

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЖИМОЛОСТЬ
В СИБИРСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ
ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ответственный редактор
М.С. Ямбуров

Томск
Издательство Томского государственного университета
2024

УДК 579.64

ББК 40.5

Ж72

Авторский коллектив:

С.А. Сучкова, Л.Н. Зибарева, М.С. Ямбуров, А.С. Прокопьев, Т.З. Абзалтденов,
С.И. Гашков, О.Д. Чернова, С.Б. Романова, О.Г. Плишкина

Ж72 Жимолость в Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета / С.А. Сучкова, Л.Н. Зибарева, М.С. Ямбуров, А.С. Прокопьев, Т.З. Абзалтденов, С.И. Гашков, О.Д. Чернова, С.Б. Романова, О.Г. Плишкина ; отв. ред. М.С. Ямбуров. – Томск : Издательство Томского государственного университета, 2024. – 302 с.

ISBN 978-5-907890-41-1

В монографии представлены результаты многолетних исследований, проводимых в СибБС ТГУ и на плантациях партнеров сада, по интродукции жимолости, качеству пыльцы и пыльцевой продуктивности, биохимическому составу плодов и листьев, размножению зелеными, одревесневшими черенками и методами микроклонального размножения. Показаны вредители на плантациях.

Для научных работников, специалистов сельского хозяйства, преподавателей, студентов учебных заведений, садоводов.

УДК 579.64

ББК 40.5

Рецензенты:

Т.Н. Беляева, доктор биологических наук, доцент;

В.Л. Бопп, кандидат биологических наук, доцент

Монография подготовлена в рамках государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0019); при поддержке гранта № 075-15-2022-1152 (Постановление № 619 от 8 апреля 2022 г.).

ISBN 978-5-907890-41-1

© Авторский коллектив, 2024

© Томский государственный университет, 2024

Введение

В Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета (СибБС ТГУ) создана и функционирует одна из старейших в Сибири научных школ по интродукции растений. За 145-летнюю историю существования СибБС стал своеобразной научно-исследовательской площадкой для проведения широкого спектра исследований по репродуктивной биологии, анатомии, морфологии, фитохимии, размножению редких и хозяйственно ценных видов растений. Исследования проводятся на базе уникальных растительных коллекционных фондов (более 10 500 видов, форм и сортов), современного оранжерейно-тепличного комплекса (площадью 6 500 м²) и экспозиций открытого грунта общей площадью 117 га.

В Сибирском ботаническом саду изучались различные виды жимолости (64 таксона). Многие из них являются красивоцветущими и неприхотливыми кустарниками, которые могут использоваться в ландшафтном дизайне и озеленении. Создан коллекционный фонд *Lonicera caerulea* (жимолость синяя) со съедобными плодами.

И.В. Мичурин еще в 1909 г. испытывал жимолость съедобную и рекомендовал ее для введения в культуру [Альбенский, Антонова, Бахарев, 1949]. В 1910 году профессор Императорского Томского университета Н.Ф. Кашенко [1910] указывал на необходимость селекционной работы с жимолостью.

Только в 1987 г. в Госреестре появились первые сорта жимолости сибирской селекции: Томичка и Бакчарская в Бакчарском опорном пункте северного садоводства Научно-исследовательского института садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (НИИСС). На 2024 г. селекционерами России создано более 135 сортов жимолости для любительского и промышленного садоводства.

Жимолость синяя является ценной пищевой культурой. В подтаежной и таежной зоне Западной Сибири накопление различных классов биологически активных веществ в ее плодах зависит от видовых и сортовых особенностей, почвенно-климатических условий и технологий возделывания.

