

4

SCHOOL 179

Ranunculoido



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОЗРЕНИЕ 179

Приложение к журналу «Математическое образование»

Учредитель: Фонд математического образования и просвещения
Гл. редактор Комаров С.И.

Редакторы Кудрявцева Е. И., Петраш Е. Г.

Раздел Пантопода (биология)
Номер выпуска



СОДЕРЖАНИЕ

Охраняемые в Мурманской области виды сосудистых растений – новые точки из окрестностей села Ковда.....	5
Кудинова Мария, Яковлев Валерий, Нефёдова Анна	
Новые данные о флоре заказника «Флористический» (Ярославская область)	20
Кирина Александра Дмитриевна, Досковская Полина Тимофеевна	
Гибридизация Зубянки луковичной и Зубянки пятилистной в заповеднике «Лес на Ворскле»	32
Грек Д., Тарасова А., Белова Д.А., Рудяк К.К, Тихомирова А.А., Нефедова А.Д., Потапова А.Б.	
Структура гемипопуляции спорофитов Гроздовника Северного (<i>Botrychium boreale</i> Milde) и их морфологическое разнообразие на острове Плоская луда Кандалакшского залива Белого моря.....	51
Ефимова Ирина Олеговна	
Изучение возобновления и распространения чужеродных видов растений дендрария Березичского лесничества Национального парка «Угра».....	55
Петр Изотов	
Орхидеи Греции. Наблюдения биокласса 179 школы	61
Александра Авдеева	
Зависимость зарастания продуктов питания бактериальными культурами от наличия консервантов и асептической обработки упаковки	71
Калыгина Анна	

ОХРАНЯЕМЫЕ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВИДЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ – НОВЫЕ ТОЧКИ ИЗ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛА КОВДА

Школа 179

Авторы:

Кудинова Мария,
Яковлев Валерий,
Нефёдова Анна

Научные руководители:

Решетникова Наталья Михайловна,
Петраш Евгения Георгиевна



ВВЕДЕНИЕ

Окрестности села Ковда Кандалакшского района Мурманской области – одна из хорошо изученных во флористическом отношении территорий региона. Определяет своеобразие данной местности то, что здесь в море впадает одна из наиболее крупных рек на Кандалакшском берегу – Ковда (рис.1). Село Ковда упоминается в актах Соловецкого монастыря уже в начале XVI века, а в XIX численность населения была больше, чем в Кандалакше. В это время на островах Ковдской губы располагались три лесозавода: английский, шведский и русский. В середине XX века эти заводы уже не действовали, но в окрестностях села наблюдались многочисленные покосы, выпас лошадей и овец. В настоящее время численность жителей села значительно сократилась, местные жители почти перестали держать скот, что вызывает исчезновение покосных лугов и пастбищ. Вместе с ними исчезают и многие редкие виды этих местообитаний.



Рис. 1. Красным отмечено место нашей работы - окрестности села Ковда Кандалакшского района Мурманской области.

Первые работы по изучению флоры проводились в XIX веке финскими ботаниками, затем в начале XX века во время ботанических практик – студентами Юрьевского (современный г. Тарту), а после Октябрьской революции – Воронежского университетов. В 1954 г. в Ковде работал известный советский ботаник Р. Н. Шляков, в 1970-х – сотрудник кафедры высших растений МГУ В. Н. Вехов.

С 1974 г. в Ковде проходят летние практики Московского биологического класса, который был организован Г. А. Соколовой в школе № 57, затем биокласс размещался в школе № 520, а сейчас базируется в школе № 179. В 1990-х годах материалы по Ковдской флоре были обобщены Д. Д. Соколовым (МГУ) (Соколов, 1992; Соколов, Филин, 1996). Эти данные вошли в определитель растений окрестностей Беломорской биологической станции имени Н. А. Перцова (ББС МГУ) (Соколов, Филин 1996). Практики продолжаются и сейчас, таким образом, мы можем проследить динамику многих видов почти за сорок лет.

На территории продолжают регистрироваться новые охраняемые виды (Лапина и др., 2019), некоторые из которых отсутствуют в Красной книге Мурманской области (2014) для окрестностей Ковды, что стало предметом специального исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наши исследования проводились в окрестностях села Ковда в 2015-2021 гг. Мы специально обследовали местонахождения отмеченных в окрестностях с. Ковда редких охраняемых в Мурманской области растений. Собранный во время практик гербарий передан в Гербарий им. Сырейщикова биологического факультета МГУ – MW, дублиеты – в Гербарий Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН – МНА. В тексте для подкрепленных гербарным материалом указаний приведено место хранения образца (и, если имеется, номер штрихкода). Во время практик под руководством Е. И. Кудрявцевой вместе с А. А. Лапиным, начиная с 2014 г., сделана и ведется «биобазы» - электронная база данных (<http://biobase.179.ru>), позволяющая систематизировать сделанные школьниками и преподавателями наблюдения флоры и фауны. Благодаря ей мы можем оценить точ-

ные местонахождения, сезонную динамику численности некоторых видов в окрестностях Ковды, сравнить собственные определения с данными предыдущих исследователей. Наблюдения из «биобазы» дублируются в Global Biodiversity Information Facility (GBIF). К этой базе (помимо «биобазы») подключено множество платформ для фиксации наблюдений (например, iNaturalist), а также некоторые музеи и гербарные архивы, благодаря чему становится возможным нахождение упоминаний интересующего вида, с возможностью настроенного поиска (например, по территории). Поэтому многие наблюдения по редким охраняемым видам подкреплены фотографиями – ссылки на интернет-ресурсы приведены в тексте. Гербарные образцы MW и МНА изучены нами лично и на основе цифрового гербария банка-депозитария МГУ <http://plant.depo.msu.ru>

РЕЗУЛЬТАТЫ

Мы разделили материалы на два раздела:

1) новые местонахождения, не упомянутые в Красной книге Мурманской области (2014) – большинство из них не было известно ранее в окрестностях с. Ковда (Соколов, Филин, 1996); 2) опубликованные в Красной книге местонахождения со сведениями о динамике вида за время исследований. Для каждого вида приводится его статус в Красной книге, первое указание для окрестностей с. Ковда,

известные ранее сведения (для гербарных образцов из MW приведен штрихкод) и полученные нами в 2015–2021 г. данные: местонахождение и местообитание в формате гербарной этикетки, ссылка на гербарный образец (МНА, MW) или фотографические материалы. Далее мы приводим собственные материалы, полученные в 2021 г. о численности популяции, и, если имеются, сведения о динамике его численности.

1. НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ, НЕ УКАЗАННЫЕ В КРАСНОЙ КНИГЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ (2014) ДЛЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ КОВДЫ

Diplazium sibiricum (Turcz. ex G. Kunze) Kurata – Диплазиум сибирский [категория 3] (рис. 2В). Встречен в окрестностях с. Ковда, обочина насыпной дороги, лес под валом (от села к шоссе), около 500 м от моста через р. Ковда, N66.695330°, E32.852361°, рядом с мостом через ручей (между мостом через ручей и трубой). Встречено 12 групп, растущих на протяжении 50 м, в группах было от 1 до 8 побегов. Спороносящих побегов отмечено 12, по 1–2 в группе. Довольно много молодых ваий (около 40). Рос вблизи болотца, в смешанном лесу с елью и березой, среди зарослей *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis* и *Oxalis acetosella*. По-видимому, расселяется не только вегетативно, так как группы молодых побегов наблюдались на расстоянии нескольких метров друг от друга. 04.VIII 2021, Н. М. Решетникова (далее НР), М. В. Кудинова (далее МК), А. Д. Нефедова (далее АН), М. Г. Симонян (далее МС), А. С. Тарасова (далее АТ), В. А. Яковлев (далее ВЯ), [<https://www.gbif.org/ru/occurrence/3384404827>]. Впервые найден там же N66.696003°, E32.852512°, 20.VII 2015, Н. А. Лапина (далее НЛ) [Лапина и др., 2019; <https://www.gbif.org/occurrence/2573685428>]. Отмечены два экземпляра, имеющие по не-

сколько ваий. Численность популяции за пять лет возросла.

Asplenium viride Huds. – Костенец зеленый [категория 3] (рис. 2Л). Отмечен на западной оконечности скальной гряды на северо-восточном берегу оз. Большое Ковдское, N66.692076°, E32.841197°, 06.VIII 2021, НР, МК, АН, АТ, ВЯ. Было встречено четыре группы – одна в глубокой трещине голой скалы около 3×3 см, другая – около 10 см в диаметре на голой скале, две – выше по скалам около 5–10 см в диаметре. Последние две группы росли рядом с пятнами тимьяна и мха. Спороношение наблюдалось у всех растений [<http://www.inaturalist.org/observations/95695334>]. Впервые встречен на тех же скалах (по берегу оз. Большое Ковдское), N66.692345°, E32.840719°, 25.VII 2015, НЛ. Отмечены две группы: одна небольшая (всего два побега), а другая – на площади 10 см² в трещинах скалы [Лапина и др., 2019; <https://www.gbif.org/ru/occurrence/3358517294>]. Предположительно, численность вида могла возрасти.

Isoetes lacustris L. – Полушник озёрный [категория 3] (рис. 2А). Найден на мелководье вдоль северной части восточного побережья оз. Верховское, N66.67087°, E32.87498°,

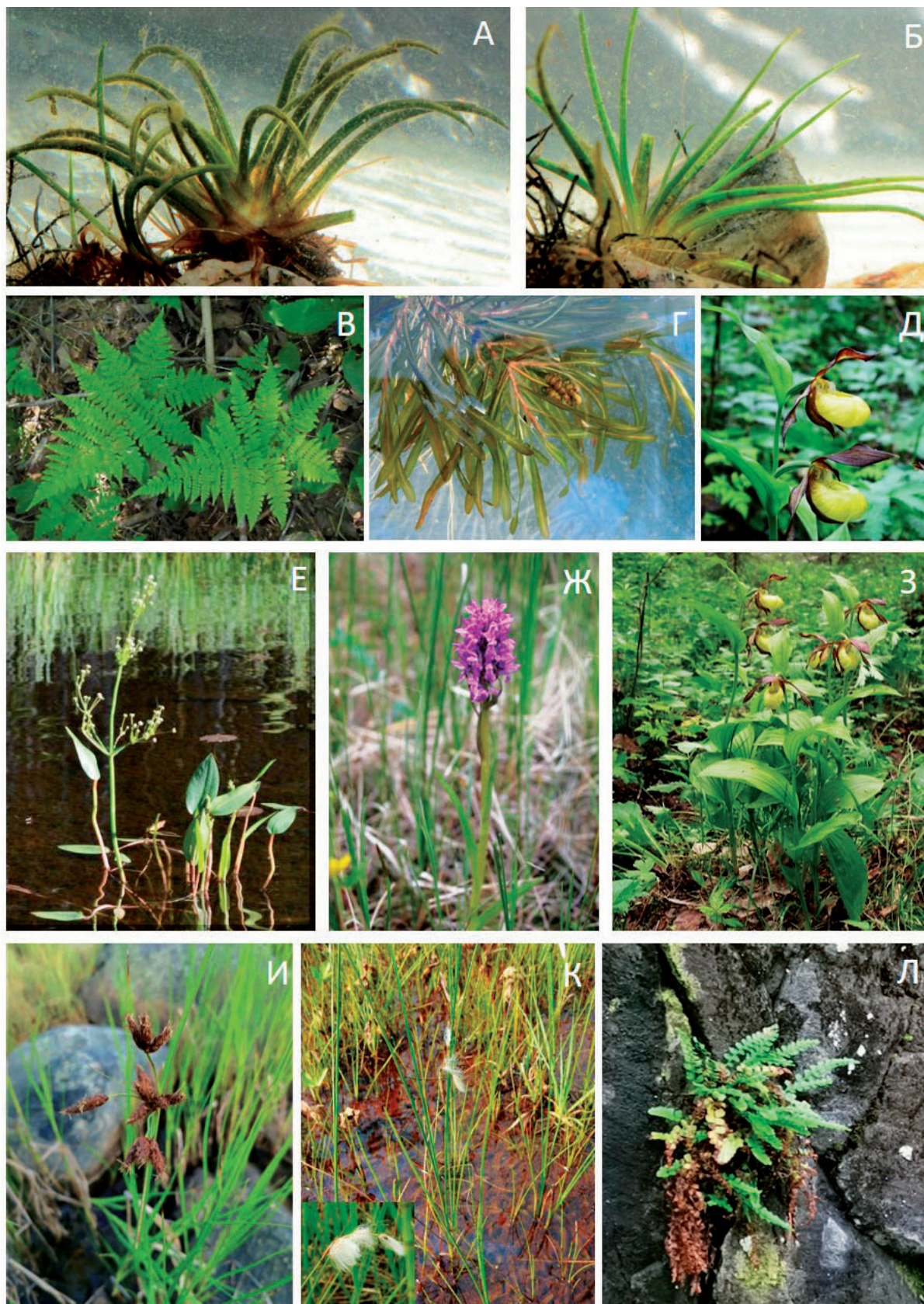


Рис. 2. Новые краснокнижные растения, найденные в 2021 году. А – *Isoetes lacustris* (Полушник озёрный); Б – *Isoetes echinospora* (Полушник колючеспоровый); В - *Diplazium sibiricum* (Диплазиум сибирский); Г – *Potamogeton obtusifolius* (Рдест туполистный); Д – *Cypripedium calceolus* (Венерин башмачек настоящий); Е – *Alisma juzepczukii* (Частуха Юзепчука); Ж – *Dactylorhiza incarnata* (Пальчатокоренник мясо-красный); З - *Cypripedium calceolus* (Венерин башмачек настоящий); И – *Volboshoenus maritimus* (Клубнекамыш морской); К - *Eriophorum gracile* (Пушица стройная); Л - *Asplenium viride* (Костенец зелёный).

11.VIII 2021, МК, ВЯ. Отмечено 5 групп от 1 до 5 растений в группе. Росли на илистом дне рядом с *I. echinospora*. У всех проверенных растений были найдены макроспоры [<http://www.inaturalist.org/observations/108877334>]. Впервые отмечен примерно в 3 км южнее с. Ковда: 1) восточный берег оз. Верховское, в северной части, мелководье на глубине около 20–50 см, каменисто-илистый грунт, N66.669771°, E32.879715°, рядом рос *I. echinospora*, 14.VIII 2016, НР, Е. И. Кудрявцева, М. С. Плыкина; 2) там же, 29.VII 2018, НР, Ю. К. Виноградова, НЛ, Е. Г. Петраш (далее ЕП), А. Д. Шейнова [Лапина и др., 2019; MW0568861]. *I. lacustris* вместе с *I. echinospora* растет почти от уреза воды до глубины более 1 м (в целом, немного глубже, чем *I. echinospora*) на обоих осмотренных нами участках восточного берега (к первому подходит дорога) на протяжении по крайней мере 500 и 100 м [Лапина и др., 2019]. Вероятность находок этого вида в пресноводных оз. в окрестностях Ковды и ББС предполагали ещё в 1990-х годах [Соколов, Филин, 1996], но именно этот участок берега оз. Верховское был изучен многократно во время практик биокласса и при флористических работах Д. Д. Соколова. Маловероятно, что эти виды могли быть не замечены ранее, вероятнее, их численность действительно возросла.

Isoëtes echinospora Durieu – Полушник колючеспоровый [категория 3] (рис. 2Б). Обнаружен на том же месте и на той же глубине что и *I. lacustris*, отмечено 6 групп, от 1 до 3 растений в каждой, 11.VIII 2021, МК, ВЯ. У всех проверенных растений были найдены макроспоры [<https://www.inaturalist.org/observations/96470502>]. Ранее также отмечался и собирался [MW0568856].

Potamogeton obtusifolius Mert. & Koch – Рдест туполистный [категория 2] (рис. 2Г). Отмечен на восточном берегу оз. Верховское, в заводи, рос на небольшой глубине (около 50 см), 2018 г. НР, Ю. К. Виноградова, НЛ, АН, ЕП, А. Д. Шейнова. Наблюдалось несколько десятков побегов [<https://www.gbif.org/occurrence/2573691288>]. Озеро было осмотрено в 1990-х, но вид не был зарегистрирован. В области было известно 3 точки произрастания этого вида [Красная книга, 2014].

Alisma juzepczukii Tzvel. – Частуха Юзепчука [категория 4] (рис. 2Е). Нами отмечена в 2 местах: 1) примерно в 3 км от с. Ковда, на восточном берегу оз. Верховское, N66.671767°, E32.876563°, 11.VIII 2021, МК, ВЯ. Встречено несколько десятков растений (до сотни), произрастающих на каменистой отмели и мелководьях до полуметра глубиной среди осок и рдеста. Некоторые растения растут в группах, некоторые одиночно. Отмечены плодоносящие и ювенильные растения [<http://www.inaturalist.org/observations/96057299>]; 2) примерно в 3 км от с. Ковда, на искусственном каменистом островке на р. Ковда, N66.675378°, E32.868655°. 11.VIII 2021, МК, ВЯ. Отмечено 2 растения [<http://www.inaturalist.org/observations/108879839>].

Ранее отмечена в 3 км южнее с. Ковда, восточный берег оз. Верховское в северной части: 1) берег оз. у мелководья, N66.669771°, E32.879715°, листья и черешки не погружены в воду, 14.VIII 2016, НР, Е. И. Кудрявцева, М. С. Плыкина [MW0569107]; 2) каменистый берег оз., N66.669224°, E32.880723°, 29.VII 2018, НР, Ю. К. Виноградова, НЛ, ЕП, А. Д. Шейнова [MW0569106]; 3) около 2 км к югу от с. Ковда, правый берег р. Ковды, каменистая отмель, N66.676107°, E32.865336°, 22.VII 2018, НР, А. А. Лапин [MW0569108; Лапина и др., 2019]. Впервые вид отмечен в 2016 г. [Лапина и др., 2019], ранее не наблюдался, хотя и, возможно, просматривался, однако в гербарии MW подобные формы ранее не были собраны. В «Определителе...» [Соколов, Филин 199]) ранее указывалась обычная *A. plantago-aquatica*, которая наблюдается и сейчас в Ковде по сырым антропогенным местообитаниям. Ранее в Мурманской области вид (*Alisma juzepczukii*) был указан только в двух точках, не относящихся к окрестностям с. Ковда: 1) Кандалакшский залив, о. Вачев; 2) Турий мыс, N66.5614°, E34.5772° [Кожин, 2014]. Предположительно, численность вида могла возрасти.

Bolboschoenus maritimus (L.) Pallas s. str. – Клубнекамыш морской [категория 2] (рис. 2И). Встречен на о. Олений, на каменистом берегу оз. Хрусломены, 19.VIII 2021, ЕП, ВЯ, МС. Одна группа, площадью 1,5 м², состоящая из 60 побегов, 19 из которых цветоносные.

Рос в воде среди *Carex aquatilis*, по-видимому, возобновлялся вегетативно. Впервые найден там же (оз. Хрусломены), N66.714123°, E32.859176°, берег немного солоноватого оз., одна группа, 12.VIII 2016, НР [<https://www.gbif.org/ru/occurrence/2573687223>; MW1049192]. Начиная с 1980-х годов ученики биологического класса регулярно посещали оз. Хрусломены, но этот вид ранее не наблюдали. По нашим наблюдениям, площадь клона растет. По данным М. Кожина [Лапина и др., 2019], этот вид увеличивает численность в регионе.

Eriophorium gracile Koch – Пушица стройная [категория 3] (рис 2К). Отмечена впервые около 1 км к западу от с. Ковда, N66.6940166667°, E32.8289533333°, на узком болоте между двух гряд, с подтоком воды, 06.VIII 2021, НР, МК, МС, АН, Н. А. Неволлина (далее НН), ВЯ. Росла по обводненному краю болота, среди *E. fluviatile* и *C. limosa* на площади около 35×4 м, рассеянно, отмечено 40 цветоносных побегов в стадии плодоношения [<https://www.inaturalist.org/observations/96057844>; МНА, MW – образцы не инсерированы]. Ранее в окрестностях с. Ковда не была известна, несмотря на долговременные исследования. По нашим наблюдениям, численность вида растет в Нечерноземье, например, в Калужской области [Материалы, 2015].

Cyripedium calceolus L. – Венерин башмачок настоящий [категория 1б] (рис. 2Д, 13). Отмечен примерно в 1 км к северо-западу от с. Ковда, N66.69854°, E32.83071°, на возвышении среди ручья (вода поднялась из-за дождя), одна группа, 6.VIII 2021, НР, МК, АН, НН, МС, АТ, ВЯ. Наблюдалось 15 побегов, цвело 8 из

них, плоды не завязались. Молодых растений поблизости не наблюдалось, но число вегетативных побегов возросло [<https://www.gbif.org/ru/occurrence/3384817143>]. Впервые встречен в этом месте, N66.698424°, E32.830652°, в ложине под скалами у дороги, ведущей от шоссе в с. Ковда, 26.VI 2015, НР, Е. М. Гунько, НЛ, М. С. Панкин, ЕП [<https://www.gbif.org/occurrence/2573685545>]. После этого наблюдался там же в 2018 г. [<https://www.gbif.org/ru/occurrence/2573685545>] и в 2019 г.: встречена одна группа из 6 побегов, 4 из которых цвели, но плоды не завязались [Лапина и др., 2019].

Dactylorhiza incarnata L. – Пальчатокоренник мясо-красный [категория 2] (рис. 2Ж). В 2021 г. был встречен в двух местах: 1) к югу от левобережной части с. Ковда (Запани), N66.695612°, E32.855344°, на «проточном болоте» – небольшом болоте в устье ручья, впадающего в р. Ковду, 08.VIII 2021, НР, МК, АН, МС, АТ, ВЯ. Отмечено 40 растений, из них 25 с плодами и 15 молодых побегов (без плодов). Растет рассеянно на возвышениях и кочках – среди мха, злаков, осок [<http://www.inaturalist.org/observations/96057674>]. В предыдущие годы рос в меньшем обилии, наблюдалось около десятка цветоносных побегов; 2) в 300 м к северо-западу от левобережной части с. Ковда (Запани), N66.700854°, E32.856613°, на окраине приморского переходного болота у моря, 09.VIII 2021, МК, АН, НН, МС, ВЯ. Отмечено 7 растений, растущих рассеянно, 3 из них плодоносили, вегетативного размножения отмечено не было. Ранее отмечался также по берегу оз. Верховское, 05. VIII 2018, НР, Ю. К. Виноградова, НЛ, ЕП, А. Д. Шейнова.

2. ОХРАНЯЕМЫЕ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВИДЫ, УЖЕ ИЗВЕСТНЫЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ С. КОВДА (КРАСНАЯ КНИГА, 2014)

Potamogeton filiformis Pers. – Рдест нитевидный [категория 3] (рис. 3В, 3Г). Растет в массе полосой около 0,5–1 м вдоль всей береговой линии в солоноватых озерах в устье р. Ковды, что подтверждают наблюдения НР и Е.П. в 2015-2021 годах [<https://www.gbif.org/occurrence/2573686246>, <https://www.gbif.org/occurrence/2573689994>, <https://www.gbif.org/occurrence/2573691527>]. Впервые отмечен в 1992 г. в тех же озерах и в том же обилии [MW0214357; Соколов 1992].

Potamogeton pectinatus L. (Stuckenia pectinata (L.) Börner) – Рдест гребенчатый [категория 2] (рис. 3Б). Был встречен нами на берегу оз. Большие Хрусломены, N66.713267°, E32.861321°, рассеянно на глубине до полумет-

ра, 19.VIII 2021, ЕП, МС, ВЯ. Рос вдоль берега на протяжении 50 м, было встречено несколько сотен побегов. Отмечены растения с плодами, а также молодые вегетативные побеги [https://www.inaturalist.org/observations/110646758]. До этого, в 2018 г., был отмечен отмечен в оз. Нижнее Ершовское и собран вблизи устья р. Ковды и в заливах по восточному берегу в оз. Нижнее Ковдское [MW056903], наблюдался авторами там же и в 2021 г. [https://www.gbif.org/occurrence/2573689548, https://www.gbif.org/occurrence/2573688247], также отмечен в небольшом оз. вблизи устья р. Ковда в 2018 г. [https://www.gbif.org/occurrence/2573685469, https://www.gbif.org/occurrence/2573689214]. Впервые собран у с. Ковда в озере в 1990 г. Д. Д. Соколовым и И. А. Кобузовой [MW0215539], отмечен в оз. Нижнее Ершовское, где рос в массе [Соколов 1992].

Zannichellia palustris L. – **Занникеллия ползучая** (болотная) [категория 3] (рис. 3А). Отмечена нами в 2018 г. на оз. Нижнее Ковдское [MW0569077] в заливах по восточному берегу и у оз. Нижнее Ершовское, там же наблюдалась и в 2021 г., отдельные оторванные побеги у берега, по-видимому растет в большом чис-

ле [https://www.gbif.org/occurrence/2573692158, https://www.gbif.org/occurrence/2573690470]. Впервые собрана в оз. Нижнее Ковдское в 1965 г. Н. В. Веховым [MW0217396, MW0217397], затем в 1989 г. Д. Д. Соколовым [MW0217395 – 1989; Соколов, 1992]. В Кандалакшском заливе известна только в окрестностях Кандалакши и на оз. Нижнее Ковдское [Красная книга, 2014].

Sagittaria natans Pall. – **Стрелолист плавающий** [категория 3] (рис. 3Д, 3Е). Собран на мелководье оз. Верховское у восточного берега в северной части в 2016 г. [MW0569111] и в 2018 г. [MW0569112]. Рос на глубине около метра на илистом грунте, в количестве нескольких десятков растений. Впервые отмечен на этом же озере в 1992 г. Д. Д. Соколовым [MW0218913].

Nymphaea candida J.Presl et C.Presl – **Кувшинка чисто-белая** [категория 2] (рис. 3Ж). В 2018-21 годах наблюдалась нами в числе нескольких десятков растений вдоль всего побережья оз. Гагарье [https://www.gbif.org/occurrence/2573689588]. Очевидно, численность вида возросла. Также найдена в оз. у 3-го километра шоссе на Ковду (Поганая Лямбина) N66.702733°, E32.812593°, 07.VIII 2021, НР,

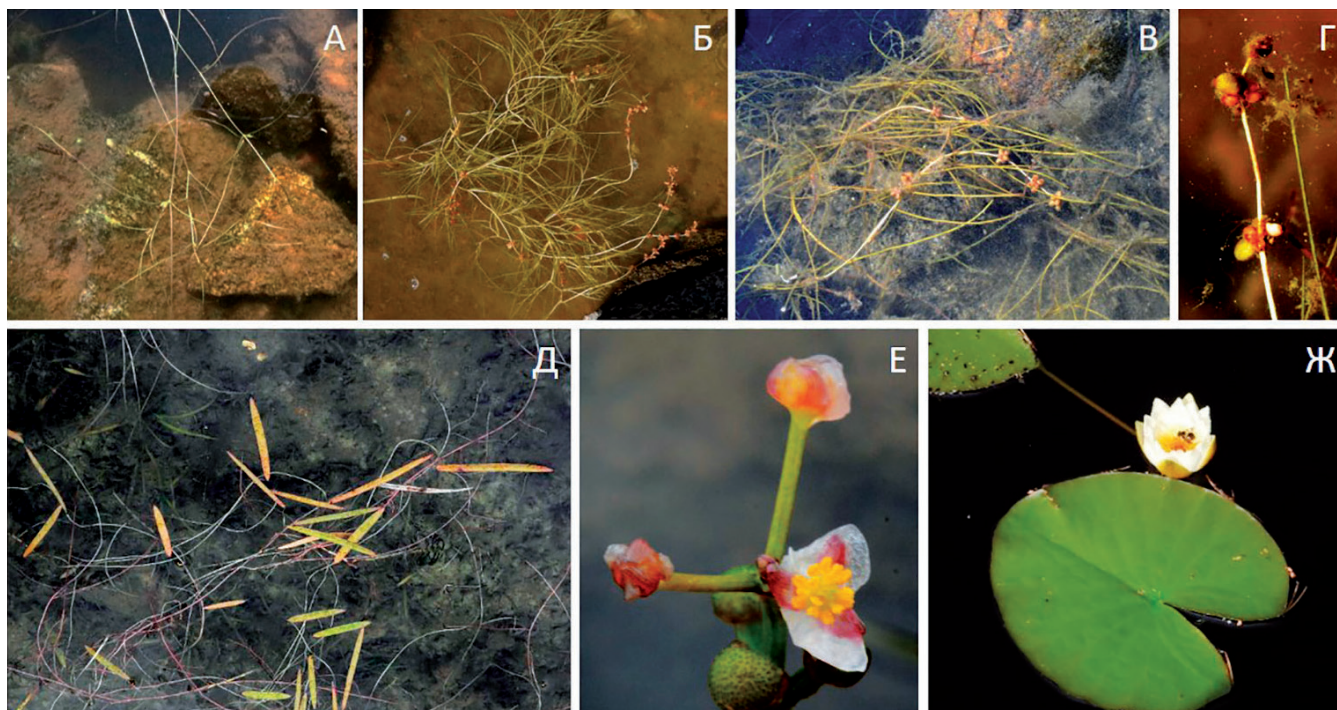


Рис. 3: Краснокнижные растения, обнаруженные до 2021. А - Zannichellia palustris (Занникеллия ползучая (болотная)); Б – Stuckenia pectinata, syn. Potamogeton pectinatus (Рдест гребенчатый); В - Potamogeton filiformis (Рдест нитевидный); Г - Potamogeton filiformis (Рдест нитевидный); Д – Sagittaria natans (Стрелолист плавающий); Е – Sagittaria natans (Стрелолист плавающий); Ж - Nymphaea candida (Кувшинка чисто-белая).

МК, АН, НН. Было встречено 4 группы крупных растений, по 1-6 в группе, мелких особей было более 100. Среди всех крупных особей только 4 развивали цветки [<http://www.inaturalist.org/observations/95651418>]. Ранее вид указывался по всей лесной зоне [Красная книга, 2014], но в списке 1992 г. [Соколов, 1992] упомянута только *N. tetragona* Georgi, «встречено одно растение в лесном озере». По-видимому, указания относятся к *N. candida*, произрастающей в лесном оз. Гагарье (N66.697175°, E32.849651°).

Carex echinata Murray – Осока ёжисто-колючая [категория 3] (рис. 4А). Отмечена: 1) около 0,5 км к западу от с. Ковда, N66.697711°, E32.850658°, на немного заболоченном берегу оз. Гагарье, 04.VIII 2021, НР, МК, АН, МС, АТ, ВЯ. Найдено 2 дерновины на расстоянии до полуметра между ними [<http://www.inaturalist.org/observations/95693946>, МНА – образцы не инсерированы]; 2) около 2,5 км к северо-западу от с. Ковда (близ 3-го километра шоссе на Ковду), близ оз. (Поганая Лямбина), N66.703867°, E32.811364°, заболоченный берег оз., сфагновое болотце, 07.VIII 2021, НР, АН. Было отмечено 10 дерновин, расположенных неподалеку друг от друга. По-видимому, на этом участке успешно возобновляется. (МНА – образцы не инсерированы). Впервые указывалась как встреченная «Однажды на осоковом болоте» [Соколов, 1992], собрана в 1992 г. на болоте в окрестностях с. Ковда [MW0269212].

Carex paleacea Wahlenb. – Осока чешуйчатая [категория 3] (рис. 4Б). Собрана нами на северном берегу оз. Нижнее Ковдское в 2016 г. [MW1049653]. Наблюдалась там же позднее (в 2021 г.) на площади около метра. Впервые указана по берегу оз. Нижнее Ковдское, на приморских лугах, редко [Соколов 1992].

Carex recta Boott – Осока прямая [категория 3] (рис. 4В). Нами отмечена по северному берегу оз. Нижнее Ковдское N66.690939°, E32.853904°, 05.VIII 2021, НР, МК, АН, НН, ВЯ. Встречено две группы: первая росла на сыроватом лугу под ивовыми кустами, 12 цветоносных побегов на расстоянии 10–20 см друг от друга, практически у всех были замечены поникающие колоски, семена развивались. Вторая группа росла на отмели и мелководье,

состояла из нескольких десятков побегов до сотни (с преобладающими прямостоячими колосками), образующих сплошной покров на площади 3×4 м. Росли вместе с *Carex aquatilis*. Также отмечены семена, но, по-видимому, в основном размножалась вегетативно [<https://www.gbif.org/ru/occurrence/3384451905>]. Ранее указывалась как редкий вид на илистых приморских лугах [Соколов 1992].

Platanthera bifolia (L.) Rich – Любка двулистная [категория 2] (рис. 4Е, 4Ж). Отмечена на юго-западном берегу о. Овечий, N66.702806°, E32.904502°, в ивняке с березой, 6.VIII 2021, Д. А. Грек, Е. Л. Лютвинская, ЕП. Росла разреженно на протяжении 100 м у берега. Некоторые побеги имели цветоносы и плодоносили, но большая часть растений была представлена только листьями. Наблюдалась в этом местонахождении с 1980-х годов (наблюдения Е.П.). Ранее указывалась на луговинах на открытых скалах [Соколов, Филин, 1996; MW0298007]. На островах Кандалакшского залива популяции встречаются часто, многочисленные, и их численность по годам существенно не изменяется [Красная книга Мурманской области].

Botrychium multifidum (S.G. Gmel.) Rupr. (Sceptridium multifidum (S.G.Gmel.) M. Nishida) – Гроздовник многораздельный [категория 3] (рис. 4З). В 2021 г. обнаружен: 1) на восточном берегу оз. Ковдское, в южной части села Ковда, N66.689451°, E32.866438°, на полянках среди ивняка, 05.VIII 2021, НР, АН, ВЯ. Отмечено 37 растений, большинство имело спороносную часть листа и прошлогоднюю вегетативную часть (по два вегетативных листа). Среди них было много молодых растений (при сборе в гербарий – 3 растения – с небольшими корневищами и без остатков старых листьев) [<https://www.inaturalist.org/observations/95770240>; МНА – образцы не инсерированы]; 2) на склоне, спускающемся к морю, в северо-западной части села, вблизи креста, N66.693673°, E32.864151°, среди зарослей черники и мха, 18.VIII 2021, МС, ВЯ. Найдена группа, состоящая из четырех растений, из них 3 – со спороносной частью и одно без нее (молодое растение), около 100 м в стороне – одно растение со спороносной частью [<https://www>.

