



003482363

На правах рукописи

Бондаревич

Евгений Александрович

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
*MELICA TURCZANINOWIANA* OHWI (POACEAE)  
В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ**

03.00.16 – Экология

5 НОЯ 2009

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

Улан-Удэ  
2009

Работа выполнена в Забайкальском государственном гуманитарно-педагогическом университете им. Н.Г. Чернышевского

**Научный руководитель:**

кандидат биологических наук,  
доцент **Якимова Елена Павловна**

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук,  
профессор **Илли Иван Экидиусович**

кандидат биологических наук,  
доцент **Алексеева Елена Валентиновна**

**Ведущее учреждение:** Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

Защита состоится 25 ноября 2009 г. в 10 часов  
на заседании диссертационного совета Д.212.022.03 по защите докторских диссертаций при Бурятском государственном университете по адресу: 670000,  
г. Улан-Удэ ул. Смолина, 24а, конференц-зал.  
Факс: (3012) 210588, e-mail: d21202203@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятского государственного университета

Автореферат разослан «23» октября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. биол. наук



Н.А. Шорноева

**Актуальность работы.** В процессе роста и развития растения выработали многообразные механизмы, которые позволяют длительное время сохранять видам в составе флоры определенных регионов. Особый интерес представляет экология и биология видов семейства Мятликовые (Poaceae), входящих в состав разнообразных сообществ (часто в роли доминантов или субдоминантов), и тенденций их приспособительных реакций в меняющихся климатических условиях. Однако механизмы этих приспособлений для злаков исследованы недостаточно и многочисленные публикации, в том числе и зарубежные, посвящены, прежде всего, сельскохозяйственным растениям, а данные о дикорастущих видах, в частности Восточного Забайкалья немногочисленны. Изучение представителей местной флоры необходимо для рационального использования растительными ресурсами региона, сохранения генофонда дикорастущих видов растений, охране уникальных и редких растительных сообществ.

Сохранение сообществ и популяций растений невозможно без знания эколого-биологических особенностей видов растений и их приспособленности к условиям обитания. Воздействие совокупности различных факторов, включая температурный режим и количество доступной влаги, в природных условиях может влиять на устойчивость популяций в пространстве и времени.

Род *Melica* в мировой флоре представлен около 80 видами, на территории РФ 11 видами, а на территории Восточного Забайкалья двумя реликтовыми видами – *Melica turczaninowiana* Ohwi и *Melica virgata* Turcz. ex Trin. (Цвелев, 1976). Популяции этих видов отличаются небольшими размерами и разделены обширными пространствами, длительное время существующие изолированно. Актуальность изучения адаптаций на примере *Melica turczaninowiana* связано с его эколого-биологическими особенностями, которые позволили виду сохраниться в составе растительных сообществ региона.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы комплексное эколого-биологическое исследование ценопопуляций *Melica turczaninowiana* на территории Восточного Забайкалья.

Исходя из цели работы были поставлены следующие задачи:

1. Изучить особенности флористического состава сообществ с *Melica turczaninowiana* в зависимости от географической приуроченности на территории Восточного Забайкалья;
2. Сравнить морфологические параметры у смежных и географически удаленных ценопопуляций *Melica turczaninowiana*, учитывая особенности распространения вида и фитоценотический состав сообществ;
3. Исследовать анатомо-морфологические и биохимические особенности семян *Melica turczaninowiana* в связи с анализом адаптаций к условиям среды.

**Научная новизна и теоретическое значение.** В работе впервые в пределах значительной части ареала на территории Восточного Забайкалья проведено комплексное изучение эколого-биологических характеристик *M. turczaninowiana*. Проведены геоботанические исследования в трех бота-

нике-географических районах Восточного Забайкалья и составлен список видов в сообществах с участием *M. turczaninowiana*. Выявлено фитоценологическое разнообразие сообществ с участием *M. turczaninowiana*, а также для редкого вида - *M. virgata*. Для *M. turczaninowiana*, по результатам геоботанических описаний проведён анализ бета-разнообразия сообществ из разных ботанико-географических районов региона и выполнено сравнение биоразнообразия между группами сообществ. Впервые выполнены морфологические, гистологические и биохимические исследования семян *M. turczaninowiana*, а также *M. virgata*, и выявлены приспособления перенесения водного стресса семенами *M. turczaninowiana*.

Полученные данные могут быть использованы в сравнительных экологических и фитогеографических исследованиях растительности сопредельных территорий. Содержащиеся в работе материалы могут быть полезны при изучении вопросов рационального природопользования и экологического мониторинга.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. По эколого-фитоценологической приуроченности *Melica turczaninowiana* ксерофильный горно-степной вид (Степи..., 1986; Дулепова, 1993). Однако, эколого-фитоценологический потенциал вида значительно шире; как ксеромезофит он входит в состав травяных лесов и лугово-степных сообществ пояса лесостепи горной Даурии.

2. Многие морфологические параметры генеративных особей *M. turczaninowiana* зависят от воздействия абиотических и биотических факторов. При этом особо значимы адаптации ценопопуляций вида к воздействию водного стресса, проявляющегося в частности у семян на морфологическом и биохимическом уровнях в условиях Восточного Забайкалья.

**Апробация работы.** Материалы диссертации доложены на Международной школе-конференции студентов и молодых ученых «Экология Сибири и сопредельных территорий», Абакан, 2006; II Международной молодежной научно-практической конференции «Молодежь Забайкалья: эффективная экономика – благополучное развитие края», Чита, 2007; на Международной конференции «Биоморфологические исследования в современной ботанике», Владивосток, 2007; на Международной конференции «Природоохранное сотрудничество Читинской области (РФ) и Автономного Района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах», Чита, 2007; на Всероссийской конференции молодых ученых «Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее», Екатеринбург 2008; на Седьмой международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии» - Барнаул, 2008; на заседании Екатеринбургского отделения РБО, 2009; на Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 90-летию со дня рождения академика С.С. Шварца «Эволюционная и популяционная экология (назад в будущее)» Екатеринбург, 2009; на ежегодных научных конференциях ЗабГГПУ, Чита, 2006, 2007, 2008.

