важными сравнительными биохимическими показателями.

Анализ данных показал, что доля органических веществ в мышечной ткани молоди форели незначительно повысилась при использовании корма "Aller aqua" до 23,9 %, а на кормах КазНИИ ППП до 21,8 % при бассейновой технологии, и при садковом выращивании 20,7 % и 19,4 %, соответственно.

Таблица 4 – Содержание сухих, зольных и органических веществ в спинных мышцах рыб при различных условиях выращивания

Вид рыбы	Место сбора	Вид корма	Отбор	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля зольных веществ, %	Массовая доля органических веществ, %
Форель	Бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	20,2	1,22	19,0
		КазНИИ ППП	2	22,3	1,31	21,0
			3	23,4	1,59	21,8
		Aller aqua	2	24,1	1,14	23,0
			3	25,2	1,34	23,9
		Садковая технология	КазНИИ ППП	2	20,6	1,2
	Aller aqua		2	21,9	1,24	20,7

Таблица 5 – Содержание общего белка, липидов, гликогена, сухого вещества и золы в спинных мышцах рыб при различных условиях выращивания

Вид рыбы	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание белка, г/ 100 г сырой массы	Содержание липидов, г/ 100 г сырой массы	Содержание гликогена, г/ 100 г сырой массы
Форель	Бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	14,0±0,01	3,4±0,01	0,48±0,06
		КазНИИ ППП	2	10,4±0,02	4,4±0,01	0,77±0,12
			3	23,3±0,01	2,2±0,01	0,47±0,1
		Aller aqua	2	12,1±0,04	4,1±0,01	0,53±0,04
			3	24,9±0,02	3,2±0,02	0,28±0,01
		Садковая технология	КазНИИ ППП	2	22,4±0,02	2,2±0,03
	Aller aqua		2	22,7±0,01	3,1±0,03	0,28±0,03

По пищевой ценности мясо рыбы стоит в ряду наиболее ценных продуктов питания. Белковый и аминокислотный состав белков рыбы имеет некоторые особенности по сравнению с белками мяса теплокровных животных и птиц: индивидуальные видовые отклонения в содержании белка; большое количество сложных белков (протеидов) и их концентрация в отдельных органах (например, в икре); большее содержание миофибриллярных белков, обладающих высокой гидратирующей способностью, чем объясняется малая потеря влаги при тепловой обработке; меньшее количество водорастворимых белков (саркоплазмы) и т.д. [13, 20].

Содержание общих белков в мышечных тканях молоди форели не зависело от типа культивирования и вида использованного корма, так, при бассейновой технологии с экспериментальным кормом КазНИИ ППП данное значение равнялось 23,3±0,01, с кормом "Aller aqua" 24,9±0,02 г/ 100 г сырой массы, а при садковой технологией с теми же кормами 22,4±0,02 и 22,7±0,01 г/ 100 г сырой массы, соответственно.

Углеводы в мускулатуре рыбы представлены в основном гликогеном (животным крахмалом) и превышают 1%. При распаде гликогена (гидролизе или фосфоролизе) образуются глюкоза, пировиноградная и молочная кислоты.

Содержание гликогена в печени форели не превысило 1%. Значения массовой доли гликогена в мышцах молоди форели оказались приблизительно равными, к примеру, в разные сроки эксперимента при использовании в рационе корма "Aller aqua" это значение составило 0,53±0,04 г/ 100 г сырой массы, а на экспериментальном корме КазНИИ ППП 0,77±0,12 г/ 100 г сырой массы.

Для жира рыб характерным является присутствие непредельных жирных кислот с увеличенным числом двойных связей, которые составляют основу рыбьего жира (до 84% от общего количества жирных кислот), что объясняет его жидкую консистенцию и легкую усвояемость. В то же время из-за высокой непредельности жирных кислот жир рыб легко окисляется с накоплением продуктов окисления (перекиси, гидроперекиси) и распада (альдегидов, кетонов, низкомолекулярные жирных кислот, спиртов и др.) [11, 22].

Содержание общих липидов в мышечной ткани молоди форели с увеличением сроков культивирования снижалась независимо от вида использованного корма, к примеру при корме КазНИИ ППП с 0,77 до 0,47±0,1 г/ 100 г сырой массы.

Таким образом, проведен сравнительный анализ биохимических показателей молоди форели заводского и товарного воспроизводства, позволяющий оценить степень изменений физиологического состояния последних при выращивании на кормах различных рецептур.

**Заключение.** Проведенные нами исследования по изучению влияния состава различных продукционных кормов и условий выращивания на биохимические показатели печени и состав мышечной ткани молоди форели получены результаты и сделаны следующие выводы:

- установлено, что в микросомальной фракции печени форели активность АлАТ оказалась выше активности АсАТ во всех вариантах эксперимента, что не соответствует норме; с увеличением сроков культивирования наблюдалось снижение содержания МДА в печени форели;

- выявлено, что молодь форели имеет одинаковые биохимические показатели мышечной массы при использовании комбикорма, разработанного в КазНИИ ППП, и марки "Aller aqua" и при бассейновой и садковой технологии выращивания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Матишов Г. Г., Пономарева Е. Н., Лужняк В. А. Актуальные задачи возрождения рыбохозяйственного потенциала южных морей // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. – Т. IX. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. – 315 с.
- [2] Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Пономарева Е. Н. и др. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств. – Ростов на Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. – 72 с.
- [3] Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб.- М.: ВНИРО, 2008. - 183 с.
- [4] Мельченков Е.А. Некоторые направления создания живых коллекций осетровых // Рыбоводство.- 2006.- № 3-4.- С. 30-32
- [5] Васильева Л.М., Пономарев С.В., Судакова Н.В. Технология индустриального выращивания молоди и товарных осетровых рыб в условиях нижнего Поволжья. Астрахань: «Волга», 2000. 23 с.
- [6] Гамыгин Е.А. Проблема кормов и кормопроизводства для рыб: состояние и задачи // Труды Всерос. НИИ пруд. рыб.хоз. - 2001. - Вып. 77, Т. 1. - С. 81-82.
- [7] Гриценко О.Ф., Котляр А.Н., Котенёв Б.Н. Промысловые рыбы России в 2-х томах.- Т.1. М.: Изд-во ВНИРО, 2006.- 656 с.
- [8] Galloway T. Biomarkers in environmental and human health risk assessment. / T. Galloway // Marine Pollution Bull. – 2006. – Vol. 53. – P. 606–613.
- [9] Adams S. M. Assessing cause and effect of multiple stressors on marine system./ S. M. Adams // Marine Pollution Bulletin. – 2005. –Vol. 51 (8–12). – P. 649–657.
- [10] Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – Москва: Колос, 2001. – 376 с.
- [11] Практикум по биохимии /Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – 2 изд. – М.: Изд.МГУ, 1989. – 509 с.
- [12] ГОСТ 7686-35 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – Москва, 1985
- [13] Строев Е.А., Макарова В.Г. Практикум по биологической химии. - Издательство: МИА, 2012. - 384 с.
- [14] Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / под ред. проф. И.П. Кондрахина. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
- [15] Самсонова М.В. Аланин- и аспаргатаминотрансферазы как индикаторы физиологического состояния рыб // Автореф. дис. канд. биол. наук. - Москва, 2002. - 26 с.
- [16] Белов В.С., Федяев В.Е. Товарное рыбоводство в СССР (аналитический обзор за 1986-1990гг). - М.: ВНИИПРХ, 1992. - 78 с.
- [17] Орлов Ю.И. Живые осетры становятся объектами бизнеса? // Рыбное хозяйство. – 1991. - №7. - С. 29-31.
- [18] Альтов А.В. Закономерности роста радужной форели (*Parasalmo mykiss*, Walbaum, 1972) при культивировании в садках на Белом море // Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей : сб. науч. тр. – Мурманск, 2002. – С. 172-185.
- [19] Бикташева Ф.Х. Биохимические показатели крови рыб озера Асылыкуль (Россия, республика Башкортостан) // Междунар. журн. прикладных и фундамент. исследований. – 2010. – № 9. – С. 107-108.
- [20] Сравнительная оценка иммуно-биохимических показателей в сыворотке крови сома обыкновенного *Silurus glanis* L. из разных рыбоводных хозяйств / Г.И. Пронина, А.Б. Петрушин, Д.В. Микряков, Н.И. Силкина // Сельскохозяйственное рыбоводство: возможности развития и научное обеспечение инновационных технологий : докл. междунар. науч.-практ. конф. – М., 2012. – С. 272-274.
- [21] Федосеева Е.А. Оценка физиолого-иммунологических показателей заводской молоди белуги / Е.А. Федосеева, С.В. Астахова // Фундаментальные аспекты биологии в решении актуальных экологических проблем : сб. науч. тр. – Астрахань, 2008. – С. 247-250.