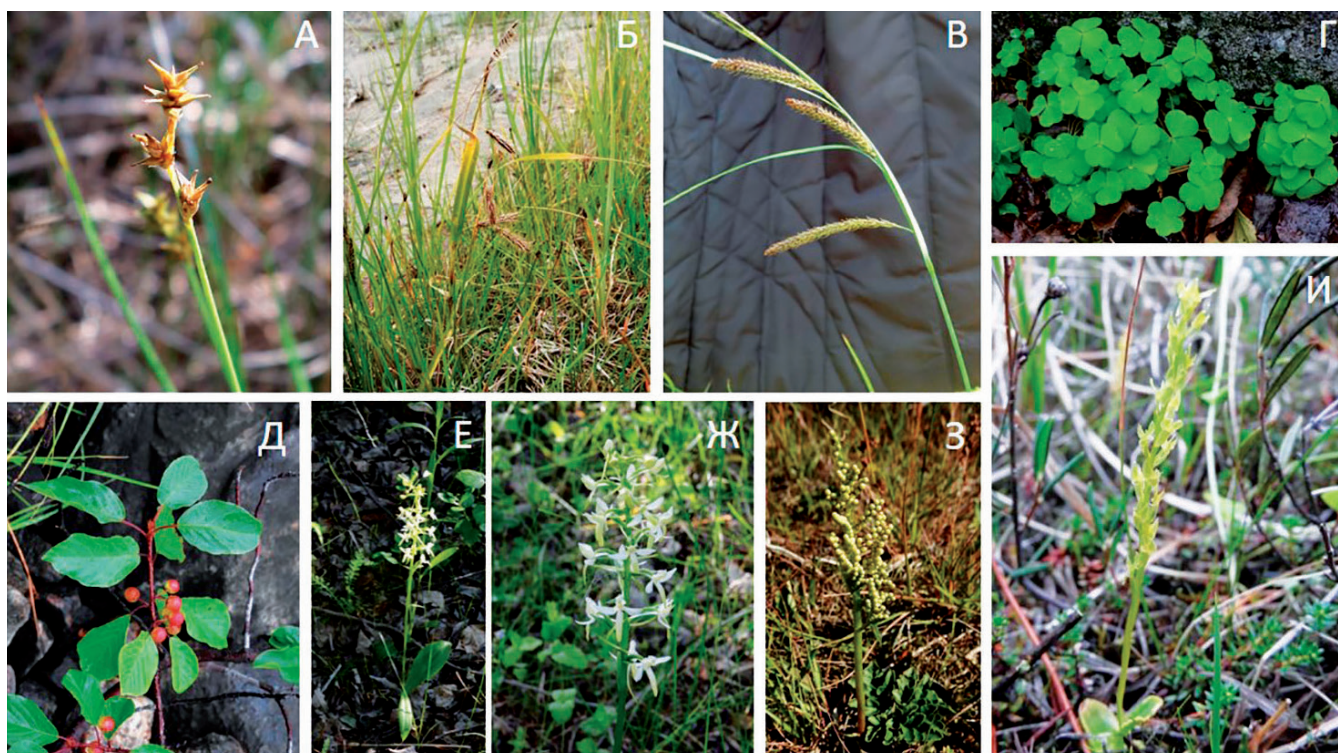


Рис. 4. Краснокнижные растения, обнаруженные до 2021. А – *Carex echinata* (Осока ёжисто-колючая); Б – *Carex paleacea* (Осока чешуйчатая); В - *Carex recta* (Осока прямая); Г - *Oxalis acetosella* (Кислица обыкновенная); Д – *Frangula alnus* (Крушина ольховидная); Е – *Platanthera bifolia* (Любка двулистная); Ж - *Platanthera bifolia* (Любка двулистная); З – *Botrychium multifidum* (Гроздовник многораздельный); И – *Hammarbya paludosa* (Гаммарбия болотная).

inaturalist.org/observations/108972546, <https://www.inaturalist.org/observations/108973086>]. До этого, наблюдался нами на северном берегу оз. Нижнее Ковдское 11.VIII 2016, НР (6 экземпляров), а также в 2016 был найден в с. Ковда, у северо-восточного берега оз. Нижнее Ковдское, N66.69025°, E32.86068°, у тропинок в нижней (южной) части луга (под крестом), НР, М. С. Плыкина. Было отмечено 57 растений, но позднее в этих местах не был найден. В 1980-х встречался рассеянно вблизи дороги приблизительно в 100-200 м севернее луга на северном берегу оз. Нижнее Ковдское, наблюдалось несколько малочисленных групп (наблюдения ЕП). В отдельных точках отмечался по 1–2 года, затем регистрировался неподалеку. Был отмечен на северном конце о. Олений в 1990-х, несколько десятков растений (наблюдения ЕП). Был отмечен на каменистому лугу по северному берегу оз. Нижнее Ковдское в большом количестве [Соколов, 1992; MW0209651]. Как и указывалось в литературе [Красная книга, 2014; Красная книга Московской области, 2018], наблюдаются значительные колебания численности вида по годам в конкретных ме-

стообитаниях, но в окрестностях с. Ковда популяция в целом пока стабильна.

***Hammarbya paludosa* (L.) O. Kuntze – Гаммарбия болотная** [категория 1б] (рис. 4И). Отмечена: 1) в 300 м к северо-западу от левобережной части с. Ковда (Запани), N66.6940166667°, E32.8289533333°, на окраине приморского переходного болота у моря, несколько десятков экземпляров. 8.VIII 2018, НР [<https://www.gbif.org/occurrence/2573689702>]; 2) к югу от левобережной части с. Ковда (Запани), N66.6940166667°, E32.8289533333°, на «проточном болоте» – небольшом болоте в устье ручья, впадающего в р. Ковду, около двух десятков растений, 8.VIII 2018, НР, ЕП [<https://www.gbif.org/occurrence/2573689423>]. В этом местонахождении наблюдается по крайней мере с 1990-х годов. Впервые вид указан в окрестностях с. Ковда в 1992 г., довольно часто [Соколов, 1992; MW0300178 – 1991].

***Oxalis acetosella* L. – Кислица обыкновенная** [категория 3] (рис. 4Г). Нами отмечено несколько участков произрастания 1) вблизи устья р. Ковды на левом берегу, N66.695837°, E32.855219°, 5.VIII 2021, НР, МК, АН, ЕП,

ВЯ. Встречены две группы. Первая площадью 140×35 м. Росла сплошным покровом у тропы в ельнике, более обильно на участках без травяного покрова, но также наблюдалась среди кустарничков и осок. Практически у всех растений отсутствовали коробочки, но встречались редкие экземпляры с плодами, примерно 1 коробочка на 2 м². Вторая группа отмечена ближе к насыпной дороге к с. Ковда и была несколько меньше по размерам, но все остальные характеристики произрастания остались такими же [<https://www.inaturalist.org/observations/109027647>]; 2) 2 группы около ручья, вытекающего из оз. Гагарье, N66.696326°, E32.850490°, в сыром ельнике с ольхой, 5.VIII 2021, НР, МК, АН, ЕП, ВЯ. Первая группа встречена на площади около 45×60 м, сплошным покровом по всей площади. Плодов не обнаружено, размножение, по-видимому, в основном вегетативное. Вторая наблюдалась вблизи ручья с востока от насыпной дороги N66.695514°, E32.850836°, – на площади 12 м²; 3) 3 группы по берегу оз. Нижнее Ковдское, 06.VIII 2021, НР, МК, АН, НН, МС, АТ, ВЯ: первая группа растений в ельнике у ручья, N66.698375°, E32.831238°, произрастала на площади 85×16 м. Плодоношение не наблюдалось. Вторая группа, N66.692660°, E32.830762°, росла под скалами, среди мха и при основании скал на камнях, отмечено плодоношение. Третья группа отмечена по тропинке вдоль озера, N66.691813°, E32.841513° в ельнике с сосной, на камнях среди мха, площадью 15×45 м, местами прерывалась, плодоношение не наблюдалось. 4) около 1–2 км к югу от с. Ковда по «зимнику», идущему к берегу оз. Верховское. Отмечена, начиная с точки N66.680600°, E32.872290°, и заканчивая берегом оз. Верховское N66.669750°, E32.880295°, 11.VIII 2021, МК, ВЯ. Растет между колеями и в лесу по обочине, покровом разной плотности, периодически полностью пропадая. Произрастает среди травянистых растений и мха на земле, а также на камнях (островки мха на камнях) и валах различной высоты (до 5 м). У небольшого числа растений было отмечено плодоношение. 5) в центральной части с. Ковда на берегу моря (у креста), N66.693420°, E32.863895°, 18.VIII 2021, МС, ВЯ, рассеянно, начиная с середины склона и заканчивая его подножием, на открытом участ-

ке, среди мха и черники. Росла на площади – 15×30 м. Плодов не наблюдалось, по-видимому, в основном размножение вегетативное [<https://www.inaturalist.org/observations/109030321>]. В окрестностях с. Ковда впервые собрана Р.Н. Шляковым в 1954 г. [Соколов, 1992], позднее вблизи устья Ковды наблюдалась с 1970-х годов [MW0425836], указывалась по сырым лесам и березнякам в окрестностях Ковды как очень редкий вид [Соколов, Филин, 1996]. В окрестностях с. Ковда состояние кислицы достаточно стабильно – отмечено в нескольких точках, местами на большой площади. Плодоношение нерегулярно (некоторые группы не плодоносили), но все же наблюдалось – на более прогреваемых участках скал. По-видимому, наблюдается успешное вегетативное возобновление, а в отдельные благоприятные годы – может иметь место и семенное.

Frangula alnus Mill. – Крушина ольховидная [категория 3] (рис. 4Д). Наблюдалась на восточном побережье оз. Верховское в трех точках, в количестве менее десятка растений, 2016, НР [MW1057082]. Указывалась, как редкий вид в защищенных от ветров лесах, под скалами [Соколов, 1992]. Собрана на восточном берегу оз. Верховского (немного севернее) в 1992 г. [MW0434740].

Thymus subarcticus Klok. & Shost – Тимьян арктический [категория 3] (рис. 5А). Наблюдался: 1) на скалах к северу от оз. Нижнее Ковдское. Рос в верхней части обнажения «на полочках», на площади по несколько десятков см, местами свисал со скалы, отцвел и, по-видимому, плодоносил. 6. VIII 2021, АН, НР; 2) на юго-западном берегу о. Овечий, N66.706243°, E32.895163°, 6. VIII 2021, Д. А. Грек, Е. Л. Лютвинская, ЕП. Рос преимущественно в расщелинах скал, цвел и плодоносил, вегетативно размножался на протяжении около 75 м вдоль берега. Ранее был отмечен там же Н. А. Лапиной [<https://www.gbif.org/occurrence/2573685517>]; 3) на южной оконечности о. Кривой, на скалах, в 2010-х, ЕП. Указан в Красной книге по всему побережью Белого моря. Под названием *T. serpillum* приведен Д. Д. Соковым на сухих скалах на материке, на о. Овечий, где нередки альбиносы, и на о. Микков [Соколов, 1992].

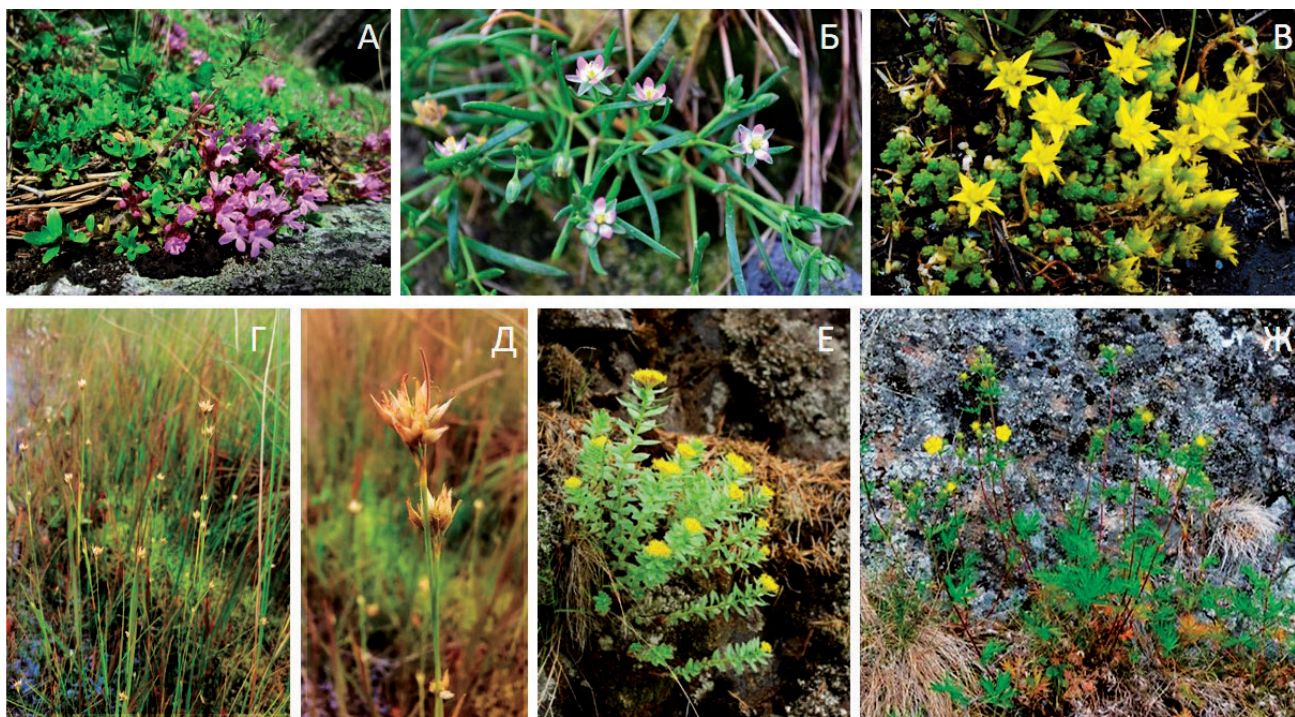


Рис. 5: Краснокнижные растения, обнаруженные до 2021. А – *Thymus subarcticus* (Тимьян арктический); Б – *Spargularia salina* (Торичник солончаковый или морской); В – *Sedum acre* (Очиток едкий); Г – *Rhynchospora alba* (Очеретник белый); Д – *Rhynchospora alba* (Очеретник белый); Е – *Rhodiola rosea* (Родиола розовая); Ж – *Potentilla arctica* (Лапчатка арктическая).

***Rhynchospora alba* (L.) Vahl – Очеретник белый** [категория 2] (рис. 5Д, 5Е). Нами, несмотря на специальные поиски, не найден, но мог быть пропущен, так как хорошо заметен только во время плодоношения. Впервые был собран на болоте в окрестностях с. Ковда в 1997 г. [MW0263334]. Был найден только в 2022 году.

***Spargularia salina* J. et C. Presl – Торичник солончаковый или морской** [категория 3] (рис. 5Б). Нами наблюдался: 1) на о. Плосконький, N66.700468°, E32.924419°, на песчаной литорали, 11.VIII 2021, АН, НН, ЕП, МС, АТ. Было встречено 13 побегов, 11 из которых цвели и завязывали плоды. [<https://www.inaturalist.org/observations/110646977>]; 2) на о. Микков, на литорали, 25.VII 2018, НР [<https://www.gbif.org/occurrence/2573687900>]. Ранее указывался на песчаной литорали, редко [Соколов, 1992]. Острова и побережье всего Кандалакшского залива [Красная книга ..., 2014]. В 2000-х наблюдался на литорали на материке, но точных местонахождений нами не записано.

***Rhodiola rosea* L. – Родиола розовая** [категория 3] (рис. 5Е). Нами отмечена: 1) на скалах по северному берегу оз. Нижнее Ковдское, N66.692669°, E32.8301207°, на плато на склоне скалы, 6.VIII 2021, НР, АН, ВЯ. Отмечено

три группы (клона), растущих в среди ельника: одна около 20 побегов, две других от 3 до 5 побегов, цветов и плодов нет, все побеги вегетативные; 2) о. Нижний Высоконький, N66.699572°, E32.929771°, 11.VIII 2021, ЕП, АН, НН, АТ, МС. Росла рассеянно на скалах двумя крупными группами (41 и 48 побегов) и четырьмя мелкими группами от 7 до 19 побегов в каждой. Были отмечены цветущие и отцветшие растения, но плодоносящих побегов обнаружено не было [<https://www.inaturalist.org/observations/110647841>]; 3) о. Верхний Высоконький N66.701617°, E32.915248°, 11.VIII 2021, НН, АН, ЕП, МС, АТ. Было встречено более 1000 побегов, росших на скалах вдоль всего побережья, цвела и завязывала плоды. [<https://www.inaturalist.org/observations/110647739>]; 4) о. Микков, на скалах, 25.VII 2018, НР, ЕП, НЛ [<https://www.gbif.org/occurrence/2573689770>, <https://www.gbif.org/occurrence/2573687523>]; 5) о. Большой Седловатый, на скалах, 21.VII 2015, К. А. Тюрин [<https://www.gbif.org/occurrence/2573686617>]. Ранее указывалась на приморских скалах на островах (Овечий, Сальница, Н. и В. Высоконький, Шишигин, Микков, Еловый, Березовец), часто [Соколов, 1992].

По-видимому, численность вида в отдельных точках снижается (при затенении), но на некоторых островах стабильна.

Sedum acre L. – Очиток едкий [категория 3] (рис. 5В). Нами отмечен 1) о. Верхний Высоконыйкий, N66.701671°, E32.914458°, на прибрежных скалах, выходящих на Ковдский берег, 11.VIII 2021, АН, НН, ЕП, МС, АТ. Было встречено несколько сотен побегов до тысячи. Растения цвели и завязывали плоды; 2) на северной окраине с. Ковда на скалах к морю, N66.693898°, E32.862657°, вдоль всего скального массива, 18.VIII 2021, МС, ВЯ. Было несколько десятков групп, площадью от 1 м² до 7×30 м. Рос среди мха и лишайника. Были найдены цветущие растения, но лишь у небольшого количества из них завязались плоды [<https://www.inaturalist.org/observations/109030161>]; 3) о. Овечий, со стороны с. Ковда, N66.707748°, E32.892664°, скалы среди мха, 21.VIII 2021, ВЯ. Найдено несколько десятков групп до сотни, площадью от 10 см² до 1 м². Растения цвели, но плодов не было обнаружено, возможно, размножение только вегетативное. [<https://www.gbif.org/ru/occurrence/3384047868>]; 4) о. Большой Седловатый, на скалах, 21.VII 2015, ЕП [<https://www.gbif.org/occurrence/2573686103>].

Ранее указывался на приморских скалах

(побережье материка и островов: Овечий, Сальница, Еловый, Васька Хромой) [Соколов, 1992]. По-видимому, на границе ареала не всегда наблюдается семенное возобновление вида, что может обуславливать его уязвимость.

Potentilla arctica Rouy – Лапчатка арктическая [категория 3] (рис. 5Ж). Нами наблюдалась: 1) о. Нижний Высоконыйкий, прибрежные скалы, N66.699515°, E32.928375°, 11.VIII 2021, АН, НН, ЕП, МС, АТ. Было отмечено 8 групп, в двух из которых были встречены цветущие побеги (при цветках и плодах) [<https://www.inaturalist.org/observations/110647831>]; 2) о. Верхний Высоконыйкий, скалы у берега, N66.701654°, E32.915584°, 11.VIII 2021, АН, НН, ЕП, АТ, МС. Было встречено 11 растений, 3 из которых плодоносили. Росли на небольшом расстоянии друг от друга [<https://www.inaturalist.org/observations/110647703>]; 3) на о. Овечий, наблюдалось менее десятка побегов, 21.VI 2015, НР [<https://www.gbif.org/occurrence/2573685581>]; 4) о. Большой Седловатый, 21.VI 2015, ЕП [<https://www.gbif.org/occurrence/2573685420>]. Ранее были указаны «Сырые приморские скалы на о. Овечий и Сальница, Н. и В. Высоконыйкие» [Соколов, 1992]. Численность растений невысока, но, по-видимому, стабильна.

3. РЕДКИЕ РАСТЕНИЯ, ОТМЕЧЕННЫЕ ДЛЯ РАЙОНА КОВДЫ, НО НАМИ НЕ НАЙДЕННЫЕ

Carex omskiana Meinsh. – Осока омская [категория 2]. Нами не встречена. Вид указан в окрестностях с. Ковда на северо-восточный берегу оз. Верховское [Красная книга, 2014], на основе сборов MW, однако образцы в гербарии отсутствуют, возможно, переопределена.

Calla palustris L. – Белокрыльник болотный [категория 3]. Нами не найден. Указан в окрестностях с. Ковда [Раменская, Андреева, 1982], но позднее никем найден не был. Д. Д. Соколов указывает, что, по устному сообщению А. А. Похилько, эти указания относятся к району Ковдозера.

Draba alpina L. – Крупка альпийская [категория 3]. Нами не обнаружена. Отмечалась как очень редкий в области вид, извест-

ный в окрестностях Ковды [Hultén, 1971].

Salix aurita L. – Ива ушастая [категория 3]. Нами, не смотря на специальные поиски, не найдена. Впервые собрана в 1991 г. на берегу оз. близ третьего километра шоссе на Ковду [Соколов 1992; MW0302092].

Cotoneaster antoninae Juz – Кизильник Антонины [категория 3]. Нами не обнаружен. Отмечался спорадически по побережью Кандакшского залива [Красная книга..., 2014]. В окрестностях Ковды впервые собран в 1965 г. Н. В. Веховым на острове у с. Ковда [MW0383877], позднее указан в 1990 г. [Соколов, 1992]. Наблюдался в южной части о. Овечий, 1990-2000-е, ЕП. Трудно идентифицируется по имеющимся определителям, поэтому данных мало.

ОБСУЖДЕНИЕ

В окрестностях с. Ковда отмечено 10 охраняемых видов растений, местонахождения которых для данной территории не были указаны в Красной книге Мурманской области (2014) (*Diplazium sibiricum*, *Asplenium viride*, *Isoëtes lacustris*, *Isoëtes echinospora*, *Potamogeton obtusifolius*, *Alisma juzepczukii*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eriophorum gracile*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza incarnata*). По нашему мнению, по крайней мере у 7 видов из них (*Diplazium sibiricum*, *Asplenium viride*, *Isoëtes lacustris*, *Isoëtes echinospora*, *Alisma juzepczukii*, *Potamogeton obtusifolius*, *Cypripedium calceolus*) численность действительно могла вырасти в последние десятилетия, причем для 3 видов (*Diplazium sibiricum*, *Asplenium viride*, *Cypripedium calceolus*) увеличение площади произрастания заметно уже за пять лет наблюдений. Примечательно, что среди видов, увеличивающих численность, целых 4 – прибрежно-водные (*Isoëtes lacustris*, *Isoëtes echinospora*, *Alisma juzepczukii*, *Potamogeton obtusifolius*). По-видимому, мы можем связать изменения численности с меняющимися гидрологическими факторами в регионе. Возможно, имеет ме-

сто большее прогревание водоемов, вследствие общего потепления климата. Это подтверждается и находками нового в Мурманской области заносного вида *Elodea canadensis* Michx и редкой *Lemna minor* L. (Лапина и др, 2019).

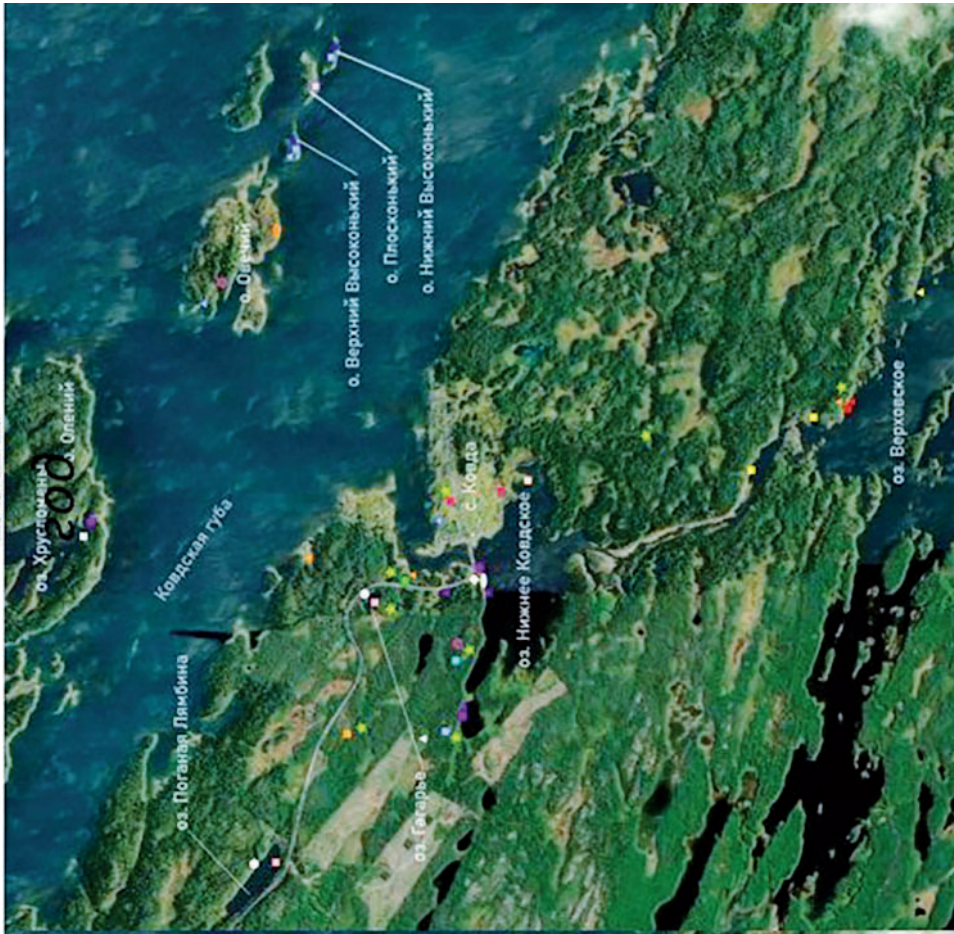
Среди 24 охраняемых видов, которые уже были указаны на этой территории, 6 видов, которые, по-видимому, нередки в окрестностях с. Ковда (отмечены более чем в 3 точках) *Potamogeton pectinatus*, *Rhodiola rosea*, *Sedum acre*, *Potentilla arctica*, *Thymus subarcticus*, *Oxalis acetosella*, причем у последнего из них (*Oxalis acetosella*) численность, по нашим наблюдениям, растет. По-видимому, возрастает численность еще у 3 видов: *Carex echinata*, *C. recta*, *Nymphaea candida*. Более или менее стабильна численность у *Botrychium multifidum*, *Potamogeton filiformis*, *Zannichellia palustris*, *Carex paleacea*, *Platanthera bifolia*, *Spergularia salina*, и, возможно, у *Frangula alnus* и *Sagittaria natans*, *Hammarbya paludosa*. Не подтверждены указания *Draba alpina*, *Rhynchospora alba*, *Salix aurita*, *Cotoneaster antonina*. Еще 2 вида, *Calla palustris* и *Carex omskiana*, могли быть указаны ошибочно (рис. 6, стр. 18).

ВЫВОДЫ

В окрестностях с. Ковда, где было зарегистрировано 32 охраняемых в Мурманской области вида растений, что подтверждает ценность этой территории для региона. Среди них 10 видов найдены в последние десятилетия, что может объясняться как специальными поисками редких видов, так и реальной динамикой численности растений, заметной даже

за небольшой период времени. Это в первую очередь отмечается для водных и прибрежно-водных видов. Территория окрестностей с. Ковда нуждается в дальнейшем постоянном мониторинге, что позволит получить новые данные и подтвердить указания 4 не встреченных нами видов.

2021



до 2021



- | | | |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| ■ Диплазиум сибирский | ■ Частуха Юзепчука | ■ Родiola розовая |
| ■ Костенец зелёный | ■ Стрелолист плавающий | ▲ Очиток едкий |
| ■ Полушник озёрный | ■ Клубнекамыш морской | ■ Кизильник Антонины |
| ▲ Полушник колючеспоровый | ▲ Пушица стройная | ▲ Лапчатка арктическая |
| ■ Рдест туполистный | ● Осока ежисто-колючая | ● Тимьян субарктический |
| ▲ Рдест нитевидный | ● Осока чешуйчатая | |
| ● Рдест гребенчатый | ◆ Осока прямая | |
| ◆ Кислица обыкновенная | ■ Гроздовник многораздельный | |
| | | ■ Башмачок настоящий |
| | | ▲ Пальчатокоренник мясо-красный |
| | | ■ Гаммарбия болотная |
| | | ● Любка двулистная |
| | | ■ Цаникеллия болотная |
| | | ■ Кувшинка снежно-белая |
| | | ■ Торичник солончаковый |
| | | ◆ Крушина ломкая |

Рис. 6. Карты местонахождения редких видов в окрестностях деревни Ковда.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Кожин М. Н.* Новые и редкие виды сосудистых растений Мурманской области // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 2014. Т. 119. Вып 1. С. 67-71.
- Красная книга* Мурманской области. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Кемерово, 2014. 584 с.
- Лапина Н. М., Решетникова Н. М., Петраш Е. Г., Кожин М. Н.* Дополнения к флоре Мурманской области из окрестностей с. Ковда и динамика численности некоторых видов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2019, Т. 124, вып 6. С. 47-52.
- Материалы к Красной книге Калужской области: данные о регистрации сосудистых растений за 150 лет с картосхемами распространения // *Решетникова Н. М., Крылов А. В., Сидоренкова Е. М., Воронкина Н. В., Попченко М. И., Шмытов А. А., Романова Р. А.* Калуга: ООО «Ваш Домъ», 2015. 448 с.: ил.
- Раменская М. Л., Андреева В. Н.* Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. – Ленинград: Наука, 1982. 435 с.
- Соколов Д. Д.* Флора окрестностей села Ковда на Белом море. Москва, 1992. 50 с.
- Соколов Д. Д., Филин В. Р.* Определитель сосудистых растений окрестностей ББС МГУ. Москва, 1996. 170 с.
- Сулова Е. Г.* Гроздовник многораздельный// *Красная книга Московской области. 3-е изд., пер. и доп. / Варлыгина Т. И., Зубакин В. А., Никитский Н. Б., Свиридов А. В.* (ред.). – Московская обл.: ПФ «Верховье», 2018. – С. 458
- Hultén E.* Atlas över växternas utbredning i Norden. 2nd ed. Stockholm, 1971. S. 56; 531.

БЛАГОДАРНОСТИ

Большую помощь в полевых работах и сборе гербария оказали выпускники школы № 179 г. Москвы, в первую очередь Н. А. Лапина (в тексте статьи НЛ), Ю. К. Виноградова, Е. М. Гунько, М. Д. Джурицкий, Е. Л. Лютвинская, Н. А. Неволина (НН), М. Г. Симонян (МС), МС Панкин, М. С. Плькина, К. И. Поликарпова, А. С. Тарасова (АТ), А. Р. Трушина, А. Д. Шейнова, за что мы искренне им благодарны. Благодарим за постоянную дружеское содействие и совместную работу преподавателей биокласса, в первую очередь Е. И. Кудрявцеву, и Д. Д. Соколова (МГУ), А. А. Лапина и Н. В. Мологину.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кудинова Мария Васильевна
Ученица «Школы №179»
mashakudinova2004@gmail.com
+79850800906

Яковлев Валерий Александрович
Ученик «Школы №179» г. Москвы;
119234valera.svyaz@gmail.com
+79850800906

Нефёдова Анна Дмитриевна
info@mail.bio.msu.ru
+79152833226

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФЛОРЕ ЗАКАЗНИКА «ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ» (ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Московская школа на Юго-западе №1543

Авторы:

**Кирина Александра,
Досковская Полина**

Научные руководители:

**к. б. н. Волкова Полина Андреевна
Абрамова Людмила Андреевна**



ВВЕДЕНИЕ

Изучение видового разнообразия живых организмов на какой-либо территории до сих пор остается одним из наиболее востребованных направлений в биологии. Сеточное картирование – эффективный подход к флористическим исследованиям, заключающийся в разделении изучаемой территории на равные участки, с описанием флоры каждого из них. В настоящее время при помощи этого метода изучают флору многих стран Западной Европы (Серегин, 2006).

Государственный природный заказник «Флористический», расположенный в Некоузском районе Ярославской области на юго-западном берегу Рыбинского водохранилища, был создан в 1993 году, однако до сих пор его флора планомерно не исследована. Обоснование организации заказника (положение о государственном природном заказнике «Флористический», 2015; Бобров, заказник «Флористический», неопубл.) представляет собой общее описание природных, климатических условий, экологических проблем заказника (которое мы резюмируем ниже), а также предварительный список флоры.

Водные экосистемы заказника «Флористический» представлены в основном участками нижнего течения типичных для данного региона (Ярославской области) малых и средних рек, а также ручьями. Руслы рек, расположенных

на территории заказника (Шумаровка, Ильд, Сутка) глубоко врезаны, хорошо развиты эрозийные процессы, связанные с тем, что берега рек сложены рыхлыми породами. В этих местах преобладают дерново-подзолистые почвы, нередко заболоченные. Есть ещё и мелкие искусственные водоемы (пожарные водоемы, карьеры) и разнообразные обводненные понижения (лесные колеи, придорожные канавы). Также для территории заказника характерны луговые, болотные экосистемы. В пределах заказника на долю лесных насаждений приходится не более 50 % площади, остальная часть занята полями, покосными лугами, пастбищами. В качестве главных лесообразующих пород выступают хвойные и мелколиственные деревья. Среди основных типов леса в заказнике преобладают сырые сосняки черничные, встречающиеся на надпойменных террасах по долинам крупных рек. Также встречаются вторичные хвойно-мелколиственные леса разнообразного состава, а также лесные насаждения. По долинам рек представлены фрагменты своеобразных умерных лесов, особенно в нижнем течении р. Сутки (Бобров, неопубл.).

Природный комплекс заказника «Флористический» испытывает умеренное воздействие со стороны человека. Тем не менее захламление мусором живописных мест, массовые весенние палы, несанкционированная вырубка лесов, ис-

чезновение краснокнижных видов, внедрение инвазивных – все это наносит непоправимый ущерб видовому составу заказника. При исследовании заказника «Флористический» мы опирались на два обоснования его организации (положение о государственном природном заказнике «Флористический», 2015; Бобров, заказник «Флористический», неопубл.). В обеих работах есть списки сосудистых растений, характерных для территории заказника. В работе А. А. Боброва он более полный – состоит

из 319 видов (в официальном документе – 94), поэтому мы брали за основу именно его (в дальнейшем мы называем его предварительным списком заказника). Но даже этот список получен в результате несистематического исследования территории (отдельные участки заказника) и поэтому не полон. Учитывая слабую изученность данной местности, необходимо планомерное исследование флоры. Мы хотим заложить основу для исследования видового состава растений на данной территории.

ЦЕЛЬ

Получить новые данные о видовом составе и распространении высших растений в заказнике «Флористический»

ЗАДАЧИ

1. Составить список сосудистых растений;
2. Выявить новые виды для заказника;
3. Выяснить закономерности распространения инвазивных видов;
4. Выяснить закономерности распространения краснокнижных видов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Мы разделили изучаемую нами территорию заказника «Флористический», расположенного в юго-западной части Рыбинского водохранилища, на квадраты со стороной 5 км, а их, в свою очередь, на квадраты со стороной 1 км (далее – квадратики). Таким образом, получилось 10 квадратов и в каждом из них по 25 квадратиков (рис. 1). В период с 29 июня по 4 июля 2022 года мы исследовали 6 квадратов и 10 квадратиков (табл. 1). Маршрут по квадрату ежедневно составлял около 15 км. По квадратику мы в среднем проходили 3–4 км. Каждый день мы посещали 1–2 квадратика. Мы составляли перечень видов растений в каждом квадратике, и, выходя из них, учитывали новые виды в квадрате. Таким образом, получался список растений для каждого квадратика с дополнительным списком видов для квадрата (видов, не встре-

ченных ранее ни в одном квадратике). Маршрут внутри квадратика строился таким образом, чтобы можно было посетить все имеющиеся биотопы и исследовать разнообразие растений на данной местности. Планировали мы его при помощи спутниковых снимков местности и топографических карт.

Интересные виды, в определении систематической принадлежности которых возникали сложности, мы гербаризировали для последующего определения. Эти сборы мы сдали в гербарий МГУ (MW: Seregin, 2022). Для установления точных границ квадратиков и квадратов на местности мы использовали GPS-навигатор (GPSMAP 78).

Все статистические тесты и построение графиков проведены в статистической среде R 4.2.1 (R Development Core Team, 2022).