В результате исследований метаболомных профилей четырех сортов *L. caerulea* subsp. *caerulea* и пяти диких образцов *L. caerulea* subsp. *kamtschatica* было идентифицировано 151 соединение. Всего в *L. caerulea* и *L. caerulea* subsp. *kamtschatica* было обнаружено 88 и 84 соединения соответственно. 21 соединение было общим для обоих подвидов, тогда как 67 и 63 соединения были специфичны для каждого подвида соответственно. Плоды жимолости богаты полифенолами, включая флавоноиды: флаваноны, флаванолы и антоцианы. Метаболом плодов *L. caerulea* имел высокое разнообразие соединений (39 классов соединений) по сравнению с метаболом *L. caerulea* subsp. *kamtschatica* (27 классов соединений). Из обнаруженных метаболитов 44 соединения были предварительно идентифицированы впервые, состоящими из 37 полифенолов и 7 других соединений. Эти результаты предоставляют новые данные о составе метаболома плодов

жимолости, что важно для будущего исследования пользы плодов жимолости для здоровья.

Из 88 соединений, найденных в жимолости голубой, 57 были обнаружены в сорте Томичка, 30 из них оказались уникальными. Следовательно, по сравнению с другими сортами вида этот сорт богаче всех по активным соединениям и потенциально может стать источником полезных веществ или их комплексов [Nawaz et al., 2024].

В настоящее время в регионах России повсеместно закладываются промышленные насаждения жимолости, поэтому необходимо изучение эколого-биологических особенностей этой ягодной культуры для того чтобы избежать ошибок при закладке многолетних насаждений. Малоизучены особенности репродуктивной биологии жимолости как в России, так и за рубежом, поэтому часто вновь заложенные плантации остаются без сортов-опылителей, а отсюда – и без урожая. Нет достаточного количества посадочного материала сортов для промышленного возделывания и механизированной уборки урожая, так как не совершенствуются традиционные методы размножения (черенкование) и методы *in vitro*. При оптимизации технологий возделывания необходимо обращать внимание на качество плодов, чтобы получать экологически чистый урожай. Не отработаны вопросы защиты промышленных насаждений от вредителей.

В последние годы сотрудники СибБС ТГУ выполнили несколько научно-исследовательских работ в интересах промышленного партнёра: «Разработка технологии промышленного возделывания жимолости в условиях Томской области»,

«Технико-экономическое обоснование закладки многолетних насаждений жимолости с высокими биохимическими показателями для промышленного культивирования в условиях климатической зоны Томской области», «Повышение эффективности агротехнических мероприятий для увеличения урожайности жимолости».

Таким образом, актуальными являются региональные исследования по интродукции жимолости, изучению ее репродуктивной биологии, биохимической оценки плодов и листьев, размножению и защите насаждений.

Исследования проводились на Экосистемной дендрологической территории СибБС ТГУ, ОГУП «Бакчарское», ООО СП «Северный сад» в типичных почвенно-климатических условиях подтаежной и таежной зон Западной Сибири.

Авторы выражают благодарность всем, кто способствовал созданию коллекций и проведению исследований по жимолости: ОГУП «Бакчарское», НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, ООО СП «Северный сад».

Глава 1. Интродукция жимолости

1.1. Декоративные виды жимолости

Род жимолость (*Lonicera* L.) семейства жимолостные (Caprifoliaceae) включает около 200 видов, распространенных преимущественно в Северном полушарии в районах с умеренным климатом. Большинство видов этого рода имеет несъедобные плоды, однако они ценятся за декоративные свойства и используются в зеленом строительстве. Огромный интерес для ландшафтного озеленения представляют многие виды жимолости, произрастающие практически во всех частях света [Аксенова, Фролова, 1989; Скворцов, Куклина, 2002; Сорокопудов, Куклина, Мовчан, 2016].

Работа по интродукции древесно-кустарниковых растений с целью создания дендрологической коллекции была начата ученым-садовником Томского университета Порфирием Никитичем Крыловым в 1885 г. В период с 1938 по 1955 гг. большую работу по расширению коллекции древесных растений проводил А.Г. Гончаров. Коллекция пополнялась как за счет видов местной сибирской флоры, так и путем посева семян, полученных из других ботанических садов и учреждений нашей страны [Морякина, 1965]. Особенно интенсивное пополнение интродукционного фонда проводилось в 50–60-х гг. прошлого века. Большую роль в этом сыграла известный в России дендролог Валентина Андреевна Морякина. С 50-х гг.