[22] Металлов Г.Ф., Пономарев С.В., Аксенов В.П., Гераскин П.П. Физиолого-биохимические механизмы эколого-адаптивной пластичности осморегулирующей системы осетровых рыб : монография / Астрахан. гос. технич. ун-т. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2010. – 191 с. : ил. : табл. – Библиогр.: с. 165-190 (323 назв.)

[23] Назарова М.А. Липидный состав тканей радужной форели *Parasalmonykiss* (Walbaum, 1792), выращенной на различных комбикормах/дисс... к.б.н. по спец-ти: 03.02.06.-ихтиология. - Петрозаводск, 2014.- 150 с.

[24] Похольченко Л. А. Липидный состав мышечной ткани и печени молоди атлантического лосося Кольского полуострова // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 4. – С. 94–95.

[25] Алымов Ю.В., Кокоза А.А., Загребина О.Н., Блинков Б.В. Влияние различных комбикормов на морфофизиологические показатели молоди русского осетра, выращенного садковым методом // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4 (часть 1). – стр. 167-171.

## REFERENCES

[1] Matishov G.G., Ponomareva E.N., Luzhnyak V.A., *Challenges revival of fishery potential of the Southern Seas, Ecosystem Research Azov, Black and Caspian seas and coasts*. Т. IX. Apatity of KSC, **2007**, 315 p (in Russ.).

[2] Matishov G.G., Matishov D.G., Ponomareva E.N., etc.. *The experience of growing sturgeon in a closed system of water supply for farms*. Rostov-on-Don: Publishing House of the SSC RAS, **2006**, 72 p (in Russ.).

[3] Burlachenko I.V., *Actual safety of feed for aquaculture ryb*. М.: VNIRO, **2008**, 183 p p (in Russ.).

[4] Melchenko E.A. *Some areas of the creation of living collections of sturgeon*, Rybovodstvo, **2006**, № 3-4, pp 30-32 (in Russ.).

[5] Vasilieva L.M., Ponomarev S.V., Sudakova N.V. *Technology Industrial fry growth and commodity sturgeon under the lower Volga region*. Astrakhan: "Volga", **2000**, 23 p (in Russ.).

[6] Gamygin E.A. *The problem of feed and feed for fish: the state and tasks*, Proceedings of the All Russia. SRI prud.ryb.hoz., **2001**, Vol. 77, T. 1, S. pp 81-82 (in Russ.).

[7] OF Gritsenko, Kotlyar, AN, BN Kotenëv *Commercial fish Russia in 2 tomah*.- ТI М.: VNIRO, 2006.- 656

[8] Galloway T. *Biomarkers in environmental and human health risk assessment*. Т. Galloway Marine Pollution Bull, **2006**. Vol. 53, pp 606–613 (in Eng.).

[9] Adams S. M. *Assessing cause and effect of multiple stressors on marine system*. Marine Pollution Bulletin, **2005**, Vol. 51 (8–12), pp 649–657 (in Eng.).

[10] Antipova L.V., Glotov I.A., Rogov I.A. *Methods of research of meat and meat products*. Moscow: Kolos, **2001**, 376 p (in Russ.).

[11] Workshop on biochemistry, Ed. SE Severin, GA Solovieva. 2 ed., М.: Izd.MGU, **1989**. 509 p (in Russ.).

[12] GOST 7686-35 Fish, marine mammals, marine invertebrates and derived products. Methods of analysis. Moscow, **1985**(in Russ.).

[13] Stroeve E.A., Makarov V.G. Workshop on biological chemistry. Publisher: MIA, **2012**. 384 p(in Russ.).

[14] The methods of veterinary clinical laboratory diagnostiki: Directory, ed. prof. IP Kondrahina. М.: Colossus, **2004**. 520 p(in Russ.).

[15] Samsonov M.V. Alanine and aspartate as indicators of the physiological state of the fish Author. Dis. Cand. biol. Sciences, Moscow, **2002**, 26 p (in Russ.).

[16] Belov B.C., Fedyaev V.I. Commercial fish farming in the USSR (Analytical Review for 1986-1990). - М.: VNIIPRKh, **1992**. 78 p(in Russ.).

[17] Orlov Y.I. Live sturgeon become objects of business. *Fisheries*, **1991**. №7, pp. 29-31(in Russ.).

[18] Altov A.V. Patterns of growth in rainbow trout (*Parasalmo mykiss*, Walbaum, 1972) when cultured in cages in the White Sea, Biological resources and aquaculture in the coastal areas of the Barents and White seas: Sat. scientific. tr. - Murmansk, **200**, pp. 172-185 (in Russ.).

[19] Biktasheva F.H. Biochemical parameters of the blood of fish lake Asylykul (Russia, Republic of Bashkortostan), *Intern. Zh. Applied and foundation. Studies*, **2010**. № 9, pp 107-108 (in Russ.).

[20] Pronin G.I., Petrushin A.B., Mikryakov D.V., Silkin N.I. Comparative evaluation of immuno-biochemical parameters in serum coma ordinary *Silurus glanis* L. from different fish farms, Agricultural fish breeding: development opportunities, and scientific support for innovative technologies: rep. *Intern. scientific and practical. Conf. M.*, **2012**, pp. 272-274(in Russ.).

[21] Fedoseyev E.A. Evaluation of physiological and immunological parameters sturgeon hatchery. Fundamental aspects of biology in solving urgent environmental problems: Sat. scientific. tr. Astrakhan, **2008**, pp. 247-250(in Russ.).

[22] Metals G.F., Ponomarev S.V., Aksenov V.P., Geraskin P.P. Physiological and biochemical mechanisms of ecological and adaptive plasticity osmoregulatory system sturgeon: monograph. *Astrakhan. state. techn. Univ*. Astrakhan: Astrakhan State Technical University Publishing House, **2010**. 91 p(in Russ.).

[23] Nazarov M.A. The lipid composition of tissues of rainbow trout *Rarasalmomykiss* (Walbaum, 1792), grown at different compound feeds. PhD diss ... Spec-minute: 03.02.06. ichthyologist. Petrozavodsk, **2014**. 150 p(in Russ.).

[24] Pohlchenko L.A. Lipid composition of muscle and liver of juvenile Atlantic salmon Kola Peninsula, *Fisheries*, **2009**. № 4, pp 94-95(in Russ.).

[25] Alimov Y.V., Kokoz A.A., Zagrebina O.N., Blinkov B.V. Impact of animal feed on a variety of morphological and physiological indicators of young Russian sturgeon grown cage method, *Basic Research*, **2012**. № 4 (Part 1), pp. 167-171(in Russ.).

**БАХТАХ (*Parasalmo mykiss*) ШАБАҚТАРЫНЫҢ КЕЙБІР МҮШЕЛЕРІНІҢ  
БИОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӨСІРУ ЖАҒДАЙЫНЫҢ ӘСЕРІ**

**С. М. Шалгимбаева, С. Б. Оразова, А. Б. Ахметова, Г. Б. Джумаханова, Г. Р. Сармолдаева**

Қазақ Балық шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бахта, жасанды қорек, бұлшық ет, бауыр, биохимия, ақуыз, май, көміртегі, АлАТ, АсАТ, МДА.