**Публикации.** По материалам исследования опубликовано 9 работ, в том числе 1 статья в рекомендованном ВАК издании.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 5-ти глав, выводов и списка цитированной литературы (222 источника, в том числе 26 на иностранных языках). Работа изложена на 168 страницах машинописного текста, содержит 17 таблиц и 29 рисунков.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Пути адаптации растений к факторам среды (обзор литературы)

В главе обсуждаются вопросы понятия “адаптация” и классификация адаптации с различных позиций. Рассматриваются уровни приспособлений организмов к условиям среды, выделяя морфологические, биохимические, популяционно-экологические адаптации (Вавилов, 1967; Завадский, 1968; Манойленко, 1983; Яблоков, Шмальгаузен, 1983; Грант, 1984; Юсуфов, 1989, 1996; Цвелев, 2005; Косаковская, 2008). Особое значение обращено на следующие вопросы: адаптация растений, как форма проявления надежности и устойчивости биологических систем и метаболизм растений при воздействии неблагоприятных факторов среды.

### Глава 2. Материал и методы

#### 2.1. Общая характеристика и объём изученного материала

Работа основана на популяционно-экологическом, сравнительно-морфологическом и биохимическом анализе. Собственные сборы были получены в ходе экспедиционных исследованиях, проведенных в 2006–2009 гг. Исследования проведены в 3-х административных районах Забайкальского края, соответствующих следующим ботанико-географическим районам: Газимуро-Заводской – Даурия Аргунская (ДА); Читинский – Даурия Яблоновая (ДЯ) и Акшинский – Даурия Ононская (ДО) районы (Флора Центральной Сибири, 1979). Семена *M. virgata* любезно предоставлены сотрудниками Центрального сибирского ботанического сада (г. Новосибирск).

#### 2.2. Методы

**Геоботанические описания** выполнялись по стандартной методике (Воронов, 1973; Миркин и др., 1989), оценку облия определяли по шкале Друде. Учетные площадки были размером от 100 до 250 м<sup>2</sup>, в зависимости от формы и размеров ценопопуляций *M. turczaninowiana*. Семена собирались и хранились в бумажных пакетах, в лаборатории.

**Оценку биоразнообразия** (бета-разнообразия) выполняли в программе PAST (ver. 1.52), в которой определялся коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского. Далее, используя кластерный анализ, по значениям индексов была построена дендрограмма по методу ближайшего соседа (Мэгарран, 1992).

**Методы морфометрического анализа.** Использовались для определения уровня дифференциации гистологических параметров у зародышей семян *M. turczaninowiana* и размеров органов у взрослого растения в выборках *M. turczaninowiana*.

1. Измерялись параметры всего растения *M. turczaninowiana*. Описание морфологии растений проводилось на 15-20 генеративных особях по 18 параметрам.

2. В анатомо-морфологических исследованиях использовали гистологический метод (Фурст, 1979). С помощью замораживающего микротомы выполняли срезы толщиной 30 мкм. На временных препаратах зародыша зерновок *M. turczaninowiana* и *M. virgata* измеряли следующие параметры: 1) длина эмбриональной оси; 2) длина и ширина колеоптиля; 3) длина и ширина эпипласта; 4) длина и ширина колеоризы; 5) длина и ширина корня; 6) длина и ширина щитка. Измерения проводили на микроскопе «Микмед-5» с использованием окуляр – микрометра.

**Метод разделения весо-размерных групп семян.** Семена *M. turczaninowiana* в растворах сахарозы, после попеременного погружения были разделены на фракции (с плотностями от 1290 до 1350 кг/м<sup>3</sup>), которые были отнесены к 17 весо-размерным группам. Было выполнено 7 делений, в каждом использовалось по 1000 семян.

**Методы исследования белкового состава семян.** У сформированных семян *M. turczaninowiana* определяли 4 белковые фракции: альбумины, глобулины, глиадины (проламины) и глутелины. При разделении использовали методики, предложенные В.Г. Конаревым с соавт. (1974) и (Методы..., 1987) с использованием спектрофотометра "Hitachi U-1100".

**Определение засухоустойчивости проводили методом проращивания семян на растворах сахарозы.** Метод основан на определении количества проросших семян *M. turczaninowiana* в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением, имитирующим условия физиологической сухости. Для этого готовились растворы сахарозы с массовой долей 5,93% и 11,86%, соответственно осмотическое давление равнялось 5 и 10 атмосфер (Илли, Назарова и др., 2005).

Обработка полученных данных проводилась методами статистического анализа - описательная статистика – одномерный анализ для нахождения средней, квадратичной ошибки среднего, t-критерий Стьюдента и уровни достоверности; пошаговый дискриминантный анализ (Discriminant Function Analysis, DCA); одномерный дисперсионный анализ (Analysis of Variance, ANOVA); аналог одномерного дисперсионного анализа - метод Краскала-Уоллиса (напараметрический метод) (Пузаченко, 2004). Использовалось программное обеспечение – Statistica 7.0, PAST (1.52) и Excel.

## Глава 3. Природно-географические особенности Восточного Забайкалья и общая характеристика видов рода *Melica*

### 3.1. Природно-географические особенности региона

Территория Восточного Забайкалья является одним из древних участков суши в пределах Азиатского субконтинента. Это оказало влияние на характер рельефа, особенности климата, почвенного и растительного покрова (Типы местности..., 1961; Ногина, 1964; Геокриология СССР, 1989; Дегтев, 1988). Климат своеобразен и отличается от других регионов Евразии по воздействию многих факторов: географической широты территории, циркуляции атмосферы, высоты местности над уровнем моря, удаленности от океанов и направления горных хребтов. Основной чертой климата региона является его резкая континентальность, что проявляется в большой амплитуде суточных и годовых температур, а также в значительных колебаниях суммы атмосферных осадков по сезонам и годам.