она развернула интенсивную работу по введению в культуру новых для Сибири видов деревьев и кустарников, одновременно расширив возможность привлечения интродукционного материала (семена, черенки) из различных регионов земного шара: Европы, Северной Америки, Восточной Азии и Дальнего Востока. При ее участии были созданы экспозиции на Экосистемной дендрологической территории СибБС ТГУ, где на сегодняшний день сосредоточены основные коллекции, в том числе и основная коллекция представителей рода *Lonicera*.

В Сибирском ботаническом саду испытывались различные виды жимолости (64 таксона). В табл. 1 приведен перечень видов и подвидов жимолости, которые привлекались в коллекцию древесных растений.

Таблица 1

**Таксоны рода жимолость, привлекавшиеся
в интродукционные испытания в СибБС ТГУ**

№ п/п	Латинское название	Синоним	Год первичной интродукции
1	<i>L. alpigena</i> L.	—	1961
2	<i>L. albiflora</i> Torr. & A.Gray	—	1976
3	<i>L. × amoena</i> Zabel	—	1973
4	<i>L. altmannii</i> Regel & Schmalh.	—	1973
5	<i>L. × bella</i> Zabel	—	1957
6	<i>L. caerulea</i> L.	—	1981
7	<i>L. caerulea</i> subsp. <i>altaica</i> (Pall.) Gladkova	<i>L. altaica</i> Pall.	1978
8	<i>L. caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i>	<i>L. edulis</i> (Turcz. ex Herder) Turcz. ex Freyn	1955

Продолжение табл. 1

№ п/п	Латинское название	Синоним	Год первичной интродукции
9	<i>L. caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i>	<i>L. kamtschatica</i> Pojark.	1973
10	<i>L. caerulea</i> subsp. <i>pallasii</i> (Ledeb.) Browicz	<i>L. baltica</i> Pojark.	1982
11	<i>L. caerulea</i> subsp. <i>pallasii</i>	<i>L. turczaninovii</i> Pojark.	1969
12	<i>L. caerulea</i> subsp. <i>stenantha</i> (Pojark.) Hultén ex A.K. Skvortsov	<i>L. stenantha</i> Pojark.	1969
13	<i>L. canadensis</i> J. Bartram & W. Bartram ex Marshall	—	1957
14	<i>L. caprifolium</i> L.	—	1957
15	<i>L. caucasica</i> Pall.	—	1963
16	<i>L. caucasica</i> subsp. <i>orientalis</i> (Lam.) D.F. Chamb. & D.G. Long	<i>L. discolor</i> Lindl.	1981
17	<i>L. caucasica</i> subsp. <i>orientalis</i>	<i>L. orientalis</i> Lam.	1960
18	<i>L. chrysantha</i> Turcz. ex Ledeb.	—	1956
19	<i>L. chrysantha</i> var. <i>chrysantha</i>	<i>L. gibbiflora</i> (Rupr.) Dippel	1915
20	<i>L. chrysantha</i> var. <i>chrysantha</i>	<i>L. longipes</i> (Maxim.) Pojark.	1962
21	<i>L. chrysantha</i> var. <i>koehneana</i> (Rehder) Q.E. Yang, Landrein, Borosova & Osborne	<i>L. koehneana</i> Rehder	1973
22	<i>L. conjugialis</i> Kellogg	—	1960
23	<i>L. demissa</i> Rehder	—	1973
24	<i>L. dioica</i> L.	—	1978
25	<i>L. dioica</i> L.	<i>L. glaucescens</i> Rydb.	1997
26	<i>L. ferdinandi</i> Franch.	—	1976
27	<i>L. flava</i> Sims	—	1990