**Аннотация.** Соңғы жылдары барлық елдерде тауарлы балық шаруашылығы жоғары қызығушылық тудыруда. Бүгінгі таңда қарқынды балық өсіру технологиялары перспективалық болып саналады, және ол аумақ бірлігінде дайын өнімдердің шығуын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді және тіршілік ортасын және қоректі, қоректену режимін басқару мен бақылауға жағдай туғызады.

Алайда отырғызудың жоғарғы тығыздығы, жасанды қоректендіру балық организміне жиі кері әсерлер көрсетуде, және соның салдарынан, олардың физиологиялық жағдайы нашарлауда. Балықтың физиологиялық жағдайына қалыпты зерттеу жұмыстарын жүргізумен байланысты олардың өндірістік шаруашылықта өсірудің қажетті технологиялық элементтері болу керек.

*Поступила 02.02.2016 г.*

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

ISSN 2224-5308

Volume 1, Number 313 (2016), 200 – 206

**INSTALLATION OF SOLAR PV MODULES  
COMPUTER IMAGING AND DISPLAY OF SHADOW EFFECT  
ON THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM**

**K. N. Kudaibergenov, T. K. Koishiyev**

International Kazakh-Turkish university after H. A. Yassavi, Turkistan, Kazakhstan.

E-mail: kudaibergenovkuanysh@gmail.com, temirkhan.koishiyev@gmail.com

**Key words:** solar photovoltaic plant , solar photo module , shadow effect.

**Abstract.** The article with computer modeling of shadow effect between the rows of solar PV modules that located on the building of the International Kazakh-Turkish University. HA Yasavi located at a latitude of 41° northern latitude city of Turkistan. Also determine the optimal distance between the solar PV modules, depending on latitude and time of day. Setting the most efficient angle of solar panels according to season. Installation of solar panels on a flat surface and the development of a simulation of mathematical models for computer installation of solar modules. Visualisation solar photopanel with "Shadow Analyzer" program to more accurately determine the possible shading the flat surface where they are placed, as well the construction of the exact layout of the building while preserving the relative size of the building and the possible barriers bearing shade character during the day. This article carries a research character to further render the average solar radiation at surface where autonomous solar PV modules will be installed

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНТАЖ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОМОДУЛЕЙ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЯВЛЕНИЯ ТЕНЕВОГО ЭФФЕКТА НА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

К. Н. Кудайбергенов, Т. К. Койшиев

Международный Казахско-Турецкий университет им. Х. А. Яссави, Туркестан, Казахстан

**Ключевые слова:** солнечная фотоэлектрическая станция, солнечный фотомодуль, теневой эффект.

**Аннотация.** В работе рассматривается компьютерное моделирование проявления теневого эффекта между рядами солнечных фотомодулей расположенных на корпусе здания Международного Казахско-Турецкого университета им. Х. А. Ясави расположенном на широте  $41^{\circ}$  с.ш городе Туркестан. Так же определение оптимального расстояния между солнечными фотомодулями в зависимости от широты местности и времени суток. Установка наиболее рационального угла наклона солнечных панелей с учетом времени года. Установка фотопанелей на плоскую поверхность и разработка имитационной математической модели для компьютерного монтажа солнечных модулей. Визуализация солнечных фотопанелей в программе “Shadow Analyzer” для более точного определения возможного затенения поверхности на которой они располагаются, так же построение точного макета здания с сохранением относительных размеров здания и возможных преград несущих затеняющий характер в течение дня. Данная статья несет в себе научно-исследовательский характер для дальнейшего просчета среднего прихода солнечной радиации на данную поверхность, куда будут устанавливаться автономные солнечные фотомодули.

Представляет интерес изучение геометрических характеристик приемной поверхности солнечной фотоэлектрической станции (СФЭС) структуры этой изменчивости и выявление эффективности размещения гелиоэнергетических объектов, оценка оптимальных параметров установок и определение рациональных условий их работы и надежности энергоснабжения.

В связи с этим разработка имитационной модели геометрия СФЭС в районе расположения солнечных установок и определение наиболее вероятного режима работы оптической системы, в данной географической широте в течение рабочего дня СФЭС и различных сезонах года является актуальной задачей солнечной технологии [1, 3, 5].

Задача построения математических и рабочих моделей СФЭС приобретает большое значение для объективного и полного учета важнейших закономерностей движения Солнца и климатических характеристик района расположения СФЭС.

Такая модель нужна как на этапе проектных разработок, так и на стадии эксплуатации СФЭС.

Ясно что завершающим этапом на пути к внедрению солнечной фотоэлектрической станции является установка солнечных фотомодулей, а также остальных элементов автономной сети [3, 4].

Рассмотрим основные принципы, которыми руководствуются при установке солнечных батарей.

При монтаже солнечных панелей учитывают следующие факторы:

- надежность конструкции, на которую устанавливаются панели;
- ориентация панелей по отношению к солнцу;
- угол наклона;
- затененность.

При выборе места установки солнечных панелей учитывают максимальную освещенность приемной поверхности фотопанелей, поэтому батареи устанавливают на южной стороне. Угол наклона также значительно влияет на последующую выработку электрическую энергию [1, 3, 5].

По оценкам различных авторов потери энергии в солнечных батареях при преобразовании солнечного излучения в фотоэлектрической системе имеет примерно следующие значение:

- потери в проводах -1%,
- потери в инверторе - 3-7%,
- потери связанные с ростом температуры модуля - 4-8%,
- потери шунтирующих диодов – 0,5%,

- потери в процессе работы солнечной батареи в период низкого уровня солнечного излучения 1-3%,

- потери связанные с затенением и загрязнением солнечных панелей - 1-3%.

Однако величина последней потери в случае неоптимального ориентирования панели может быть значительно выше.

Рассмотрим основные внешние и внутренние факторы влияющие на режим работы солнечной фотоэлектрической системы. Неподвижные фотоэлектрические батареи получают в течение года наибольшее количество солнечной радиации, когда угол наклона относительно уровня горизонта равняется примерно географической широте местности.

Главным критерием при выборе оборудования является его эффективность. Поскольку высота Солнца над горизонтом в течение года значительно меняется в зависимости от географической широты, угол наклона панели по отношению к высоте Солнца зависит от конкретной установки.

В целом, сезонные изменения количества радиации должны приниматься в расчет для всех солнечных энергоустановок.

Азимутальный угол позволяет расположить солнечную панель или солнечный модуль строго на юг.

Наряду с азимутальным углом важную роль играет угол наклона и сезонное положение солнца.

Угол наклона зависит от географической широты и варьируется от 15 до 90 градусов, условно оптимальным углом считается угол равный географической широте местности.

Главное здесь добиться попадания максимального количества солнечной энергии под прямым углом. Тени от переднего ряда панелей и от соседних конструкций, зданий и т.д. также будут снижать производительность. Даже небольшие затененные участки могут значительно снизить выработку электроэнергии. Чем дольше солнечные панели будут находиться под воздействием прямых солнечных лучей, тем большее количество электроэнергии сможет генерировать солнечная электростанция.

Для солнечных панелей большой площади, состоящих из множества последовательно-параллельно соединенных ячеек, следует учитывать теневой эффект, возникающий при частичном затенении панели.

Если ячейка в последовательной цепи полностью затенена, то она из источника мощности превращается в потребителя. Из-за последовательной связи с освещенными ячейками в цепи протекает ток, разогревающий затененную ячейку мощностью потерь, выделяющейся на ее внутреннем сопротивлении.

Таким образом, происходит снижение электрической мощности, снимаемой с панели. Для минимизации отрицательного влияния теневого эффекта на энергетику солнечной панели последовательную цепь фотоэлектрических модулей делят с помощью обходных диодов на несколько коротких участков.

В результате ток последовательной цепи «обходит» затененный участок по диоду, и теряется только часть мощности. Режим работы освещенной части панели практически не изменяется.

Общая площадь солнечной панели требуемой для получения необходимой мощности энергоустановки определяется исходя из приведенных выше значений КПД фотопреобразования и удельного уровня электрической освещенности поверхности солнечной батареи, которая зависит от времени суток, широты местности, метеоусловий, расположения поверхности фотопреобразователя относительно солнечного излучения и др.