Особенности палеогеографических условий, характер рельефа и гидро-термических режимов на территории Восточного Забайкалья обусловили развитие особых экологических ниш, способствовавших как сохранению реликтов, так и формированию новых форм, хорошо адаптированных к условиям современного климата региона.

### 3.2. Общая характеристика видов рода *Melica*

Объектом исследований был вид *Melica turczaninowiana* Ohwi Poaceae (Цвелев, 1976). Для сравнения в отдельных частях работы использовали *Melica virgata* Turcz. ex Trin., данные о котором получены в основном из литературных источников. Семена любезно предоставлены сотрудниками ЦСБС (г. Новосибирск).

*Melica turczaninowiana* многолетнее рыхлодерновинное растение, имеет восточно-азиатский ареал.  $2n=18$ . Этот вид обитает на каменистых склонах и скалах, каменистых россыпях, южных степных щебнистых склонах, в зарослях степных кустарников, заходит в леса (Цвелев, 1976); до среднего горного пояса (Растения Центральной Азии, 1968). Неморальный реликт (Пешкова, 1972).

*Melica virgata* – многолетний, горно-степной вид с восточноазиатским ареалом (Семёнова, 2007). Встречается на каменистых степных склонах и их вершинах. Редкий вид флоры Сибири находящийся под угрозой исчезновения, нуждается в государственной охране (Мальшев, Пешкова, 1979; Красная книга..., 2002). Реликт миоцен-плиоценовой флоры (Семёнова, 2007).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Глава 4. Экология и фитоценотическая приуроченность

#### *Melica turczaninowiana*

#### 4.1. Описание фитоценозов, включающих виды рода *Melica*

В современных ландшафтах региона представлено множество видов различного возраста и происхождения, относящиеся к реликтовым видам, принадлежащим как к ксерофильным, так и мезофильным ландшафтам

прошлого (Малышев, Пешкова, 1984). Сообщества, в которых встречаются *M. turczaninowiana* и *M. virgata* представлены на территории региона мало-численными, небольшими по площади ценопопуляциями.

Для *M. turczaninowiana* в разных ботанико-географических районах были наиболее типичными следующие сообщества:

- На территории Даурии Аргунской (ДА) вид широко представлен в сообществах. *M. turczaninowiana* произрастает на разных высотах и при разных условиях увлажнения. Прежде всего, *M. turczaninowiana* был обнаружен в пойме р. Будюмкан, где входил в состав экотонного сообщества, находящегося на границе приречных зарослей кустарников и деревьев и влажным лугом. Наибольшее покрытие в сообществах имели следующие виды: *Carex rhynchophylla*, *Poa sibirica*, *Geranium vlassovianum*, *Equisetum sylvaticum*, *Anemone dichotoma*. Кроме того, описан и другой тип сообществ – это дубовые и черноберезово-дубовые леса, в травостое которых *M. turczaninowiana* встречался повсеместно. Доминантами древесного яруса и эдификаторами сообществ были – *Betula davurica* и *Quercus mongolica*, в травянистом ярусе доминировали: *Campanula punctata*, *Lathyrus humilis*, *Polygonatum humile*, *Anemone dichotoma*, *Dictamnus dasycarpus*, *Convallaria keiskei*. Дубовые и черноберезово-дубовые леса, в видовом составе которых множество редких и реликтовых видов уникальны, так как на территории Сибири больше нигде не отмечены;

- В Даурии Яблоновой (ДЯ) описания проводились в урочищах “Ни-кишиха”, “Титовская Сопка” и “Ингода”. Наиболее типичным был смешанный лес, эдификатором в котором является *Populus tremula*, содоминируют в древесном ярусе *Larix gmelinii*, *Betula platyphylla*. Доминанты травянисто-го яруса *Carex korshinkyi*, *Artemisia mongolica*, *Potentilla acervata*, *Thalictrum foetidum*.

- На территории Даурии Ононской (ДО), в урочищах – “Курулга” и “Ангахата” ценопопуляции *M. turczaninowiana* имеют наименьшие по площади размеры по сравнению с другими описанными районами. Данные ценопопуляции описаны из экотонных сообществ, сформированных из сочетания ерниковых (*Betula fusca*, *Salix bebbiana*) и степных (*Ulmus pumila*, *Armeniaca sibirica*) кустарников, с участием *Populus tremula*. Доминанты травянистого яруса: *Filifolium sibiricum*, *Carex korshinkyi*, *Artemisia mongolica*, *Cleistogenes squarrosa*, *Festuca litvinovii*, *Stipa krylovii*. Данные сообщества имеют в своем составе, по сравнению с остальными наибольшее число видов; видовая насыщенность достигает 78.

Для сравнения местообитаний и флористического состава сообществ *M. turczaninowiana* мы использовали описания сообществ с *M. virgata*. Ценопопуляции *M. virgata* находятся в составе редких степных сообществ – ксерофильные степи с перловником прутьевидным. Нами данные сообщества на территории Восточного Забайкалья обнаружены не были, поэтому мы пользовались литературными источниками (Бойков, 1999; Бойков и др., 2001; Камелин, 2005). Бойков В.Г. и др. (2001) описывают состав сообществ найденных по склонам Боргойского хребта (Бурятия), где *M. virgata* растет в разреженных сообществах, чаще всего разнотравно-злаковых со значи-



тельным участком кустарников *Spiraea aquilegifolia*, *Caragana pygmaea*, *Rubus diacanthum*, полукустарника - *Artemisia gmelinii* и полукустарничка *Dracocephalum fruticosum*. В составе травянистой растительности – не более 15 видов степных растений, преимущественного ксерофитов: *Stipa baicalensis*, *S. sibirica*, *Agropyron cristatum*, *Lespedeza davurica*, *Convolvulus arvensis*, *Stellaria dichotoma*, *Patrinia rupestris*, *Silene repens*, *Kochia prostrate*.