Продолжение табл. 1

№ п/п	Латинское название	Синоним	Год первичной интродукции
28	<i>L. floribunda</i> Boiss. & Buhse	—	1957
29	<i>L. glehnii</i> F. Schmidt	—	1983
30	<i>L. gynochlamydea</i> Hemsl.	—	1979
31	<i>L. hispida</i> Pall. ex Schult.	—	1977
32	<i>L. hispida</i> Pall. ex Schult.	<i>L. chaetocarpa</i> (Batalin ex Rehder) Rehder	1973
33	<i>L. involucrata</i> (Richardson) Banks ex Spreng.	—	1961
34	<i>L. involucrata</i> var. <i>ledebourii</i> (Eschsch.) Jeps.	<i>L. ledebourii</i> Eschsch.	1973
35	<i>L. japonica</i> Thunb.	<i>L. chinensis</i> P. Watson	1958
36	<i>L. korolkowii</i> Stapf	—	1978
37	<i>L. korolkowii</i> Stapf	<i>L. lanata</i> Pojark.	1981
38	<i>L. maackii</i> (Rupr.) Maxim.	—	1961
39	<i>L. maximowiczii</i> (Rupr.) Regel	—	1962
40	<i>L. maximowiczii</i> subsp. <i>sachalinensis</i> (F.Schmidt) Nedol.	<i>L. sachalinensis</i> (F. Schmidt) Nakai	1964
41	<i>L. micrantha</i> Trautv. ex Regel	—	1961
42	<i>L. microphylla</i> Willd. ex Schult.	—	1961
43	<i>L. morrowii</i> A.Gray	—	1957
44	<i>L. × muendeniensis</i> Rehder	<i>L. × notha</i> Zabel	1972
45	<i>L. × muscaviensis</i> Rehder	—	1957
46	<i>L. myrtilloides</i> Purpus	—	1969
47	<i>L. nervosa</i> Maxim.	—	1977
48	<i>L. nigra</i> L.	—	1977
49	<i>L. nummulariifolia</i> subsp. <i>nummulariifolia</i>	<i>L. nummularia</i> Fisch. & C.A. Mey. ex Kar.	1962
50	<i>L. olgae</i> Regel & Schmalh.	—	1956
51	<i>L. periclymenum</i> L.	—	1957

Окончание табл. 1

№ п/п	Латинское название	Синоним	Год первичной интродукции
52	<i>L. reticulata</i> Raf.	<i>L. prolifera</i> (Kirchner) Booth ex Rehder	1976
53	<i>L. rupicola</i> var. <i>syringantha</i> (Maxim.) Zabel	<i>L. syringantha</i> Maxim.	1965
54	<i>L. ruprechtiana</i> Regel	—	1942
55	<i>L. × salicifolia</i> (Dippel) Zabel	—	1957
56	<i>L. sempervirens</i> L.	—	1973
57	<i>L. simulatrix</i> Pojark.	—	1973
58	<i>L. sovetkinae</i> Tkatsch.	—	1983
59	<i>L. tangutica</i> Maxim.	—	1970
60	<i>L. tatarica</i> L.	—	1961
61	<i>L. × tellmanniana</i> Magyar ex H.L. Späth	—	1988
62	<i>L. trichosantha</i> var. <i>xerocalyx</i> (Diels) P.S. Hsu & H.J. Wang	<i>L. xerocalyx</i> Diels	1960
63	<i>L. vavilovii</i> Boczkarn	—	1990
64	<i>L. xylosteum</i> L.	—	1958

Латинские названия таксонов указаны в соответствии с онлайн-базой Plants of the World Online [2024]. Синоним предложен в том случае, если вид поступил в ботанический сад под другим названием. Также в таблице указан год первичной интродукции – зафиксированная в картотеке дата получения жизнеспособного посадочного материала конкретного вида.

На протяжении нескольких десятилетий сотрудниками проводились интродукционные испытания различных видов рода *Lonicera* L. Наблюдения за растениями осуществляли по

общепринятым методикам, разработанным в ГБС РАН [Плотникова, 1972; Лапин, Сиднева, 1973]. Особое внимание уделялось декоративным видам, которые можно использовать в озеленении различных городских объектов. Описания наиболее интересных представителей рода приведены ниже.