При оптимальной компоновке оборудования и эффективность солнечной системы в 85% считается очень хорошей. На практике возможны случаи, когда общие потери могут достигать значения 25-30 % из-за плохого качества оборудования или неправильного подбора элементов системы а так же других факторов.

Поэтому при проектировании СФЭС необходимы определенные компьютерные программы. Эти компьютерные программы дают сведения о размере всей установки и ее отдельных компонентов, о ее эффективности и экономичности.

При конструировании СФЭС и дополнительном анализе эти программы могут сыграть важную роль. В то время как при конструировании стандартных систем используются обычные

компьютерные программы, то в случае поиска ошибок в расчетах или при планировании или конструировании индивидуальных систем используются специальные программы. Такие программы очень важны при планировании больших солнечных станций, то есть при разработке солнечных станций большой мощности.

Поэтому представляет интерес изучение геометрических характеристик приемной поверхности СФЭС структуры этой изменчивости и выявление эффективности размещения гелиоэнергетических объектов, оценка оптимальных параметров установок и аккумулирующих устройств, определение рациональных условий их работы и надежности энергоснабжения [1, 3, 4].

Для примера произведем расчет проявления теневого эффекта между рядами солнечной панели солнечной фотоэлектрической системы.

Расчетная схема представлена на рисунке 1.

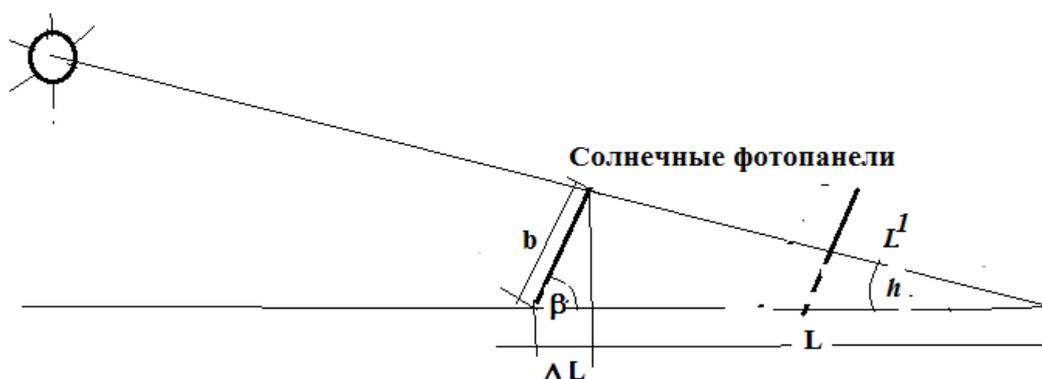


Рисунок 1 – Схема расчета взаимного затенения солнечной фото панели

На основе расчетной формулы согласно [2] определяем длину тени отбрасываемой от передней панели солнечного модуля (рисунок 1).

Принимаем в расчет следующие угловые параметры солнца и геометрические размеры солнечного фото модуля:

- высота солнечного фото модуля от уровня Земли -  $b$ ;
- длина тени в направлении перпендикулярным рядам -  $L$ ;
- угол наклона Солнца -  $\delta$ ;
- высота Солнца -  $h$ ;
- время в часах от полуночи -  $t$ ;
- широта местности -  $\beta$ ;
- азимутальный угол -  $A$ .

Азимута Солнца для расчетного момента времени определяется по формуле:

$$\cos A = (\cos \alpha - \sin \delta \sin h) / \cos \delta \cos h, \quad (1)$$

Угол солнца равен:

$$\alpha = \arccos(0,3979 \cos(2\pi(N - 173/365))) \quad (2)$$

где  $N$  – номер дня от первого января;

Расчетная высота Солнца над горизонтом для данной местности:

$$h = \arcsin(\sin \alpha \cos \delta \cos \tau + \cos \alpha \sin \beta), \quad (3)$$

где  $\tau$  – часовой угол Солнца она определяется по формуле:

$$\tau = (t - 12)2\pi/24. \quad (4)$$

Длина наклонной линии тени рассчитывается по выражению;

$$L^1 = h \sin \beta / \operatorname{tg} h; \quad (5)$$

Тогда расчетная длина тени равна

$$L = L^1 \cos A. \quad (6)$$

В качестве исследуемого объекта нами выбрано здание корпуса «Туран» Международного Казахско-Турецкого университета им. Х. А. Ясави расположенном на широте  $41^{\circ}$  с.ш городе Туркестане.

На плоской крыше корпуса «Туран» на различных уровнях здания методом компьютерного моделирования произведен монтаж солнечного фотомодуля .

На основе расчетного алгоритма и методом компьютерного моделирования получено наглядное визуальное проявления теневого эффекта между рядами солнечных панелей для различного момента времени, рисунки 2-4.



Рисунок 2 – На время 9.00 часов

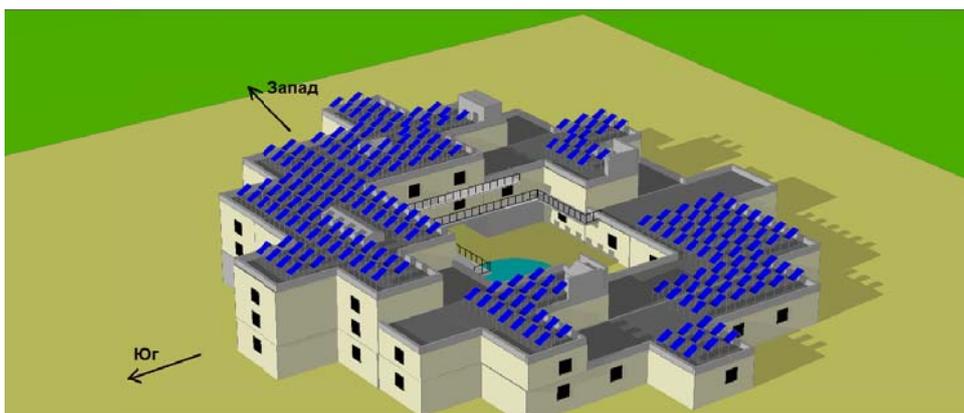


Рисунок 3 – На время 12.00 часов

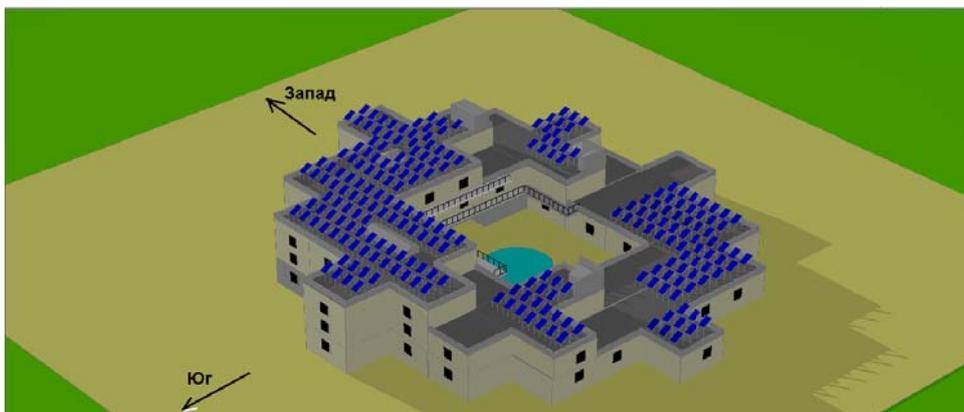


Рисунок 4 – На время 17.00 часов

Максимальная величина затенения соответствует утренним часам в день зимнего солнцестояния, минимальное затенение – полдень в день летнего солнцестояния.

**Выводы.** Разработана имитационная мамематическая модель для компьютерного монтажа солнечных модулей и проявления теневого эффекта на солнечной фотоэлектрической системе. В качестве исследуемого объекта нами выбрано здание корпуса «Туран» Международного Казахско-Турецкого университета им.Х.А. Ясави расположенном на широте  $41^{\circ}$  с.ш городе Туркестане.