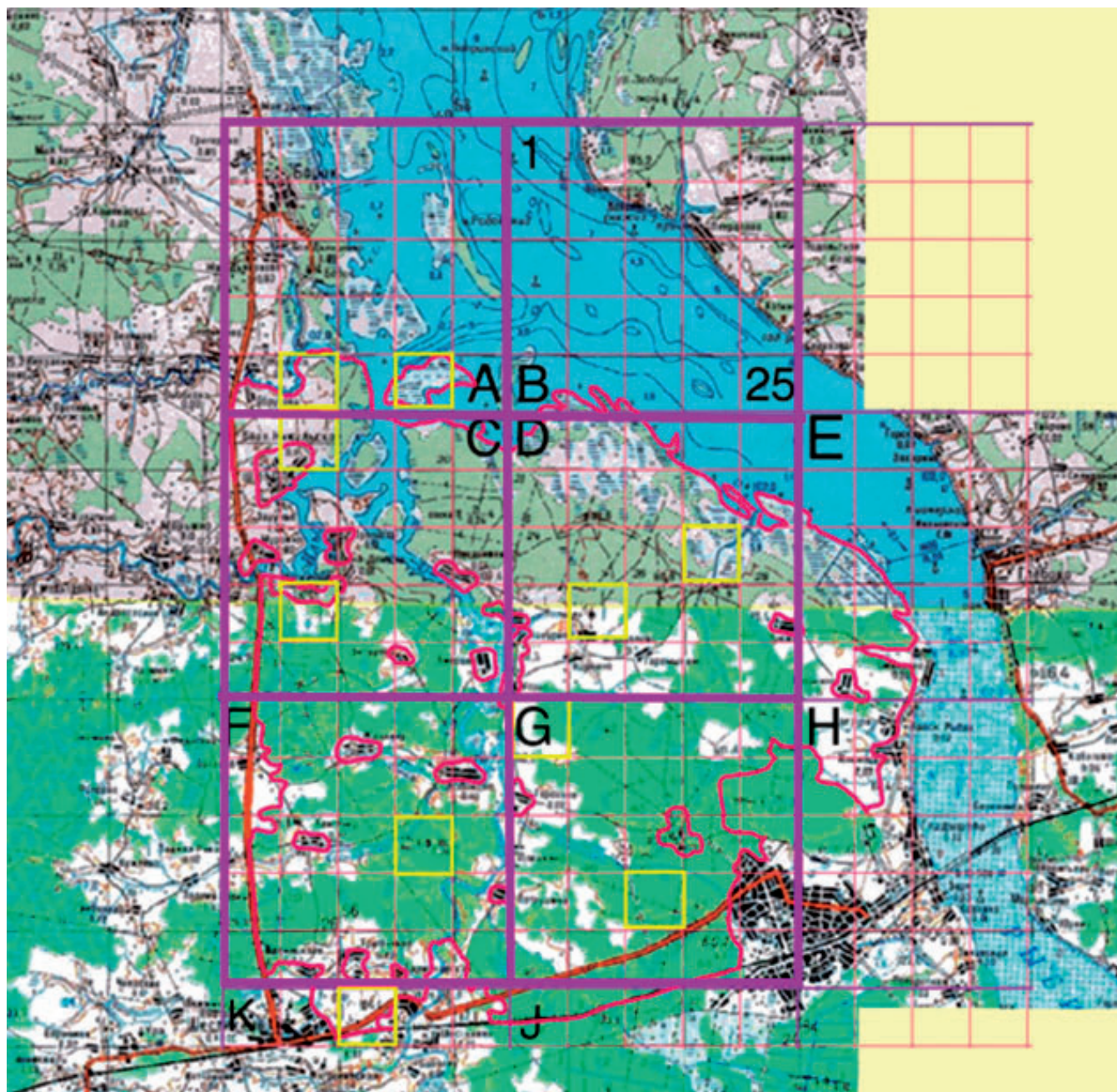


Рис. 1. Территория заказника «Флористический». Границы заказника показаны красным. Желтым выделены исследованные квадратики. Фиолетовым – границы квадратов. Заглавными латинскими буквами обозначены квадраты 5×5 км. Каждому квадратику присвоен номер от 1 до 25

Таблица 1. Исследованные в 2022 году квадраты и квадратики

29 июня	30 июня	01 июля	02 июля	03 июля	04 июля
A	G	D	F	C	A
A22, C2	G1, G18	D14, D17	F19, K3	C17	A24

РЕЗУЛЬТАТЫ

За 6 дней мы исследовали 6 квадратов и 10 квадратиков (рис. 1, табл. 1). В итоге мы получили список из 517 сосудистых растений, из которых 198 – это новые виды для заказника «Флористический» (прил. 1). Был найден один

новый вид для Ярославской области – *Holcus mollis* (900м к ЮЮЗ от д. Кузьма-Демьян, луг) (Маевский, 2014). Из предварительного списка заказника (Бобров, не опубл.) мы не встретили 42 вида (прил. 2).

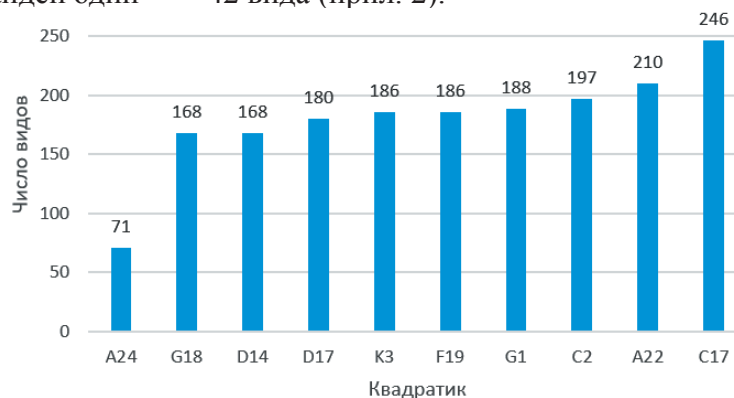


Рис. 2. Число видов в квадратиках

В каждом квадратике мы зарегистрировали от 71 до 246 видов (рис. 2).

Перейдем к краснокнижным и инвазивным видам, найденным на территории заказника. В списке оказалось 20 видов из Красной книги

Ярославской области (2015): 15 сокращающихся в численности и 5 краснокнижных. Также мы нашли 12 инвазивных видов (включенных в Черную книгу флоры Средней России: Виноградова и др., 2009) (табл. 2, 3, рис. 3).

Таблица 2. Инвазивные и краснокнижные виды в каждом квадратике.

Вид/Квадратик	A24	A22	G1	G18	D17	D14	K3	F19	C2	C17	Категория
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>											Краснокнижный
<i>Campanula bononiensis</i>											Краснокнижный
<i>Carex rhynchophylla</i>											Краснокнижный
<i>Cystopteris fragilis</i>											Краснокнижный
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>											Краснокнижный
<i>Dactylorhiza incarnata</i>											Краснокнижный
<i>Dactylorhiza maculata</i>											Краснокнижный
<i>Dianthus arenarius</i>											Краснокнижный
<i>Epilobium collinum</i>											Краснокнижный
<i>Euphorbia borodinii</i>											Краснокнижный
<i>Hepatica nobilis</i>											Краснокнижный
<i>Listera ovata</i>											Краснокнижный
<i>Malaxis monophyllos</i>											Краснокнижный
<i>Platanthera bifolia</i>											Краснокнижный
<i>Potamogeton alpinus</i>											Краснокнижный
<i>Rubus arcticus</i>											Краснокнижный
<i>Rubus nessensis</i>											Краснокнижный
<i>Sparganium glomeratum</i>											Краснокнижный
<i>Ulmus glabra</i>											Краснокнижный
<i>Ulmus laevis</i>											Краснокнижный
<i>Acer negundo</i>											Инвазивный
<i>Amelanchier spicata</i>											Инвазивный
<i>Elodea canadensis</i>											Инвазивный
<i>Epilobium adenocaulon</i>											Инвазивный
<i>Epilobium pseudorubescens</i>											Инвазивный
<i>Juncus tenuis</i>											Инвазивный
<i>Heracleum sosnowskii</i>											Инвазивный
<i>Impatiens glandulifera</i>											Инвазивный
<i>Impatiens parviflora</i>											Инвазивный
<i>Lupinus polyphyllus</i>											Инвазивный
<i>Oxalis stricta</i>											Инвазивный
<i>Puccinellia distans</i>											Инвазивный
<i>Solidago gigantea</i>											Инвазивный

В квадратике A24 мы не встретили растения ни из Красной, ни из Черной книги. Распределение цветов: синий – 3-я категория, редкий вид; голубой – 2-я категория, сокращающийся в численности вид (Красная книга Ярославской области, 2015). Инвазивные виды в таблице располагаются под красной линией

ей. Вид, в строке которого нет ни красной, ни зеленой отметки, мы встретили на территории квадрата, либо они есть в предварительном списке заказника, но нам не встретились (табл. 3). Виды, выделенные желтым, – новые для заказника «Флористический» (Бобров, неопубл.).

Таблица 3. Краснокнижные и инвазивные виды, которые мы встретили в квадрате (а не в квадратике) и виды, которые есть в предварительном списке заказника, но мы их не встретили. Под красной чертой находятся инвазивные виды

Виды/квадраты	A	G	D	F	C
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>					
<i>Carex rhynchophysa</i>					
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>					
<i>Dactylorhiza incarnata</i>					
<i>Dianthus arenarius</i>					
<i>Euphorbia borodinii</i>					
<i>Rubus nessensis</i>					
<i>Sparganium glomeratum</i>					
<i>Acer negundo</i>	Есть в предварительном списке заказника, но мы не встретили				
<i>Epilobium pseudorubescens</i>					
<i>Impatiens glandulifera</i>					

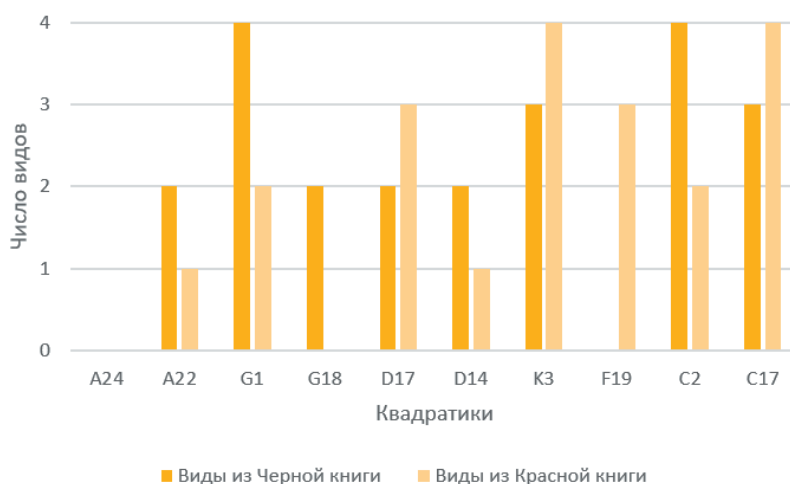


Рис. 3. Число инвазивных и краснокнижных видов в каждом квадратике

В каждом квадратике мы обнаружили от 1 до 4 краснокнижных видов и от 2 до 4 инвазивных (рис. 3). Наиболее часто встречаемый краснокнижный вид – *Platanthera bifolia* (5 из 10 квадратиков). Остальные краснокнижные виды мы отметили не более чем в 1–2 ква-

дратиках. Наиболее широко распространенные инвазивные виды – *Amelanchier spicata* и *Epilobium adenocaulon*. Остальные встретились 1–2 раза (табл. 2). В квадратике A24 нет ни краснокнижных, ни инвазивных видов.

Мы решили проверить, есть ли связь между числом краснокнижных видов в квадратике и числом инвазивных. Для этого мы построили диаграмму рассеивания (рис. 4).

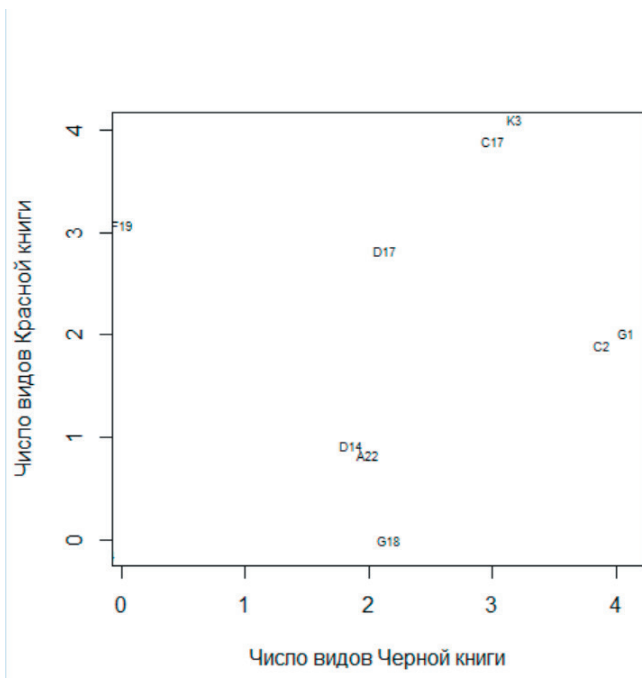


Рис. 4. Связь между числом краснокнижных и инвазивных видов в квадратике

На всех диаграммах мы можем увидеть квадратик A24, который визуальнo создает линейную связь. На самом деле в A24 мы встретили наименьшее число видов, не нашли ни одного редкого и инвазивного, поэтому он в любом случае будет располагаться вблизи точки начала координат. Если мы его уберем, то связи не увидим.

Отсутствие значимой линейной связи подтверждают и статистические тесты. Между числом инвазивных и краснокнижных видов нет статистически значимой связи (тест Спирмена: $p = 0.3$). Возможно, числа краснокнижных и инвазивных видов не имеют ничего общего между собой, но зависят от числа видов в квадратике. Но тест показал, что связь между числом видов и краснокнижными видами снова статистически незначима (тест Спирмена: $p = 0.1$). И связь между числом видов и инвазивными видами также статистически незначима (тест Спирмена: $p = 0.07$).

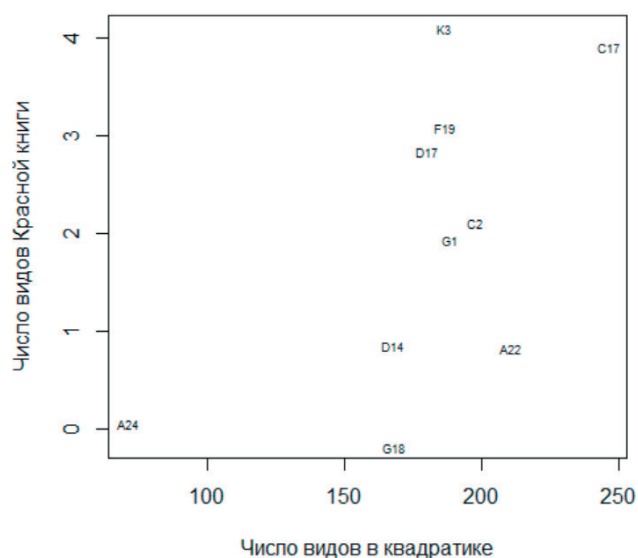


Рис. 5. Связь между числом краснокнижных видов и числом видов в квадратике

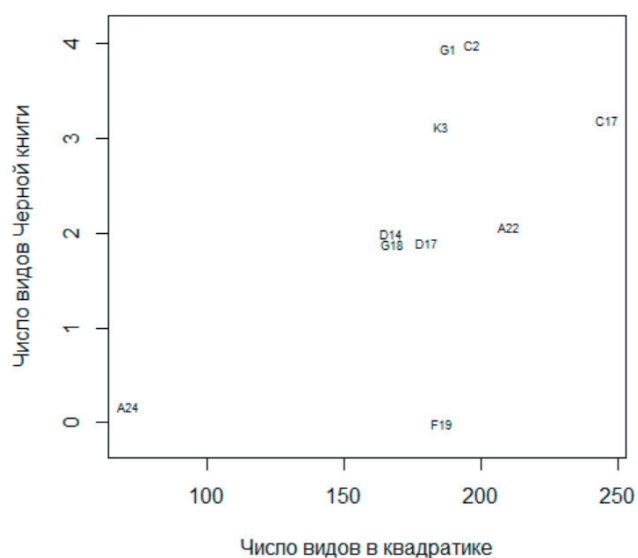


Рис. 6. Связь между числом инвазивных видов и числом видов в квадратике

ОБСУЖДЕНИЕ

Мы ожидали увидеть связь между числом инвазивных и краснокнижных видов, ведь инвазивные виды приводят к снижению биологического разнообразия (Виноградова и др., 2009). Из этого логично сделать предположение о том, что чем больше на местности инвазивных видов, тем меньше краснокнижных, так как первые будут их «забивать» (чрезмерно потреблять ресурсы данной экосистемы, не оставляя места другим растениям). Оказавшись в новой среде, без обычных для них паразитов и хищников, инвазионные виды часто активно размножаются. В результате они могут подавлять или полностью вытеснять местные виды, что приводит к упрощению структуры сообщества и снижению его устойчивости к внешним воздействиям (Алимов и др., 2000). Но тем не менее между числом инвазивных и краснокнижных видов связи мы не обнаружили (рис. 4). Объяснением может послужить, во-первых, недостаточная выборка (10 квадратов). Для более надежной оценки статистической значимости связи между общим числом видов, числом инвазивных и краснокнижных видов, нужно исследовать больше квадратов. Во-вторых, конкуренция между инвазивными и аборигенными видами может быть не такой острой из-за большой площади благоприятных биотопов.

Флористические находки

Был найден один новый вид для Ярославской области – *Holcus mollis* (900м к ЮЮЗ от д. Кузьма-Демьян, луг) (Маевский, 2014). *Holcus mollis* отмечен в соседней с Ярославской – Тверской области (Маевский, 2014). Возможно, он был занесен оттуда.

Перейдем к краснокнижным и инвазивным видам. Краснокнижные виды, которые мы встретили в квадратах (табл. 3), все отмечены в квадратах С или D. Объяснением этому будет, во-первых, наш маршрут (недостаточно планомерно исследовали все квадраты), а, во-вторых, по карте заказника (рис. 1) видно, что в квадратах С и D большее разнообразие биотопов по сравнению с другими. Там есть луга, разные типы леса, разнообразные водое-

мы (как большие, так и малые), заболоченные районы, населенные пункты. Большая часть краснокнижных видов, которые мы встретили, была уже отмечена в Некоузском районе Ярославской области (*Arctostaphylos uva-ursi*, *Campanula bononiensis*, *Carex rhynchophysa*, *Cystopteris fragilis*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dactylorhiza maculata*, *Dianthus arenarius*, *Euphorbia borodinii*, *Hepatica nobilis*, *Listera ovata*, *Platanthera bifolia*, *Potamogeton alpinus*, *Rubus arcticus*, *Sparganium glomeratum*, *Ulmus laevis*) (Красная книга Ярославской области, 2015). Еще один вид – *Dactylorhiza fuchsii* – хоть и был отмечен в Некоузском районе, но не в той его части, где его нашли мы.

Также есть четыре вида, которые не были отмечены на территории Некоузского района: *Epilobium collinum*, *Malaxis monophyllos*, *Rubus nessensis*, *Ulmus glabra*. В следующем издании Красной книги Ярославской области наши находки стоит добавить на карту. *Malaxis monophyllos* может довольно долго существовать в виде подземных органов, поэтому, возможно, во время более ранних исследований он не появлялся на поверхности, и не был отмечен. *Ulmus glabra* отмечен на границе с Некоузским районом (рис. 7). Мы нашли его на обочине дороги (250 м к западу от д. Нескучное), поэтому неясно, считать ли его аборигенным видом или нет. Возможно, поэтому его не нанесли на карту в Красной книге (рис. 7).

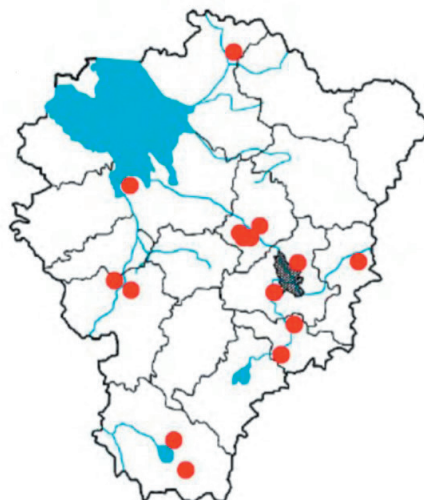


Рис. 7. Карта распространения *Ulmus glabra* (Красная книга Ярославской области, 2015)

Epilobium collinum – это кипрей, а они надёжно различаются только опушением завязи во время цветения (Маевский, 2014). *Rubus nessensis* очень редок в Ярославской области (рис. 8). Он плохо отличается от широко распространённого *Rubus caesius* (тип шипов на побегах и наличие железистого опушения на цветках). Возможно, *Epilobium collinum* и *Rubus nessensis* не были уверенно определены в ходе предыдущих исследований флоры заказника.

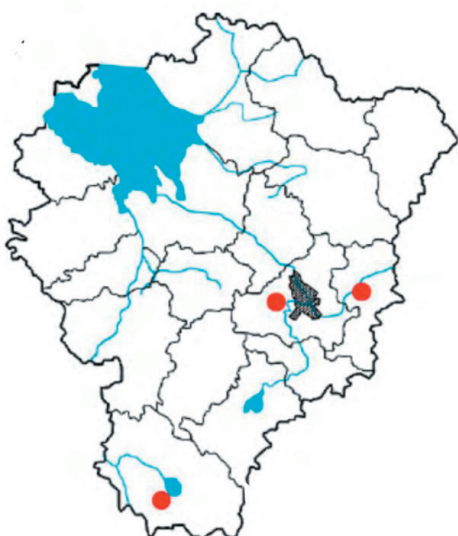


Рис. 8. Карта распространения *Rubus nessensis* (Красная книга Ярославской области, 2015)

Из инвазивных видов чаще всего (5-6 квадратиков) встретились *Juncus tenuis* и *Amelanchier spicata* (в то время как другие инвазивные виды встретились в 1-3 квадратиках). *Juncus tenuis* в лесной зоне является одним из пионерных видов зарастания обнажённого грунта на вырубках, по грунтовым лесным дорогам; при этом он наиболее распространён в условиях небольшого избыточного увлажнения. Часто встречается на низкотравных пустошных лесных лугах, и долго не уступает место аборигенным растениям (Виноградова и др., 2009). Как мы можем заметить, этот вид очень неприхотлив, и особых мер по сокращению количества этого вида не ведётся, этим и объясняется такое широкое распространение. *Amelanchier spicata* издавна культивируется в садах как плодовое и в парках как декоративное растение. Легко дичает и может заходить под

полог разреженных лесов (Маевский, 2014). Поэтому распространён и отмечен во всех областях, как инвазивный вид. Относительно небольшое число инвазивных видов в каждом квадратике, вероятно, можно объяснить небольшим антропогенным воздействием на территорию. Об этом свидетельствует и общее небольшое число встреченных нами инвазивных видов (10 из 39, отмеченных в Ярославской области: Виноградова и др. (2009); прил. 3). Все инвазивные виды, встреченные нами, отмечены на территории Ярославской области (Виноградова и др., 2009), кроме *Oxalis stricta*. При этом в Некоузском районе вид известен около полувека: в Гербарии Института биологии внутренних вод (IBIW, пос. Борок) эта кислица представлена гербарными образцами 1975, 1976, 1989 и 2013 годов сбора, есть немало образцов его и в Гербарии флоры Ярославской области (GARIN, пос. Борок). Вероятно, данный вид не отмечен в Черной книге Средней России по ошибке.

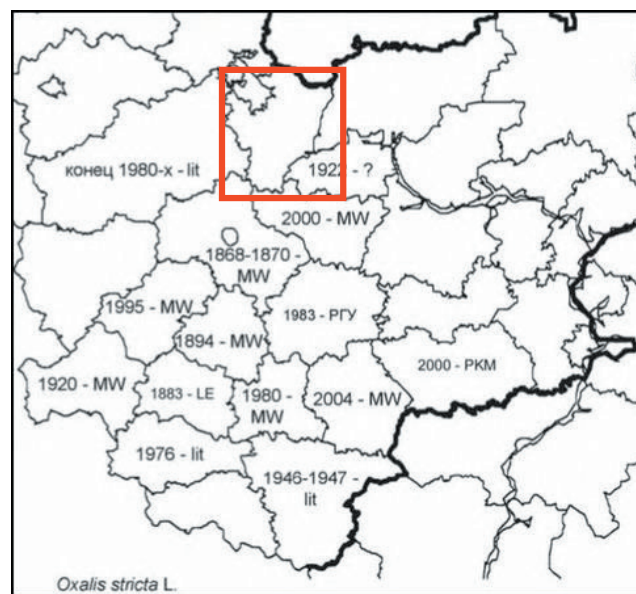


Рис. 9. Карта распространения вида *Oxalis stricta* (Виноградова и др., 2009). Красной рамкой выделена Ярославская область.

Видовое богатство. Мы не встретили 42 вида из предварительного списка заказника (прил. 2). К этим видам относятся однолетние растения, которые могли изменить свое местонахождение или вообще находится в виде се-

мян. Также среди них есть и цветущие весной растения, которые мы могли не найти из-за того, что они в период исследования закончили вегетацию. Также есть растения, которые сложно определять (из-за того, что они во время нашего исследования отцвели или еще не расцвели, например, *Viola nemoralis*, *Epilobium palustre*, *Salix starkeana*). Вероятно, в будущем стоило бы больше гербаризировать сложные в определении группы (например, кипреи, фиалки, ивы, злаки) для более точного определения. Еще есть орхидеи, вегетативные органы которых могут по несколько лет находиться в земле (поэтому мы могли их не встретить). Также мы не отметили ряд водных растений (*Utricularia vulgaris*, *Potamogeton gramineus*) или краснокнижный *Bolboschoenus maritimus* (растет в основном по берегам Рыбинского водохранилища) из-за того, что недостаточно подробно изучили водные биотопы. Есть и ряд заносных растений со специфическим местобитанием (например, *Descurainia sophia*, которая обыкновенно растет около дорог) – мы могли не посетить места их произрастания. Ряд расхождений списков вызван различиями в таксономических трактовках (например, мы не отметили *Sparganium microcarpum*, который относят к указанному нами *S. erectum s.l.*).

На территории квадрата С17 (где мы нашли максимальное число видов (рис.2)) находятся смешанный лес, луг, болото, населенный пункт, но эти биотопы похожи на биотопы ква-

дратика С2. Поэтому уникальным в плане местобитания растений квадратик С17 не назовешь. Возможно, маршрут по С17 был более полным, чем в остальных квадратах, поэтому именно там мы нашли больше всего видов. Территория квадрата А24 (где мы встретили минимальное число видов) – в основном остров, окруженный мощными тростниковыми зарослями. Его биотопы – это смешанный лес и луг. Отсюда такое небольшое число видов (71). Интересен также квадратик К3. Ведь в нем из биотопов железная дорога, населенный пункт, лес, но там мы встретили среднее число видов (186). Скорее всего, это связано опять же с недостаточно полным маршрутом. В работе по исследованию Удомельского района Тверской области (Иванова, Сидорова, 2016) говорится о положительной связи числа видов растений и разнообразия биотопов. Но в данном исследовании намного больше список видов встреченных растений (779), а также число видов в квадратах (от 189 до 406), поскольку анализ вели по квадратам со стороной 5 км. Интересно было бы проверить, наблюдается ли эта связь в заказнике «Флористический», но для этого необходимы дальнейшие исследования флоры данного района (изучить больше квадратов). Тогда, возможно, результаты статистических тестов были бы другими, так как даже из нашей табл. 2 видно, что 8 из 20 краснокнижных видов и 3 из 12 инвазивных мы отметили за пределами изученных квадратов.

ВЫВОДЫ

1. В заказнике «Флористический» мы зарегистрировали 517 видов, из них 198 – новые для заказника.
2. Мы нашли один новый вид для Ярославской области (*Holcus mollis*).
3. Мы нашли 4 краснокнижных вида, не отмеченных в Некоузском районе в Красной книге Ярославской области.
4. Мы не выявили связь между числом инвазивных и краснокнижных видов в квадрате.
5. Мы не выявили связь между видовым богатством квадрата и числом инвазивных и краснокнижных видов в нем.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Алимов А. Ф., Орлова М. И., Панов В. Е. Последствия интродукций чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по их предотвращению. В кн.: Виды-вселенцы в европейских морях России. Сборник научных трудов. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 2000. С. 12-23.

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). – М.: ГЕОС. 2009. – 494 с.

Иванова М., Сидорова О. Промежуточные итоги сеточного картирования флоры Удомельского района Тверской области, 2016. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://bioclass.ru/wpcontent/uploads/2022/01/squares-1.pdf>

Красная книга Ярославской области. – Ярославль: Академия 76. – 2015. – 472 с.: ил. 14

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 635 с.

Серегин А.П. Успехи флористического сеточного картирования (на примере Владимирской области). Флористические исследования в Средней России: Материалы VI науч. совещ. по флоре Средней России (Тверь, 15 – 16 апреля 2006 г.) / Под ред. В.С. Новикова, А.А. Нотова и А.В. Щербакова – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 141 – 144.

Seregin A. Moscow University Herbarium (MW). Version 1.256. Lomonosov Moscow State University. 2022. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/cpnhcc> accessed via GBIF.org on 2022-12-01.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Список новых видов для территории заказника «Флористический». Виды расположены по алфавиту.

<i>Achillea salicifolia</i>	<i>Fallopia convolvulus</i>	<i>Potentilla intermedia</i>
<i>Aconitum septentrionale</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Potentilla reptans</i>
<i>Adoxa moschatelina</i>	<i>Festuca gigantea</i>	<i>Prunus divaricata (cerasifera)</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Festuca ovina</i>	<i>Puccinellia distans</i>
<i>Amelanchier spicata</i>	<i>Fragaria moschata</i>	<i>Ranunculus circinatus</i>
<i>Androsace filiformis</i>	<i>Galeobdolon luteum</i>	<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Antennaria dioica</i>	<i>Galeopsis bifida</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i>
<i>Anthemis tinctoria</i>	<i>Galeopsis speciosa</i>	<i>Rhinanthus minor</i>
<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Galium boreale</i>	<i>Ribes rubrum</i>
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	<i>Galium trifidum</i>	<i>Ribes spicatum</i>
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>Galium uliginosum</i>	<i>Rorippa amphibia</i>
<i>Aronia mitschurinii</i>	<i>Geranium palustre</i>	<i>Rosa majalis</i>
<i>Asarum europaeum</i>	<i>Geum aleppicum</i>	<i>Rubus arcticus</i>
<i>Asparagus officinalis</i>	<i>Glyceria maxima</i>	<i>Rubus caesius</i>
<i>Brassica campestris</i>	<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	<i>Rubus nessensis</i>
<i>Briza media</i>	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	<i>Rumex aquaticus</i>
<i>Bromopsis inermis</i>	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	<i>Rumex confertus</i>
<i>Calamagrostis canescens</i>	<i>Gypsophila muralis</i>	<i>Sagina procumbens</i>
<i>Calla palustris</i>	<i>Heracleum sosnowskii</i>	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Holcus mollis</i>	<i>Salix dasyclados</i>
<i>Caltha palustris</i>	<i>Hypophae rhamnoides</i>	<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Caragana arborescens</i>	<i>Impatiens parviflora</i>	<i>Scirpus radicans</i>
<i>Cardamine amara</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Scleranthus annuus</i>
<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Juncus articulatus</i>	<i>Scleranthus perennis</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Juncus conglomeratus</i>	<i>Sedum acre</i>
<i>Carex digitata</i>	<i>Juncus effusus</i>	<i>Sedum purpureum</i>
<i>Carex echinata</i>	<i>Juncus tenuis</i>	<i>Senecio jacobea</i>
<i>Carex elongata</i>	<i>Lamium maculatum</i>	<i>Seseli libanotis</i>
<i>Carex ericetorum</i>	<i>Ledum palustre</i>	<i>Solidago gigantea</i>
<i>Carex flava</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>	<i>Solidago virgaurea</i>
<i>Carex globularis</i>	<i>Leontodon hispidus</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Carex hirta</i>	<i>Lepidotheca suaveolens</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Carex lasiocarpa</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>	<i>Sparganium erectum</i>
<i>Carex limosa</i>	<i>Lonicera xylosteum</i>	<i>Spergula arvensis</i>
<i>Carex rhynchophylla</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Spergularia rubra</i>
<i>Carex vaginata</i>	<i>Lychnis chalconica</i>	<i>Stachys palustris</i>
<i>Carex vulpina</i>	<i>Malaxis monophyllos</i>	<i>Stachys sylvatica</i>
<i>Carlina biebersteinii</i>	<i>Malus domestica</i>	<i>Stellaria alsine</i>
<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Melilotus albus</i>	<i>Stellaria longifolia</i>
<i>Centaurea scabiosa</i>	<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Steris viscaria</i>
<i>Cerastium holosteoides</i>	<i>Mentha rotundifolia</i>	<i>Succisa pratensis</i>
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>	<i>Symphitum asperum</i>
<i>Chimaphylla umbellata</i>	<i>Milium effusum</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Molinia coerulea</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Circaea alpina</i>	<i>Moneses uniflora</i>	<i>Thalictrum flavum</i>
<i>Cirsium oleraceum</i>	<i>Mycelis muralis</i>	<i>Thalictrum simplex</i>
<i>Cirsium palustre</i>	<i>Myriophyllum sibiricum</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Thysselinum palustre</i>
<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Tragopogon orientalis</i>
<i>Crepis paludosa</i>	<i>Naumburgia thyrsoiflora</i>	<i>Trifolium arvense</i>
<i>Crepis tectorum</i>	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Trifolium aureum</i>
<i>Cuscuta europaea</i>	<i>Oxalis stricta</i>	<i>Tripleurospermum inodorum</i>

Cystopteris fragilis	Oxycoccus palustris	Tussilago farfara
Dactylorhiza fuchsii	Peplis portula	Typha angustifolia
Dactylorhiza incarnata	Petasites hybridus	Ulmus glabra
Daphne mezereum	Picris hieracioides	Ulmus laevis
Dryopteris carthusiana	Pilosella officinarum	Utricularia neglecta
Dryopteris cristata	Pinus sylvestris	Vaccinium uliginosum
Dryopteris expansa	Poa trivialis	Verbascum nigrum
Elymus caninus	Polemonium coeruleum	Veronica anagalis-aquatica
Epilobium collinum	Polygala vulgaris	Veronica scutellata
Epilobium parviflorum	Polygonum amphibium	Vicia angustifolia
Equisetum pratense	Polygonum hydropiper	Vicia hirsuta
Eriophorum polystrachion	Polygonum lapathifolium	Viola ambigua
Eriophorum vaginatum	Polygonum minor	Viola riviniana
Euonymus verrucosa	Populus balsamifera	Viola tricolor

Приложение 2. Виды из предварительного списка заказника «Флористический» (Бобров, неопubl.), которые мы не встретили на территории заказника. Виды расположены по алфавиту. Зеленым выделен вид, включенный в Красную книгу Ярославской области (2015).

Acer ginnala	Euphrasia parviflora	Persicaria scabra
Acer negundo	Euphrasia stricta	Poa angustifolia
Acinos arvensis	Impatiens glandulifera	Polygala comosa
Anemonoides ranunculoides	Gagea lutea	Potamogeton berchtold
Arctium minus	Gagea minima	Potamogeton gramineu
Bolboschoenus maritimus	Galeopsis tetrahit	Primula veris
Carex aquatilis	Galinsoga ciliata	Rorippa sylvestris
Chenopodium glaucum	Galium album	Rumex maritimus
Chenopodium polyspermum	Galium triflorum	Salix phylicifolia
Corydalis solida	Goodyera repens	Salix starkeana
Cynoglossum officinale	Lathyrus sylvestris	Salix viminalis
Descurainia sophia	Lathyrus vernus	Sparganium microcarpu
Dianthus deltoides	Leonurus villosus	Thalictrum minus
Echinochloa crusgalli	Lepidium sativum	Utricularia vulgaris
Echium vulgare	Lycopodium complanatum	Veronica verna
Epilobium montanum	Lycopsis arvensis	Viola mirabilis
Epilobium palustre	Myosotis cespitosa	Viola nemoralis
Epilobium pseudorubescens	Myosoton aquaticum	Viola ruprechtiana
Epipactis helleborine	Odontites vulgaris	
Euonymus europaeus	Persicaria amphibia	
Euphrasia brevipila	Persicaria hydropiper	
Euphrasia stricta	Persicaria minor	

Приложение 3. Инвазивные виды, отмеченные для Ярославской области в Черной книге (Виноградова и др., 2009), и не встреченные нами на территории заказника

Acorus calamus	Xanthium albinum	Epilobium pseudorubescens
Ambrosia artemisiifolia	Impatiens glandulifera	Oenothera biennis
Aster × salignus	Cardaria draba	Anisantha tectorum
Bidens frondosa	Erucastrum gallicum	Hordeum jubatum
Chamomilla suaveolens	Lepidium densiflorum	Reynoutria × bohemica
Conyza canadensis	Sisymbrium wolgense	Sorbaria sorbifolia
Cyclachaena xanthiifolia	Echinocystis lobata	Acer negundo
Galinsoga quadriradiata	Elaeagnus angustifolia	Amaranthus albus
Senecio viscosus	Hippophae rhamnoides	Amaranthus retroflexus
Solidago canadensis	Elsholtzia ciliata	

ГИБРИДИЗАЦИЯ ЗУБЯНКИ ЛУКОВИЧНОЙ И ЗУБЯНКИ ПЯТИЛИСТНОЙ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ЛЕС НА ВОРСКЛЕ»

Школа 179

Авторы:

Грек Д., Тарасова А., Белова Д.А., Рудяк К.К,
Тихомирова А.А., Нефедова А.Д., Потапова А.Б.