***Lonicera alpigena* – жимолость альпийская**

Листопадный кустарник с очень густой, шаровидной кроной высотой до 1,5–2 м. В диком виде растет в горных лесах Центральной и Южной Европы [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается в качестве декоративного растения с 1961 г. Начало вегетации приходится на конец апреля – начало мая. Листья обратнойцевидные, плотные, темно-зеленые длиной до 10 см. Цветет в конце мая – начале июня светло-кремовыми цветками до 1,5 см длиной, на длинных цветоносах. Цветки без запаха. Плодоносит регулярно. Плоды алые, блестящие, попарно сросшиеся, на длинных ножках. Несъедобны. Созревают в августе. Растет медленно. Вид теневынослив, хорошо переносит стрижку, к почвам среднетребователен.

Размножается зелеными черенками и семенами.

Кустарник декоративен за счет плотной зеленой кроны, в период плодоношения красные, похожие на вишню плоды становятся ярким акцентом, привлекающим внимание. Может использоваться в групповых и одиночных посадках, в качестве живых изгородей. Рекомендуются санитарная и омолаживающая обрезка. Повреждения вредителями и болезнями в условиях г. Томска не наблюдались.

***Lonicera* × *atroena* – жимолость приятная**

Густоветвистый листопадный кустарник до 1,5 м высотой. Это искусственный гибрид (*L. korolkowii* × *L. tatarica*).

В СибБС выращивается с 1978 г. Начинает вегетировать в мае. Цветет достаточно обильно в июне – июле светло-розовыми крупными парными цветками, собранными в пазухах листьев. Цветки без запаха. Плоды темно-красные, попарно сросшиеся, на длинных ножках, несъедобные. Созревают в августе. Зимостойкость 2 балла (иногда обмерзают цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Предпочитает солнечные места, но может расти и в полутени. Предпочитает плодородные почвы. Может подвергаться обрезке.

Используется в групповых и одиночных посадках, в качестве живых изгородей, в крупных рокариях. Этот вид жимолости декоративен за счет густой кроны и обильного цветения. Созревшие плоды и желтая окраска листвы являются ярким акцентом в осеннем саду. Рекомендуются санитарная и омолаживающая обрезка. Повреждения вредителями и болезнями в условиях г. Томска не наблюдались.

***Lonicera* × *bella* – жимолость красивая**

Листопадный кустарник около 2–2,5 м высотой. Это искусственный гибрид (*L. morrowii* × *L. tatarica*).

В СибБС выращивается с 1957 года. В некоторых странах «сбежала» из культуры и стала агрессивным инвазивным видом. По внешнему виду эта жимолость занимает промежуточное положение между двумя родителями. Листья супротивные, овальные, цельнокрайние, снизу слегка опушенные,

до 5 см длиной. Начинает вегетировать в мае. Парные цветки появляются в пазухах листьев в июне. Цветки 1,5–2 см, розовые, желтеют по мере отцветания. Плоды – ярко-красные блестящие ягоды. Зимостойкость 2 балла (обмерзают цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Растение устойчиво к засухе, но при достаточном поливе развивается лучше. Предпочитает солнечные места, но может расти и в полутени. Растет на плодородных почвах. Может подвергаться обрезке.

Размножается черенками с использованием регуляторов корнеобразования и отводками.

Используется в групповых и одиночных посадках, в качестве формованных и свободно растущих живых изгородей, в крупных рокариях. Растение декоративно за счет густой кроны и обильного цветения. Рекомендуются санитарная и омолаживающая обрезка. Повреждения вредителями и болезнями в условиях г. Томска не наблюдались.

***Lonicera caerulea subsp. altaica* – жимолость алтайская**

Листопадный кустарник высотой до 2,5 м. Молодые побеги голые, старые ветви имеют коричневато-серую, часто отслаивающуюся кору. Распространен в Сибири, Казахстане, Северо-Западном Китае и Западной Монголии [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1978 г. Начало вегетации – конец апреля – начало мая. Листья продолговато-яйцевидные или эллиптические, до 4 см длиной, на бесплодных побегах, как правило, длиннее, голые. Цветет в конце мая – начале июня желтовато-белыми трубчатыми цветками, располагающимися

парами в пазухах листьев. Соплодия синие, с сизым налетом, съедобные, созревают в конце июня. Зимостойкость 2 балла (обмерзают цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Вид теневынослив, может подвергаться обрезке.