Таким образом, *M. turczaninowiana* это достаточно распространенный на территории Восточного Забайкалья вид, с дизъюнктивный ареалом, входящий в состав различных сообществ в разных биомах региона. Данные сообщества имеют отличия, как по видовому составу в целом, так и по видам эдификаторов и доминантов. В литературе (Степи..., 1986) *M. turczaninowiana* представлен как горно-степной ксерофит, наши исследования указывают на ксеромезофитность вида. *M. turczaninowiana* предпочитает хорошо азируемые и увлажненные участки сообществ для произрастания. *M. virgata* встречается в более ксерофильных сообществах, эдификаторами и доминантами которых являются степные виды.

#### 4.2. Анализ бета-разнообразия фитоценозов, включающих *Melica turczaninowiana*

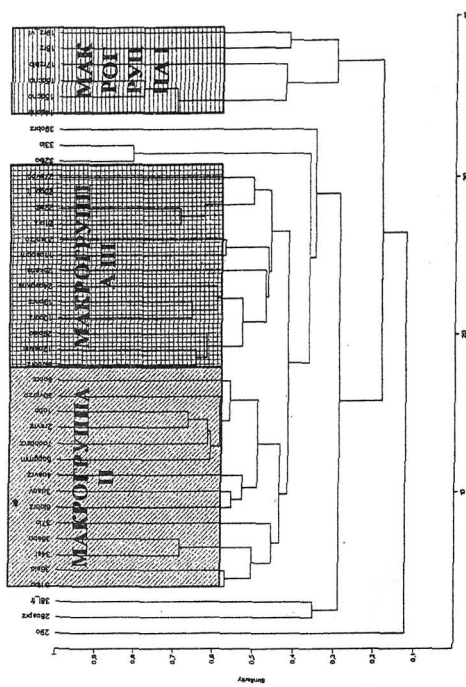


Рис. 1. Дендрограмма из 39 ценопопуляций *M. turczaninowiana*: макрогруппа I (ДА) черноберезово-дубовый лес; макрогруппа II (ДЯ) синевый разнотравный лес; макрогруппа III (ДО) осиново-кустарниковый лес

Кластерный анализ фитоценозов по индексу сходства показал четкое разделение площадок по географическому принципу. Выделились три макрогруппы (I-III) кластеров (рис. 1) по географической привязке. Макрогруппа I – фитоценозы ДА (Газимуро-Заводский р-н), с наличием в составе неморальных видов; Макрогруппа II – фитоценозы ДЯ (Читинский р-н), с высоким содержанием видов горно-таежной флоры; Макрогруппа III – фитоценозы ДО (Акшинский р-н), с высоким содержанием видов горно-степной флоры и петрофитов. Это подразделение связано с несколькими определяющими факторами. Прежде всего, это особенности широтных зон (таежной, лесостепной и степной), в состав которых входят изучаемые сообщества. Также, при движении в меридиональном направлении – с севера на

юг, и в широтном – с востока на запад, увеличивается континентальность климата, выражающаяся в уменьшении количества осадков в течение вегетативного сезона, что сильно сказывается на условиях обитания. Значительное влияние оказывают орографические особенности региона – изрезанность рельефа формирует разнообразие как абиотических параметров (температура, влажность), так и биотических (состав эдификаторов, высотная зональность).

Следующий факт, который удалось выявить при анализе сообществ, это влияние на степень сходства средообразующих видов – сообщества с одинаковыми эдификаторами более схожи. Чаще всего эдификатором является: *Populus tremula* (отмечен в 33 из 39 описаний). Для каждой географической группы (макрогруппы I-III) можно выделить свои эдификаторы. В макрогруппе I эдификаторами являются *Quercus mongolica*, *Betula davurica*; в макрогруппе II – *Betula platyphylla*, *Larix gmelinii*; в макрогруппе III – ерниковые (*Betula fusca*, *Salix bebbiana*) и степные кустарники (*Armeniaca sibirica*, *Ulmus pumila*). При этом каждый из названных эдификаторов определяет отдельную группу кластеров. На сходство более мелкого масштаба, в ряде случаев, также оказывают влияние доминирующие виды в травянистом ярусе. В целом по всем площадкам наблюдается мозаичность видового состава, и наряду с лесными видами высокую долю составляют степные и горностепные виды растений.

Основным лимитирующим фактором, является недостаток влаги во время вегетационного периода, поэтому для более полного понимания процессов происходящих в изучаемых сообществах нами для каждого вида была определена его экологическая группа по отношению к воде. Оценку проводили по соотношению видов растений разных экологических групп в фитоценозах. Было выяснено, что в сообществах ДО и ДЯ в видовом составе преобладают ксерофиты, их доля в общем количестве видов превышает 40% (рис. 2). Доля мезофитов небольшая и не превышает 10-12 %, хотя можно выделить и сообщества с более высоким содержанием мезофитов. В ДА в составе сообществ доля ксерофитов уменьшается, а доля мезофитов увеличивается в некоторых ценопопуляциях до 17-20 %, хотя в более сухих местообитаниях эта экологическая группа также представлена слабо (рис. 2).