На основе расчетного алгоритма и методом компьютерного моделирования получено визуальное проявления теневого эффекта между рядами солнечных панелей для различного момента времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джеలా енергії: підруч. Київ.: НТУУ «КПІ», 2012
- [2] Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990.
- [3] Бекиров Э.А. Предварительная оценка мощности и структуры автономных сетей энергоснабжения зданий различного назначения на побережье Крыма: матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції «Відновлювана енергетика XXI століття» (Миколаївка, АР Крим, 10-14 вер. 2012 р.) ІВЕ НАНУ. Київ, 2012. С. 74-79.
- [4] Kudra S. O. Netradicijni ta vidnovlivanі dжеలా energii: pidruc. Kiiv.: НТЦ «КРІ», 2012.
- [5] Bekirov Э.А. Predvaritelnaa oselka tosnosti i struktury avtonomnyh zee energsnabzenia zdaniy razlinogo naznachenia na robegeyche Kruta: materialі ННІ miznarodnoi naukovo-practicnoi konferencii « Vidnovlivanа energetika ННІ stolitta» (Miko laivka, AK Krim, 10-14 ver. 2012 г.) IVE 14A141Г. Kiiv, 2012. С. 74-79.
- [6] Lerman K., Galstyan A. A General Methodology for Mathematical Analysis of Multi-Agent Systems, 2001.
- [7] Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»
- [8] Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Cho Y.I., Kozhamzharova D.K., Kalpeyeva, Z.B., Models and methods of joint work management of group of unmanned vehicles, 13th International Conference on Control, Automation and Systems, 2013, Pages 552-555
- [9] Luo X., Zou M., Luo L. A modeling and verification method to multi-agent systems based on KQML// 2012 IEEE Symposium on Electrical & Electronics Engineering (EESYM), 24-27 June 2012. – P. 690 - 693
- [10] Михайлов П.Г., Соколов А.В., Сергеев Д.А. Вопросы применения чувствительных элементов и измерительных модулей в датчиках физических величин, Информационно-измерительная техника: Межвузовский сборник научных трудов, выпуск 37, Пенза: ИИЦ ПГУ, 2012.
- [10] Pfan W.G and Thurston R.N. Semiconductor Stress Transducers Utilizing the Trensvers and Shear Piezoresistive Effects, "Journal of Applied Physics", vol. 32, № 10, 1961, pp. 2008-2019.
- [11] Баранский П.И., Ключков В.П., Потыкевич И.В. Полупроводниковая электроника. Справочник, Наукова думка Киев, 1975, 704 с.
- [12] Kuandykov A.A., Kozhamzharova D.K., Karimzhan N.B., Baimuratov O.A., Design and analysis of mobile robot for multi-agent systems, Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, ISSN 1991-3294, Vol. 1, No. 353(2015). Pages 26 -34
- [13] Свободная энциклопедия Википедия, режим доступа:  
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82>
- [14] Граничина Н.О. Мультиагентная система для распределения заказов Управление большими системами. Спец. выпуск 30.1 "Сетевые модели в управлении". 2010. С. 549-566.
- [15] Амелин К.С., Амелина Н.О., Граничин О.Н., Корявко А.В. Применение алгоритма локального голосования для достижения консенсуса в децентрализованной сети интеллектуальных агентов, Нейрокомпьютеры: Разработка, Применение, 2012, № 11, С. 39-47.
- [16] Ожигенов К.А., Михайлов П.Г., Касимов А.О., Скотников В.В. Использование обратных преобразователей в микроэлектронных датчиках, Вестник НАН РК, №6, 2014, С. 41-46.

#### REFERENCES

- [1] White S.R., Sottos N.R., Geubelle P.H., Moore J.S., Kessler M.R., Sriram S.R., Brown E.N., Viswanathan S. *Nature*, 2001, 409, 794-797 (in Eng.).
- [2] Soldatenkov N.M., Koljadina I.V., Shendrik A.T. Fundamentals of organic chemistry of medicinal substances. М.: Himija, 2001. 192 p. (in Russ.).
- [3] Kuandykov A.A. The formalization of problem area, implementation and maintance of and service of business-process by group of unmanned vehicles. *IJCTA 2013*. PP. 79-82.
- [4] Jennings N.R. and Bussmann S. Agent-Based Control Systems. *IEEE Control Systems Magazine*, Vol. 23(3), 2003.– P.61-74
- [5] Vidal J.M. Fundamentals of Multiagent Systems, March. 2010. - 155 p.
- [6] Amelin K.S., Antal E.I., Vasilyev V., Granichina N.O. Adaptive control of an autonomous group of unmanned aerial vehicles. Stochastic optimization in computer science. St. Petersburg State University, T.5., 2009. P.157-166.

- [7] Zöllner A., Braubach L., Pokahr A., Rothlauf F., Paulussen T.O., Lamersdorf W., Heinzl A. Evaluation of a Multi-Agent System for Hospital Patient Scheduling. *International Transactions on Systems Science and Applications*, Vol. 1(4), 2006. P. 375-380
- [8] Hadzic M., Dillon D.S., Dillon T.S. Use and Modeling of Multi-agent Systems in Medicine. 2009. – P.303-307
- [9] Moreno A. Medical applications of Multi-Agent Systems. Computer Science & Mathematics Department, Universitat Rovira i Virgili, ETSE. Campus Sescelades. Av. dels Països Catalans, Spain, 2003. – P. 1-15
- [10] Gabel T., Riedmiller M. Scaling Adaptive Agent-Based Reactive Job-Shop Scheduling to Large-Scale Problems. *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Scheduling (CI-Sched 2007)*, 2007. P. 259-266
- [11] Gabel T., Riedmiller M. Joint Equilibrium Policy Search for Multi-Agent Scheduling Problems, 2007. P.61-72
- Alessandro Agnetis, Multi-agent scheduling problems, 2011. 100 p.
- [12] Weiss G. Multiagent Systems (A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence). Massachusetts Institute of Technology. 1999.
- [13] Hussein A., Gervet C., Abdennadher S. Multi-agent Planning for the RoboCup Rescue Simulation - Applying Clustering into Task Allocation and Coordination, ICAART 2, SciTePress. 2012. – P. 339-342
- [14] Shoham Y., Leyton-Brown K. Multiagent Systems (Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations). Cambridge University Press, 2009. 585 p.
- [15] Alonso E., Kudenko D., Kazakov D. (Eds.). Adaptive Agents and Multi-Agent Systems: Adaptation and Multi-Agent Learning. Volume 2636 of Lecture Notes in Computer Science, Springer. 2003.
- [16] Solodukha T.V. Multi-agent systems in economy//Proceedings of the IV International scientific-practical conference "Modern information technology and IT Education" - Moscow, 14-16 December 2009.

## КҮН ФОТОМОДУЛЬДЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК ЖИНАҚТАУ ЖӘНЕ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЖҮЙЕДЕГІ КӨЛЕҢКЕЛЕУ ЭФФЕКТИСІН БЕЙНЕЛЕУ

Қ. Н. Құдайбергенов, Т. Қ.Қойшиев

Х. А. Яссауи атындағы Халық-аралық Қазақ-Түрік университеті, Қазақстан

**Аннотация.** Компьютерлік модельдеу дисплейлерде қағаз мәмілелер құрылыс, тұрғын үй Халық-аралық қазақ-түрік университеті орналасқан жері туралы күн фотоэлектрлі модульдері арасындағы қатарларға әсерін көлеңкелі. Қ. А. Ясауи Түркістанның солтүстік ендік 410 қала ендікте орналасқан. Тек күні ендік және уақытына байланысты, күн фотоэлектрлі модульдері арасындағы оңтайлы ара қашықтықты анықтау маусымына сәйкес күн батареяларын ең тиімді бұрышын орнату. тегіс жерге графикалық панельдер орнату және күн модульдерін орнату үшін компьютерлік математическоу модельдеу дамыту. Ғимараттың салыстырмалы өлшемін және күні бойы көлеңке сипатын ескере ықтимал кедергілерді сақтай отырып, дәлірек олар орналастырылған беті онда мүмкін көлеңкелеуді, сондай-ақ ғимараттың дәл орналасуын құрылысын анықтау үшін Visualisation күн photopanelс бағдарламасы «Shadow Analyzer». Бұл мақалада әрі қарай: Оқшау күн PV модульдерін орнатылады Бұл өз кезегінде орташа күн радиация, көрсету үшін ғылыми-зерттеу сипатта болады.