Может использоваться как декоративное растение для парковых посадок под пологом леса, в групповых и одиночных посадках, в качестве опылителя для сортовых растений. Рекомендуется санитарная и омолаживающая обрезка. Повреждения вредителями и болезнями в условиях г. Томска не наблюдались.

***Lonicera caerulea subsp. stenantha* –
жимолость узкоцветковая**

Густой раскидистый кустарник высотой 1,5–2,5 м. В природе встречается в горах Средней Азии, на Алтае, в северном Иране, Афганистане, Северном Китае и Индии [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1969 года. Вегетация в условиях г. Томска начинается в начале мая. Листья узкоэллиптические или продолговато-эллиптические, до 5 см длиной, с обоих концов острые, на бесплодных побегах более крупные, ланцетовидные, с округлым или слегка сердцевидным основанием, все листья плотные, кожистые, сизовато-зеленые, с более светлой нижней стороной и тонкими выдающимися жилками. Цветки кремово-желтые, на коротких цветоносах, зацветают в конце мая. Соплодия черно-синие, округлые или несколько удлиненные, сочные, на вкус горькие. Созревают к началу июля.

Зимостойкость 2 балла (могут обмерзать цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Теневыносливый вид, но предпочитает светлые и умеренно увлажненные участки с рыхлыми почвами. Неплохо реагирует на обрезку. Декоративен за счет густого облиствления и раскидистой кроны. Может быть источником пропитания для обитателей парка.

Рекомендуется для групповых и одиночных посадок, создания подлеска в парках. Необходима периодическая обрезка для обновления кроны.

***Lonicera caprifolium* – жимолость козья (жимолость каприфоль)**

Распространенные названия: итальянская вьюнка, итальянская жимолость, жимолость пронзеннолистная. В СибБС выращивается с 1957 г. (рис. 1).

Вид произрастает в некоторых частях Европы и натурализовался на юго-востоке Великобритании и северо-востоке Северной Америки [Трусов и др., 2023].

Это мощное листопадное вьющееся растение, вырастающее за сезон до 2 м в длину. Может расти как кустарник. Листья простые, супротивные, овальные или обратнояйцевидные, кожистые, двучетные – сверху темно-зеленые, снизу – светло-сизые. Под соцветием листья сростаются. Цветки кремово-розовые, длиной 4–5 см, собраны в верхушечные, сидячие соцветия, появляются во второй половине июня. Очень ароматные цветки привлекают большое число опылителей, особенно в ночное время, когда аромат усиливается. Плоды – мясистые алые ягоды, до 1 см в диаметре, могут склевываться птицами.



Рис. 1. *Lonicera caprifolium*, цветки (фото А.Л. Барановой)

Зимостойкость 3 балла (однолетний прирост полностью отмерзает). Такие растения в регионах с устойчивым снежным покровом можно использовать с низкой стрижкой или выращивать только их распростертые формы, для лиан – со снятием на зиму с опоры.

Растение достаточно устойчиво к засухе, но при достаточном поливе развивается лучше. Растет быстро. Светолюбивое, в тени цветет и плодоносит слабо. Предпочитает влажные, хорошо дренированные почвы, богатые гумусом. Размножается черенками и отводками.

Иногда повреждается болезнями и вредителями.

Максимальная декоративность отмечается в период цветения и плодоношения. Рекомендуются для вертикального озеленения в защищенных от ветра солнечных местах (декорирования невысоких оград, подпорных стен, пергол).

***Lonicera caucasica* subsp. *orientalis* –**

жимолость кавказская (жимолость восточная)

Листопадный кустарник до 2,5 м высотой. В природе встречается в лесах Кавказа [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1960 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в середине мая. Листья голые, простые, почти ланцетной формы, заостренные, к основанию суженные, длиной 4–10 см. Цветки появляются в июне парами из пазух листьев побегов текущего года, розовые, слегка ароматные. Плоды – черные, шаровидные, несколько сплюснутые попарно сросшиеся ягоды, в которых каждая пара полностью объединена внутренними краями. Созревают в августе. Ядовиты. Зимостойкость 3 балла (однолетний прирост полностью отмерзает). Такие растения в регионах с устойчивым снежным покровом можно использовать с низкой стрижкой.