Научные руководители:

к.б.н. Кудрявцева Е.И.,
д.б.н. Решетникова Н.М.



ВВЕДЕНИЕ

Зубянка (*Dentaria*) – род травянистых растений семейства Крестоцветные (*Brassicaceae*). Представители этого рода распространены по всему миру, за исключением Антарктики [<https://en.wikipedia.org/wiki/Cardamine>]. Последние данные указывают на то, что представители этого рода находятся полностью внутри большого рода *Cardamine* (более 550 видов), то есть представители *Dentaria* возникали несколько раз внутри рода *Cardamine*. Род *Dentaria* оказался полифилетичным [Manhold K., 2001], но мы будем традиционно использовать это название.

На территории «Леса на Ворскле» (участок заповедника «Белогорье», Белгородская область, Борисовский район) были отмечены два вида рода Зубянка – Зубянка луковичная (*Dentaria bulbifera* L.) и Зубянка пятилистная (*Dentaria quinquefolia* M. Bieb.).

Зубянка луковичная – широко распространенный европейский вид, описанный ещё Кар-

лом Линнеем. Зубянка пятилистная была впервые описана известным ботаником Адольфом Маршалом фон Биберштейном в 1808 в Крыму и на Кавказе [Marschall von Bieberstein (1808)]. Данный вид также характерен для Турции, Украины, восточных Румынии, Болгарии и западной части Европейской России [Marhold, K., 2001].

С начала XX века в заповеднике «Лес на Ворскле» имеются достоверные гербарные сборы Зубянки луковичной. Первые достоверные сборы Зубянки пятилистной датируются началом XXI века, когда ее обнаружила в заповеднике Н.М. Решетникова. Через 5 лет после этого Н.М. Решетникова заметила в заповеднике растения, обладающие промежуточным фенотипом между двумя видами Зубянки. Стоит отметить, что несколько растений с промежуточным фенотипом были найдены в старом гербарии заповедника. Такие единичные экземпляры появляются с середины 20-го века.

ОПИСАНИЕ ИЗУЧАЕМЫХ ВИДОВ

Зубянка луковичная (*Dentaria bulbifera* L.) – многолетник высотой 30-60 см. с длинным горизонтальным корневищем, покрытым мясистыми дельтовидными чешуйками. Листорасположение очередное, нижние листья перисто-рассеченные, черешковые, из 5-7 продолговато-ланцетных городчатых сегментов. Верхние стеблевые листья тройчато-рассеченные или цельные, сидячие. В пазухах верхних листьев располагаются легко опадающие мелкие, черно-фиолетовые луковички, служащие для вегетативного размножения. Лепестки фиолетовые или темно-розовые, редко белые, 12-15 мм длиной. Стручки 20-30 мм длиной, косо и вверх направленные. Часто не развиваются. Вид цветёт в апреле–мае, размножается преимущественно вегетативно – корневищами или луковичками. [Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. – 2014; Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. 8-е изд. – 1951].

Флора средней полосы европейской части СССР. 8-е изд. – 1951].

Зубянка пятилистная (*Dentaria quinquefolia* M. Bieb.) – многолетник высотой 15-40 см., тоже имеет горизонтальное корневище, стеблевые листья, обычно в числе трех, сближены в мутовку. Листья перисто-рассеченные на 5-7 продолговато-ланцетных крупно-пильчатых сегментов. Три верхних сегмента обычно сливаются друг с другом при основании. Верхние стеблевые листья отсутствуют. Лепестки различной интенсивности лиловые, 12-15 мм. Стручки 35-50 мм длиной. Растение цветёт в апреле – мае, плоды созревают в конце мая. Размножается в основном семенами, хотя вегетативное размножение корневищем тоже возможно. [Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. – 2014; Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. 8-е изд. – 1951].

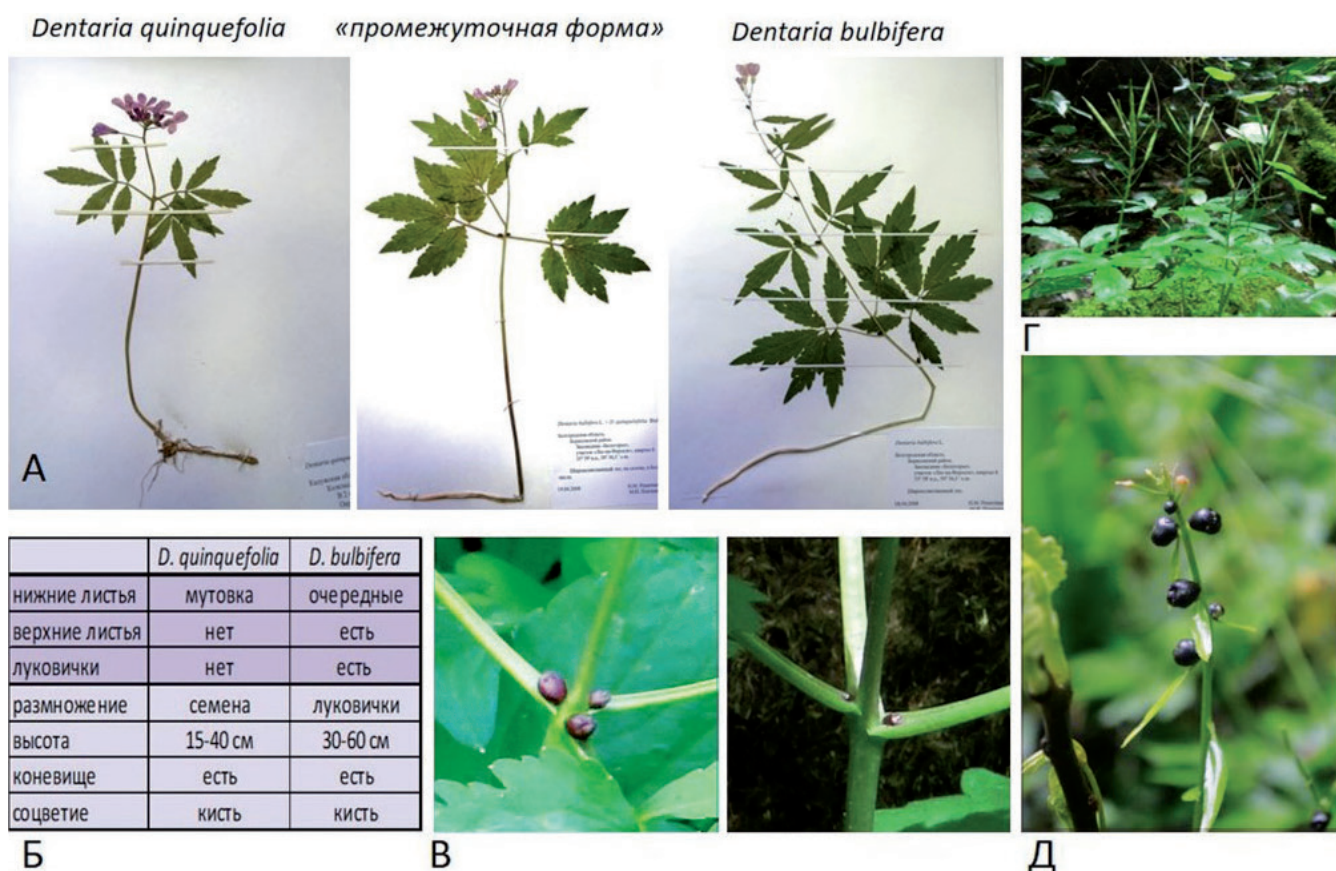


Рис. 1. А – гербарные образцы из заповедника «Лес на Ворскле», начало 21 века; Б – таблица признаков, отличающих два вида; В – два примера растений с промежуточным фенотипом на площадках в «Лесу на Ворскле» (2019 год); Г – стручки *Dentaria quinquefolia* (Хоста 2016); Д – луковички и отмершее соцветие *Dentaria bulbifera* (Хоста 2016).

Зубянки луковичная и Зубянка пятилистная – эфемероиды, которые образуют устойчивые многолетние поляны в широколиственном лесу. Оба вида могут размножаться корневищем. Оба вида полиплоидны. Зубянка луковичная додекаплоид (12x), а Зубянка пятилистная гексаплоид (6x) [Ru et al., 2022]. Они близки друг другу генетически. Оба вида принадлежат к одной близкородственной группе внутри рода Сердечник (*Cardamine*). Однако есть важное отличие в стратегии размножения. Зубянка пятилистная производит стручки и размножается семенами, а у Зубянки луковичной размножение и распространение идет вегетативно луковичками из пазух листьев и корневищем. Её соцветие в подавляющем большинстве случаев не дает стручков и отсыхает после цветения. Генетические исследования и многолетние наблюдения за избранными европейскими популяциями показали, что Зубянка луковичная никогда не дает жизнеспособных семян [Ru et al., 2020]. Для нее характерно нарушение полового размножения на многих стадиях – созревание и прорастание пыльцы, нарушение раннего развития семян, приводящие к их гибели. В результате ни одного гибридного растения не было обнаружено между двумя популяциями Зубянки луковичной и Зубянки пятилистной, произрастающих в течении десятилетий вблизи друг друга в ботаническом саду Гейдельберга [Ru et al., 2020]. Предполагается, что потеря полового размножения у Зубянки луковичной как-то связано с быстрым распространением в плейстоцене, после того как вид пережил оледенение в изолированных популяциях. Поэтому обнаружение растений

с переходными признаками в Белгородской области вызвало большой интерес.

В конце апреля 2018 года на участке «Лес на Ворскле», где ранее были зафиксированы соседствующие популяции Зубянки луковичной и Зубянки пятилистной, мы нашли группы растений, обладающих морфологическими признаками обоих видов. Возникло предположение, что эти особи – гибриды Зубянки луковичной и Зубянки пятилистной.

Мы поставили перед собой задачу, используя основные признаки, отличающие два вида, описать растения Зубянки в «Лесу на Ворскле» и проанализировать подтверждает ли реальная картина распределения этих признаков в популяции возможность скрещивания между видами.

Для этого были выбраны несколько естественных полейн - площадок, на которых проводилось описание растений. Как уже было отмечено, Зубянки образуют многолетние поляны, которые годами остаются на одном месте под пологом широколиственного леса. Также была изучена жизнеспособность пыльцы, формирование стручков и возможность вегетативного размножения на выбранных площадках.

Во второй части работы мы исследовали распространение двух видов зубянки и их промежуточных форм в Европе, используя данные открытых в интернете гербариев и баз данных GBIF и *iNaturalist*.

Наши данные дают основание предположить, что на изученных нами площадках происходит скрещивание между двумя видами Зубянок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1) В 2019 годы в широколиственной дубраве «Лес на Ворскле» заповедника «Белогорье», (Белгородская область) нами были выбраны 4 естественные поляны Зубянки. Каждая из них получила рабочее название, которыми во избежание путаницы мы будем продолжать пользоваться (рис. 2). Описание площадок проводилось в первых числах мая в период цветения.

– площадка «5-6» (на границе 5 и 6 кварта-

лов), выбранная за морфологическое сходство многих растений с Зубянкой пятилистной;

– две близко расположенные площадки «volk1» и «volk2» (на склонах Волчьего Яра в 6-м квартале), «volk1» выбрана за сходство растений с Зубянкой луковичной, «volk2» выбрана как площадка с большим количеством растений, имеющих промежуточный фенотип;

– площадка «z8(10)» (в 8 квартале), также

выбрана как площадка с большим количеством растений, имеющих промежуточный фенотип.

В 2019 году на каждой площадке было описано около 40 растений: «5-6» - 43; «z8(10)» - 38; «volk1» - 44; «volk2» - 53.

В 2021 году в тот же период (первые числа мая) мы провели повторное описание площадок «5-6»; «volk1» и «volk2». Кроме того, была выбрана еще одна площадка недалеко от города Грайворон (рис. 2). Она получила имя GrVOR и была выбрана за большое количество

растений с признаками Зубянки пятилистной.

В 2021 году на площадках было описано следующее количество растений: «5-6» - 98; GrVOR - 109; «volk1» - 190; «volk2» - 76. В 2021 году в поле растения фотографировались, а затем описывались уже по фотографиям.

2) определение растений проводилось по определителю Маевского (2014).

3) При описании растений Зубянки на выбранных площадках отмечалось следующие признаки, используемые при определении

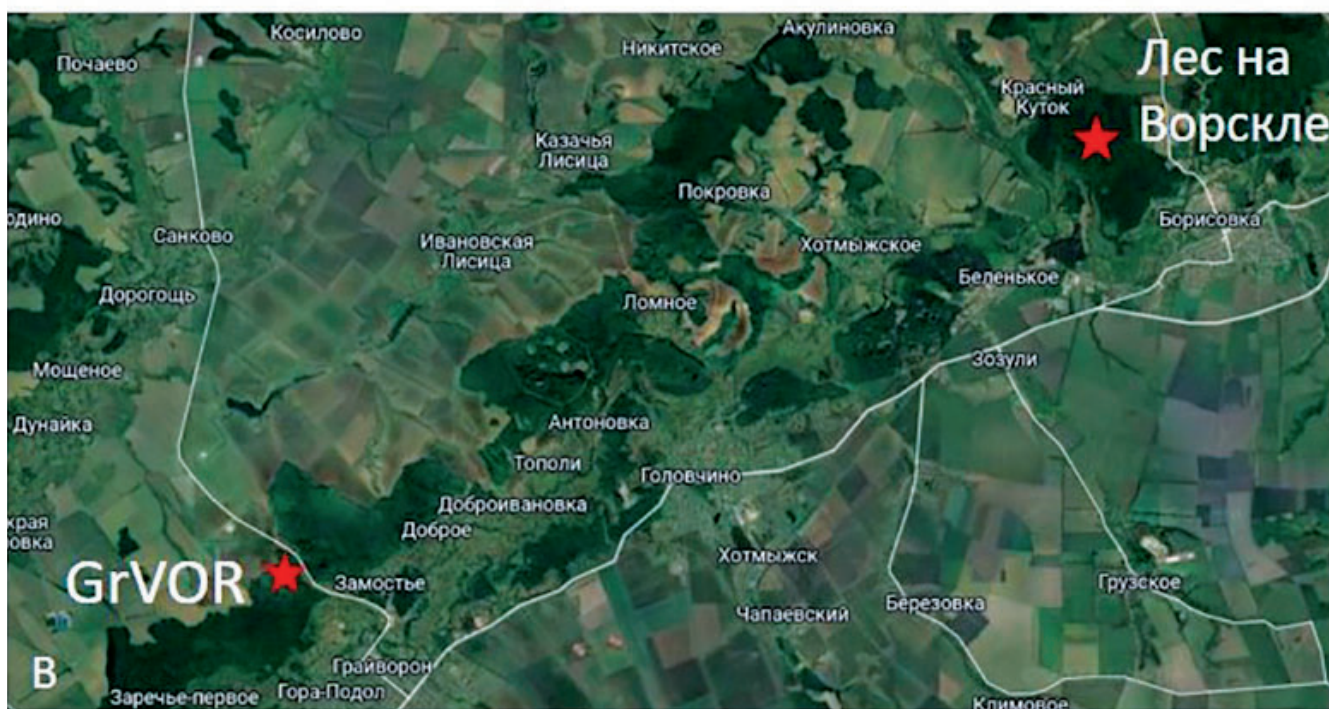
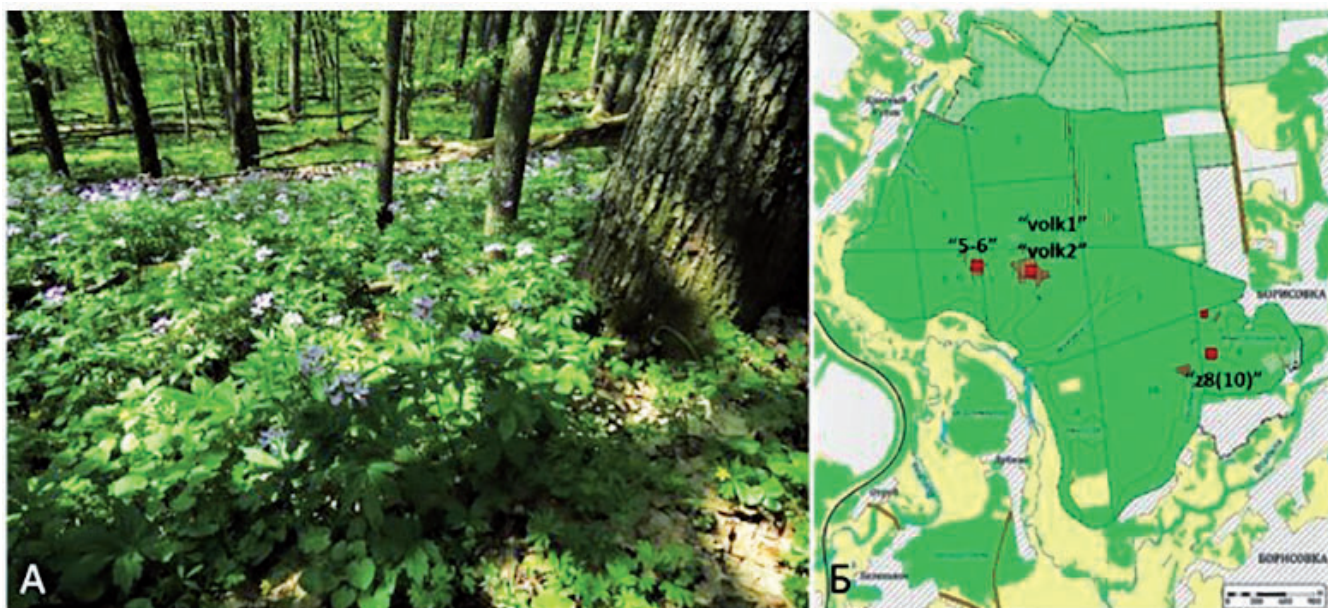


Рис. 2. А – поляна зубянки (“z8(10)”) в «Лесу на Ворскле», май 2019; Б – карта заповедника «Лес на Ворскле», отмечено расположение площадок (полян).

двух видов (рис. 3): 1) расположение нижних (три, иногда четыре листа) перисто-рассеченных листьев - мутовка, сближенные или очередные; 2) наличие или отсутствие верхних листьев; 3) наличие и размер луковичек в пазухах листьев - развитые рельефные большие, неразвитые маленькие или нет; 4) высота растения (рис. 1, 3).

В 2019 году проводили измерения ряда параметров соцветия кисть (рис. 5), так как было предположение, что они тоже могут отличать два вида.

4) Растения Зубянки луковичной в момент их максимального развития в среднем несколько выше Зубянки пятилистной. В 2019 году мы измеряли также общую высоту растений в момент цветения (рис.3).

5) В 2019 были исследованы возможности полового и бесполого размножения. Половое размножение: учитывалось количество стручков с семенами в каждом соцветии; жизнеспособность пыльцы (окраска ацетокармином), видовой состав возможных опылителей. Бес-

полое размножение: раскопано корневище небольшой колонии растений с промежуточным фенотипом.

6) Было построено несколько карт для изучения современного распространения двух видов в Европе.

– карты по данным iNaturalist с использованием данных GBIF. Эти данные были обогащены данными для Польши и Белоруссии, в которых было мало точек. Данные, полученные таким образом, позволяют увидеть картину в целом. Но мы не имели возможности проверить верность определения для каждой точки.

– были построены карты, основывающиеся на изучении старых европейских гербариев, имеющих в открытом доступе. Такой метод даёт гораздо более скудный по количеству материала, однако, мы имели возможность описать каждое растение по тому же методу, как мы описывали растения в «Лесу на Ворскле» и установить распространение растений с гибридной морфологией в Европе.

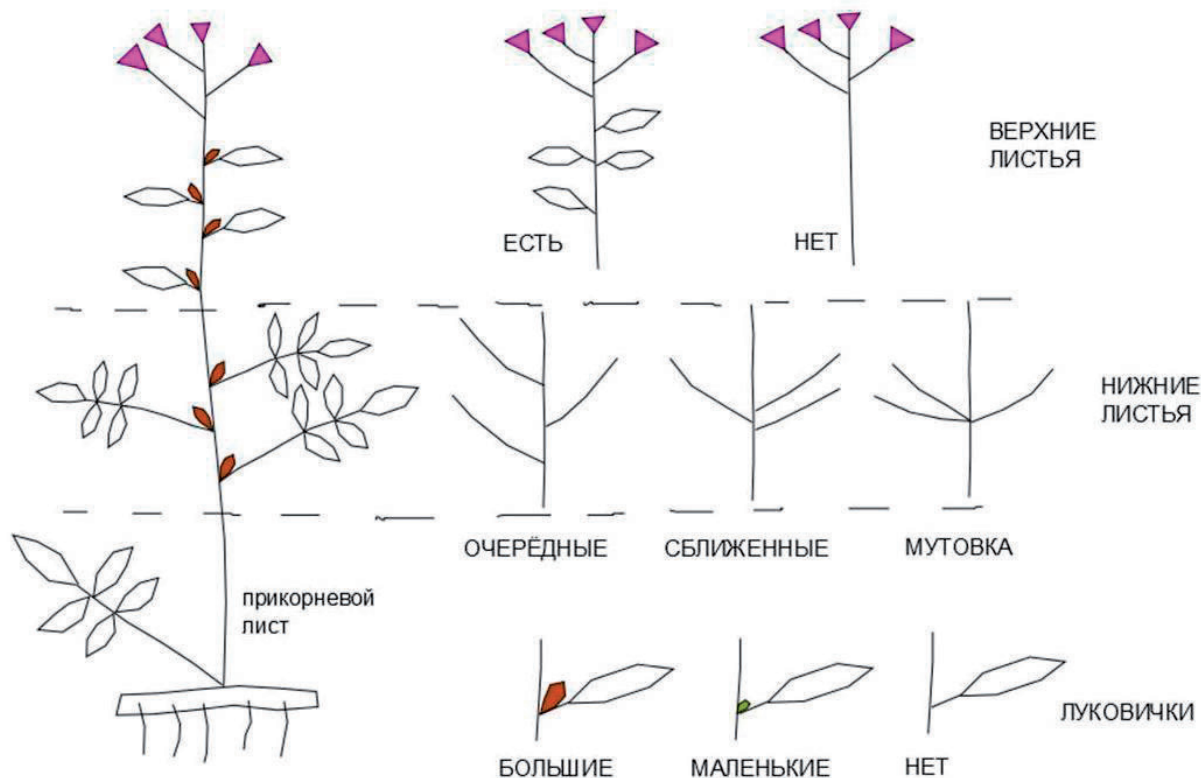


Рис.3. Схема, объясняющая признаки, которые учитывались при описании растений зубянки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфологическое описание растений на естественных полянах в широколиственном лесу «Лес на Ворскле» (2018-2019)

1. На основе основных признаков, используемых для различения двух видов Зубянок, - листорасположения (верхние и нижние листья) и наличия и размера луковичек, - мы разделили все описанные растения Зубянки на морфотипы с помощью кластерного анализа в программе «Статистика». Поскольку заранее мы не знали, какие отклонения от «идеального фенотипа» видов могут быть отнесены к внутривидовой изменчивости, а какие указывают на возможную гибридизацию двух видов, в нашем анализе мы выделяли максимально возможное количество кластеров.

Всего среди 179 описанных в 2019 году растений был выделен 31 вариант комбинации изучаемых признаков в каждом конкретном растении.

Среди них можно выделить два условно «идеальных морфотипа»: первый - соответствующий описанию Зубянки пятилистной (мутовка, отсутствие верхних листьев и луковичек), а второй – Зубянки луковичной (очередные листья, есть большие луковички и верхние листья) (рис. 1А, Б). Кроме идеальных

есть 29 промежуточных морфотипа, которые обладают некоторой комбинацией признаков.

Понятно, что часть выделенных морфотипов может быть истолковано не как гибридизация, а как варианты внутривидовой изменчивости. Однако мы осознанно в данной работе не обсуждаем эту проблему, так как она требует отдельного исследования внутривидовой изменчивости каждого вида.

Для каждой площадки составлена круговая диаграмма, отражающая разнообразие представленных на ней морфотипов (рис. 4). Площадки «z8(10)», «volk1» и «volk2» имеют растения, соответствующие родительскому морфотипу Зубянки луковичной, а площадка «5-6» - родительскому морфотипу Зубянки пятилистной. В 2019 году не было обнаружено ни одной площадки, где встречались бы вместе Зубянка луковичная и Зубянка пятилистная. Поэтому было выдвинуто предположение, что в основе «5-6» была поляна Зубянки пятилистной, а в основе «z8(10)», «volk1» и «volk2» лежали поляны Зубянки луковичной.

«ВЕРХНИЕ ЛИСТЬЯ – НИЖНИЕ ЛИСТЬЯ– ЛУКОВИЧКИ»
Результат кластерного анализа (2019 год): 31 кластеров

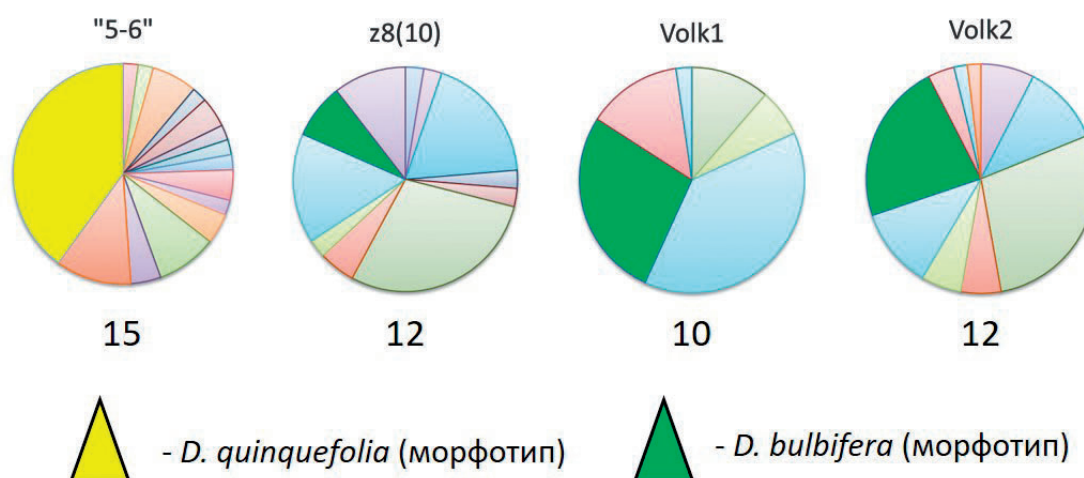


Рис. 4. Кластерный анализ зубянок, описанных на 4-х площадках в «Лесу на Ворскле». Цифры под круговыми диаграммами – количество кластеров на каждой площадке. Выделенный черной полосой сектор – кластер, по морфологическим признакам совпадающий с родительской формой. Желтый сектор – зубянка пятилистная, зеленый сектор – зубянка луковичная.

В 2019 году, мы разделили площадки по этому признаку на две группы: «5-6» («пятилистная») и остальные три («z8(10)», «volk1» и «volk2» - «луковичные»).

Для подробного рассмотрения того, как распределились морфотипы между этими двумя группами была сделана таблица (рис. 5А).

«Пятилистная» группа включает 15 морфотипов. 12 из них уникальны для группы. Один из них соответствует классической Зубянке пятилистной по всем изучаемым признакам.

«Луковичная» группа включает 22 морфотипа. 19 из них уникальны для группы. Один из них - это фенотип классической Зубянки луковичной. Среди этих 19 фенотипов есть уникальные для одной из площадок, а есть те, которые были встречены на нескольких. Набор морфотипов для каждой площадки уникален.

Между «пятилистной» и «луковичной» группами были обнаружены три пересечения. Это растения с промежуточными признаками: 1) «кластер 8» - недоразвитые луковицы, сближенные нижние листья и отсутствие верхних; 2) «кластер 23» - недоразвитые луковицы, нижние листья в мутовке, есть верхние листья; 3) «кластер 25» - недоразвитые луковицы, нижние листья в мутовке, верхние отсутствуют.

Количество возможных комбинаций признаков на каждой из 4 изученных площадок достаточно широк. Это важный аргумент против клональной природы возможных гибридов, когда гибридизация прошла единожды, а затем удачный гибрид распространился. Все указывает на то, что если на описываемых площадках есть скрещивание между видами, то оно идет независимо на каждой площадке.

2. Среди значимых различий между видами, указанных в определителе Маевского, есть разница растений по высоте (рис. 1Б): Зубянка пятилистная (15-40 см в высоту) в среднем ниже Зубянки луковичной (30-60 см в высоту). Оказалось, что растения на площадке «5-6» значительно ниже растений с «луковичных» площадок, различий между которыми нет (рис. 5Д). Таким образом, и по этому признаку площадка «5-6» тоже больше похожа на Зубянку пятилистную, а остальные площадки - на Зубянку луковичную.

3. Половое размножение является важной характеристикой именно Зубянки пятилистной. Зубянка луковичная производит цветы, но потом они отмирают без продукции стручков и семян (рис. 1Г, 1Д). Все этапы полового размножения (созревание и прорастание пыльцы, развитие семян на ранней стадии) у этого вида нарушены [Ru et al., 2020].

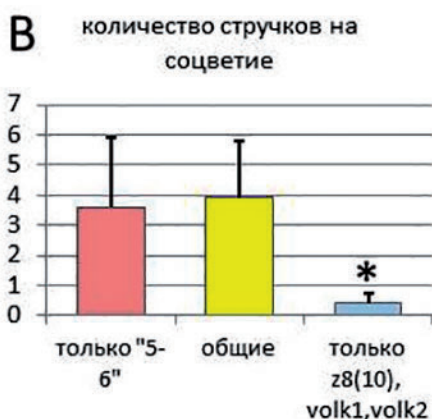
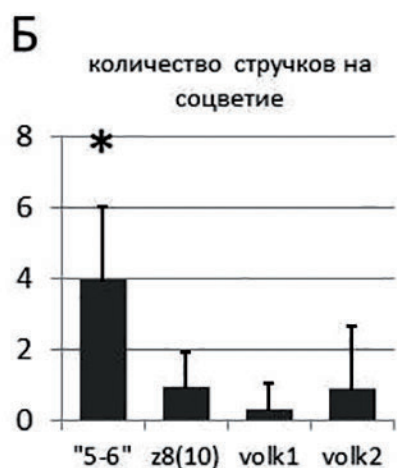
На всех площадках были обнаружены растения со стручками и семенами в них. Мы сравнили количество стручков и цветоносов на соцветие на всех площадках. На «пятилистной» площадке «5-6» оказалось значительно больше стручков на кисть, чем на «луковичных» площадках (рис. 5Б). И вообще кисть «5-6» содержала больше цветоносов (рис. 5Г). Это указывает на то, что органы полового размножения на площадке «5-6» ожидаемо более развиты.

Мы также сравнили количество стручков на кисть в разных группах морфотипов - «луковичных», «пятилистных» и «общих» - тех, которые были обнаружены и на «луковичных», и на «пятилистной» площадках (кластеры - «8», «23», «25») (рис. 5В). Все морфотипы, уникальные для «пятилистной» поляны, имеют больше стручков с семенами, чем уникальные морфотипы с трех «луковичных» полян. Интересно, что растения с «общими» морфотипами, которые встречаются на обоих типах площадок, по количеству стручков похожи на «пятилистную» площадку «5-6», а не на «луковичные» (рис. 5В).

Зубянки на площадках «луковичной» группы все же имеют стручки с семенами, хотя достоверно меньше, чем на «пятилистной» площадке «5-6». Однако Зубянка луковичная в европейских популяциях не производит семян вообще. (По сообщению Леонида Разрана в европейских популяциях Зубянки луковичной найти семена - это огромная редкость).

4. Также мы описали характеристики соцветия кисть у растений на площадках (рис. 6А, 6Б). Учитывались: 1) длина соцветия от первой до последней цветоножки; 2) длина всех цветоножек и 3) длина цветов.

Мы решили сравнить площадки по этим признакам. Если площадки имеют разный на-



А

кол-во стручков на кисть	живая пыльца/просмотр		"5-6"	z8(10)	VOLK1	VOLK2
0.947368	5/6	cluster4		3	5	12
1	1/1	cluster5		11	1	13
0.666667	9/9	cluster10		5	7	6
0	5/5	cluster13		1	10	
0.428571	4/4	cluster21			7	2
0.25	3/3	cluster24			2	2
0	1/1	cluster27			3	1
0.25		cluster28			4	
0.2	3/3	cluster29			4	2
0	3/3	cluster30			1	
0.75	2/2	cluster1		2		3
0.538462	7/7	cluster3		7		6
0	1/1	cluster6		1		
1		cluster16		1		
0.4	1/1	cluster18		1		4
0.333333	2/2	cluster20		1		
1.833333	2/2	cluster23	2	4		1
6.4	4/4	cluster25	4			1
3.5	1/1	cluster8	1	1		
7	1/1	cluster2	1			
6		cluster11	1			
1		cluster12	1			
7		cluster14	1			
4	1/1	cluster17	1			
2		cluster26	1			
4	1/1	cluster9	2			
1		cluster15	2			
5.5	1/1	cluster19	2			
1.666667		cluster7	3			
0.333333		cluster22	4			
3.777778	3/3	cluster31	18			
		всего	43	38	44	53

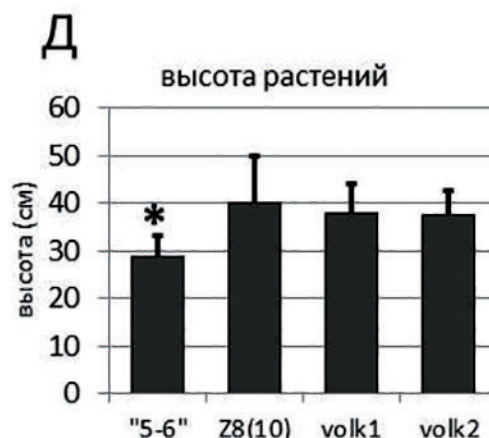
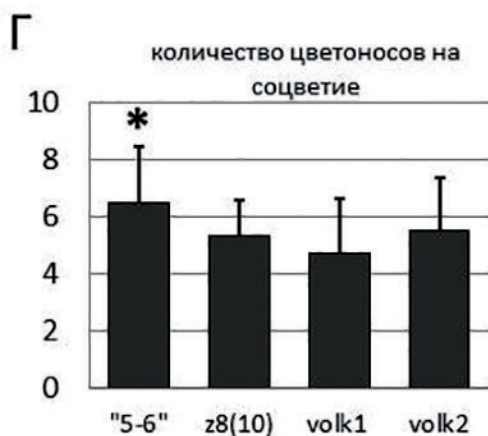


Рис. 5. А – Таблица с данными кластерного анализа на основе листорасположения и наличия луковичек (рис. 4). В голубых клетках кластеры, уникальные для луковичных площадок, зелёная стрелка – родительский фенотип зубянки луковичной. В розовых клетках кластеры, уникальные для пятилистной площадки «5-6», коричневая стрелка отмечает родительский фенотип зубянки пятилистной. Цифры в таблице означают количество растений, принадлежащих данному кластеру. В жёлтых клетках кластеры общие для луковичных и пятилистной площадок; графа «живая пыльца/просмотр» показывает количество растений с жизнеспособной пылью (первая цифра) и количество просмотренных цветов у растений данного кластера. «количество стручков на кисть» - еще одна графа таблицы показывающая количество обнаруженных стручков с развивающимися семенами на одно соцветие; Б – среднее количество стручков с семенами на соцветие на четырёх площадках; Б - среднее количество стручков с семенами на соцветие в уникальных кластерах для пятилистных площадок, в уникальных для луковичных площадок и в общих кластерах. Г – среднее количество цветоносов на кисть на четырёх площадках; Д – средняя высота растений на четырёх площадках.