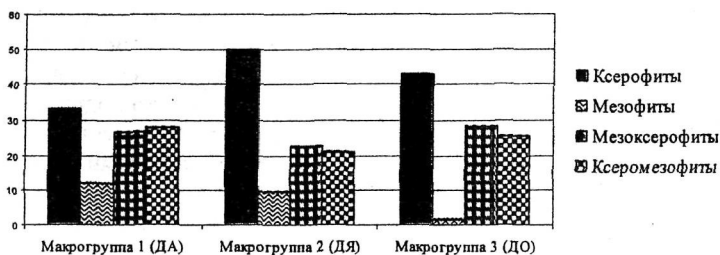


Рис. 2. Соотношение экологических групп в макрогруппах ценопопуляций *M. turczanowiana*, %

### 4.3. Анализ морфологических и биохимических особенностей *Melica turczaninowiana*

Для того чтобы понять процессы, проходящие в популяциях изучаемого *M. turczaninowiana* проведена работа по анализу на разных уровнях – морфофизиологическом и биохимическом – выборки семян.

**Морфометрический анализ ценопопуляций *Melica turczaninowiana*.** Для выяснения особенностей влияния на популяции различных абиотических и биотических факторов нами были проведены морфологические исследования *M. turczaninowiana*. Анализ первичных данных (18 морфометрических признаков) показал, что предполагаемые по фитоценоотическим особенностям ценопопуляций *M. turczaninowiana*, подтверждаются и на морфологическом уровне.

Пошаговый дискриминантный анализ (DCA) (Пузаченко, 2004) выявил несколько значимых тенденций, как внутри популяций (в пределах урочища Никишихи дифференцировалось три ценопопуляции), так и между ними (специфичность географически удаленных выборок). Так, на первую дискриминантную ось (DCF 1) приходится 42% общей дисперсии, различия по оси достоверны ( $p \ll 0,001$ ). По ней дифференцировалась выборка №9 "Титовская" (рис. 3). Это связано с особенностями местообитания – ценопопуляция отмечена в сообществе остепненного соснового леса на вершине Титовской сопки, на склоне восточной экспозиции.

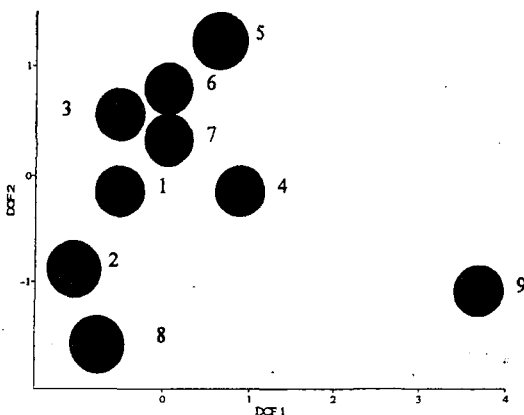


Рис. 3. Результаты распределения центроидов 9 ценопопуляций *M. turczaninowiana* методом дискриминантного анализа морфометрических параметров выборок (DCF 1 и 2) (выборки: 1-"Никишиха-1а"; 2-"Никишиха-2а"; 3-"Никишиха-3"; 4-"Никишиха-1б"; 5-"Никишиха-2б"; 6-"Никишиха-2в"; 7-"Никишиха-2г"; 8-"Ангаихата"; 9-"Титовская")

Пошаговый дискриминантный анализ (DCA) позволяет рассматривать взаимодействие множества параметров (один из многомерных методов) и сопоставлять их попарно, выделяя наиболее значимые. Но дисперсионный анализ при всей своей наглядности, как и любой параметрический метод

статистики, чувствителен к нормальности распределения. Поэтому его можно проверить непараметрическим методом Краскала-Уоллиса, который лишен этих недостатков (Юнкеров, 2002; Пузаченко, 2004).

При анализе признаков тестом Краскала-Уоллиса (Пузаченко, 2004) выборка “Титовская” также дифференцировалась (рис. 4). Достоверные различия были описаны по тем же признакам: число колосков в метелке ( $H_{(df=7, n=144)} = 49,77503$ ;  $p < 0,001$ ), число семян ( $H_{(df=7, n=140)} = 43,15265$ ;  $p < 0,001$ ), ширине второго листа ( $H_{(df=8, n=163)} = 31,08218$ ;  $p < 0,001$ ).

Таким образом, проведенный морфометрический анализ показал, что выборки достоверно различаются по 8 из 18 параметров, которые отражают те или иные зависимости. Наибольшее своеобразие проявила выборка “Титовская” (ДЯ), что связано с тем, что ценопопуляция *M. turczaninowiana* в данной выборке находится в нетипичном по видовому составу и микроклимату сообществе.

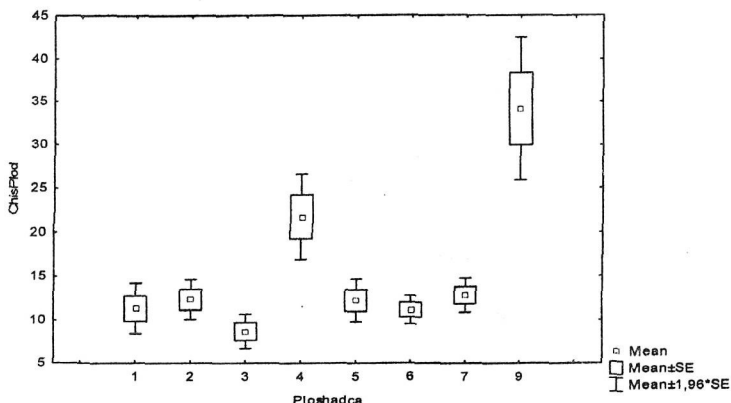


Рис. 4. Распределение 9 ценопопуляций *M. turczaninowiana* по числу колосков в метелке (анализ методом Краскала-Уоллиса)

Примечательно, что популяция “Никишиха”, представленная ценопопуляциями из разных местообитаний, показала свою неоднородность по морфологическим признакам. Предполагаемые ценопопуляции – “Никишиха-1”, “Никишиха-2” и “Никишиха-3”, выделенные нами при анализе состава растительных сообществ в пределах урочища подтвердились и по морфометрии (по числу колосков в метелке).