К условиям среды вид среднетребовательный. Растет на разнообразных, но достаточно влажных почвах. Относительно теневынослив. Максимальная декоративность отмечается в период цветения и плодоношения. Используется в групповых и одиночных посадках, в качестве формованных и свободно растущих живых изгородей, в крупных рокариях.

***Lonicera chrysantha* – жимолость золотистая**

Листопадный кустарник высотой до 2 м. В диком виде растет на Дальнем Востоке, в Монголии, Китае, на полуострове Корея и в Японии, в лесах, долинах рек и на горных склонах [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1956 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в середине мая. Листья простые, яйцевидные или ромбически-ланцетные, заостренные, с ширококлиновидным или закругленным основанием, достаточно крупные, до 10 см длиной. Снизу имеют жестковолосистое, а по краю реснитчатое опушение.

Цветки желтовато-белые, со слабым ароматом, длиной до 2,5 см, расположены парами в пазухах листьев. Время цветения – июнь. Плоды – парные шаровидные красные ягоды диаметром до 8 мм. Созревают в августе, долго не опадают.

Зимостойкость 2 балла (обмерзают цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Жимолость золотистую относят к ядовитым растениям. Этот вид максимально декоративен в период цветения и плодоношения. Используется в групповых и одиночных посадках. Рекомендуются санитарная и омолаживающая обрезка.

***Lonicera demissa* – жимолость поникшая**

Листопадный кустарник до 2 м высотой родом из Японии [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1973 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в середине мая. Листья средне-зеленые, простые, супротивные, обратнояйцевидные, цельные и черешковые. Цветки парные, пазушные, двухгубые, кремовые,

желтые. Цветение отмечается в начале июня. Плоды красные, созревают в августе. Ядовиты. Зимостойкость 4 балла (полностью вымерзают двухлетние побеги). Такие кустарники можно использовать в порослевой культуре. Предпочитает солнечное или полутенистое местоположение на свежей или влажной почве. Субстрат должен быть супесью или песчаным суглинком.

Размножается зелеными черенками или семенами.

Используется в групповых посадках, в качестве свободно растущих невысоких живых изгородей. Часто поражается тлей.

***Lonicera dioica* – жимолость двудомная**

Листопадный вьющийся кустарник родом из лесов Северной Америки [Трусов и др., 2023] (рис. 2).

В СибБС выращивается с 1978 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в начале мая. Листья супротивные, на коротких черешках, 5–10 см длиной, эллиптические или продолговатые с заостренным кончиком, с восковым (сизым) налетом снизу. Самые верхние одна или две пары листьев срастаются в ромбовидный или дважды яйцевидный диск. Цветки бледно-желтоватые с фиолетовым оттенком, или желтовато-пурпурные, 1,5–2,5 см длиной, расположены в соцветиях на концах ветвей. Распускаются в июне. Привлекают опылителей. Плоды – красные ягоды, созревают в августе (рис. 3). Зимостойкость 2 балла (могут обмерзать цветочные почки и/или

часть однолетних побегов). Вид быстро растет, отличается засухоустойчивостью, среднетребователен к плодородию почвы.

Предпочитает полутенистые места, но хорошо себя чувствует и на солнечных участках. Размножается зелеными черенками с использованием регуляторов корнеобразования.



Рис. 2. *Lonicera dioica*, цветущее растение (фото А.Л. Барановой)

Отличается декоративной кроной, эффектным цветением и плодоношением. Ягоды могут склевываться птицами. Рекомендуются для вертикального озеленения (шпалеры, перголы, заборы), а также для создания кормовой базы для птиц в парках.