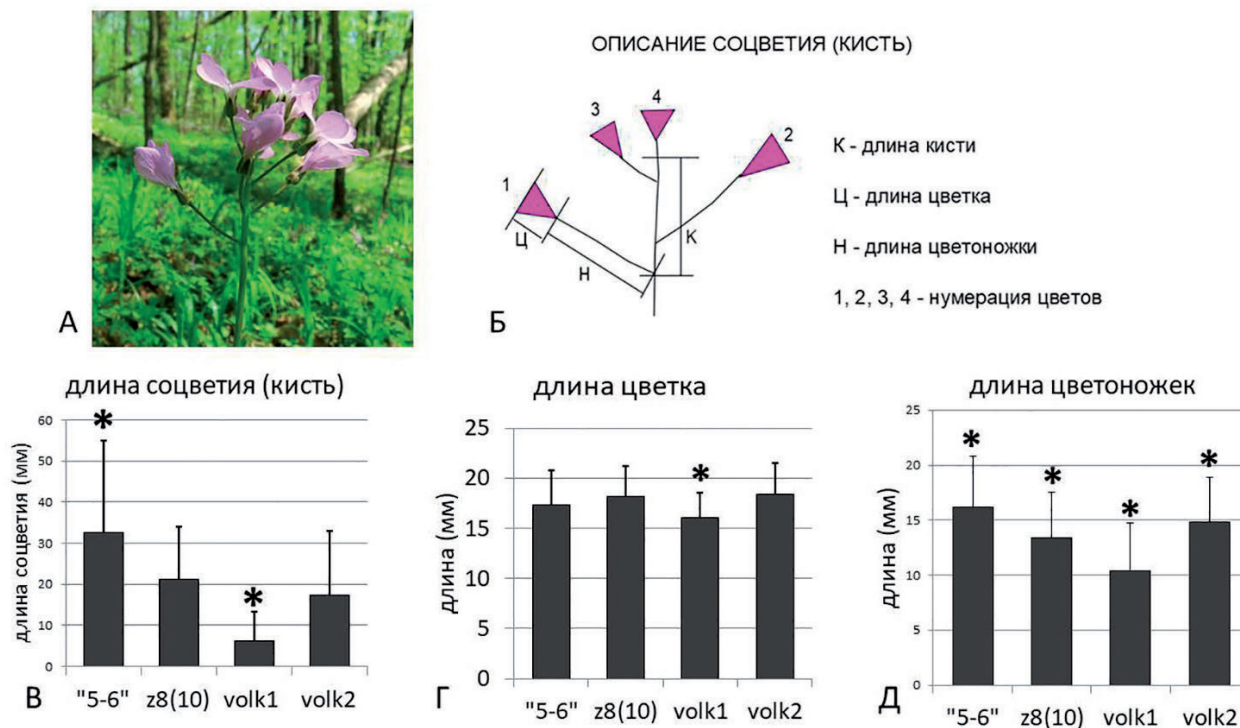


Рис.6. А – соцветие кисть зубянки, «Лес на Ворскле» 2019; Б – схема соцветия кисть, объясняющая какие параметры измерялись; В - средняя длина соцветия на четырех площадках; Г- средняя длина цветка на четырех площадках; Д – средняя длина цветоножек на четырех площадках.

бор морфотипов по признакам, используемым для определения видов Зубянок, то, может быть, и в строении соцветия нам удастся найти различия между площадками. Это предположение подтвердилось.

1) на площадке «5-6» в среднем значительно длиннее соцветие, а на площадке «volk1» оно

в среднем значительно короче, чем на остальных (рис. 6А).

2) на площадке «volk1» значительно меньше длина цветка, чем на остальных площадках (рис. 6Б).

3) длины цветоножек оказались различны на всех четырех площадках (рис. 6В).

СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ЗУБЯНОК В «ЛЕСУ НА ВОРСКЛЕ»

Зубянка луковичная размножается вегетативно – корневищем и пазушными луковичками, а Зубянка пятилистная вегетативно (корневищем) и половым путем (семенами). Мы решили посмотреть, как могут размножаться Зубянки на описанных нами площадках в «Лесу на Ворскле». Нам удалось выяснить, что растения промежуточных морфотипов способны размножаться половым путем. Для этого мы проверили разные стадии полового размножения и показали, что они успешно осуществляются.

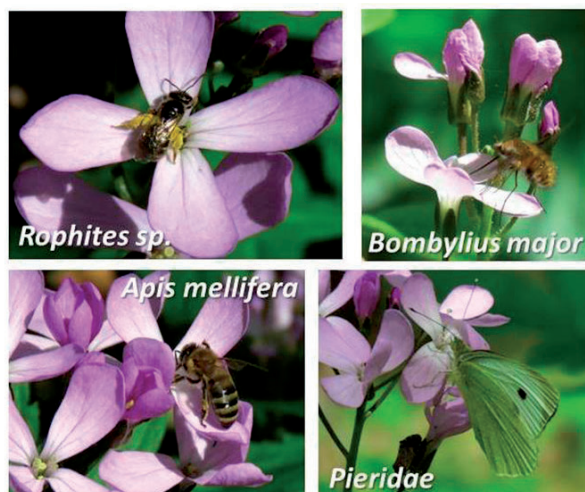
1. Опылители. Все четыре исследуемые площадки активно посещались насекомыми – опылителями (наблюдения 2018 года). На площадке «z8(10)» («луковичная» группа, много гибридных фенотипов) мы обнаружили 14 видов насекомых, посещавших цветы Зубянки (рис. 7). Среди них есть 6 видов, которые уже описаны в качестве опылителей Зубянки луковичной [SHOWLER & RICH, 1993] (отмечены красным шрифтом красным). Особенно привлекли внимание мелкие пчелы рода *Rophites* (выделены фиолетовым цветом), которые ча-

сто встречались на Зубянке, глубоко проникали в цветок и часто несли на себе много пыльцы.

1) на площадке «5-6» в среднем значимо длиннее соцветие, а на площадке «volk1» оно в среднем значимо короче, чем на остальных (рис. 6А).

2) на площадке «volk1» значимо меньше длина цветка, чем на остальных площадках (рис. 6Б).

3) длины цветоножек оказались различны на всех четырех площадках (рис. 6В).



Возможные опылители

Apis mellifera – Пчела

Rophites sp. – сем. Галиктиды

Bombylius major – Жужжало большой

Syrphus ribesii – Сирф перевязанный

Phyllotreta nigripes – Блошка крестоцветная синяя

Tachina fera – Ежемуха свирепая

Winthemia variegata – сем. Тахины или ежемухи

род *Aucistrocerus* – род Анцистроцерус

Hypera meles – Клеверный долгоносик

Pieridae – Белянки

Bombus – Шмели

Другие насекомые, посещавшие зубянку

Trox sabulosus – Песчанник обыкновенный

(сем. Падальники, отр. Жесткокрылые)

Coccinella septempunctata – Коровка семиточечная

Eurydema oleracea – Клоп рапсовый

Рис.7. Насекомые – потенциальные опылители, отмеченные на площадке зубянки (z8(10)) в 2019 году, «Лес на Ворскле». Красным шрифтом выделены виды, уже отмеченные как опылители зубянки. Фиолетовым цветом выделены мелкие пчелы рода *Rophites*, многократно отмеченный нами на цветах зубянки в «Лесу на Ворскле».

2. Пыльца. Пыльца Зубянок со всех 4 площадок фертильна (наблюдения 2019 года). Мы провели окрашивание ацетокармином пыльцы с 70 особей, собранных со всех 4 площадок («5-6» - 10, «z8(10)» - 24, «volk1» – 20, «volk2» – 16). У большинства пыльца окрасилась полностью или почти полностью (рис. 8), что указывает на ее фертильность. Среди растений, у которых окрашивали пыльцу, большинство было с переходным фенотипом (59), но были также с растения с идеальным «родительским морфотипом» («*D. bulbifera*» – 9; «*D. quinquefolia*» - 2). Подавляющее число растений с промежуточными морфотипами показали 100% окрашивание пыльцевых зёрен (рис. 8Г). Только у незначительной части растений фертильность оказалась сниженной, но ни разу не достигала нуля. У растений с идеальными родительскими морфотипами распределение оказалось схожим (рис. 8Д). Не удивительно, что два растения, соответствующие Зубянке пятилистной, имели фертильную пыльцу. Но и среди девяти растений с идеальным морфотипом Зубянки луковичной, у пяти пыльца

окрасились на 100%, и лишь одно растение не окрасилось вовсе.

Кроме того, при изучении под микроскопом рылец пестиков с пыльцой, также окрашенной ацетокармином, нам удалось найти на них пыльцу с проросшей пыльцевой трубкой (рис. 8В). Было описано 16 таких растений. Из них 14 имели промежуточный морфотип, 1 – морфотип Зубянки пятилистной и 1 – морфотип Зубянки луковичной.

3. Семена. Мы вскрыли завязавшиеся стручки на ранней стадии развития плода (приблизительно через 1-3 дня после оплодотворения). Было вскрыто под биноклем всего шесть стручков. Во всех были обнаружены живые зародыши (рис. 8А). Пять стручков принадлежало растениям с переходным фенотипом, а один - идеальному морфотипу Зубянки луковичной (наблюдения 2019 года).

Наблюдалось дальнейшее развитие стручков и развитие семян на многих растениях площадки «z8(10)» («луковичная» группа с большим количеством переходных морфотипов) (наблюдения за 2018 год).

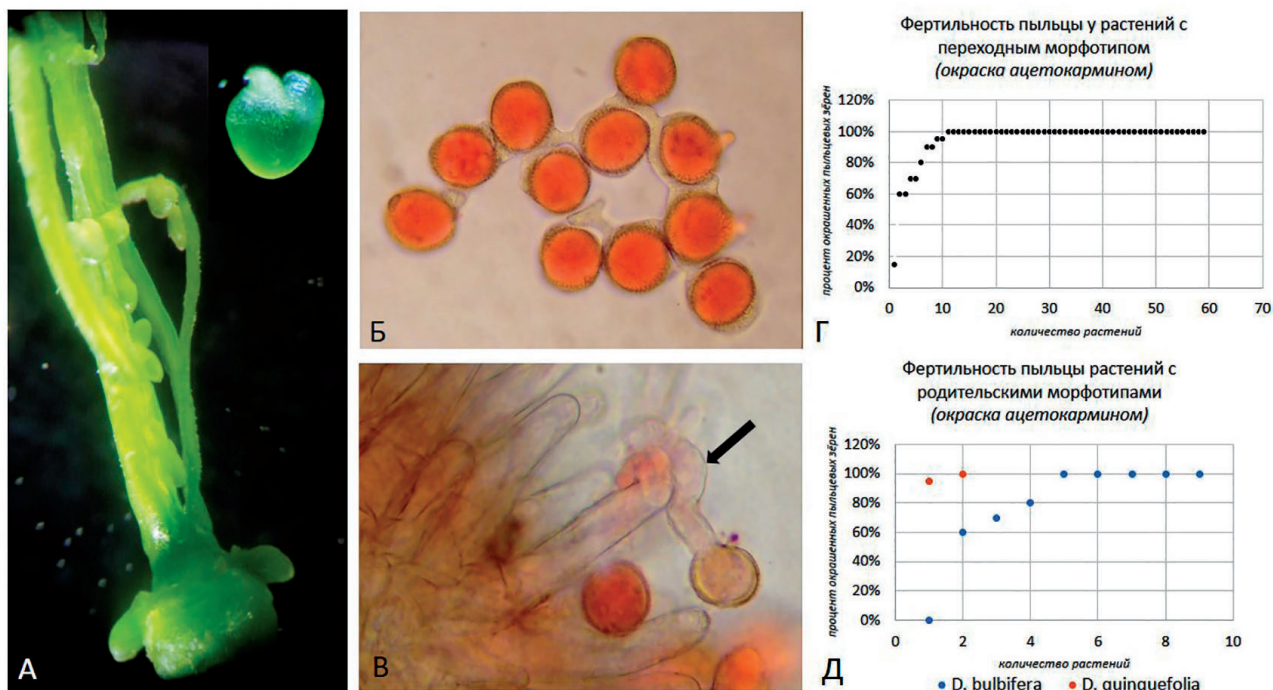


Рис.8. А – вскрытый молодой стручок зубянки с завязавшимися семенами. В отдельном окошке увеличено показано молодое семя; Б – Жизнеспособная пыльца зубянки, окрашенная ацетокармином; Пыльца зубянки, прорастающая на пестике. Черной стрелкой показана пыльцевая трубка, врастающая в пестик; «Лес на Ворскле», 2019 год; Г – процент окрашивания пыльцевых зёрен у растений с промежуточными морфотипами; процент окрашивания пыльцевых зёрен у растений с идеальными родительскими морфотипами.

4. Бесполое размножение. Также мы установили, что растения промежуточного морфотипа могут размножаться и бесполом путем (наблюдение 2019 года).

При раскопках корней маленькой отдельной поляны Зубянки с промежуточным морфотипом (рис. 9А), мы отметили, что из одного

корневища выходят два и более стебля (рис. 9Б), значит, это растение может распространяться с их помощью. Помимо этого, среди корневищ была найдена проросшая луковичка Зубянки (рис. 9В), которая могла принадлежать только данной колонии, так как она далеко отстояла от других (рис. 9В).

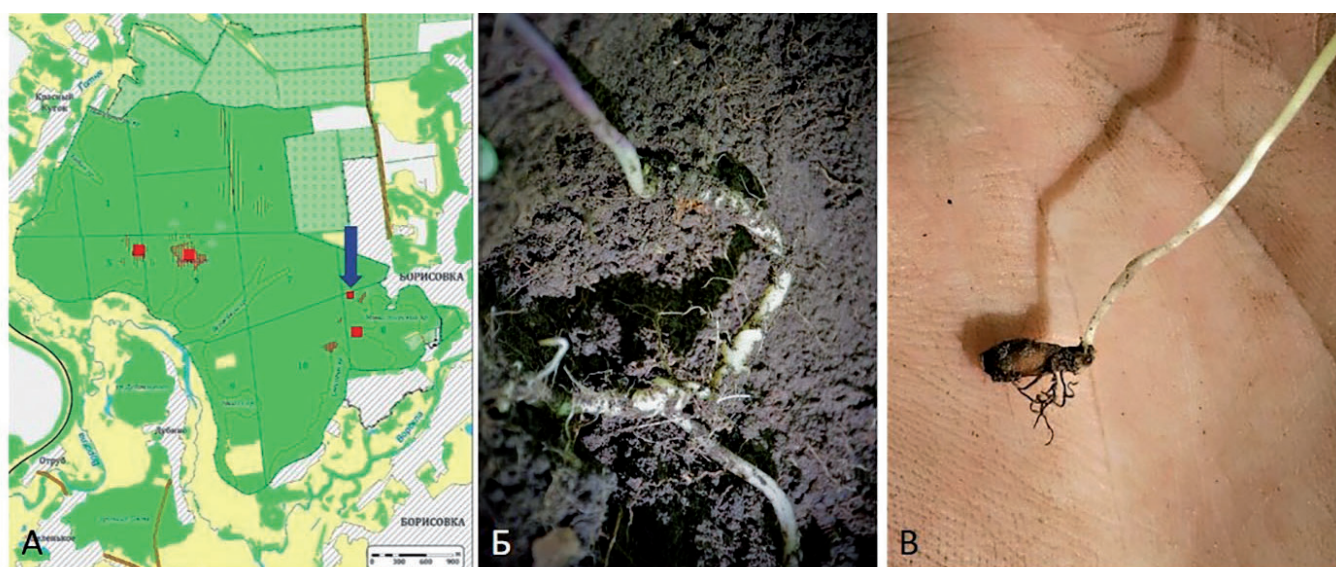


Рис.9. А – карта заповедника «Лес на Ворскле», где синей стрелкой отмечено местоположение маленькой поляны зубянки, с промежуточными фенотипом, которая исследовалась на предмет способности к вегетативному размножению; Б – раскопанное корневище зубянки, растущей на этой поляне; В – проросшая луковичка, найденная на этой же поляне.

РЕЗУЛЬТАТЫ 2021 ГОДА

В начале мая 2021 году мы еще раз посетили заповедник «Лес на Ворскле» Белгородской области. В этом году была обнаружена ещё одна крупная площадка с Зубянкой в лесу недалеко от города Грайворон в месте называемом Грайворонова дача («GrVOR»). На этой площадке заметно преобладал морфотип Зубянки пятилистной. Мы сделали её описание

по схеме, которая использовалась в 2019 году, и повторили описание старых площадок «5-6», «volk1», «volk2» в заповеднике «Лес на Ворскле» (рис. 10).

В результате описания на «GrVOR» также были обнаружены промежуточные морфотипы, помимо морфотипа Зубянки пятилистной. Морфотип Зубянки луковичной обнаружен не был.

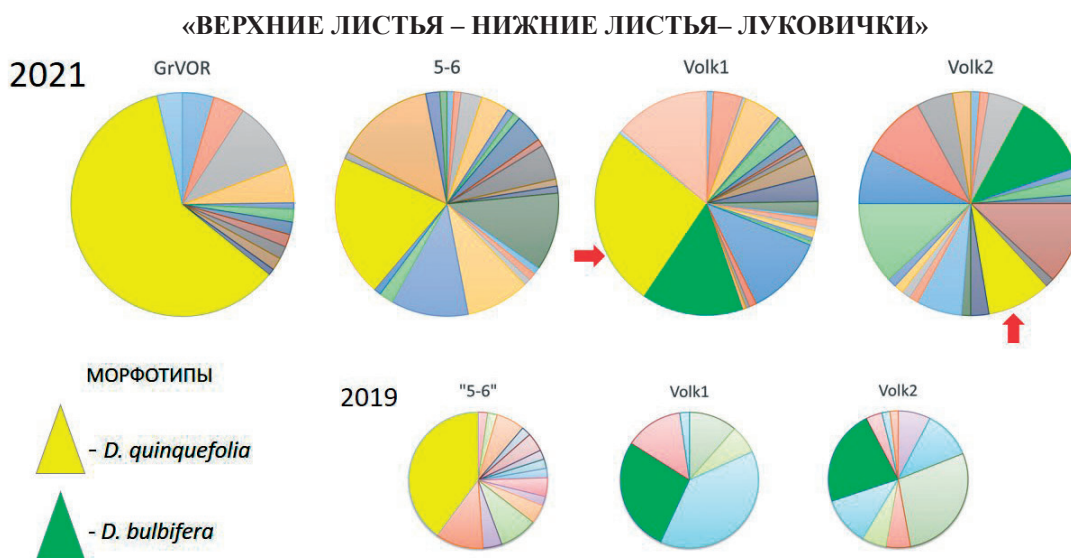


Рис.10. Кластерный анализ зубянок, описанных в 2021 и внизу для сравнения в 2019 году. Желтый сектор – по морфотипу зубянка пятилистная, зеленый сектор – зубянка луковичная. Красными стрелками показаны обнаруженные в 2021 годы растения с морфотипом зубянки пятилистной, не отмеченные в 2019.

Она оказалась похожей на «5-6», где, как и раньше, был обнаружен только морфотип Зубянки пятилистной и целый ряд промежуточных форм. Хотя процент идеальной Зубянки пятилистной на «GrVOR» выше, чем на «5-6».

На момент нашего исследования в 2019 году мы не заметили разницы в стадии цветения растений на изучаемых площадках. В 2021 году была холодная весна и мы оказались в заповеднике в практически в те же даты, но в другой фенологический период. Это позволило сделать очень важное наблюдение. На луковичных площадках «volk1» и «volk2» мы обнаружили небольшие локальные пятна Зубянки пятилистной, которая, как оказалось, зацветает раньше, чем Зубянка луковичная. В 2019 мы не нашли эти небольшие участки, так как уже цвела Зубянка луковичная и все растения с промежуточными морфотипами, а Зубянка пятилистная отцветала.

Кластерный анализ данных 2021 года выявил уже 44 морфотипа, в которые входят идеальные морфотипы Зубянки пятилистной, Зубянки луковичной и промежуточные формы (рис. 10). В 2021 году на площадках «5-6», «volk1», «volk2» было обнаружено приблизительно равное количество промежуточных морфотипов – 23, 24, 20, соответственно.

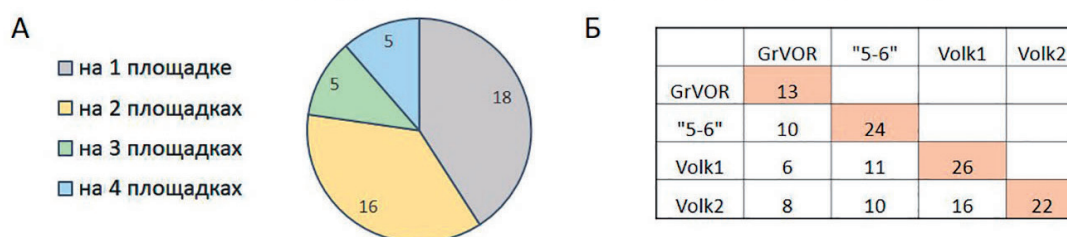
На новой площадке «GrVOR» было найдено 12 гибридных форм, что несколько меньше, чем на старых площадках. Интересен тот факт, что эти морфотипы всегда встречались на одной или нескольких других площадках. Специфичных именно для данной площадки найдено не было. Большинство промежуточных морфотипов на площадке «GrVOR» (10 из 13) совпадают с таковыми на площадке «5-6» (рис. 11). С площадкой «5-6» у «volk1» 11 совпадений, у «volk2» - 10. Из этого количества 9 между «volk1» и «volk2» совпадают. Инте-

ресно, что в 2019 совпадений между «5-6» и «volk1» обнаружено не было.

Если проанализировать разнообразие морфотипов на площадках, описанных дважды, то выяснятся ряд закономерностей. Только часть морфотипов на каждой площадке была встречена и в 2019, и в 2021. Доля морфотипов, уникальных для 2021 года всегда заметно выше, чем уникальных для 2019, и выше, чем встреченных в оба года (рис. 11).

Получается, что соотношение промежуточных морфотипов меняется каждый сезон. Это хорошо согласуется с гипотезой, что идет опыление одного вида другим и гибридов друг другом, так что площадки постоянно меняют состав промежуточных форм. Возможно также, что в прошлый год часть вариантов не была обнаружена, так как не были локализованы области Зубянки пятилистной.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОТИПОВ ПО ПЛОЩАДКАМ (2021)



Количество морфотипов Зубянки на площадках в 2019 и 2021 годах

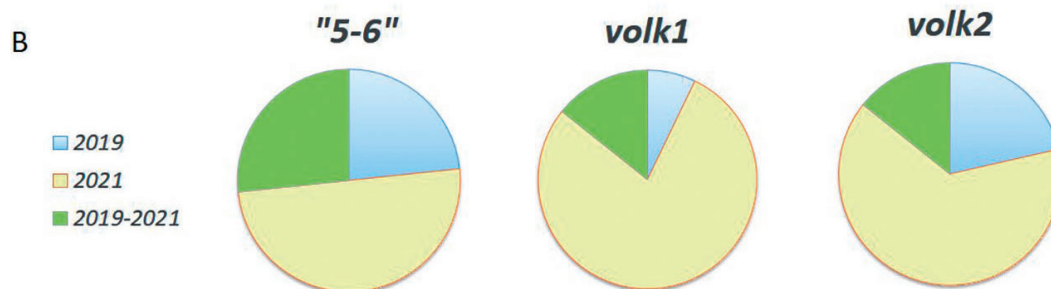


Рис. 11. Распределение морфотипов по площадкам в 2019 и в 2021 годах.
 А – встречаемость одного морфотипа на одной или нескольких площадках в 2021 году;
 Б – перекрывание площадок по количеству морфотипов в 2021 году;
 В - изменение репертуара морфотипов на площадке в 2021 году по сравнению с 2019.

Мы провели анализ по наличию цветов, бутонов и стручков у растений со всех площадок в 2021 (рис. 12). Оказалось, что количество цветов и стручков наибольшее у идеального морфотипа Зубянки пятилистной, наименьшее у идеального морфотипа Зубянки луковичной. Наоборот, количество бутонов наибольшее у идеального морфотипа Зубянки луковичной, а наименьшее у идеального морфотипа Зубянки пятилистной. У всех промежуточных морфотипов количество цветов, бутонов и стручков оказалось средним относительно идеальных морфотипов. Это подтверждает, что Зубянка

пятилистная и приближенные к ней промежуточные морфотипы зацветают раньше, чем Зубянка луковичная и приближенные к ней промежуточные морфотипы. Скорее всего, это также показывает, что растения более похожие на Зубянку пятилистную лучше размножаются половым путем. Поэтому при распределении площадок на более «луковичные» или более «пятилистные» можно пользоваться и этим признаком.

При сравнении площадок по фазе цветения видно, что новая площадка «GrVOR» наиболее «пятилистная» (и по количеству чистого

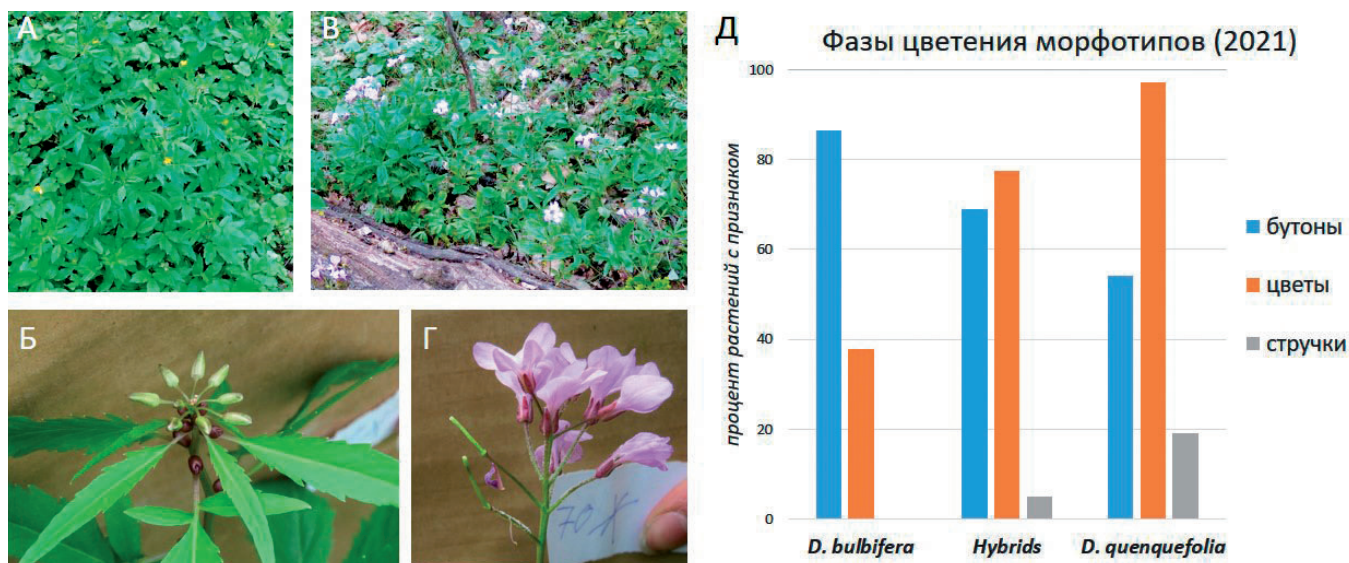


Рис.12. Фазы цветения морфотипов в заповеднике «Лес на Ворскле» 2021 год.
 А и Б – только вступающие в цветение растения «луковичного» типа;
 В и Г -цветущие и уже образующие стручки растения «пятилистного» типа;
 Д – процентное соотношение растений с бутонами, цветами и стручками среди морфотипов зубянки пятилистной, зубянки луковичной и среди гибридных морфотипов. (Бутоны – только бутоны или ничего; цветы – уже есть цветы; стручки – уже есть стручки).

морфотипа Зубянки пятилистной, и по количеству растений, имеющих стручки и цветы), «5-6» на нее похожа. Гетерогенные площадки «volk1» и «volk2» также похожи друг на друга и имеют растения как с цветами и стручками, так и с бутонами.

Таким образом, в широколиственном лесу заповедника «лес на Ворскле» мы наблюдаем гетерогенную популяцию Зубянки, большинство представителей которых, являются промежуточными морфотипами между Зубянкой луковичной и Зубянкой пятилистной, но идеальные «родительские» формы также присутствуют. Эта гетерогенная популяция способна к

продуктивному половому размножению, но также сохраняет возможность бесполого размножения – как корневищами, так и луковичками, которые имеются у многих переходных форм.

Наблюдаемая картина лучше всего может быть объяснена из предположения, что два близкородственных вида дают многочисленные гибриды на данной территории.

На площадках «5-6» и «GrVOR» не было обнаружено Зубянки луковичной. Возможно потому, что скрещивание там происходит уже не между родительскими формами, а между Зубянкой пятилистной и гибридами, пришедшими с других площадок.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДВУХ ИЗУЧАЕМЫХ ВИДОВ И ИХ ВОЗМОЖНЫХ ГИБРИДОВ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ И В ПРОШЛОМ

1. Для начала мы изучили современное распространение исследуемых видов.

Мы построили карты распределения Зубянки луковичной и Зубянки пятилистной по данным GBIF и *iNaturalist* (рис. 13). При построении этой карты мы не могли проверить точность определения всех растений, однако, большое количество данных дает хорошее представление об ареалах двух видов в Европе в настоящее время. Поскольку при составлении этой карты мы не описывали все имеющиеся фотографии по нашей схеме, то возможные рас-

тения с промежуточным между двумя видами на ней не отмечены. На полученной карте хорошо видно, что Зубянка луковичная (обозначена синим) распространена в основном на западе Европы, в то время как ареал Зубянки пятилистной (обозначена красным) простирается восточнее, от центральной России до Передней Азии. В нескольких местах ареалы видов пересекаются: на Кавказе, в районе Краснодарского края, в районе Киева, в Итальянских Альпах и в западной части центральной и южной России, в том числе, в Белгородской области.

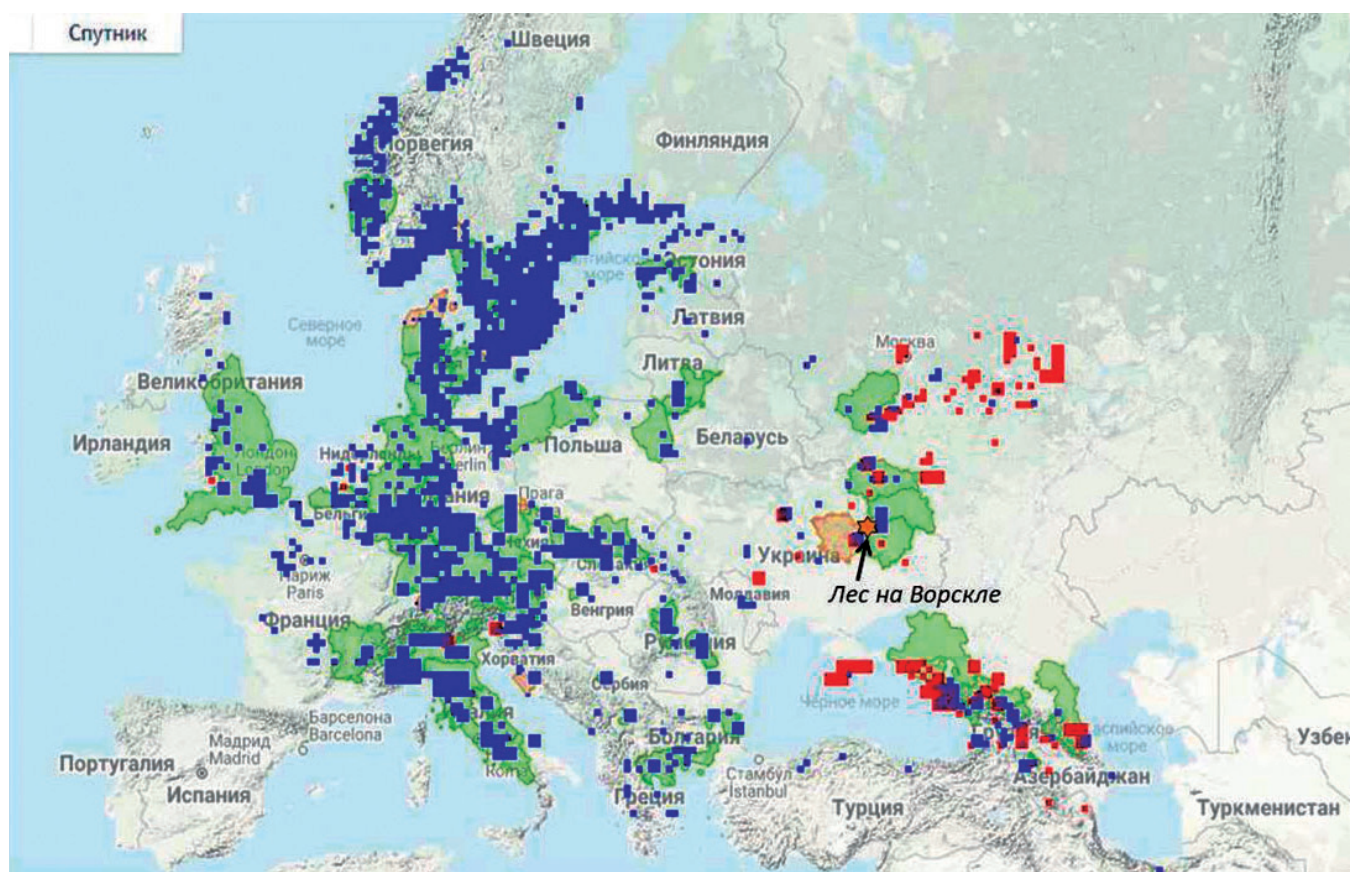


Рис.13. Современные данные *iNaturalist* и GBIF по распространению Зубянки. Синий – Зубянка луковичная, красный – Зубянка пятилистная

Однако, проверив фотографии из некоторых точек пересечения ареалов (Кавказ, Белгородская и Калужская области), мы обнаружили растения с промежуточными признаками.

2. Тогда мы собрали данные из открытых гербариев, доступных в интернете.

Мы использовали тот же принцип для описания гербарных образцов, что и для

описания растений в Белгородской области. Главным признаком было листорасположение, так как луковички очень часто теряются у гербарных образцов. Поэтому в этом случае луковички мы не учитывали. Наши описания основаны на данных, найденных на сайте (<http://herbonautes.mnhn.fr/>) Парижской Ботанической галереи (*Galerie de Botanique*),

которая является частью Национального музея естественной истории (Париж), гербария МГУ (<https://plant.depo.msu.ru/>), онлайн-атласа Plantarium (<https://www.plantarium.ru/>) и Биобазы 179 (<http://biobase.179.ru/>). По ним мы составили несколько карт распространения «идеальных форм» и «переходных форм» обоих видов. Красным и синим обозначены Зубянка пятилистная и Зубянка луковичная соответственно, все растения с переходными фенотипами отмечены голубым.

Для начала мы рассмотрели все описанные образцы на общей карте (рис. 14А). Общая картина распространения обоих видов осталась той же, что и на карте GBIF и *iNaturalist*, однако, вопреки предположению о том, что промежуточные формы встретятся только в районах пересечения ареалов, такие растения были найдены на всей территории распространения обоих видов.

Мы построили 2 карты – до 1950 года и после 1950 года (рис. 14Б), чтобы попытаться отследить момент появления «переходных форм».