Поступила 02.02.2016 г.

## МАЗМҰНЫ

<i>Айткельдиева С.А., Шорманова М.М., Кузнецова Т.В., Файзулина Э.Р., Ауэзова О.Н., Саданов А.К.</i>	
Каспий теңізінен бөлініп алынған ашытқы культураларының мұнайотықтырғыш белсенділігін бағалау.....	5
<i>Әбілов Б.И., Барақбаев Т.Т., Аблайсанова Г.М.</i> Қапшағай сукоймасындағы көксерке ( <i>Sander lucioperca</i> ) балығының тұқымдылығы.....	11
<i>Баймаханова Г.Б., Саданов А.К., Заядан Б.К.</i> Бөлініп алынған азотфиксациялаушы цианобактериялар штамдарының идентификациясы.....	16
<i>Гемеджиева Н.Г., Мурсалиева В.К., Муханов Т.М.</i> Оңтүстік Қазақстан облысындағы <i>Allochrysa gypsophiloides</i> (Regel) Schischk. табиғи популяциясының заманауи жағдайын бағалау.....	22
<i>Джангалина Э.Д., Жумабаева Б.А., Айташева З.Г., Зұлтұхар Ж.Т.</i> Бұршақтың каллусты дақылдарынан лектиндердің бөлініп шығу шарттарын оңтайландыру.....	29
<i>Есимова А.М., Кудасова Д.Е., Нарымбаева З.К., Рысбаева Г.С., Абилдаева Р.А.</i> Қазақстан Республикасында полисахаридтер алу үшін өнеркәсіптік және ауылшаруашылық қалдықтарды қолдану.....	35
<i>Кедельбаев Б.Ш., Абилдаева Р.А., Оспанова А.А., Пернебаева Л.Ж., Кожжахмет Б.Н.</i> Моносахаридтер алу мақсатында қоза-паяны химиялық гидролиздеу процесін зерттеу.....	39
<i>Крупа Е.Г., Аубакирова М.О.</i> Жайық өзенінің атыраулы каналдарының зоопланктоны «Ақжайық» табиғи қорығы.....	44
<i>Мадыбекова Г.М., Муталиева Б.Ж., Айдарова С.Б., Жунусхожаев А.Т., Кудасова Д.Е.</i>	
Полиэлектролит/жоғарғы беттік –белсенді заттар композициясы және ауа/су фазалар бөлінген шекарасында олардың іс-әрекетіне әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу.....	49
<i>Малахова Н.П., Галиева Л.Д., Хасейн А., Калиева А.А., Тезекбаева Б.К., Мальцева Э.Р.</i> Картоптың клеткалық культурасына <i>Fusarium solani</i> саңырауқұлағының культуралды сүзіндісімен <i>in vitro</i> жағдайында селекция.....	55
<i>Гул К., Хасанова Н.Е., Ажибаева З.С., Турметова Г.Ж.</i> Оңтүстік Қазақстан аймағында сұрыпталған грек жаңғағының ( <i>Juglans regia</i> L.) помологиялық ерекшеліктері мен макро- және микроэлементтерінің мөлшері.....	64
<i>Крупа Е.Г., Мадемарова Н.А.</i> Солтүстік және Орталық Каспий фитопланктонының құрылымы.....	70
<i>Мамытова Н.С., Дәлелханқызы А., Тілеген Б., Бескемпірова Ж.Д., Кузовлев В.А., Хакімжанов А.А.</i>	
Бидай өсімдігіндегі β-1,3-глюканаза және хитиназа белсенділігіне фузар қышқылының әсері.....	77
<i>Есимова А.М., Мураталин М.Н., Муталиева Б.Ж., Нарымбаева З.К., Рысбаева Г.С.</i>	
Поли-N-изопропилакриламид микрогельдер және оның туындысының қасиеттеріне температура, рН және басқа факторлардың әсерін зерттеу.....	84
<i>Есимова А.М., Муталиева Б.Ж., Жунусхожаев А.Т., Есимов Е.К., Толеген А.</i> Өсімдіктерді қорғау және өсуін қалыптастыру үшін биопрепараттар алу және зерттеу.....	89
<i>Мырзаханова М.Н., Мырзаханов Н.</i> Лимфа тамырларынан бастау алатын рефлексстерден лимфа ағынының өзгеруі.....	94
<i>Мырзаханова М.Н., Мырзаханов Н.</i> Егеуқұйрықтың ішкі мүшелерінің лимфа түйіндерінің жиырылу белсенділігі.....	99
<i>Нуржанова А., Нурмагамбетова А., Жаманбалинова Р., Балмуханов А., Сайлауханұлы Е.</i> Ластану жағдайында <i>Miscanthus x giganteus</i> -тің физиологиялық және биохимиялық ерекшеліктері.....	102
<i>Пермитина В.Н., Султанова Б.М., Құрмантаева А.А.</i> Шу-Іле тау аралығындағы негізгі ботаникалық аумақтардың ерекшеліктерін көрсету.....	109
<i>Садырова Г.А., Джамилова С.М.</i> Алматы қаласының Орталық мәдениет және демалыс саябағы флорасынның анализі.....	115
<i>Смирнова И.Э., Султанова А.Ж., Сәбденова А.А.</i> ЭМ-ассоциациясын құру үшін перспективті, биойлесімді бактерияларды зерттеу және іріктеу.....	122
<i>Садырова Г.А., Шорманова А.А.</i> Кетпен жотасының шығыс бөлігіндегі жойылып бара жатқан сирек эндемиктік, субэндемиктік өсімдік түрлеріне экологиялық сараптама жасау.....	129
<i>Таскынбаева Д., Муталиева Б.Ж., Айтқұлова Р.Э., Кудасова Д.Е., Дауылбай А.Д.</i> Биологиялық белсенді заттардың көзі ретінде <i>Bacillus subtilis</i> микроағзалар штамдарының ферментативті белсенділігін және культивирлеу жағдайларын зерттеу.....	135
<i>Тезекбаева Б.К., Калиева А.А., Малахова Н.П.</i> Клеткалық селекция әдісімен картоптың құрғақшылыққа төзімді жаңа линияларын алу.....	140
<i>Таскынбаева Д., Муталиева Б.Ж., Айтқұлова Р.Э., Кудасова Д.Е., Елеманова Ж.Р.</i> Сыра үгіндісінің тұндырмасын шикізат ретінде қолданып микроағзалардың ферменттерін зерттеу.....	147