**Соотношение весо-размерных групп семян *Melica turczaninowiana* в ценопопуляциях.** Методом разделения в растворах сахарозы нами получены весо-размерные группы из 7 точек сбора семян *M. turczaninowiana*. В целом для разделения на группы нами использовано более 7000 семян. Выяснилось, что распределение числа семян по группам при сравнении ценопопуляций “Ангаихата” и “Ингода” сходны между собой, и отличаются от ценопопуляций “Никишиха” (рис. 5). Это выражается в особенностях распределения семян по группам, и если в ценопопуляциях

“Никишихи” большая часть семян попадали в 2 весо-размерные группы, то в ценопопуляциях “Ингода” и “Ангаихата” (рис. 5) произошло более равномерное разделение по 4 весо-размерным группам. Кроме того, выделенные ценопопуляции в пределах “Никишихи” подтвердились.

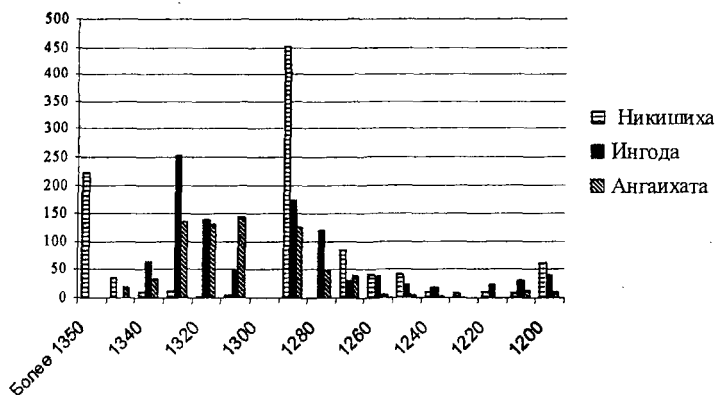


Рис. 5. Распределение весо-размерных групп семян *M. turczaninowiana* в ценопопуляциях “Никишиха”, “Ингода” и “Ангаихата” (по оси ординат – число семян (в шт.), по оси абсцисс – плотность раствора (в  $\text{кг}/\text{м}^3$ ))

Предположительно, что на взрослые растения и соответственно на их потомстве, на биохимическом уровне отражаются основные тенденции по приспособлению к воздействию факторов среды. Это и микроклиматические факторы (влажность почвы и воздуха, направление ветра, количество тепла поступающего растению в весенне-летний период) и особенности состава сообщества, воздействие эдификаторов, возможно и определенные изоляционные и другие воздействия рельефа и пр.

С другой стороны, при интерпретации данных прорастания можно говорить, о том, что смещение частот семян от  $1290 \text{ кг}/\text{м}^3$  в сторону уменьшения плотности ( $1200 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) говорит об увеличении ксерофильности сообществ. Смещение в сторону увеличения плотности (к  $1350 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) может, предположительно, свидетельствовать о снижении дефицита влаги и большей увлажненности местообитаний. Эта точка зрения подтверждается составом сообществ по экологическим группам. В пределах ценопопуляции “Ингода” и “Ангаихата” заметно смещение в сторону увлажненности и это показано увеличением доли мезофитов и сдвигом частот (рис. 5). Для “Никишихи” пиковая фракция  $1290 \text{ кг}/\text{м}^3$ , а  $1350 \text{ кг}/\text{м}^3$  выражена в меньшей степени (рис. 5). Условия в данных местообитаниях более ксерофильные, что подтверждается видовым составом сообществ.

**Биохимические особенности семян в ценопопуляциях.** Проведен белковый анализ семян из разных весо-размерных групп и ценопопуляций *M. turczaninowiana*. Всего сделано 25 проб, из которых выделялись фракции

растворимых белков – альбуминов, глобулинов, глиадинов (проламинов) и глютелинов, из которых большая часть проб была представлена биологическими и статистическими повторностями, что позволяет говорить о большей объективности полученных данных.

Для сравнения использованы семена, собранные в ценопопуляциях – “Никишиха”, “Ингода” и “Ангаихата”.

Таблица 1

Соотношение водорастворимых фракций белков в семенах ксерофитных злаков, %

Белковая фракция	<i>M.turczaninowiana</i>	<i>Agropyron cristatum</i> *	<i>Festuca litvinovii</i> *	<i>Spodiopogon sibiricus</i> *
Альбумины	6,26	45,11	15,6	17,36
Глобулины	2,53	7,37	8,75	7,22
Глиадины	4,39	16,21	29,39	29,81
Глютелины	86,23	31,31	46,26	45,61

“\*” – данные Якимовой Е.П. (1999)

Нами выявлены следующие отличительные особенности (на уровне общих тенденций) соотношения белковых фракций у *M. turczaninowiana* и трёх других (более распространенных в регионе) ксерофитных степных злаков (табл. 1) различается. Отмечается повышенное содержание глютелинов в семенах *M. turczaninowiana* по сравнению с семенами *Festuca litvinovii*, *Spodiopogon sibiricus* и особенно *Agropyron cristatum* и пониженное количество альбуминов, глобулинов и глиадинов (проламинов). Предположительно это связано с особенностью физиолого-биохимических механизмов адаптаций вида к условиям среды во время прорастания и сохранения семян в почве, а возможно и общими особенностями вида.

Таблица 2

Содержание белковых фракций в популяциях и микропопуляциях в зависимости от весо-размерной группы семян *M. turczaninowiana*, %. (Название ценопопуляций *M. turczaninowiana* и плотность (кг/м<sup>3</sup>) весо-размерных групп семян: 1-Никишиха-1 (ρ 1280-1290); 2-Никишиха-2 (ρ 1280-1290); 3-Никишиха-3 (ρ 1330); 4-Никишиха-2 (ρ 1330-1350); 5-Никишиха-1 (ρ 1350 и >); 6-Ингода (ρ 1270-1290); 7-Ингода (ρ 1320-1330); 8-Ангаихата (ρ 1320-1330).