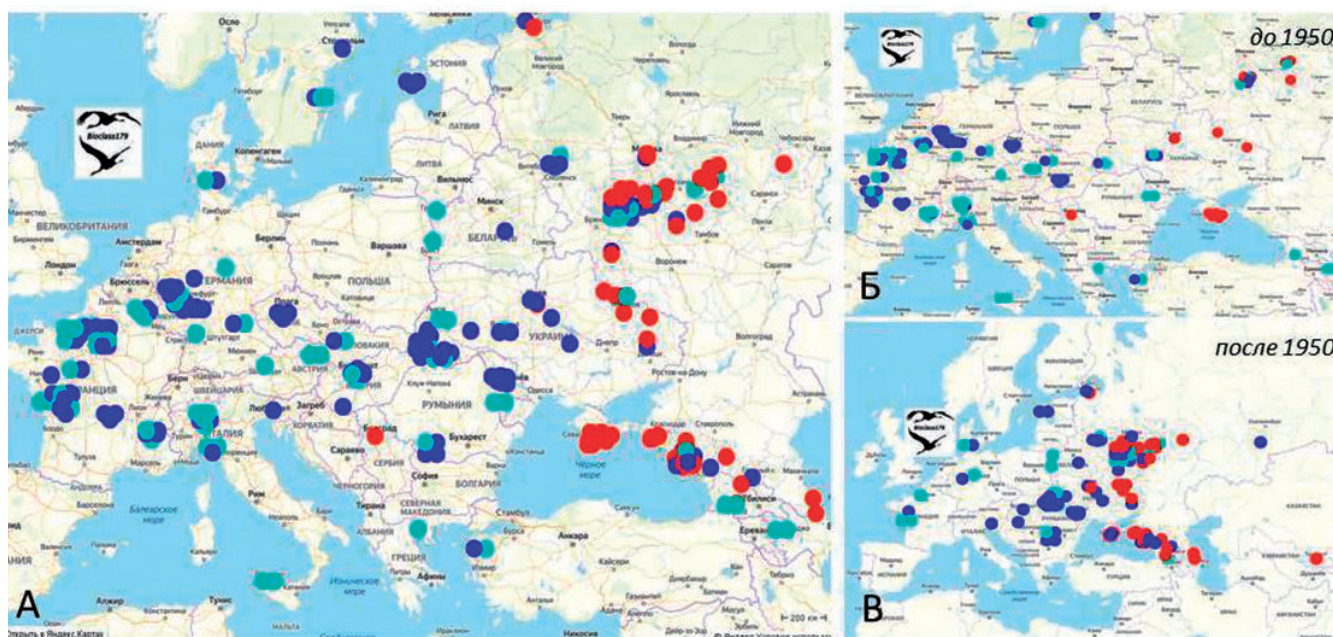


Рис. 14. А – Сводная карта по всем гербарным образцам. Синие кружки – место обнаружения классической зубянки луковичной, красные – классической зубянки пятилистной. Голубым обозначены гибридные – не подходящие под стандартное описание одного из двух видов – фенотипы; Б – гербарные образцы зубянки, собранные до 1950 года; В – гербарные образцы зубянки, собранные после 1950 года.

Карта до 1950 года отражает распространение растений с середины XIX века по середину XX (1835-1948 года). Ареал Зубянки луковичной практически полностью находится на территории Европы, а Зубянка пятилистная распространена от центральной России до Крыма. Пересечение ареалов наблюдается в двух точках - в Тульских засеках и в районе Киева. «Переходные формы» наблюдаются также, как и на общей карте, на протяжении всего ареала.

Карта после 1950 года (рис. 14В) отражает современное (1953-2019 года) и в общих чертах повторяет карту, полученную из *iNaturalist* (рис. 13). По сравнению с картами более ран-

него периода заметно, что ареал Зубянки пятилистной расширяется и захватывает более южные территории, а ареал Зубянки луковичной – более восточные. Появляются новые пересечения – на Кавказе, в Крыму, в Калужской и Белгородской областях. Однако распределение переходных форм все равно остаётся примерно таким же.

Это может быть объяснено двумя способами: 1) Какие-то варианты переходных форм на самом деле являются нормальной внутривидовой изменчивостью; 2) Гибридизация двух видов началась до изучаемого нами периода и продолжается до сих пор.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Зубянка луковичная и Зубянка пятилистная образуют близкородственную подгруппу внутри многочисленного рода Сердечник (*Cardamine*). Два вида разошлись в результате географической изоляции во время последнего оледенения. В результате не очень понятных событий, возможно, из-за быстрого распространения на освобожденные от ледника территории, один из видов (Зубянка луковичная) полностью утратил способность к половому размножению. Европейские популяции Зубянки луковичной известны тем, что, несмотря на наличие цветов, растения размножаются только с помощью вегетативных луковичек и не скрещиваются с Зубянкой пятилистной [Rui et al., 2020]. Зубянка пятилистная напротив не имеет луковичек и производит семена.

Однако, ареалы обоих видов расширяются и возникает все больше областей, где они перекрываются. Белгородская область как раз относится к таким областям.

В 2019-2021 годах в Белгородской области в заповеднике «Лес на Ворскле» мы обнаружили гетерогенную популяцию Зубянки, которая представлена морфотипами Зубянки луковичной, Зубянки пятилистной и множеством промежуточных форм.

Целый ряд признаков указывает на то, что промежуточные формы, обнаруженные нами в Белгородской области, возникли в результате многообразных независимых скрещиваний между двумя видами.

1. Состав и количество промежуточных форм («морфотипов») на исследуемых площадках является уникальным для каждой площадки. (Мы намерено используем термин «морфотип», так как остается открытым вопрос о полном генетической природе каждого из вариантов.)

2. Среди морфотипов есть такие, которые встречаются на 2 и более площадках. То есть, промежуточные формы перекрываются между разными естественными полянами Зубянок.

3. Площадки, описанные в 2019 и в 2021 годах показали изменение спектра промежуточных морфотипов. Это можно объяснить

тем, что гибридизация происходит заново каждый год.

4. В 2021 году на нескольких площадках, описанных вторично, были обнаружены оба морфологически идеальных с точки зрения видовой принадлежности морфотипа. С 2019 года было понятно, что на этих площадках (естественных полянах) присутствует идеальная форма Зубянки луковичной и набор переходных морфотипов. В 2021 году были найдены небольшие пятна Зубянки пятилистной, которая, как выяснилось, зацветает немного раньше, чем Зубянка луковичная. Анализ бутонов, цветов и стручков на растениях показал, что промежуточные морфотипы также оказались промежуточными и по признаку времени цветения.

5. Нами было показано, что подавляющее большинство растения на площадках имели фертильную пыльцу и были способны образовывать стручки с развивающимися семенами. Фертильная пыльца и стручки с нормальными зародышами были обнаружены на растениях с идеальным морфотипом Зубянки пятилистной, на растениях с переходными морфотипами и, что особенно интересно, на растениях с идеальным морфотипом Зубянки луковичной. У растения с идеальным фенотипом Зубянки луковичной, а также у пяти с переходными морфотипами, были обнаружены нормальные зародыши. Что ставит под некоторое сомнение полное соответствия белгородской Зубянки луковичной морфологически подобным ей европейским образцам.

6. Наблюдения показали, что растения активно посещались потенциальными опылителями.

7. На всех площадках встречались растения с луковичками, хотя на «пятилистных» площадках они в большинстве случаев были недоразвитые. Было показано, что растения промежуточных морфотипов способны размножаться как корневищем, так и луковичками.

На Кавказе и в области центральной и южной России ареалы двух Зубянок перекрываются. Остается неясным вопрос о возможности скрещивания между ними.

Изучение исторических европейских гербариев показало, что растения с промежуточными фенотипами встречаются по крайней мере с 19 века и, что особенно удивительно, распространены гораздо шире, чем зона пересечения общепринятых ареалов этих видов.

Возможно, часть переходных форм на самом деле являются нормальной внутривидовой изменчивости. Так, некоторые формы растений с промежуточным фенотипом обнаруживаются в старом гербарии заповедника «Лес на Ворскле» еще в середине 20 века, Зубянка пятилистная в это время в заповеднике не обнаружена.

Два полиплоидных вида – Зубянка луковичная и Зубянка пятилистная – разошлись в раннем плейстоцене из одного диплоидного вида, сохранившегося на Кавказе (*Dentaria abchasica*) и относятся к одной маленькой монофилетической кладе из 4 видов [Ru et al., 2022]. Возможно в некоторых популяциях сохранились признаки, позволяющие Зубянке луковичной все же скрещиваться с Зубянкой пятилистной. Работа с популяциями двух видов в ботаническом саду Гейдельберга показали, что у Зубянки луковичной нет полной утраты способности к половому размножению [Ru et al., 2020]. Созревание и жизнеспособность пыльцы, взаимодействие пестика и пыльцевой трубки, оплодотворение происходят, хотя эффективность всех этих процессов резко снижена. Однако, затем все образовавшиеся зародыши погибают на ранних стадиях развития и межвидовых гибридов не наблюдается [Ru et al., 2020]. Возможно, что в некоторых популяциях эта стадия ранней гибели может быть преодолена.

Эволюция Зубянки луковичной была связана с буковыми лесами Европы, которые пережили оледенение лишь

Зубянка пятилистная как вид развивалась на Кавказе и в Малой Азии. Она сохранила половое размножение. После окончания ледникового периода близкородственные виды Зубянок встретились опять. Для Западной Европы показано полное отсутствие скрещи-

вания между ними, однако, последние работы по генетике показали, что восточные образцы Зубянки луковичной отличаются от западных. Они имеют примесь характерных участков пластидной ДНК, характерных для Зубянки пятилистной [Ru et al., 2022]. Это указывает, как считают авторы работы, на возможность скрещивания между Зубянкой пятилистной и восточной Зубянкой луковичной в неопределенном прошлом, но уже после их дивергенции в раннем плейстоцене. Белгородская область очень точно попадает в зону, где восточная Зубянка луковичная встречается с Зубянкой пятилистной. Очень возможно, что скрещивания, приводящие к такой контаминации, происходят и сейчас между некоторыми популяциями Зубянок, оказавшимися в контакте. Собственно, мы думаем, что именно такой случай мы и наблюдаем в заповеднике «Лес на Ворскле» и его окрестностях.

Можно заключить, что многие из гибридов Зубянки луковичной и Зубянки пятилистной приобретают положительные свойства обоих видов. По крайней мере часть из них фертильна и может начать размножаться половым путем с помощью семян, сохраняя возможность размножаться с помощью луковичек вегетативно. В этом случае то, что мы наблюдаем, является гибридогенным видообразованием. Чтобы прояснить этот вопрос нужны генетические исследования, которые выходят за рамки этой статьи.

Стоит ещё упомянуть, что Зубянка пятилистная уже с 18 века является модным парковым растением в Европе. Она была завезена с Кавказа в Великобританию (судя по всему, в XVIII веке или раньше, так как в XVIII веке во время колонизации Зубянка пятилистная уже была завезена в Америку). Возможно, вместе с модой на английские сады Зубянка пятилистная распространилась по Европе, где и стала в ряде случаев давать гибриды с Зубянкой луковичной.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Marhold, Karol. (2001). Lectotypification of names of the European representatives of Cardamine subg. Dentaria (Cruciferae). Willdenowia - Annals of the Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem. 31. 43-49. 10.3372/wi.31.31103.

A. J. Showler, T. C. G. Rich, (1993). Cardamine bulbifera (L.) Crantz (Cruciferae) in the British Isles. - Watsonia, 19, 231-245.

Ru, Yalu & Schulz, Rainer & Koch, Marcus. (2020). Successful without sex – the enigmatic biology and evolutionary origin of coralroot bittercress (Cardamine bulbifera, Brassicaceae). Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 46. 125557. 10.1016/j.ppees.2020.125557, ISSN 1433-8319, <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2020.125557> .

Ru Y, Mandáková TM, Lysak MA, Koch MA. The evolutionary history of Cardamine bulbifera shows a successful rapid postglacial Eurasian range expansion in the absence of sexual reproduction. Ann Bot. 2022 Sep 6;130(2):245-263. doi: 10.1093/aob/mcac088. PMID: 35789248; PMCID: PMC9445599.

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. — 2014;

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР. 8-е изд. — 1951

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы выражаем благодарность Тимофею Могилевичу и его команде энтомологов за отлов и определение опылителей, Сергею Николаевичу Лысенкову за помощь со статистической обработкой, Алексею Лапину за обработку данных гербариев и Александру Семеновичу Шаповалову, директору заповеднику «Белогорье», а также Евгении Георгиевне Петраш за организацию практики и помощь в работе.

Также благодарим Ренату Сабирову за помощь с первой частью работы и Василия Викторовича Туманова за помощь и моральную поддержку.

СТРУКТУРА ГЕМИПОПУЛЯЦИИ СПОРОФИТОВ ГРОЗДОВНИКА СЕВЕРНОГО (*BOTRYCHIUM BOREALE MILDE*) И ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НА ОСТРОВЕ ПЛОСКАЯ ЛУДА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ.

Автор:

Ефимова Ирина Олеговна
ученица 11 «Б» класса школы №67



ВВЕДЕНИЕ

Семейство Ужовниковые, к которому относится род Гроздовник, древняя примитивная группа папоротников. Вайя ужовниковых дифференцирована на спороносную часть (колосок) и фотосинтезирующую. Спорангии расположены в два ряда вдоль оси спороносной части. Спорангии каждого ряда срослись между собой, образовав синангии. Они несколько погружены в ткань колоска. Шаровидные спорангии одеты многослойной стенкой. В них развивается много одинаковых спор. Спорангии без кольца и вскрываются продольной трещиной.

Гаметофиты (заростки) ужовниковых развиваются и живут под землей, образуя микоризу, на глубине 2–10 см. Они достигают 5–6 см в длину и 0,5–1,5 см в толщину.

Возникающий в результате оплодотворения зародыш первоначально развивается за счет заростка, будучи скрыт в его ткани. Затем он образует стебель, переходящий в нижней части в корень с корневым чехликом.

Гроздовник северный (*Botrychium boreale Milde*) – многолетний летнезеленый папорот-

ник, занесенный в ряд красных книг, с коротким прямым корневищем и толстыми, мясистыми неветвящимися корнями. Надземная часть растения представлена обычно единственной вайей высотой до 20 см. Основание ее утолщено и одето буровато-черными чешуями, остатками влагалищ вай предыдущих лет. Выше своей середины вайя разделена на спороносную и вегетативную части. Вегетативная часть листовая, перистая, сидячая, длиной примерно 5 см и шириной 3 см, яйцевидно-сердцевидная или продолговато-яйцевидная, с хорошо выраженной срединной жилкой. Спороносная часть вайи немного превышает вегетативную, имеет вид гроздей. Спорангии свободные, расположенные двурядно, выдаются наружу в виде небольших шарообразных тел.

Онтогенез и структура популяций спорофитов видов Гроздовника полулунного и Гроздовника многораздельного изучались И. Г. Криницыным (2004). Вид Гроздовник северный малоизучен: нам не удалось найти сведений о его жизненном цикле и динамике численности его популяций.

Природные условия Лоухского района

Район расположен вблизи Полярного круга; климат района субарктический. Погодные условия Лоухского района сравнительно неустойчивы, один тип погоды может резко сменяться другим. Средняя температура января -13° . Лето умеренно теплое, дождливое, средняя температура июля около 13° тепла. На атмосферный фронт оказывает влияние близость Белого моря.

Целью нашей работы было изучение структуры популяции спорофитов вида Гроздовник северный и её многолетние изменения на острове Плоская луда Кандалакшского залива Белого моря.

Материалы и методы

Работа проводилась с 22 июля по 2 августа 2018 года и с 17 июля по 28 июля 2019 года на острове Плоская Луда Кандалакшского залива белого моря. Рельеф острова сложный. Берега обрывистые, в восточной части – две наибольших высоты, между которыми находятся глубокие трещины. Юго-восточный, восточный, северо-восточный берега – высокие, скалистые. К западу берега понижаются. Западная часть острова каменистая, покрытая лесотундрой.

В западной части острова были выбраны две площадки. Их границы были отмечены камнями, сами площадки – разбиты на квадраты 50×50 см с помощью шпагата. Обе площадки были закартированы. Все найденные особи Гроздовника северного были пронумерованы и отмечены постоянными этикетками. Кроме того, каждый квадрат был сфотографирован.

У растений с помощью штангенциркуля измеряли ширину, длину фотосинтезирующей части и длину спороносной части вайи. Все растения были разбиты на три размерно-морфологические группы: с перисто-рассеченной вайей (группа 1), с дважды перисто-рассеченной вайей (группа 2) и с трижды перисто-рассеченной вайей (группа 3). В 2018 году часть особей измерить не удалось из-за раннего окончания вегетации (засушливое лето). Общее число измеренных особей в 2019 году – 685 экземпляров.

В дальнейшем были рассчитаны средние значения и доверительные интервалы (Т. И. Голикова 1981), по каждому параметру в каждой из трех групп.

Кроме того, был собран гербарий и составлен список растений, произрастающих на площадках.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Описание площадок

Первая площадка находилась на небольшом склоне (уклон примерно 300), вторая же площадка была почти на ровной поверхности (уклон не более $5-70$), из-за чего на первой площадке сток воды был больше. Также на первой площадке почва располагалась только в трещинах между камнями, там же рос гроздовник. На второй площадке почва располагалась почти равномерно и экземпляры гроздовника встречались по всей площадке. Площадки располагались на близком расстоянии друг от друга, рядом с ними и на них не было высоких кустов и деревьев, поэтому освещенность площадок была одинаковой.

2. Размерно-морфологический состав гемипопуляции спорофитов

В первый год на обеих площадках было измерено 160 особей гроздовника. Из них на первой площадке было найдено 112 экземпляров и 41 экземпляр измерен. На второй площадке было найдено 275 и измерено 119 экземпляров. Во второй год часть особей, отмеченных в предыдущем году, отсутствовала (16 и 68 на первой и второй площадках соответственно), однако было отмечено множество новых (68 и 134 на первой и второй площадках соответственно). В течение двух лет подряд на первой площадке наблюдались 95 особей, на второй площадке 207 растений. Всего в 2019

году было измерено 685 особей. Соотношение численности каждой из групп отражено на диаграммах 1 и 2. Несовпадение цифр на диаграмме с приведёнными выше объясняется тем, что в первый год 13 экземпляров на первой площадке и 31 экземпляр на второй не удалось не только измерить, но даже определить степень рассечённости вайи, и в данные на гистограмме они включены не были. Из них на второй год исчезли, соответственно, 8 и 9 экземпляров.

Как видно из диаграмм 1 и 2, значительная часть появившихся в 2019 году экземпляров относится к группам растений с дважды- и даже трижды-перисто-рассечёнными вайями, то есть, достаточно крупных. Особенно это заметно на первой площадке: появились 57 особей с дважды-перисто-рассечённой вайей и лишь 13 – с перисторассечённой. Всего же в 2019 году из 685 особей 202 (то есть, 29,5%) были новыми. Можно предположить, что влажный год способствовал тому, что множество подземных гаметофитов дали спорофитное поколение. Тогда возникают два предположения: возможно, уже в первый год своей жизни спорофиты могут формировать крупные вайи и переходить к спороношению; возможно также и то, что часть спорофитов переживала в предыдущем, сухом сезоне период покоя. Если это так, то возможно также, что по крайней мере часть исчезнувших особей тоже не погибла, а переживает покой; так ли это – покажут наблюдения в следующие годы.

В 2018 году размерно-морфологический состав ценопопуляций на первой и второй площадках различался (диаграмма 3), но в 2019 году оказался практически одинаковым (диаграмма 4). Возможно, различия в первый год оказались вызваны тем, что были измерены не все экземпляры; выборка для первой площадки оказалась недостаточной, так как сток воды на ней происходит сильнее, и окончание вегетации происходило быстрее, чем на второй площадке. Во всяком случае, число растений с перисто-рассечённой и дважды-перисто-рассечённой вайей на второй год наблюдений оказалось почти одинаковым (как и на первый год для второй площадки), тогда как крупных рас-

тений с трижды-перисто-рассечённой вайей было очень мало, и встречались они в течение обоих лет только на площадке № 2.

Было интересно пронаблюдать за индивидуальными изменениями отдельных растений. На первой площадке удалось достоверно проследить судьбу 29 растений. В 2018 году 19 из них относились к группе 1 и 10 – к группе 2. В 2019 году 14 растений из группы 1 сформировали дважды-перисто-рассечённую вайю и тем самым перешли в группу 2; 8 растений из группы 2 оказались в группе 1.

На второй площадке у 8 из 31 растений, относившихся в 2018 году к группе 1, развилась дважды-перисто-рассечённая вайя, а ещё у шести – трижды-перисто-рассечённая. Из 23 растений, у которых в 2018 году была дважды-перисто-рассечённая вайя, три оказались в 2019 году в группе 3. В то же время, у одного растения из группы 3 и одного из группы 2 развились вайи, соответствующие «предыдущей» размерно-морфологической группе.

3. Размеры растений, их изменение в течение двух лет.

Результаты измерений представлены на диаграммах 5 – 9 и 10 – 14.

В среднем размеры вай спорофитов в каждой группе в 2019 году оказались больше, чем в 2018. Исключение составили группы растений с перисто-рассечённой вайей на первой площадке (диаграмма 5) и с триждыперисторассечённой вайей на второй площадке (диаграмма 9). Увеличение средних размеров растений в 2019 году по сравнению с 2018 было ожидаемым: 2019 год был гораздо более влажным. Однако изменение средних размеров растений этих двух групп не укладывалось в ожидаемую закономерность: эти значения оказались меньше.

Для уточнения картины мы выбрали из общей группы те растения, которые удалось наблюдать в течение двух лет подряд и которые остались в той же размерной группе. Их оказалось 33: на первой площадке 5 растений с перисто-рассечённой вайей, 8 с дважды перисто-рассечённой вайей; на второй площадке 8 растений с перисто-рассечённой вайей, 10 рас-

тений с дважды перисто-рассеченной вайей и 2 с трижды перисто-рассеченной вайей. Мы сравнили их индивидуальные промеры (диаграммы 10–14).

Здесь можно видеть, что средние размеры растений увеличились. Это можно видеть также и для группы растений с дважды перисторассечённой вайей на первой площадке, и для двух из трёх групп растений на второй (рис. 12–16). То есть, уменьшение средних размеров растений на первой площадке произошло из-за того, что вновь появившиеся особи были в среднем меньше тех, что наблюдались с предыдущего года. Возможно, что как

раз они были спорофитами первого года жизни, но пока это только предположение. Кроме того, тогда эта же картина должна была бы наблюдаться и в первой группе на второй площадке, а этого не было.

Среднее увеличение размеров для выбранных групп растений, наблюдаемых два года подряд, может произойти и из-за того, что эти растения стали старше, и потому, что погодные условия отличались. Пока что данных для более полного анализа недостаточно.

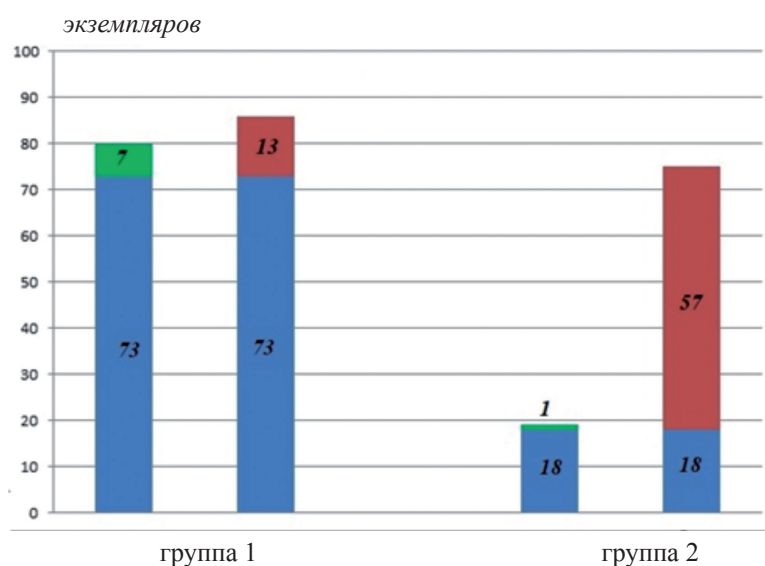
Что касается третьей группы на второй площадке, то она очень малочисленная, и на результате может сказаться малый размер выборки.

ВЫВОДЫ:

1. В течение двух лет наблюдений размерно-морфологический состав ценопопуляций изменился незначительно.
2. Высказана гипотеза, что часть растений, «исчезнувших» на второй год наблюдений, перешли в состояние покоя. Для её проверки требуются дальнейшие наблюдения.
3. Особи, которые удалось наблюдать два года подряд, на второй год увеличились в размерах. Вновь появившиеся особи в каждой из морфологических групп были в среднем меньшего размера.
4. Высказанная гипотеза о том, что увеличение средних размеров растений в каждой группе на каждой из двух площадок – результат погодных особенностей лета 2019 года, требует дальнейшей проверки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

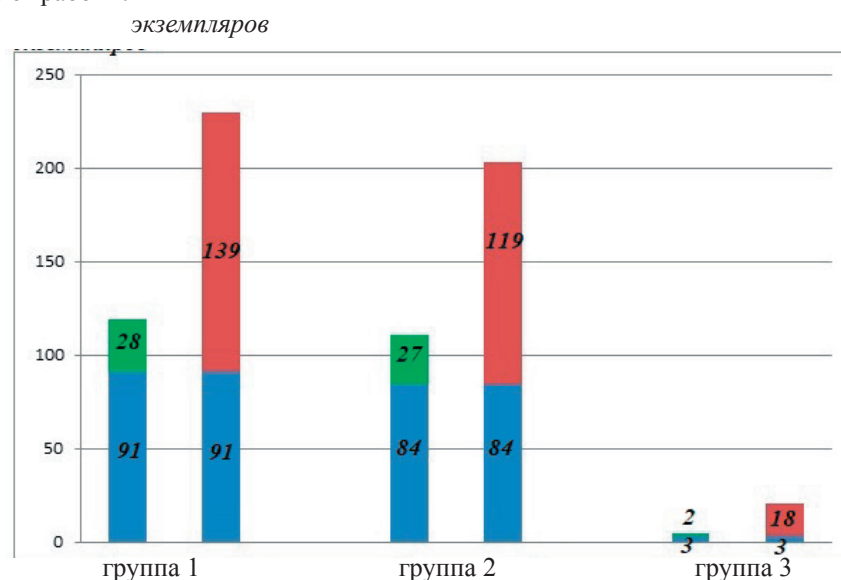
Диаграмма 1. Число особей, наблюдавшихся на площадке 1 в течение только первого, только второго и двух подряд лет работы.



Обозначения:

	появившиеся	Группа 1-растения с перисто-рассеченной вайей Группа 2-растения с дважды перисто-рассеченной вайей
	исчезнувшие	
	оставшиеся	

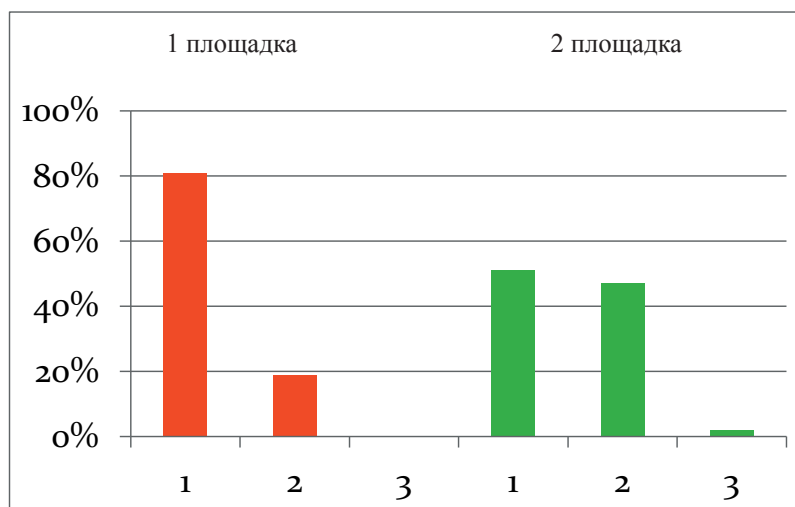
Диаграмма 2. Число особей, наблюдавшихся на площадке 2 в течение только первого, только второго и двух подряд лет работы.



Обозначения:

	появившиеся	Группа 1-растения с перисто-рассеченной вайей Группа 2-растения с дважды перисто-рассеченной вайей Группа 3-растения с трижды перисто-рассеченной вайей
	исчезнувшие	
	оставшиеся	

Диаграмма 3. Размерно-морфологический состав гемипопуляции спорофитов на 1 и 2 площадках в 2018 году (измерено 160 экземпляров из 386)



Обозначения: 1, 2, 3 – растения с перисторассечённой вайей; дваждыперисторассечённой; триждыперисторассечённой соответственно.

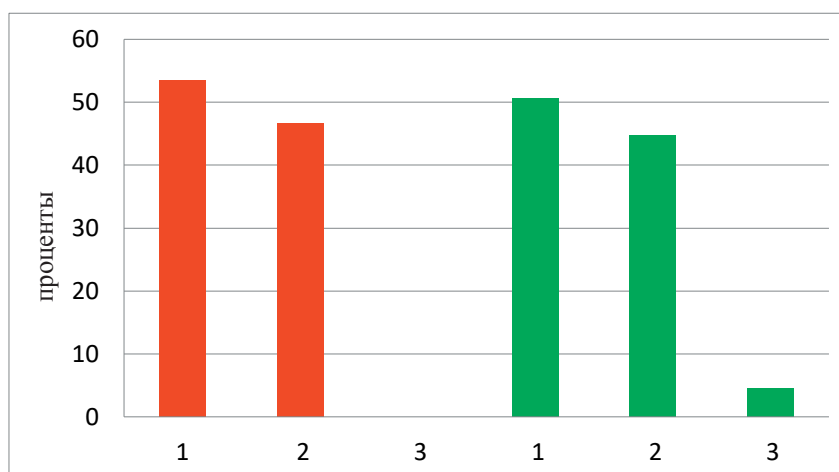


Первая площадка



Вторая площадка

Диаграмма 4. Размерно-морфологический состав гемипопуляции спорофитов на 1 и 2 площадках в 2019 году



Обозначения: 1, 2, 3 – растения с перисторассечённой вайей; дваждыперисторассечённой; триждыперисторассечённой соответственно.

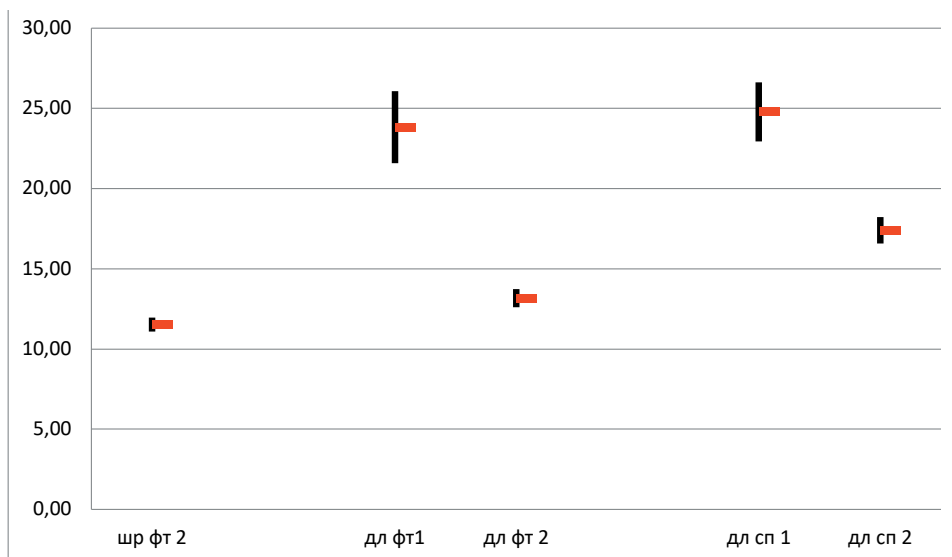


Первая площадка



Вторая площадка

Диаграмма 5. Размеры растений с перисто-рассеченной вайей на первой площадке (все измеренные экземпляры, мм)



Обозначения:

Длфт – длина фотосинтезирующей

— среднее значение

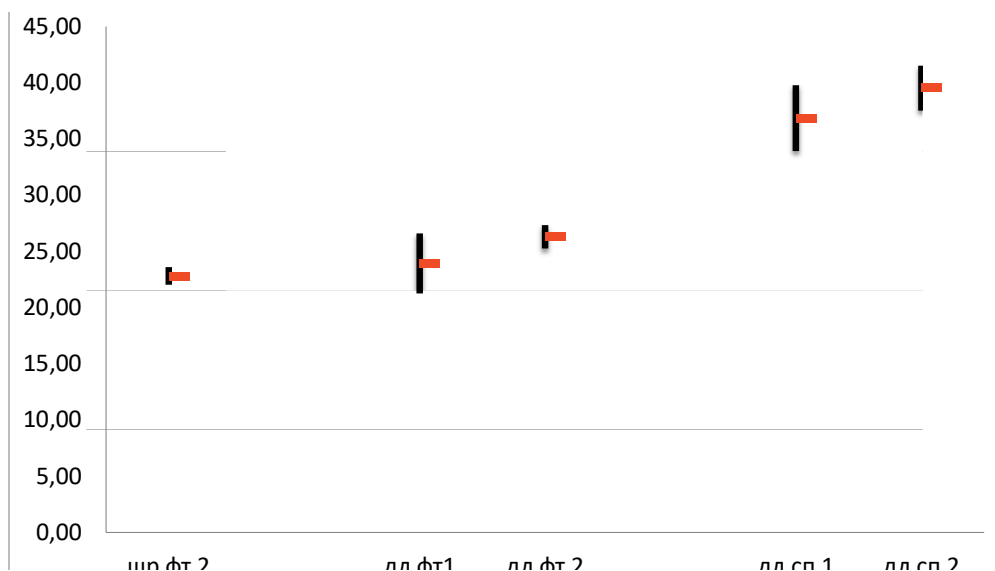
Длсп – длина спороносной

— отклонение

Шрфт – ширина фотосинтезирующей части

1,2-годы

Диаграмма 6. Размеры растений с дважды перисто-рассеченной вайей на первой площадке (все измеренные экземпляры, мм).