Тілеген Б., Бескемпірова Ж.Д., Далелханқызы А., Мамытова Н.С., Кузовлев В.А., Хакімжанов А.А. Бидай дәніндегі $\alpha$ -амилаза ингибиторының сандық өзгерісі және гормоналды реттелуі.....	153
Турметова Г.Ж., Ерденев М.Т., Қамшыбаева С.А. Сайрам ауданында алмұрт ағаштарының өсуіне минералды тыңайтқыштардың әсері.....	158
Тілеген Б., Бескемпірова Ж.Д., Далелханқызы А., Мамытова Н.С., Кузовлев В.А., Хакімжанов А.А. Бидайдың қалыпты жағдайдағы және <i>Fusarium graminearum</i> фитопатогенді саңырауқұлағының дақылдық сүзіндісімен әсер еткендегі $\beta$ -1,3-глюканазаның белсенділігі мен изоферменттік құрамының ерекшеліктері.....	164
Тұрсынова А.Қ., Сапко О.А., Чебоненко О.В., Дё Ю.М., Әмірқұлова А.Ж., Абайлдаев А.О., Отарбаева А.Ш. <i>Fusarium solani</i> -мен зақымдану барысында картоп $\beta$ -1,3-глюканазасы мен хитиназасының қорғаныс жауабына қатысуы.....	172
Асылбекова С.Ж., Шалгимбаева С.М., Ахметова А.Б., Джумаханова Г.Б., Сармолдаева Г.Р. Әр түрлі коректерде өсірілген бахта ( <i>Parasalmo tykiss</i> ) шабақтарының биохимиялық жағдайын бағалау.....	178
Хасейн А., Уткелбаева Н.М., Жумагельдинов Б.К., Малахова Н.П. Картоптың отандық сорттарының іріктемелі линияларының тұздануға төзімділігін бағалау.....	186
Шалгимбаева С.М., Оразова С.Б., Ахметова А.Б., Джумаханова Г.Б., Сармолдаева Г.Р. Бахта ( <i>Parasalmo tykiss</i> ) шабақтарының кейбір мүшелерінің биохимиялық көрсеткіштеріне өсіру жағдайының әсері.....	193
Құдайбергенов Қ.Н., Қойишев Т.Қ. Күн фотомодульдерін компьютерлік жинақтау және фотоэлектрлік жүйедегі көлеңкелеу эффектісін бейнелеу.....	200

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Айткельдиева С.А., Шорманова М.М., Кузнецова Т.В., Файзулина Э.Р., Ауэзова О.Н., Саданов А.К.</i>	
Оценка нефтеокисляющей активности дрожжевых культур, выделенных из Каспийского моря.....	5
<i>Абилов Б.И., Баракбаев Т.Т., Аблайсанова Г.М.</i> Плодовитость судака ( <i>Sander lucioperca</i> ) Капшагайского водохранилища.....	11
<i>Баймаханова Г.Б., Саданов А.К., Заядан Б.К.</i> Идентификация выделенных штаммов азотфиксирующих цианобактерий.....	16
<i>Гемеджиева Н.Г., Мурсалиева В.К., Муханов Т.М.</i> Оценка современного состояния природных популяций <i>Allochrysa gypsophiloides</i> (Regel) Schischk в Южно-Казахстанской области.....	22
<i>Джангалина Э.Д., Жумабаева Б.А., Айташева З.Г., Зултухар Ж.Т.</i> Оптимизация условий выделения лектинов из каллусных культур фасоли.....	29
<i>Есимова А.М., Кудасова Д.Е., Рысбаева Г.С., Нарымбаева З.К., Абилдаева Р.А.</i> Использования промышленных и сельскохозяйственных отходов в Республике Казахстан для получения полисахаридов.....	35
<i>Кедельбаев Б.Ш., Абилдаева Р.А., Оспанова А.А., Пернебаева Л.Ж., Кожжахмет Б.Н.</i> Исследование процесса химического гидролиза гуза-паи с целью получения моносахаридов.....	39
<i>Крупа Е.Г., Аубакирова М.О.</i> Зоопланктон дельтовых каналов р. Жайык природного заповедника «Акжайык»....	44
<i>Мадыбекова Г.М., Муталиева Б.Ж., Айдарова С.Б., Жунусхожаев А.Т., Кудасова Д.Е.</i> Исследование композиций полиэлектролит/поверхностно-активное вещество и влияние различных факторов на их поведение на границе раздела фаз воздух/вода.....	49
<i>Малахова Н.П., Галиева Л.Д., Хасейн А., Калиева А.А., Тезекбаева Б.К., Мальцева Э.Р.</i> <i>In vitro</i> селекция клеточных культур картофеля с культуральным фильтратом гриба <i>Fusarium solani</i> .....	55
<i>Гул К., Хасанова Н.Е., Ажибаева З.С., Турметова Г.Ж.</i> Определение количества макро- и микроэлементов и помологические особенности отборного грецкого ореха ( <i>Juglans regia</i> L.) Южно-Казахстанского региона.....	64
<i>Крупа Е.Г., Мадемарова Н.А.</i> Структура фитопланктона Северного и Среднего Каспия.....	70
<i>Мамытова Н.С., Далелханкызы А., Тилеген Б., Бескемпирова Ж.Д., Кузовлев В.А., Хакимжанов А.А.</i> Влияние фузаревой кислоты на активность $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы растения пшеницы.....	77
<i>Есимова А.М., Мураталин М.Н., Муталиева Б.Ж., Нарымбаева З.К., Рысбаева Г.С.</i> Исследование влияния температуры, pH и других факторов на свойства микрогелей поли-N-изопропилакриламида и его производных.....	84
<i>Есимова А.М., Муталиева Б.Ж., Жунусхожаев А.Т., Есимов Е.К., Толеген А.</i> Исследование и получения биопрепарата для защиты растений и стимуляции роста.....	89
<i>Мырзаханова М.Н., Мырзаханов Н.</i> Изменения лимфотока при рефлекссах с лимфатических сосудов.....	94
<i>Мырзаханова М.Н., Мырзаханов Н.</i> Сократительная активность лимфатических узлов внутренних органов крыс.....	99
<i>Нуржанова А., Нурмагамбетова А., Жаманбалинова Р., Балмуханов А., Сайлауханулы Е.</i> Физиологические и биохимические особенности <i>Miscanthus x giganteus</i> в условиях загрязнения.....	102
<i>Пермитина В.Н., Султанова Б.М., Курмантаева А.А.</i> Особенности выделения ключевых ботанических территорий в пределах Чу-Илийских гор.....	109
<i>Садырова Г.А., Джамилова С.М.</i> Анализ флоры Центрального парка культуры и отдыха г. Алматы.....	115
<i>Смирнова И.Э., Султанова А.Ж., Сабденова А.А.</i> Подбор и изучение биосовместимости бактерий, перспективных для создания ЭМ-ассоциаций.....	122
<i>Садырова Г.А., Шорманова А.А.</i> Экологический анализ исчезающих редких, эндемичных и субэндемичных видов растений восточной части хребта Кетпен.....	129
<i>Таскынбаева Д., Муталиева Б.Ж., Айткулова Р.Э., Кудасова Д.Е., Дауылбай А.Д.</i> Исследование условий культивирования и ферментативной активности штаммов микроорганизмов <i>Bacillus subtilis</i> как источника биологически-активных веществ.....	135
<i>Тезекбаева Б.К., Калиева А.А., Малахова Н.П.</i> Получение новых засухоустойчивых линий картофеля методом клеточной селекции.....	140
<i>Таскынбаева Д., Муталиева Б.Ж., Айткулова Р.Э., Кудасова Д.Е., Елеманова Ж.Р.</i> Исследование ферментов микроорганизмов с использованием в качестве сырья экстракта пивной дробины.....	147
<i>Тилеген Б., Бескемпирова Ж.Д., Далелханкызы А., Мамытова Н.С., Кузовлев В.А., Хакимжанов А.А.</i> Количественное изменение и гормональная регуляция ингибитора $\alpha$ -амилазы в зерне пшеницы.....	153
<i>Турметова Г.Ж., Ерденев М.Т., Қамшыбаева С.</i> Влияние минеральных удобрений на рост грушевых деревьев в условиях Сайрамского района.....	158

Тилеген Б., Бескемпирова Ж.Д., Далелханкызы А., Мамытова Н.С., Кузовлев В.А., Хакимжанов А.А. Особенности активности и изоферментного состава $\beta$ -1,3-глюканазы пшеницы в норме и при действии культурального филтраты фитопатогенного гриба <i>Fusarium graminearum</i> .....	164
Турсунова А.К., Сапко О.А., Чебоненко О.В., Де Ю.М., Амиркулова А.Ж., Абайлдаев А.О., Утарбаева А.Ш. Участие $\beta$ -1,3-глюканазы и хитиназы в защитном ответе картофеля при заражении <i>Fusarium solani</i> .....	172
Асылбекова С.Ж., Шалгимбаева С.М., Ахметова А.Б., Джумаханова Г.Б., Сармолдаева Г.Р. Оценка биохимических показателей молоди форели ( <i>Parasalmo mykiss</i> ), выращиваемой на различных комбикормах.....	178
Хасейн А., Уткелбаева Н.М., Жумагельдинов Б.К., Малахова Н.П. Оценка устойчивости к засолению селективных линий картофеля отечественных сортов.....	186
Шалгимбаева С.М., Оразова С.Б., Ахметова А.Б., Сармолдаева Г.Р., Джумаханова Г.Б. Влияние условий выращивания на биохимические показатели некоторых органов молоди форели ( <i>Parasalmo mykiss</i> ).....	193
Кудайбергенов К.Н., Койшиев Т.К. Компьютерный монтаж солнечных фотомодулей и визуализация проявления теневого эффекта на фотоэлектрической системе.....	200