Белковая фракция	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Альбумины	4,99	8,14	5,83	9,57	6,65	4,93	3,88	9,56
Глобулины	1,88	3,34	2,36	2,75	3,18	1,78	2,25	3,76
Глиадины	6,25	6,95	4,71	4,16	5,55	2,97	3,71	8,31
Глютелины	86,88	81,57	87,1	83,52	84,62	90,32	90,16	78,37

При сравнении разных ценопопуляции *M. turczaninowiana* (табл. 2) было выяснено, что зерновки содержат в своем составе большое количество глутелинов (до 90%), остальные фракции занимают 10-15%, что вероятно связано с биохимической примитивностью вида (что согласуется с представлениями А.В. Благовещенского (1950, 1981)), а так же с особенностями адаптации к действию неблагоприятных факторов. Кроме того, различия по фракционному составу растворимых белков наблюдаются и по ценопопуляциям и по весо-размерным группам внутри них.

## Глава 5. Эколого-биологические особенности семян *Melica turczaninowiana*

### 5.1. Влияния водного стресса при прорастании зародыша семян

По результатам дисперсионного анализа (ANOVA) выяснено, что по большинству морфометрических параметров различия между динамикой изменений размеров структур семян *M. turczaninowiana* в растворах с осмотическим давлением в 5 и 10 атмосфер не существенны. Тем не менее, оказалось, что развитие получают, прежде всего, структуры ответственные за поглощение воды в самые первые этапы прорастания, что приводит к мобилизации запасных веществ из эндосперма и переход к автотрофному питанию максимально быстро. Влагообеспеченность семян *M. turczaninowiana* при прорастании в растворе с осмотическим давлением в 5 атмосфер более высокая, что связано с большой разностью водного потенциала. В растворе с осмотическим давлением 10 атмосфер градиент водного потенциала и соответственно всасывание воды ниже и рост структур и соответственно прорастание семян приобретает медленный и растянутый во времени процесс. Если к 96 часам в растворе с осмотическим давлением 5 атмосфер прорастает до 70-75 % семян *M. turczaninowiana*, то в растворе с осмотическим давлением 10 атмосфер на этот же момент времени прорастают только 20% семян (рис. 6). При сравнении характера прорастания семян в разных растворах первый тип прорастания относится к "взрывному", с увеличением осмотического давления до 10 атмосфер данная особенность прорастания семян *M. turczaninowiana* теряется.

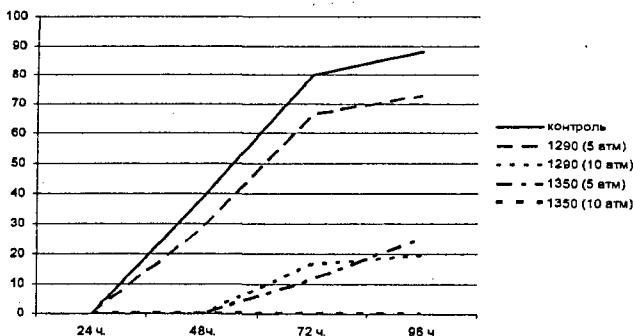


Рис. 6. Всхожесть семян *M. turczaninowiana* при разном осмотическом давлении

## 5.2. Анатомо-морфологические особенности семян *Melica turczaninowiana* и *Melica virgata*

В результате исследования было выяснено, что зародыш *M. virgata* относительно размеров семени крупнее. Сопоставляя длину эмбриональной оси и длину семени выяснено, что зародыш *M. turczaninowiana* занимает  $\frac{1}{6}$ , а зародыш *M. virgata* –  $\frac{1}{3}$  длины зерновки. У видов *M. turczaninowiana* и *M. virgata* зародыш семян дифференцирован на щиток, колеоптиль, зародышевый корень, колеоризу и эпибласт.

Известно, что эпибласт и колеориза у зародышей злаков ответственны при прорастании за поглощение воды в условиях её дефицита. При этом эпибласт присутствует не у всех видов злаков и получает развитие у семян, прорастание которых происходит в условиях избытка или недостатка влаги (Яковлев, 1950, 1972; Илли, 1984, Якимова, Бондаревич, 2008). У исследуемых видов эпибласт и колеориза развиты, размеры этих структур наибольший у *M. virgata*, обитающего в более ксерофильных степных сообществах.

Таблица 3

Размеры структур зародышей семян *M. turczaninowiana* и *M. virgata*

Параметры структур зародыша семени	<i>M. turczaninowiana</i>	<i>M. virgata</i>
Длина эмбриональной оси	562,50±6,43	586,52±46,61
Длина щитка	511,40±30,69	545,74±45,83
Ширина щитка	161,90±6,11	174,85±26,61
Длина колеоптиля	227,27±62,83	217,20±30,93
Ширина колеоптиля	119,31±32,98	221,12±22,88
Длина колеоризы	42,60±11,94	41,50± 7,76
Ширина колеоризы	173,30±5,97	202,30±30,41
Длина корня	121,87±49,87	143,49±36,15
Ширина корня	130,68±36,13	126,24±29,32
Длина эпибласта	88,10±9,12	137,22±21,33
Ширина эпибласта	38,40±4,56	46,26±13,81

Таким образом, проявляется связь эколого-физиологических адаптаций изученных видов с анатомо-морфологическим строением растений и зародышей семян, при воздействии стрессовых факторов.