Обозначения:

Длфт – длина фотосинтезирующей

— среднее значение

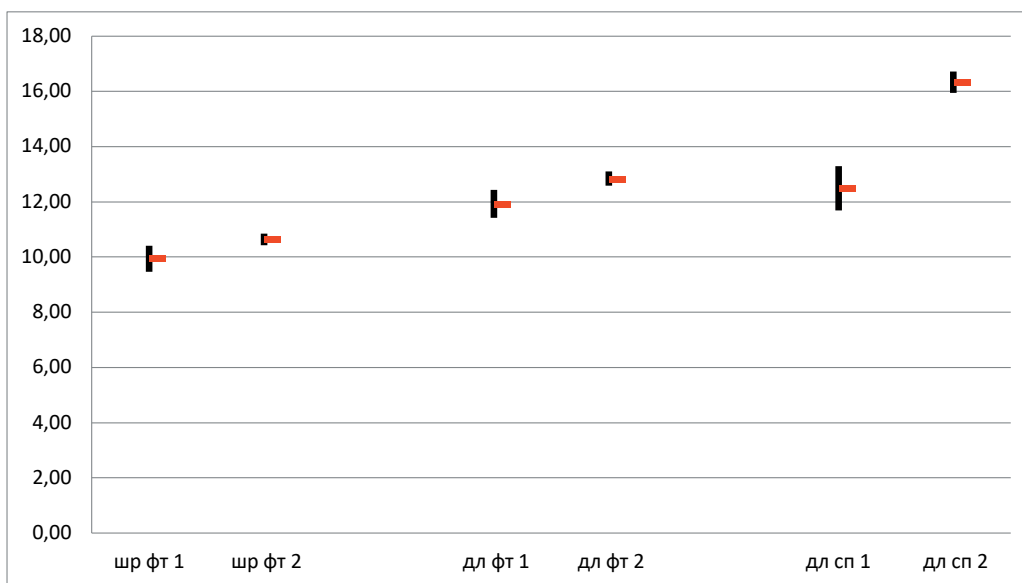
Длсп – длина спороносной

— отклонение

Шрфт – ширина фотосинтезирующей части

1,2-годы

Диаграмма 7. Размеры растений с перисто-рассеченной вайей на второй площадке (все измеренные экземпляры, мм)



Обозначения:

Длфт – длина фотосинтезирующей

— среднее значение

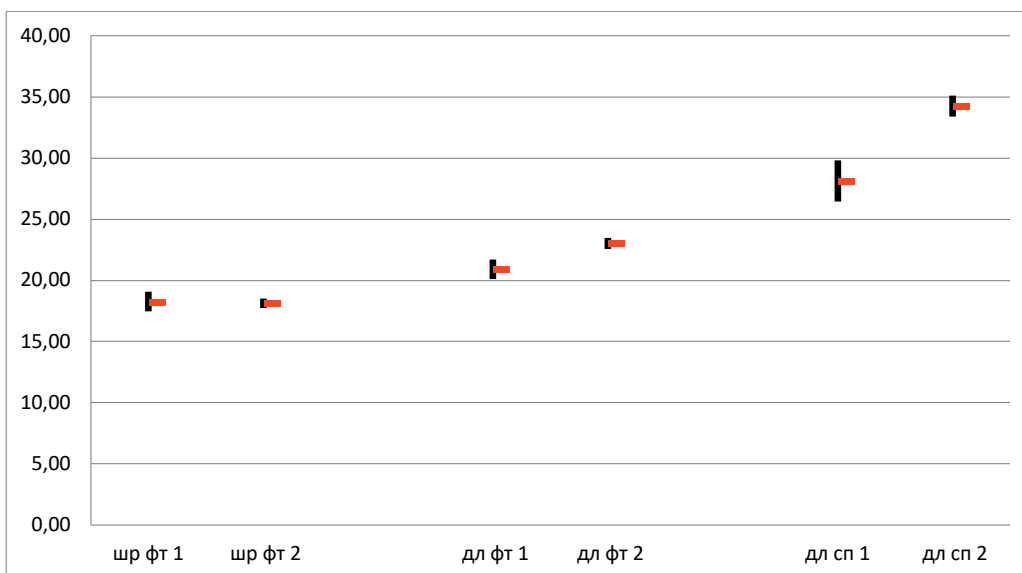
Длсп – длина спороносной

→ — отклонение

Шрфт – ширина фотосинтезирующей части

1,2-годы

Диаграмма 8. Размеры растений с дважды перисто-рассеченной вайей на второй площадке (все измеренные экземпляры, мм).



Обозначения:

Длфт – длина фотосинтезирующей

— среднее значение

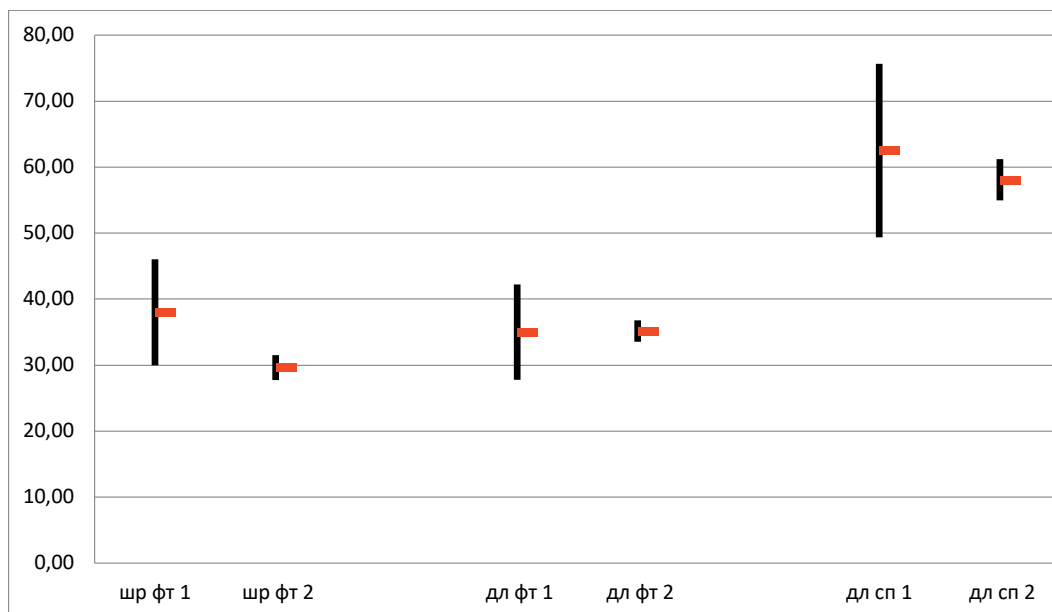
Длсп – длина спороносной

→ — отклонение

Шрфт – ширина фотосинтезирующей части

1,2-годы

Диаграмма 9. Размеры растений с трижды перисто-рассеченной вайей на второй площадке (все измеренные экземпляры, мм)



Обозначения:

Длфт – длина фотосинтезирующей



– среднее значение

Длсп – длина споронной

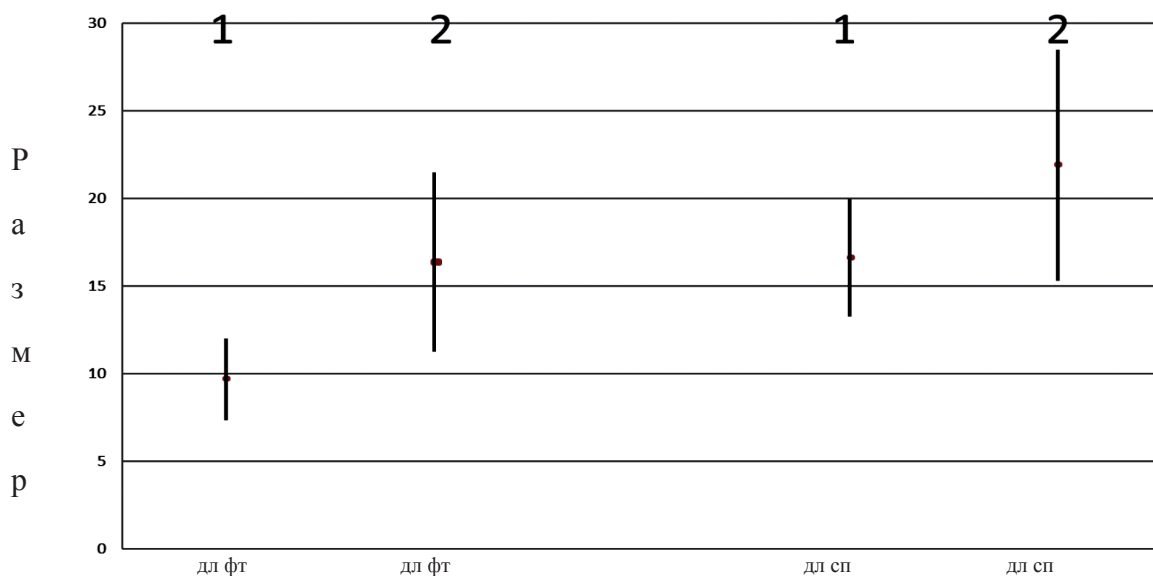


– отклонение

Шрфт – ширина фотосинтезирующей части

1,2-годы

Диаграмма 10. Изменение средних размеров растений с перисто-рассеченной вайей на первой площадке (для группы из 5 растений, наблюдаемых в течение двух лет, и оставшихся в прежней размерной группе).



Обозначения:

Длфт – длина фотосинтезирующей



– среднее значение

Длсп – длина споронной

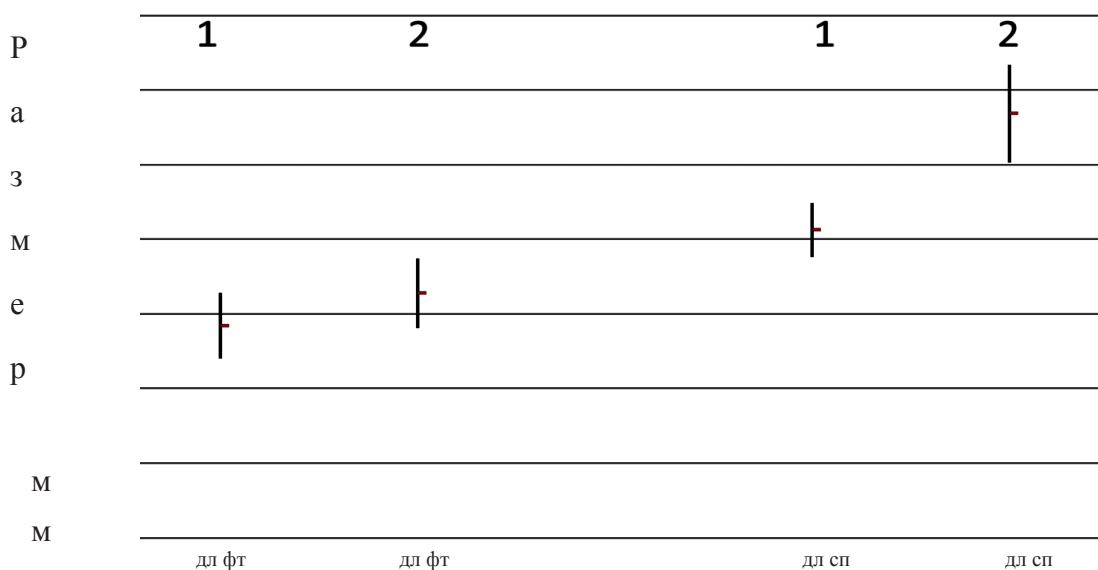


– отклонение

Шрфт – ширина фотосинтезирующей части

1,2-годы

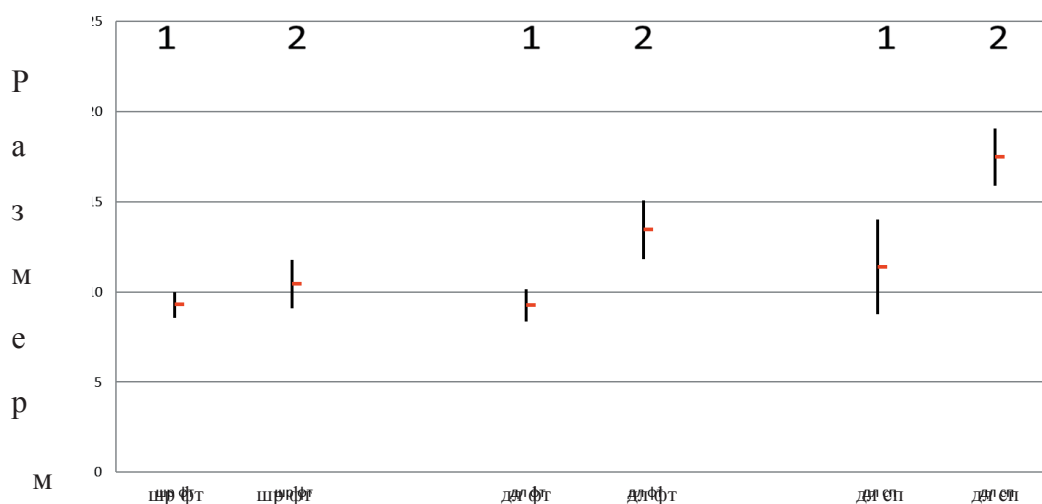
Диаграмма 11. Изменение средних размеров растений с дважды перисто-рассеченной вайей на первой площадке (для группы из 8 растений, наблюдаемых в течение двух лет, и оставшихся в прежней размерной группе)



Обозначения:

- Длфт – длина фотосинтезирующей – среднее значение
- Длсп – длина спороносной – отклонение
- Шрфт – ширина фотосинтезирующей части 1,2-годы

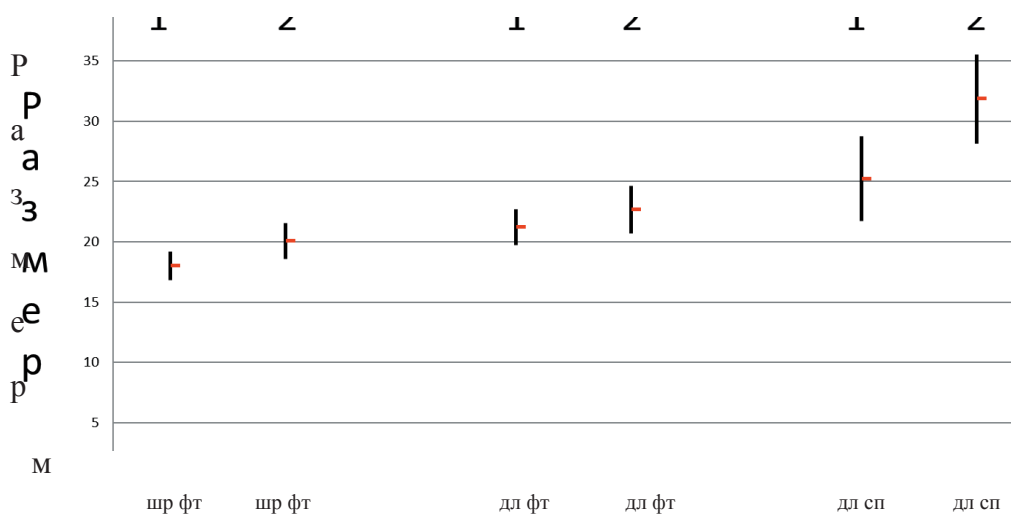
Диаграмма 12. Изменение средних размеров растений с перисто-рассеченной вайей на второй площадке (для группы из 8 растений, наблюдаемых в течение двух лет, и оставшихся в прежней размерной группе).



Обозначения:

- Длфт – длина фотосинтезирующей – среднее значение
- Длсп – длина спороносной – отклонение
- Шрфт – ширина фотосинтезирующей части 1,2-годы

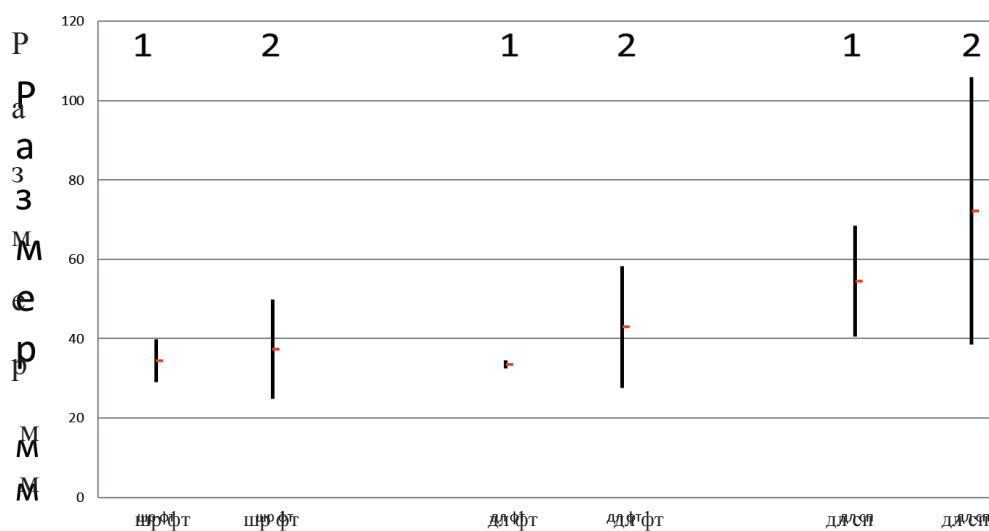
Диаграмма 13. Изменение средних размеров растений с дважды перисто-рассеченной вайей на второй площадке (для группы из 10 растений, наблюдаемых в течение двух лет, и оставшихся в прежней размерной группе)



Обозначения:

- Длфт – длина фотосинтезирующей ➔ – среднее значение
- Длсп – длина спороносной ➔ – отклонение
- Шрфт – ширина фотосинтезирующей части ➔ 1,2-годы

Диаграмма 14. Изменение средних размеров растений с трижды перисто-рассеченной вайей на второй площадке (для группы из 2 растений, наблюдаемых в течение двух лет, и оставшихся в прежней размерной группе).



Обозначения:

- Длфт – длина фотосинтезирующей ➔ – среднее значение
- Длсп – длина спороносной ➔ – отклонение
- Шрфт – ширина фотосинтезирующей части ➔ 1,2-годы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Креницын Игорь Георгиевич*. Онтогенез и структура популяций спорофитов некоторых видов рода *Votguchium* Sw. в подзонах южной тайги и подтайги Европейской России. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. 2004. 202 с.
2. *Т. И. Голикова, Е. П. Никитина, А. Т. Терехин*. Математическая статистика. Издательство Московского Университета. 1981. 185 с.
3. *Соколов Д. Д. Филлин В. Р.* Определитель сосудистых растений окрестностей Беломорской Биологической Станции МГУ. Учебное пособие для студентов-биофизиков физического факультета МГУ. М.: НЭЦ ФИПТ, 1996. 133 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЕНДРАРИЯ БЕРЕЗИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «УГРА»

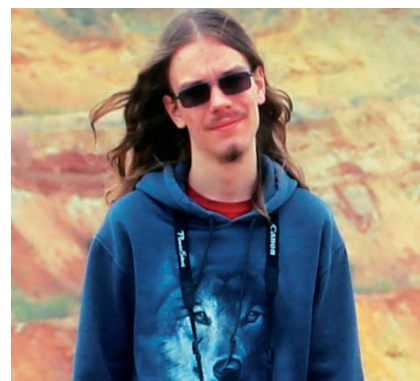
Автор:

П.П. Изотов

Научные руководители:

д.б.н. Н.М. Решетникова,

Е.Г. Петраш



ВВЕДЕНИЕ

Проходя летнюю практику в 2021 г. и проживая на территории Березичского лесничества с 03.06.21 по 10.06.2021, мы столкнулись с тем, что состав древесных пород, высаженный в окрестностях лесничества, не отражен в списке сосудистых растений национального парка «Угра» (Калужская область, Козельский район). Нами предпринята попытка обобщить предварительные данные по флоре деревьев и кустарников на территории лесничества: в дендрарии, в специальных посадках широколиственных пород, у здания лесничества, у дома, где ранее проживал лесничий Березичского лесничества С.М. Новиков, а в настоящее время размещаются сотрудники и гости, приезжающие в парк.

Дендрарий расположен на территории Березичского лесничества, которое входит в состав Жиздринского участка Национального парка «Угра».

Дендрарий был основан в середине 1980-х г., до организации Национального парка, его бывшим сотрудником С.М. Новиковым.

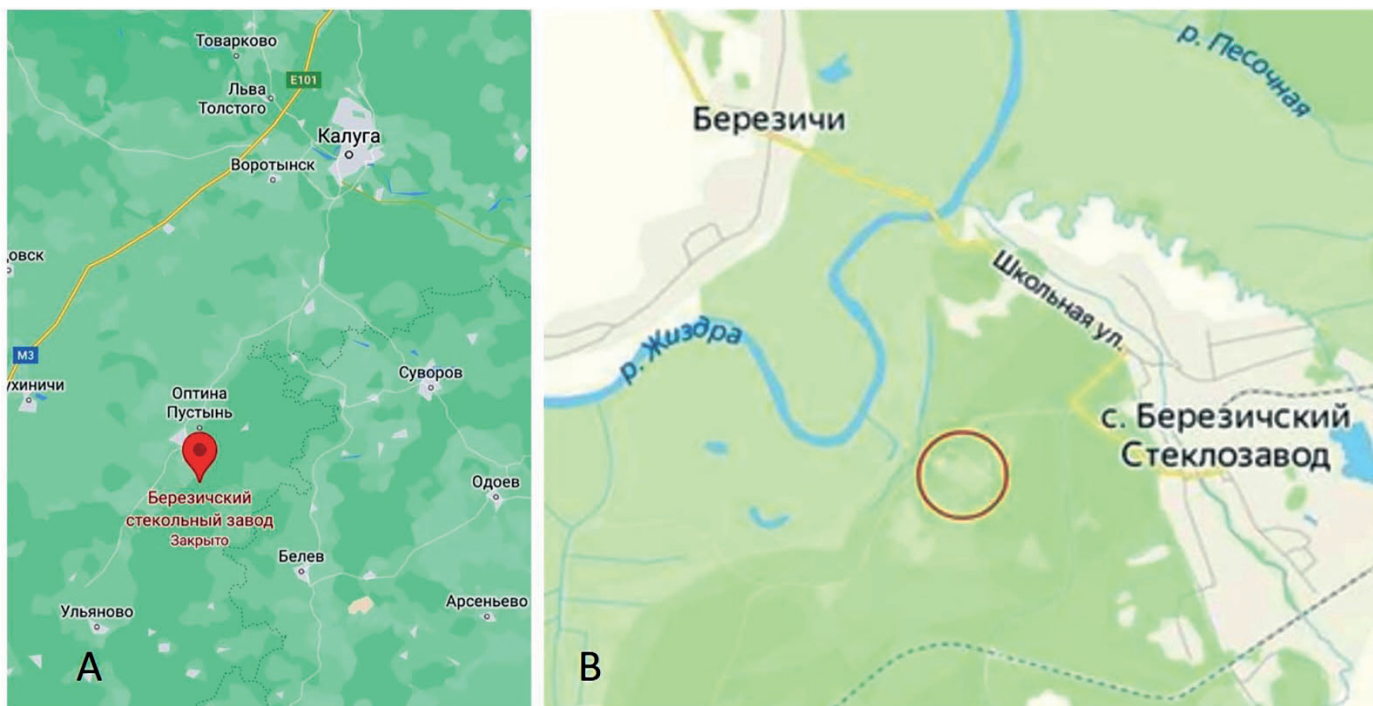


Рис. 1: А – расположение Березичского стекольного завода на карте Калужской области;
В – место исследования обозначено красным кружком.

ЦЕЛЬ

Составить список растений и понять, какие чужеродные виды могут возобновляться и распространяться из дендрария в естественные сообщества на территории парка. Возобновляющимися считались те, которые давали корневую поросль, а распространяющимися считались те, которые были найдены в окрестностях – в долине Жиздры вне посадок.

ЗАДАЧИ

1. Собрать и определить составляющие дендрарий виды растений.
2. Определить чужеродные виды среди них.
3. Изучить возобновление и распространение чужеродных видов.
4. Сравнить полученный список с уже имеющимся списком сосудистых растений национального парка «Угра».
5. Выявить и обобщить новые данные.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Гербаризация и определение видов растений.
2. Составление общего списка.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты по общему списку:

Всего мы определили 57 видов растений, среди которых было 20 аборигенных видов, из которых 3 вида в Красной книге Калужской области: Клен равнинный (*Acer campestre* L.), бересклет европейский (*Euonymus europaea* L.) (которые растут на территории парка). Слива колючая (*Prunus spinosa* L.) (которая, скорее всего, является культурным гибридом).

Чужеродные виды:

Всего обнаружено 37 чужеродных видов, из них 23 уже отмечены на территории Национального парка [1], а 14 видов и форм - новые для национального парка. Среди них 2 вида и 2 формы впервые встречены в Калужской области:

- 1) Можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana* L.)
- 2) Жимолость Маака (*Lonicera maackii* Rupr.)
- 3) Ива белая (плакучая форма) (*Salix alba* L.)
- 4) Калина обыкновенная (сорт Бульденеж) (*Viburnum opulus* L.)

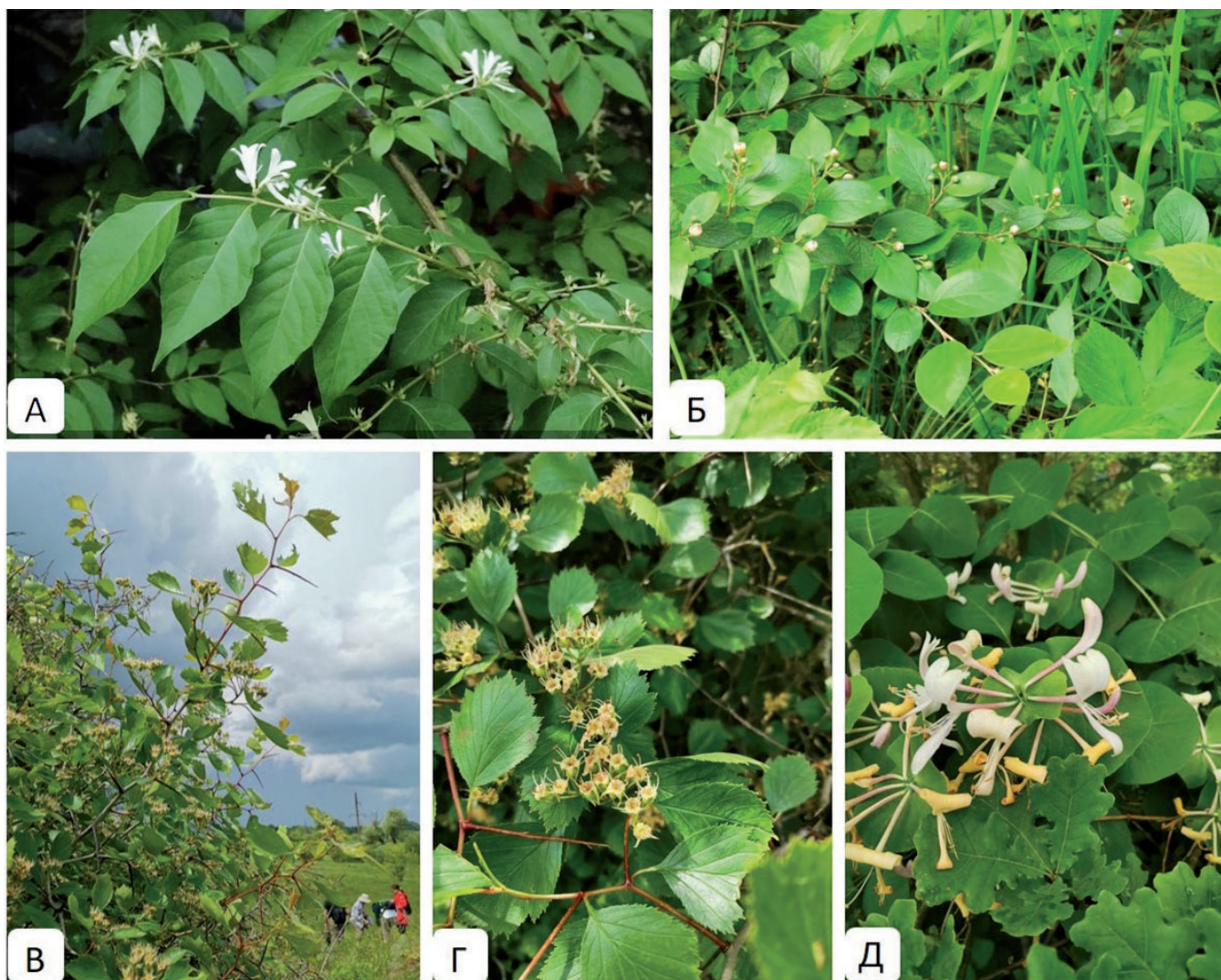


Рис. 2 (Фотографии, сделанные на месте исследования):

- А – Жимолость Маака (*Lonicera maackii* Rupr.);
 Б – Кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schlecht.);
 В, Г – Боярышник устршающий (*Crataegus horrida* Medik.);
 Д – Жимолость каприфоль (*Lonicera caprifolium* L.)

Из 37 чужеродных видов:

- ▶ Не возобновлялись 21 вид
- ▶ Возобновлялись 16 видов, их мы обсуждаем более подробно.

Из 14 новых видов на территории парка 7 видов возобновляются и могут распространиться в парке:

- Клен Гиннала (*Acer ginnala Maxim.*) – молодые растения вблизи взрослого
- Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum L.*) – подрост рядом с посадками
- Боярышник устрашающий (*Crataegus horrida Medik.*) – в пойме Жиздры
- Облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides L.*) - давала корневую поросль. Занесена в Чёрную книгу Калужской области и представляет опасность для местных сообществ.
- Жимолость каприфоль (*Lonicera caprifolium L.*) - разрасталась вблизи посадки
- Амурский бархат (*Phellodendron amurense Rupr.*) – молодые растения рядом с посадками
- Спирея дубровколистная (*Spiraea chamaedrifolia L.*) – вблизи посадки и в лесу Национального парка неоднократно

Ранее отмеченные в Национальном парке распространяющиеся чужеродные виды в дендрарии

- Ирга колосистая (*Amelanchier spicata (Lam.) C. Koch*) – в окрестных лесах неоднократно. Занесена в Чёрную книгу Калужской области. Распространяется в области уже давно и разносится птицами, так что не понятно, откуда она распространилась.
- Дерен белый (*Cornus alba L.*) – на месте посадки и в окрестностях. Занесён в Чёрную книгу Калужской области и представляет опасность для местных сообществ, так как может агрессивно распространяться в болотистых местностях, образуя сплошные заросли.
- Кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus Schlecht.*) - распространился именно из дендрария. В окрестных лесах встречался дважды
- Шиповник собачий (*Rosa canina L.*) – в окрестностях
- Слива домашняя (*Prunus domestica L.*) – на месте посадки
- Робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia L.*) – молодые побеги вблизи ствола. В Калужской области пока не были отмечены случаи возобновления, но в лесничестве она давала корневую поросль.
- Шиповник морщинистый (*Rosa rugosa Thunb.*) – на месте посадки
- Бузина красная (*Sambucus racemosa L.*) – рассеянно в окрестных лесах (попала в дендрарий из парка)
- Эхинацистис лопастный (*Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray*) – в пойме в большом количестве (попал в дендрарий из парка)

Чужеродный вид из Чёрной книги, который пока не возобновлялся в дендрарии:

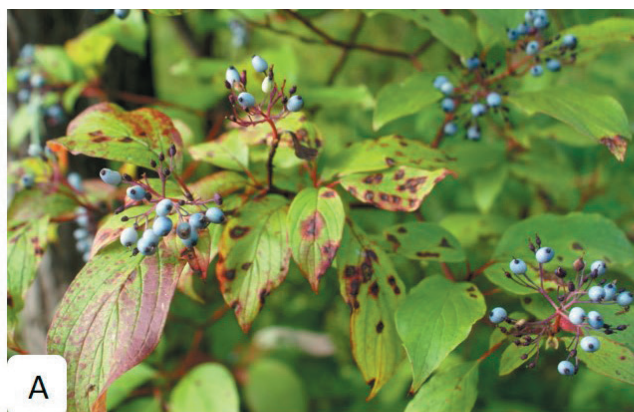
- Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius (L.) Maxim.*)

**Нераспространяющиеся чужеродные виды,
которые в дальнейшем могут распространиться из дендрария:**

- Барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.)
- Магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.)
- Жимолость Маака (*Lonicera maackii* Rupr.)
- Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.)
- Дуб красный (*Quercus rubra* L.)
- Орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.)
- Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.)

**Нераспространяющиеся чужеродные виды,
которые в дальнейшем могут распространиться из дендрария:**

- Барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.)
- Магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.)
- Жимолость Маака (*Lonicera maackii* Rupr.)
- Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.)
- Дуб красный (*Quercus rubra* L.)
- Орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.)



А



Б



В

Рис. 3 (Фотографии, сделанные в других местах и показывающие возможность разрастания данных видов):

А – Дерен белый (*Cornus alba* L.).

Б – заросли Дерена белого (Смоленская область).

В – Ирга колосистая (*Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch).

ИТОГИ

Как видно, очень многие растения были высажены планомерно и прижились, в том числе и растущие в окрестностях охраняемые в области виды: Клен равнинный, Бересклет бородавчатый и Терн (Тернослива - необычная культурная форма).

Для трех высаженных растений показана опасность расселения в естественных биоценозах [3]: Ирга колосистая, Свидина белая, Облепиха крушиновидная. При этом последний вид вне дачной культуры ранее не регистрировался и не был внесен в список растений парка [1]. Хотя после 2005 г. уже был отмечен в материалах полевых работ по флоре и растительности территории.

В списке посадок дендрария также упомянуты еще Виноград девичий, Можжевельник казацкий, Можжевельник скальный, Ель колючая, Лиственница сибирская, Калина гордовина, Туя западная, Орех серый, Ива кудрявая. Возможно, некоторые из них были пропущены при наших предварительных описаниях и до сих пор произрастают на территории.

Несмотря на небольшие сроки работ, нами отмечено 15 таксонов, не упомянутых для

флоры национального парка [1]. Среди них два вида *Lonicera maackii* Rupr. (Жимолости Маака), *Juniperus virginiana* L. (Можжевельник виргинский), а также культивируемая Ежевика из группы *Rubus fruticosus* L. s.l (Ежевика кустистая) и две формы *Salix alba* L. var. *vitellina pendula* hort. (Ива плакучая) и *Viburnum opulus* L. f. *roseum* (калина обыкновенная Бульднеж), не упоминались и в области: [2]. Эти растения сфотографированы или собраны в гербарий, образцы переданы в гербарий Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (МНА).

С одной стороны, дендрарий был создан для наблюдения за акклиматизацией перспективных для озеленения древесных пород. Сохранение многих из них подтверждает возможность их использования в городских посадках. С другой стороны – ранее не было очевидно, что чужеродные виды могут представлять опасность для аборигенных сообществ, а настоящее время этому аспекту придается все большее значение. Вопрос о дальнейшей судьбе этих посадок остается открытым, но очевидно, что мониторинг этой территории и окрестностей необходим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Решетникова Н.М. Скворцов, А.К., Майоров, С.Р. Воронкина Н.В. Сосудистые растения национального парка «Угра»: (Аннотированный список видов). М., 2005. 143с. (Флора и фауна национальных парков; Вып. 6.).
2. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области / Н.М. Решетникова, С.Р. Майоров, А.К. Скворцов, А.В. Крылов, Н.В. Воронкина, М.И. Попченко, А.А. Шмытов. М.: Т-во научных изданий КМК. 2010. 548 с., 212 с. цв. ил.
3. Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Крылов А.В. Черная книга растений Калужской области. Калуга «Ваш домъ», 2019. 342 с.
4. Красная книга Калужской области. Том 1. Растительный мир». Калуга: ООО «Ваш Домъ», 2015. 536 с.: ил.

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим сотрудников национального парка и, в первую очередь, заместителя директора В.В. Телеганову за помощь в организации работ, научного руководителя д.б.н. Н.М. Решетникову, а также учеников школы 179, принимавших участие в гербаризации и определении растений.

ОРХИДЕИ ГРЕЦИИ

Наблюдения биокласса 179 школы

Автор: Александра Авдеева

Научные руководители:

Петраш Е. Г.,

Кудрявцева Е. И.



ВВЕДЕНИЕ

В разные годы биокласс 179-й школы проходил практику в Греции в период с конца марта по первую декаду апреля, во время школьных каникул (рис. 1).

2012 год – Кардамили (область Мессения, полуостров Мани, Пелопоннес).

2013 год – Месолонгион (Этолия и Акарнания, Западная Греция).

2014 год – Кардамили (область Мессения, полуостров Мани, Пелопоннес), Кастания (Пелопоннес)

2017 год – Дельфы (область Фокида, отроги горы Парнас), Нео Итило (область Лакония, полуостров Мани, Пелопоннес), остров Антикифера.

2019 год – остров Крит. Селение Паранимфи в южной части острова и в западной части окрестности Кисамоса – Равдуха, Фаласарна, Полиррения. А затем в Кардамили (область Мессения, полуостров Мани, Пелопоннес).

На этот период приходится цветение многих весенних диких орхидей Греции. Орхидные – это сложный, быстро эволюционирующее семейство однодольных. Цветы опыляются исключительно насекомыми и характеризуются высоким полиморфизмом. Систематика данного таксона далека от завершения, поэтому данные по распространению и многообразию данных растений представляют интерес. Греция с ее горным ландшафтом и многочисленными островами является одним из центров многообразия дикорастущих орхидных.