## CONTENTS

<i>Aitkeldiyeva S.A., Shormanova M.M., Kuznetsova T.V., Fayzulina E.R., Auezova O.N., Sadanov A.K.</i> Assessment of the oil-oxidizing activity of the yeast cultures isolated from the Caspian sea.....	5
<i>Abilov B.I., Barakbayev T.T., Ablaysanova G.M.</i> The fertility of the pikeperch ( <i>Sander lucioperca</i> ) from Kapshagai reservoir.....	11
<i>Baimakhanova G.B., Sadanov A.K., Zayadan B.K.</i> Identification of the isolated strains of nitrogen-fixing cyanobacteria.....	16
<i>Gemejiyeva N.G., Mursaliyeva V.K., Mukhanov T.M.</i> Assessment of the current state of <i>Allochrysa gypsophiloides</i> (Regel) Schischk. natural populations in the south-Kazakhstan region.....	22
<i>Djanggalina E.D., Zhumabayeva B.A., Aytasheva Z.G., Zhulpuhar Zh.T.</i> Optimization of lectins extraction from bean callus culture.....	29
<i>Esimova A.M., Kudasova D.E., Narymbaeva Z.K., Rysbayeva G.S., Abildaeva R.A.</i> Use of industrial and agricultural wastes in the Republic Kazakhstan for polysaccharides production.....	35
<i>Kedelbaev B.Sh., Abildaeva R.A., Ospanova A.A., Pernebaeva L.Zh., Kozhakhmet B.N.</i> Study of chemical Hydrolysis Guzan-PAI to obtain monosaccharide.....	39
<i>Krupa E.G., Aubakirova M.O.</i> Zooplankton of Zhaiyk delta channel of "Akzhayik" natural reserve.....	44
<i>Mamytkova N.S., Mutaliyeva B.Zh., Aidarova S.B., Zhunuskhojayev A.T., Kudasova D.E.</i> Study of composition polyelectrolyte/surfactant and influence of various factors on their behaviour on air/water interface.....	49
<i>Malakhova N.P., Galieva L.D., Khassein A., Kalieva A.A., Tezembayeva B.K., Maltseva E.R.</i> In vitro selection of potato cell cultures with cultural filtrate of <i>Fusarium solani</i> .....	55
<i>Gul K., Hasanova N.E., Azhibayeva Z.S., Turmetova G.J.</i> The pomological characteristics and macro-micro nutrient levels of selected walnut types ( <i>Juglans regia</i> L.) in South Kazakhstan.....	64
<i>Krupa E.G., Mademarova N.A.</i> Phytoplankton structure of the North and Middle Caspian sea.....	70
<i>Mamytkova N.S., Dalelhankhyzy A., Tilegen B., Beskempirova Zh.D., Kuzovlev V.A., Khakimzhanov A.A.</i> Influence of fusaric acid on the activity $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase of wheat plants.....	77
<i>Esimova A.M., Muratalin M.N., Mutaliyeva B.Zh., Narymbayeva Z.K., Rysbayeva G.S.</i> Study of effect of temperature, pH and other factors on the properties of poly (N-isopropylacrylamide) and its derivatives.....	84
<i>Esimova A.M., Mutaliyeva B.Zh., Zhunuskhojayev A.T., Esimov E.K., Tolegen A.</i> Study and producing biopreparation for plant protection and growth stimulate.....	89
<i>Myrzakhanova M.N., Myrzakhanov N.</i> Change in lymph flow reflexes with lymphatic vessels.....	94
<i>Myrzakhanova M.N., Myrzakhanov N.</i> Contractive activity of lymphatic node of some internals of the rats.....	99
<i>Nurzhanova A., Nurmagambetova A., Zhamanbalinova R., Balmukanov A., Sailaukhanuly E.</i> Physiological and biochemical characteristics of <i>Miscanthus x giganteus</i> in polluted conditions.....	102
<i>Permitina V.N., Sultanova B.M., Kurmantayeva A.A.</i> Features of key botanical territories in dependence of type of habitat within Chu-Ili Mountains.....	109
<i>Sadyrova G.A., Dzhamilova S.M.</i> Analysis of flora of Central recreation park of Almaty.....	115
<i>Smirnova I.E., Sabdenova A.A., Sultanova A.Zh.</i> The selection and study of the biocompatibility of bacteria, perspective for the creation of EM associations.....	122
<i>Sadyrova G.A., Shormanova A.A.</i> Ecology analysis of endangered rare, endemic and subendemic species plants of the eastern part of the ridge Ketpen.....	129
<i>Taskynbayeva D., Mutaliyeva B.Zh., Aitkulova R.E., Kudasova D.E., Davylbai A.D.</i> Study of conditions of cultivation and enzymatic activity of <i>Bacillus subtilis</i> microorganisms as source of biologically-active substances.....	135
<i>Tezembayeva B.K., Kalieva A.A., Malakhova N.P.</i> Production of new drought resistant lines of potato using cell technology.....	140
<i>Taskynbaeva D., Mutaliyeva B.J., Aitkulova R.E., Kudasova D.E., Elemanova J.R.</i> Study of microbial enzymes by use of extract of beer pellet as a raw material.....	147
<i>Tilegen B., Beskempirova Zh.D., Dalelhankhyzy A., Mamytkova N.S., Kuzovlev V.A., Khakimzhanov A.A.</i> Quantitative change and hormonal regulation of $\alpha$ -amylase inhibitor in the wheat grains.....	153
<i>Turmetova G.J., Erdenov M.T., Kamshybaeva S.A.</i> Influence of mineral fertilizers on growth of pear trees in the conditions of Sayram area.....	158
<i>Tilegen B., Beskempirova Zh.D., Dalelhankhyzy A., Mamytkova N.S., Kuzovlev V.A., Khakimzhanov A.A.</i> Features of activity and isozyme composition of $\beta$ -1,3-glucanase of wheat in normal condition and under the action of cultural filtrate of phytopathogenic fungus <i>Fusarium graminearum</i> .....	164
<i>Tursunova A.K., Sapko O.A., Chebonenko O.V., Dyo Y.M., Amirkulova A.Zh., Abaildayev A.O., Utarbaveva A.Sh.</i> The participation of $\beta$ -1,3-glucanase and chitinase in defense responds of potato by infected <i>Fusarium solani</i> .....	172
<i>Assylbekova S.Zh., Shalgimbayeva S.M., Ahmetova A.B., Dzhumahanova G.B., Sarmoldayeva G.R.</i> Evaluation of biochemical indexes of juvenile trout ( <i>Parasalmo mykiss</i> ) grown in different mixed fodders.....	178
<i>Khassein A., Utkelbaeva N.M., Zhumageldinov B.K., Malakhova N.P.</i> The evaluation of domestic varieties of potato selective lines to salinity resistance.....	186
<i>Shalgimbayeva S.M., Orazova S.B., Ahmetova A.B., Sarmoldayeva G.R., Dzhumahanova G.B.</i> Influence of growing conditions on biochemical indices of some organs trout fry ( <i>Parasalmo mykiss</i> ).....	193
<i>Kudaibergenov K.N., Koishiyev T.K.</i> Installation of solar PV modules computer imaging and display of shadow effect on the photovoltaic system.....	200

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 12.02.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
13,25 п.л. Тираж 300. Заказ 1.