В целом реликтовые виды *M. turczaninowiana* и *M. virgata* встречающиеся в составе растительных сообществ являются наиболее уязвимыми при антропогенном воздействии. Для сохранения видов необходимо организовать экологический мониторинг за эталонными сообществами.

### Выводы

1. Данные, полученные при флористическом анализе ценопопуляций *M. turczaninowiana*, подтверждают, что эволюционно вид развивался на территории Восточного Забайкалья преимущественно в ксеромезофитных лес-



ных и лесостепных сообществах. Наибольшее распространение *M. turczaninowiana* получает в фитоценозах Даурии Аргунской, где микроклиматические условия и видовой состав сообществ являются наиболее оптимальными для существования вида.

2. По результатам морфологического анализа генеративных особей *M. turczaninowiana* выявлены отличия по 8 из 18 взятых для анализа параметров. При этом наибольшее отличие проявила ценопопуляция "Титовская" (ДЯ), где *M. turczaninowiana* находится в нетипичном по видовому составу и микроклимату сообществе.

3. Выявлены особенности распределения семян по весо-размерным группам, которые характеризуют основные тенденции в популяциях *M. turczaninowiana*, проявляющихся как приспособления наиболее значимых в определенных условиях соотношений структур зерновки и биохимического состава. При этом географически удаленные популяции *M. turczaninowiana* имеют достоверные различия по многим параметрам. В связи, с чем в популяциях проявляется гетерогенность, поддерживающая популяционный гомеостаз и позволяющая сохраняться отдельным ценопопуляциям в изменяющихся условиях среды.

4. Реализация анатомо-морфологических адаптаций к условиям различной влагообеспеченности обитания вида основаны на наличии эпибласта и хорошо развитой колеоризы в зародышах зерновок *M. turczaninowiana* обуславливающий рост осевой части в период прорастания. Биохимические исследования позволили подтвердить различия на уровне ценопопуляций. Проявляется зависимость соотношения белков в семенах от географической приуроченности ценопопуляций *M. turczaninowiana* и от принадлежности к наиболее представленным по числу семян весо-размерным группам. Выяснено, что семена *M. turczaninowiana* содержат в своем составе большое количество глутелинов (до 90%). При этом соотношение водорастворимых белков подтверждает примитивность *M. turczaninowiana* на биохимическом уровне (преобладание в составе глутелинов над альбуминами и проламинами).

5. На современном этапе в связи с реализацией национальной стратегией по сохранению биологического разнообразия, необходимо организовать мониторинг за сообществами с участием *M. turczaninowiana* и *M. virgata*. Эталонные сообщества целесообразно выделить в Газимуро-Заводском (урочище «Будюмкан»), Акшинском (урочища «Курулга» и «Ангаихата») и Кыринском (окр. с. Кыра) районах. Для сохранения исчезающего *M. virgata* необходима организация охраняемых территорий на юге Восточного Забайкалья, а также поиск новых популяций вида на территории региона.

## Список публикаций по теме диссертации

### Статья, опубликованная в рекомендованном ВАК издании:

1. Бондаревич, Е.А. Особенности роста структур зародыша семян злака *Melica turczaninowiana* при прорастании в условиях дефицита влаги // Естественные и технические науки. – № 5. – М., 2008. – С. 53–58.

### В других изданиях:

2. Бондаревич, Е.А. Дикорастущие злаки Восточного Забайкалья / Е.А. Бондаревич, И.А. Борискин // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Вып. 10. – Т. 2. – Абакан, 2006. – С. 144.
3. Бондаревич, Е.А. Особенности прорастания семян дикорастущих злаков Восточного Забайкалья в связи с адаптацией к экстремальным условиям среды // Молодая наука Забайкалья – 2007 : аспирантский сборник. – Чита, 2007. – С. 279–281.
4. Бондаревич, Е.А. Дикорастущие злаки Восточного Забайкалья – перспективы их изучения и использования // Молодежь Забайкалья: эффективная экономика – благополучное развитие края : материалы XI молодежной Международной конференции. – Чита, 2007. – С. 169–171.
5. Бондаревич, Е.А. Особенности роста структур зародыша семян *Melica turczaninowiana* Ohwi в зависимости от различных условий влагообеспеченности // Биоморфологические исследования в современной ботанике : материалы Международной конференции. – Владивосток, 2007. – С. 80–82.
6. Бондаревич, Е.А. Охрана и рациональное использование дикорастущих злаков приграничной зоны Восточного Забайкалья / Е.А. Бондаревич, И.А. Борискин // Природоохранное сотрудничество Читинской области (РФ) и Автономного Района Внутренняя Монголия (КНР) в трансграничных экологических регионах : материалы Международной конференции. – Чита, 2007. – С. 13–17.
7. Бондаревич, Е.А. Роль морфологических особенностей структур зародышей семян ксерофитных злаков Восточного Забайкалья в адаптации к среде обитания / Е.А. Бондаревич, Е.П. Якимова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : материалы VII международной научно-практической конференции. – Барнаул, 2008. – С. 205–206.
8. Бондаревич, Е.А. Особенности развития структур зародыша семян *Melica turczaninowiana* при прорастании в условиях дефицита влаги (in vivo) / Е.А. Бондаревич, Л.Л. Войта // Биосфера Земли: прошлое, настоящее и будущее (ИЭРиЖ УрО РАН) : материалы конф. молодых ученых. – Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2008. – С. 23–27.
9. Бондаревич, Е.А. Перловник / Е.А. Бондаревич, Е.П. Якимова // Малая энциклопедия Забайкалья: природное наследие. – Новосибирск: Наука, 2009. – С. 422.

Подписано в печать 20.10.09. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.  
Способ печати оперативный. Усл. печ. л. 1,1. Уч.-изд. л. 1,1.  
Заказ № 19109. Тираж 100 экз.

---

Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический  
университет им. Н.Г. Чернышевского  
672007, г. Чита, ул. Бабушкина, 129