За время практик был собран подробный фотоматериал по всем встреченным орхидеям. Цель данного исследования – собрать и обобщить этот материал. Сравнить видовой состав весенних орхидей Греции в тех местах, которые посещал биокласс, в разные годы (рис.1).



Рис.1. Карта, показывающая точки пребывания биокласса в Греции с 2012 по 2019 год.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ

В поездках по Греции на обзорных экскурсиях ученики и учителя биокласса собрали подробный фотоматериал (Рис. 3, 4, 5) с привязкой к местности, который впоследствии был распределён по годам сбора и месту нахождения.

Были поставлены следующие задачи:

- 1) Проверить правильность уже определённых орхидей по имеющимся фотографиям;
- 2) Определить по фотографиям виды орхидей 2019 года;
- 3) Сравнить точки обнаружения орхидей с имеющимися в литературе ареалами данных видов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании собранного материала было определено 30 видов, относящихся к 7 родам. Была составлена сравнительная таблица, в которой были собраны все данные о встреченных видах диких орхидей за все годы. (Таблица 1)

Таблица 1. Таблица встреченных видов орхидей по годам и месту встречи.
 Цвет колонки: *розовый* – Центральная Греция; *голубой* – полуостров Пелопоннес;
зелёный – остров Антикифера; *охряной* – остров Крит.

	2012			2013	2014		2017			2019						
	Кардамли	Мистра	Номитси	Месолонгион	Кардамли	Кастаня	Антикифера	Мистра	Дельфы	Нео Итило	Паранимфи	Аркади	Поллирения	Равдуха	Фаласарна	Кардамли
<i>Anacamptis papilionacea</i> (L.) R.M. Bateman & al.					1						1		1	1		1
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	1				1											1
<i>Himantoglossum robertianum</i> (Loisel.) P. Delforge	1	1	1		1			1	1	1	1					1
<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Sw.																1
<i>Neotinea lactea</i> (Poir.) R.M. Bateman & al.											1					
<i>Orchis italica</i> Poir.	1				1					1	1	1	1			1
<i>Orchis quadripunctata</i> Ten.											1	1				
<i>Serapias bergonii</i> E.G. Camus					1											1
<i>Serapias orientalis</i> (Greuter) H. Baumann & Künkele	1	1			1	1				1			1			1
<i>Serapias parviflora</i> Parl.					1											
<i>Serapias politisii</i> Renz					1											
<i>Ophrys argolica</i> H. Fleischm.					1											1
<i>Ophrys bombyliflora</i> Link											1		1	1		

Таблица 1 (продолжение)

<i>Ophrys lutea</i> <i>subsp. galilaea</i> (H. Fleischm. & Bornm.) Soó	1				1		1		1		1	1	1	1	1	1
<i>Ophrys speculum</i> Link	1								1							1
<i>Ophrys</i> <i>sphegodes</i> <i>subsp. spruneri</i> (Nyman) E. Nelson									1						1	1
<i>Ophrys</i> <i>tenthredinifera</i> Willd.	1				1	1					1		1	1		1
<i>Ophrys ulysea</i> P. Delforge										1			1			1

На представленной диаграмме (рис. 2А, стр. 10) показано соотношение количества видов в разных родах. Разными цветами обозначены рода, а цифрами – количество видов в данном роде. Большинство встреченных видов принадлежат к роду *Ophrys*.

Можно выделить 4 географические области, где мы вели работы: остров Крит, остров Антикифера, полуостров Пелопоннес и Центральная Греция (рис. 2Б). Мы проанализировали встречаемость разных видов диких орхидей на конце марта в этих зонах (рис. 2В, стр. 10).

Видно, что есть 2 широко-распространенных вида (*Ophrys lutea subsp. galilaea* (H. Fleischm. & Bornm.) Soó и *Ophrys*

tenthredinifera Willd.), которые были встречены нами везде. Несколько видов были встречены в трех или двух областях. Однако больше половины видов были характерны только для одного из географических районов. Наши данные достаточно фрагментарны, поэтому не всегда отсутствие вида в географической зоне означает, что он не может быть там встречен. Однако можно утверждать, что он отсутствует или редок в том конкретном месте, где проводились исследования.

Во всех случаях место нахождения всех найденных нами видов диких орхидей совпало с данными по распространению этих видов, имеющимися в литературе [1].

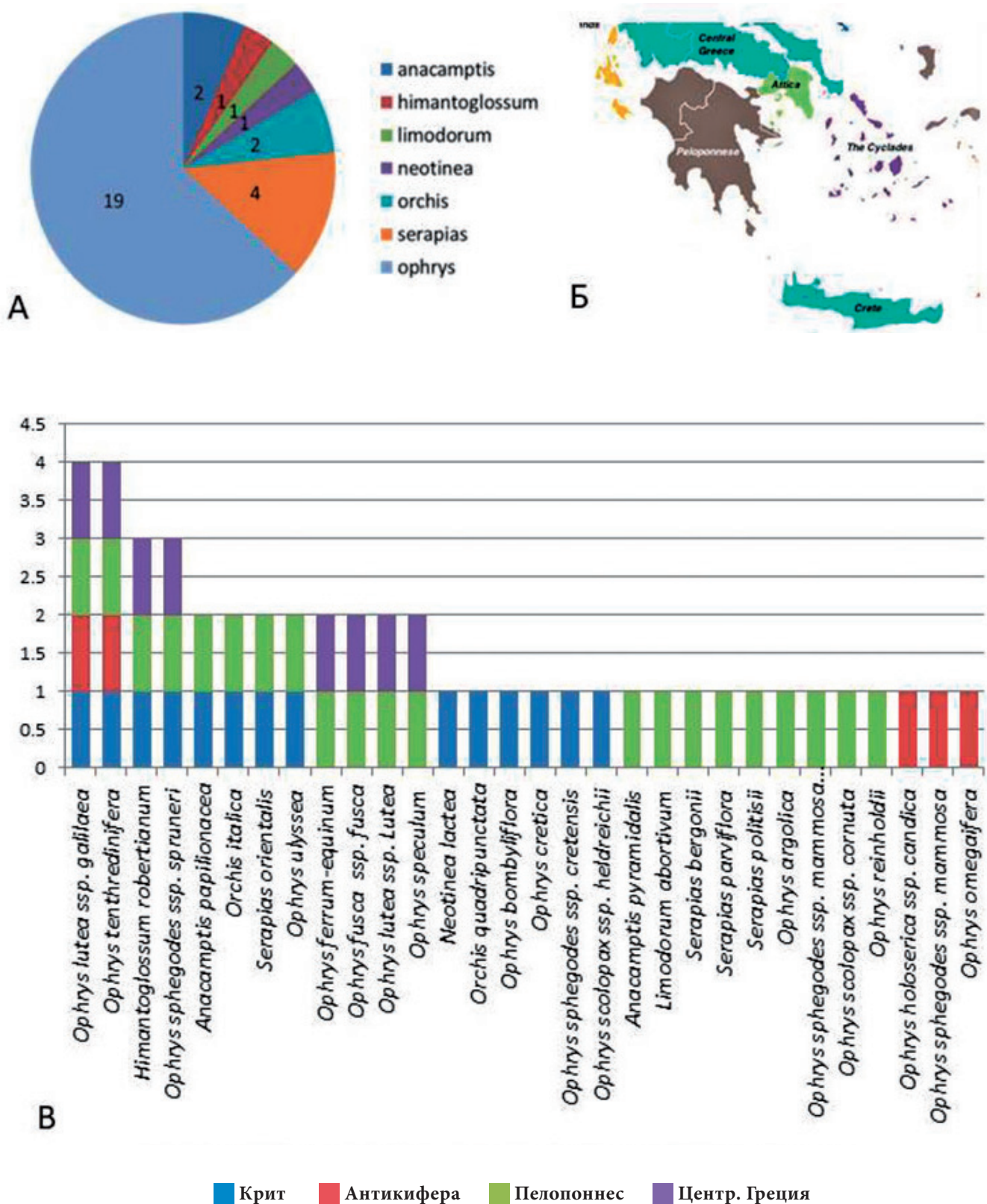


Рис. 2: А – диаграмма, показывающая количество найденных видов в каждом роде, Б – карта Греции, показывающая деление на области, В – график, географическое распространение встреченных видов диких орхидей.

Биокласс несколько раз был в Кардамили, поэтому для этого места мы можем сравнить данные за несколько лет. Там было обнаружено 20 видов, которые цветут в конце марта. 14 из них были обнаружены 2 или 3 года,

7 – встречено только в один из приездов. Мы думаем, что это указывает на то, что флора орхидных для конкретного места достаточно постоянна.



Рис. 3.

- 1 – *Anacamptis papilionacea* subsp. *aegea* (P. Delforge) L. Lewis & Kreutz, конец марта 2019, Крит.
- 2 – *Anacamptis papilionacea* subsp. *aegea* (P. Delforge) L. Lewis & Kreutz, апрель 2014, Пелопоннес, Кардамили.
- 3 – *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., конец марта 2012, Пелопоннес, Кардамили.
- 4 – *Himantoglossum robertianum* (Loisel.) P. Delforge, конец марта 2017, Пелопоннес, Мистра.
- 5 – *Serapias orientalis* (Greuter) H. Baumann & Künkele, конец марта 2019, Пелопоннес, Кардамили.
- 6 – *Serapias politisii* Renz, апрель 2014, Пелопоннес, Кардамили.
- 7 – *Serapias parviflora* Parl., апрель 2014, Пелопоннес, Кардамили.
- 8 – *Orchis italica* Poir., апрель 2014, Пелопоннес, Кардамили; конец марта 2019, Крит.
- 9 – *Neotinea lactea* (Poir.) R.M. Bateman & al., конец марта 2019, Крит.



Рис. 4.

- 1 – *Ophrys lutea* subsp. *galilaea* (H. Fleischm. & Bornm.) Soó (*Ophrys sicula* Tineo), конец марта 2017, Антикифера; конец марта 2019, Крит.
- 2 – *Ophrys lutea* Cav. subsp. *lutea*, конец марта 2017, Пелопоннес, Дельфы.
- 3 – *Ophrys fusca* Link subsp. *fusca* (*Ophrys leucadica* Renz), конец марта 2017, Пелопоннес, Дельфы.
- 4 – *Ophrys omegaifera* H. Fleischm., конец марта 2017, Антикифера.
- 5 – *Ophrys speculum* Link, конец марта 2012, Пелопоннес, Кардамили; конец марта 2017, Пелопоннес, Дельфы.
- 6 – *Ophrys tenthredinifera* Willd., конец марта 2019, Крит.
- 7 – *Ophrys tenthredinifera* Willd. (*Ophrys tenthredinifera* subsp. *leochroma* (P. Delforge) Kreutz), конец марта 2019, Пелопоннес, Кардамили.
- 8 – *Ophrys tenthredinifera* Willd. (*Ophrys ulyssa* P. Delforge), конец марта 2019, Пелопоннес, Кардамили.
- 9 – *Ophrys holoserica* subsp. *candica* (Soó) Renz & Taubenheim (*Ophrys fuciflora* subsp. *candica* Soó), конец марта 2017, Антикифера.
- 10 – *Ophrys bombyliflora* Link, конец марта 2019, Крит.



Рис. 5.

- 1 – *Ophrys argolica* H. Fleischm., конец марта 2019, Пелопоннес, Кардамили.
- 2 – *Ophrys cretica* (Vierh.) E. Nelson, конец марта 2019, Крит.
- 3 – *Ophrys sphegodes* subsp. *cretensis* H. Baumann & Künkele, конец марта 2019, Крит.
- 4 – *Ophrys sphegodes* subsp. *mammosa* (Desf.) E. Nelson, конец марта 2017, Антикифера.
- 5 – *Ophrys sphegodes* subsp. *mammosa* (Desf.) E. Nelson (*Ophrys sphegodes* subsp. *grammica* (B. Willing & E. Willing) Kreutz), конец марта 2019, Пелопоннес, Кардамили.
- 6 – *Ophrys ferrum-equinum* Desf., конец марта 2017, Пелопоннес, Дельфы.
- 7 – *Ophrys sphegodes* subsp. *spruneri* (Nyman) E. Nelson, конец марта 2017, Пелопоннес, Дельфы.
- 8 – *Ophrys scolorax* subsp. *heldreichii* (Schltr.) E. Nelson, конец марта 2019, Крит, Фаласарна.
- 9 – *Ophrys scolorax* subsp. *cornuta* (Steven) E.G. Camus (*Ophrys minuscula* (G. Thiele & W. Thiele) Presser & S. Hertel), конец марта 2019, Пелопоннес, Кардамили.

На острове Антикифера в 2017 году мы нашли орхидею рода *Ophrys*, с определением которой у нас возникли серьезные трудности. В конце концов мы определили ее как *Ophrys holoserica subsp. candica* (Soó) Renz & Taubenheim, однако, найденные растения были достаточно нетипичны для этого переменного вида (Рис. 4-9). Лепестки маленькие, розовые (Рис. 7). Чашелистики того же цвета с зелеными прожилками. Боковые выросты на нижней губе неразвиты. Стигма и базальное поле светло-охристого цвета. Базальное поле довольно большое (для типичных цветов этого вида характерно маленькое базальное поле). Спекулум светлый, представляет из себя поло-

сы изогнутой формы. Боковые стороны нижней губы покрыты белыми волосками и не имеют загнутых вверх краев. Аппендикс нижней губы маленький, зеленоватый. Сами растения небольшие, приблизительно 15–30 см. Было найдено несколько похожих растений в разных частях острова.

Данная орхидея обнаруживает некоторое сходство с *Ophrys holoserica* (Burm. f.) Greuter subsp. *holoserica* (*Ophrys episcopalis* Poir.), однако, явно отличается от нее формой нижней губы. У *Ophrys holoserica* большой аппендикс, развитые боковые лопасти, губа по бокам загнута вверх. Кроме того, само растение крупнее.

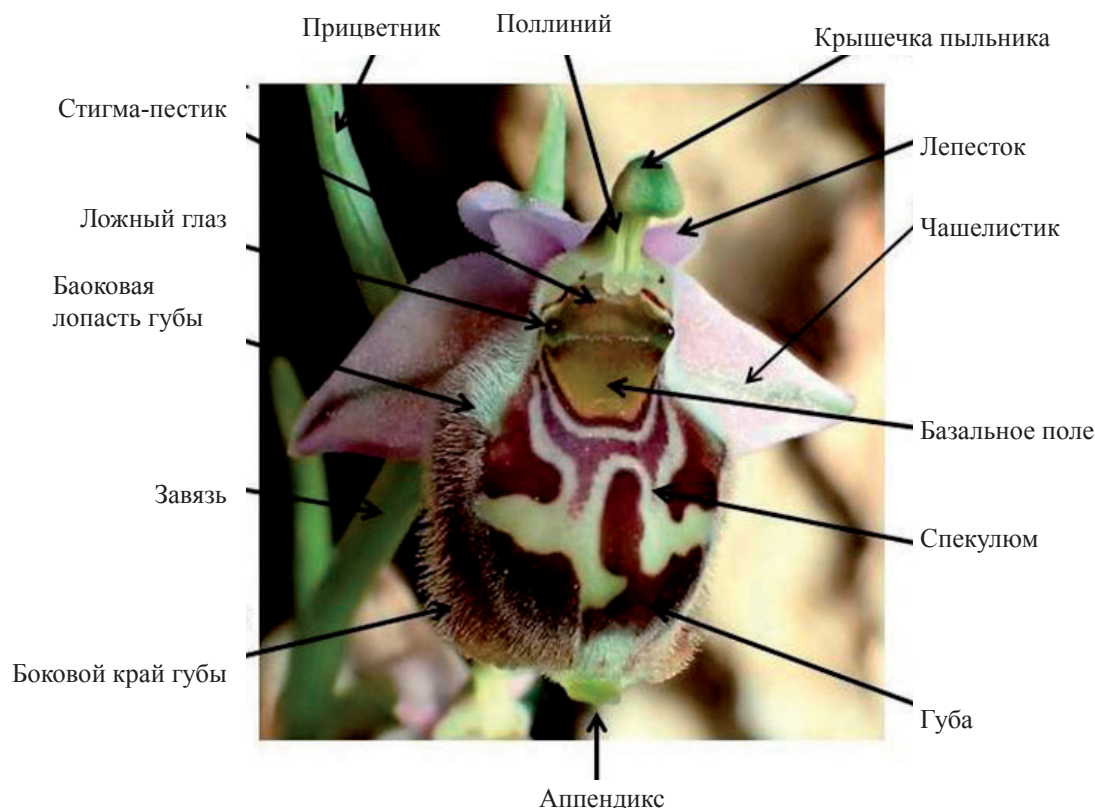


Рис. 7: *Ophrys holoserica subsp. candica* (Soó) Renz & Taubenheim (*Ophrys fuciflora subsp. candica* Soó), конец марта 2017, Антикифера.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И САЙТЫ:

1. Syros Tsiftsis, Zissis Antonopoulos 2017 Atlas of the Greek Orchids (V. 1,2) Mediterraneo editions, Greece
2. <https://www.plantarium.ru>
3. <http://portal.cybertaxonomy.org/flora-greece/intro>

ЗАВИСИМОСТЬ ЗАРАСТАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ КУЛЬТУРАМИ ОТ НАЛИЧИЯ КОНСЕРВАНТОВ И АСЕПТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ УПАКОВКИ

Автор: Калыгина Анна 10 класс,
школа «Летово»

Научный руководитель:
Дербикова К.С.



ВВЕДЕНИЕ

На пути к здоровому будущему человечество придумывает множество методов борьбы с бактериями, оказывающими негативное влияние на наш организм. В силу того, что бактерии могут приобретать резистентность ко многим веществам, оказывающим влияние на их жизнедеятельность, важно исследовать особенности адаптации бактериальных организмов для дальнейшего использования полученных результатов в промышленном производстве продуктов и сохранения их качества.

В нашей школе «Летово» многие ребята проживают в условиях полного пансиона. Результаты моего исследования будут полезны для формирования ответственного подхода к собственному здоровью у школьников, проживающих вдали от дома.

Помимо этого, продолжительные наблюдения за зарастанием продукта бактериальными и грибковыми культурами поможет выявить несоответствия между рекомендованным сроком хранения вскрытого продукта и реальной скоростью зарастания.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить зависимость зарастания продуктов питания бактериальными культурами от наличия различных консервантов и срока годности продукта.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Сравнить скорость развития бактериальной флоры на средах, содержащих консерванты сорбат калия и цитрат натрия;
- 2) Сравнить скорость зарастания молочной среды бактериальной флорой в зависимости от срока годности продукта;
- 3) Проверить, как развиваются молочнокислые бактерии *Lactobacillus Acidophilus* в среде молочных продуктов.

МЕТОДИКА

В качестве исследуемых объектов были использованы сывороточные напитки, содержащие консерванты сорбат калия и цитрат натрия, а также молочные продукты, подвергшиеся различной термической обработке

(пастеризация и ультрапастеризация), с разными сроком хранения. Для проведения исследования и записи результатов все образцы продуктов питания были пронумерованы и занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Нумерация и основные параметры исследуемых продуктов питания.

№	Продукт	Срок годности	Рекомендации по хранению после вскрытия упаковки
1	Сывороточный напиток с сорбатом калия	1 месяц	Допускается хранение в пределах срока годности.
2	Сывороточный напиток с ацетатом натрия	1 месяц	Допускается хранение в пределах срока годности.
3	Молоко жирностью 1,8%	6 месяцев	Допускается хранение в течение 48 часов.
4	Молоко жирностью 2,5%	3 месяца	Допускается хранение не более 12 часов
5	Молоко жирностью 3,5%	6 месяцев	Не допускается хранение после вскрытия упаковки.
6	Молоко жирностью 10%	6 месяцев	Допускается хранение в течение 24 часов.

ПРОВОДИМЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ СОСТОИТ ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ЭТАПОВ:

1. Подготовка и стерилизация оборудования методом автоклавирования.

2. Инкубирование закрытых пробирок с продуктом питания в термостате с поддержанием постоянной температуры в 30 градусов по Цельсию в течение 6 дней.

3. Ежедневная фиксация результатов органолептическим методом.

4. Определение микрофлоры с помощью микроскопа методом «раздавленной капли».

5. Фиксирование препарата на предметном стекле и окрашивание микропрепаратов при помощи фуксина.

6. Инокулирование (засев) молочнокислых бактерий в пробирки с изучаемым молоком, инкубация и анализ образования молочных продуктов.

7. Повторный анализ для подтверждения результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования зависимости появления и роста бактериальной микрофлоры на различных продуктах питания представлены на рисунке 1.

На диаграмме наглядно проиллюстрировано влияние различных асептических мер, таких как ультрапастеризация и добавление консервантов, на скорость зарастания продукта. В молочных продуктах, не содержащих консерванты и не прошедших термической обработки, появление бактериальной культуры было зафиксировано по истечении 23 часов.

В среде, содержащей консервант ацетат натрия, бактерии появились в течение 144 часов, в среде с сорбатом калия – 120 часов, в ультрапастеризованной среде – 28 часов.

Определение микрофлоры с помощью микроскопа методом «раздавленной капли».

Для определения наличия бактериальной флоры были приготовлены микропрепараты методом «раздавленная капля».

Описание живых микропрепаратов:

1) Препарат содержит взвесь. Встречаются отдельные клетки палочкообразной формы.

Диаграмма зависимости роста бактериальной флоры от асептических мер

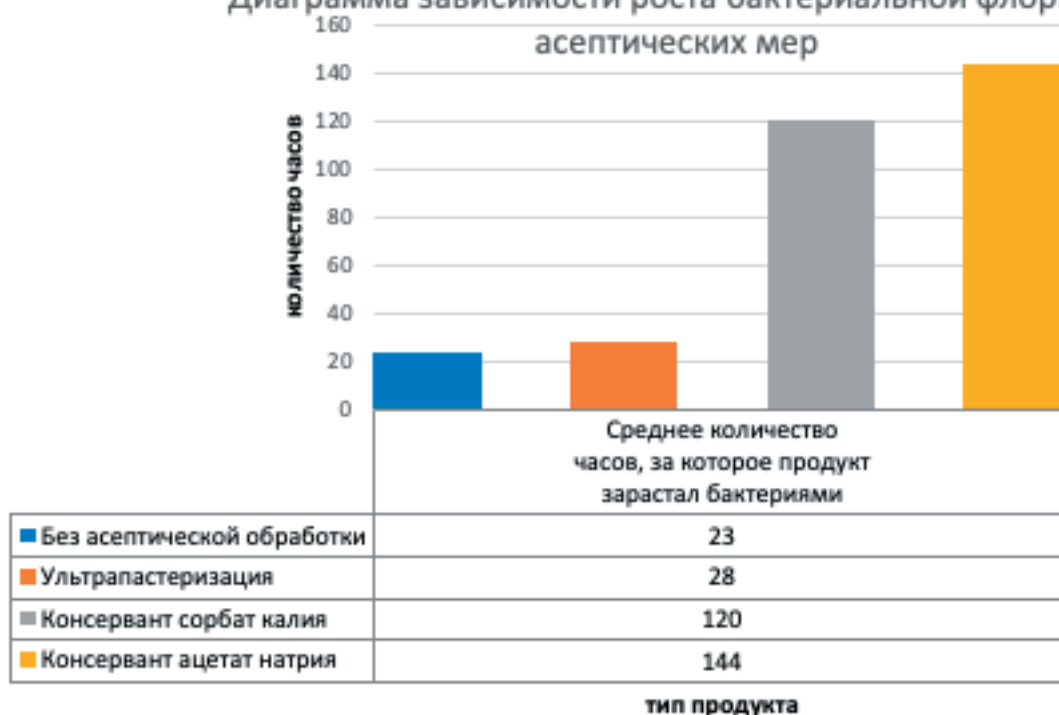


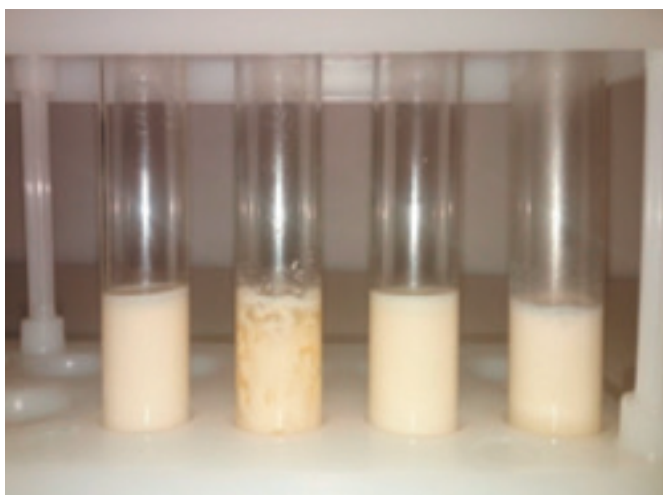
Рис. 1. Среднее количество часов для зарастания продукта бактериями в зависимости от асептических мер

- 2) Встречаются отдельные редкие неподвижные клетки, однако не наблюдается активной жизнедеятельности.
- 3) При микроскопии было обнаружено множество структур неживой природы, подвижных за счет броуновского движения. Возможно наличие бактериальной флоры, исходя из внешних наблюдений.
- 4) Множество клеток различной морфологии (палочки, кокки)
- 5) Обнаружено большое количество подвижных крупных бактерий палочкообразной формы.

- 6) Множество клеток различной морфологии (палочки, стрептококки)

Фиксирование на предметном стекле и окрашивание микропрепаратов при помощи фуксина.

Далее для исследования препараты были фиксированы и окрашены. Недостаток такого метода заключается в том, что помимо целевых бактерий окрашивается и постороннее содержимое среды, например, белки.



Образцы №3–6 (слева направо) на шестой день эксперимента



Образцы № 1–6 (слева направо) на шестой день эксперимента

Описание фиксированных окрашенных препаратов:

- 1) Окрашено всё содержимое продукта, клеточные структуры сложно различимы
- 2) Окрашено всё содержимое продукта, клеточные структуры сложно различимы
- 3) Отмечено множество окрашенных структур, элементы фиксированного препарата сложно различимы.
- 4) Обнаружено множество окрашенных клеточных структур палочкообразной формы.
- 5) Детектировано множество бактерий разнообразных форм.
- 6) Обнаружены клеточные структуры палочкообразной и кокковой формы.

Инокулирование молочнокислых бактерий в пробирки с изучаемым молоком, инкубация и анализ образования молочных продуктов.

Для того, чтобы определить, насколько среда молочных продуктов, прошедших термическую обработку и хранившихся в упаковке, содержащей алюминиевую фольгу, благоприятны для роста и развития именно молочнокислых бактерий, был использован лиофилизат молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*. В четыре пробирки с 4 г (в каждой пробирке) молока разной жирности был засыпан порошок бело-кремового цвета без вкуса и запаха весом 190 мг, с гарантированным содержанием пробиотических лактобактерий, для дальнейшего прорастания. Предположительный срок прорастания составляет 22–24 часа при температуре 30–40°C

В ходе исследования молоко свернулось через 28 часов. В образцах обнаружены микроорганизмы палочкообразной и кокковой формы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многие методы асептической обработки являются эффективными средствами борьбы с развитием бактериальных культур. Однако несмотря на меры асептической обработки, применяемые в современной промышленности рост микроорганизмов не угнетается в условиях, благоприятных для их развития.

Стоит отметить, что результаты могут быть необъективны, так как образцы содержались в

среде с селективными условиями, подобранными для развития именно молочнокислых бактерий. Для более достоверного подтверждения гипотез необходимо провести эксперимент с выделением чистой бактериальной культуры методом, предложенным Р. Кохом.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, не противоречат тем, что были найдены в литературе по этой теме.

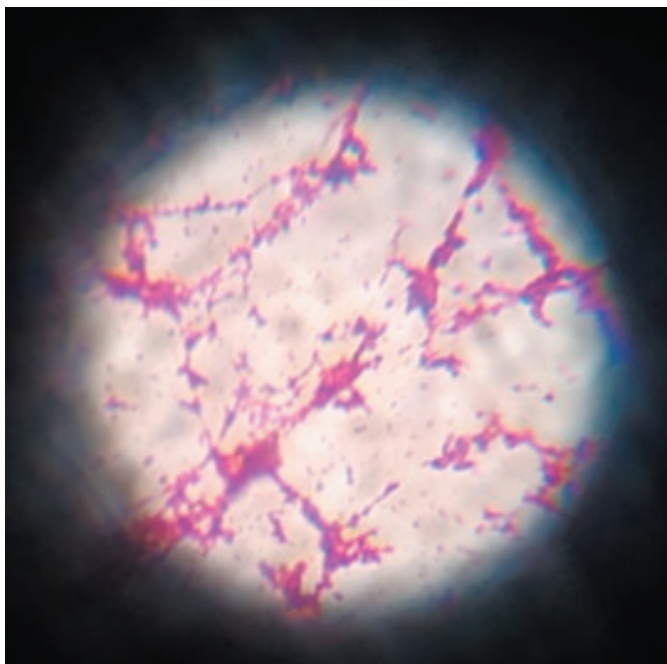
ВЫВОДЫ

1. Продукты содержались в термостате в течение шести дней. На протяжении этого времени в пробирках поддерживались условия с постоянной температурой.

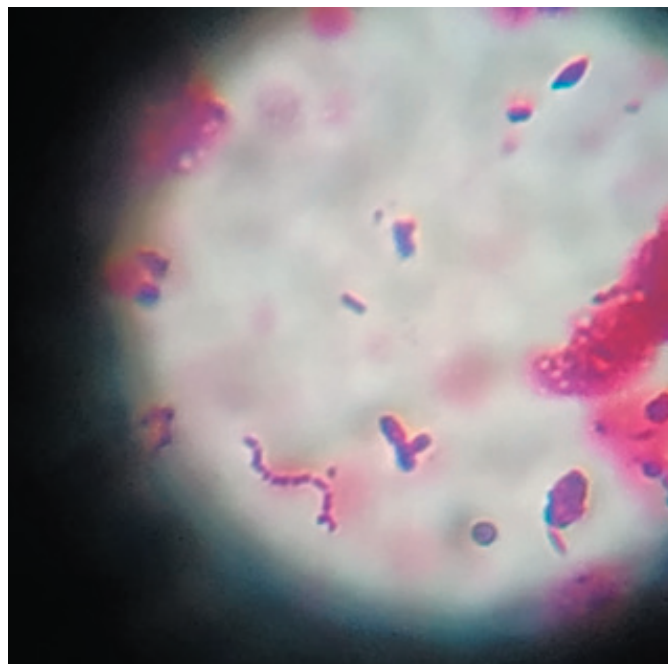
2. По окончании эксперимента во всех пробирках были обнаружены микроорганизмы. В молочных продуктах, содержащихся в пробирках №3-6, бактериальная флора появлялась с последовательностью, соответствующей срокам, указанным на упаковке продуктов.

3. Молочные продукты, содержащиеся в пробирках №3-6, свернулись вследствие жиз-

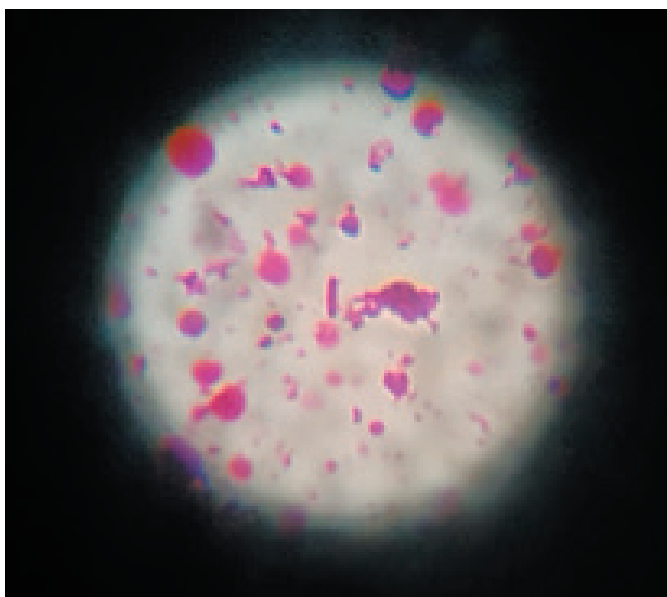
недеятельности молочнокислых бактерий. В четырех пробирках были детектированы неподвижные бактерии кокковой, стрептококковой и палочкообразной формы, соответствующие описанию молочнокислых культур. В одной пробирке были также обнаружены подвижные формы. Для подтверждения того, что в среде способны развиваться молочнокислые бактерии, в продукт был добавлен лиофилизат молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* штамм n.v. Ep 317/402 (NARINE), успешно развивающийся в продуктах.



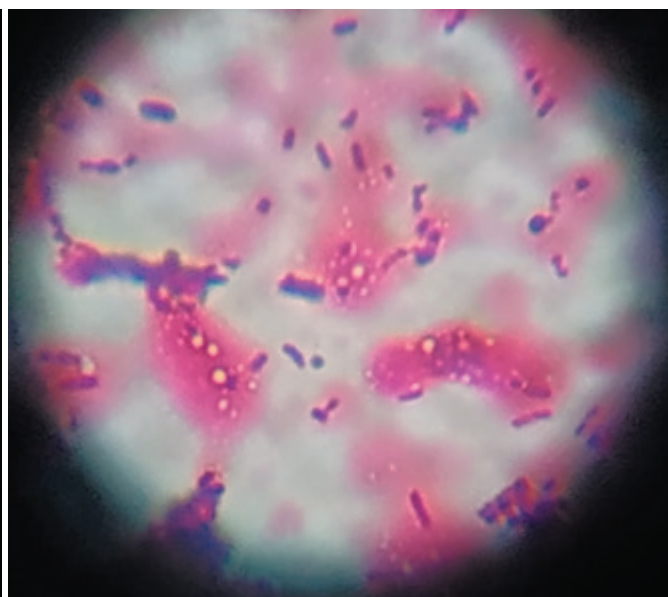
Напиток, содержащий сорбат калия (№1) после фиксации результатов и окрашиванию фуксином



Молоко жирностью 2,5% (образец №4)



Молоко жирностью 3,5% (образец №5)



Молоко с жирностью 10% (образец №6)

4. В среде, содержащей сорбат калия, бактерии появились на 48 часов раньше, чем в среде, содержащей цитрат натрия. Это можно объяснить тем, что консервант сорбат калия направлен на замедление роста и устранение плесневых грибов, в то время как цитрат натрия имеет в большей степени антибактериальный эффект. Таким образом, субстрат напитка, содержащий сорбат калия, является более благоприятной средой для прорастания культур различных бактерий, чем субстрат напитка, содержащего цитрат натрия.



Автор работы во время проведения исследования

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И САЙТЫ:

1. *Кустова Н.А* «Лабораторный микробиологический практикум» [Электронный ресурс]. URL: http://mospolytech.ru/storage/files/kaf/eipb/Praktikum_po_mikrobiologii_Kustova.pdf
2. Научно-производственное объединение альтернатива «Антимикробное действие консервантов» [Электронный ресурс]. URL: <http://alternativa-sar.ru/tehnologu/pishchevye-dobavki-i-ingredienty/lyuk-e-yager-m-konservantu-v-pishchevoj-promyshlennosti/973-glava-5-antimikrobnoe-dejstvie-konservantov>
3. *Борисова С.В., Старовойтова О.В.* «Изучение влияния консервантов на сроки хранения полуфабрикатов из животного сырья» [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-konservantov-na-sroki-hraneniya-polufabrikata-iz-zhivotnogo-syrya>
4. *D.J. Taylor B.Sc., Ph. D., C. Biol., F.I.Biol.* “Biological Science 1&2”
5. *Нетрусов А.И., Котова И.Б.* «Микробиология» [Электронный ресурс]. URL: <file:///C:/Users/Анна/Desktop/Микробиология.pdf>
6. *Г. Шлегель* «Современная микробиология. Прокариоты»