Рис. 3. *Lonicera dioica*, плоды (фото А.Л. Барановой)

***Lonicera involucrata* – жимолость покрывальная**

Листопадный кустарник высотой 2 м, родом из Северной Америки (рис. 4). В природе встречается на лугах и скалистых местах, по берегам рек [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1961 года. Вегетация в условиях г. Томска начинается в начале мая. Листья до 10 см длиной, продолговато-яйцевидные или продолговато-обратнояйцевидные, с клиновидным основанием, к концу заостренные, ярко-зеленые, голые, в молодости слабоопушенные, редко реснитчатые. Цветки парные, сначала желтого или слегка красноватого цвета, после отцветания – темно-красные, на прямостоячих

цветоносах, окруженные парой красноватых прицветников. Плоды – ягоды шаровидной формы, блестяще-черного цвета, просвечивающие. Цветет в мае – июне. Плодоносит в июне – июле. Зимостойкость 3 балла (однолетний прирост полностью отмерзает). Такие растения в регионах с устойчивым снежным покровом можно использовать с низкой стрижкой.



Рис. 4. *Lonicera involucrata*, цветущее растение (фото А.Л. Барановой)

Может выращиваться как на солнечных участках, так и при затенении, под пологом леса. Предпочитает участки с достаточным увлажнением. Вид устойчив к загрязнению воздуха. Цветы являются источником нектара, ягоды поедаются различными представителями фауны.

Основная декоративность достигается за счет общего габитуса, а также во время цветения и плодоношения. Рекомендуется использовать в групповых и одиночных посадках, на склонах. Может выращиваться в качестве источника нектара для насекомых-опылителей.

***Lonicera microphylla* – жимолость мелколистная**

Листопадный кустарник до 1,5 м высотой со светлой отслаивающейся корой. В диком виде произрастает в Алтае-Саянской горной области, Средней Азии, Монголии, Западном Китае. Растет на сухих каменистых почвах [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1961 года. Вегетация в условиях г. Томска начинается в начале мая. Листья яйцевидные, эллиптические, иногда почти округлые, цельнокрайние, около 3 см длиной, сизоватые, с обеих сторон покрыты коротким опушением. Цветки парные, желтовато-белые, до 1,5 см длиной, распускаются в конце мая – начале июня. Завязи частично или полностью сросшиеся, плоды красные, оранжевые, желтые, 5–8 мм в диаметре, созревают в конце июля. Зимостойкость 1 балл – повреждений нет (растение полностью зимостойко и его можно использовать при схожих условиях без ограничений). Вид засухоустойчив, предпочитает светлые, не затененные участки со средним плодородием.

Декоративен за счет сильной ветвистости и густого облиствления. Рекомендуется использовать в групповых и одиночных посадках, при создании композиций на сухих склонах, альпийских горках.

***Lonicera nigra* – жимолость черная**

Листопадный кустарник родом с гор центральной и южной Европы [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1977 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в мае. Листья преимущественно овальные, опушенные вдоль средней жилки внизу, иногда по всей поверхности, когда они совсем молодые. Цветки небольшие, парные в пазухах листьев. Венчик розовый, широкий, двугубый, трубка короткая и широкая. Цветет в июне. Ягоды синевато-черные, сросшиеся только у основания, созревают в июле, свисают из пазух листьев на плодоножках. Зимостойкость 2 балла (могут обмерзнуть цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Вид достаточно теневынослив.

Лучше всего его выделяют тонкие цветоносы и черные плоды. Рекомендуются для групповых посадок и живых изгородей.

***Lonicera reticulata* – жимолость сетчатая (жимолость отпрысковая)**

Листопадный раскидистый кустарник или слабовьющаяся древесная лиана длиной до 3 м. Молодые побеги гладкие, светло-зеленые или красно-зеленые, зрелые покрыты желто-коричневой отслаивающейся корой. Родом из центральной части Северной Америки [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1976 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в середине мая. Листья длиной до 10 см, овальные или широкоовальные, сверху ярко-зеленые, снизу светло-зеленые или сизые, осенью желтеют. Несколько пар

листьев на концах цветоносных побегов срastaются в почти круглые, плоские, беловато-зеленые диски. Цветки с двугубой трубчатой чашечкой, желтые, к концу цветения – оранжево-желтые, собраны в густые конечные соцветия, слабоароматные. Цветет в июле. Плоды – оранжевые или красновато-желтые ягоды, созревают в сентябре. Зимостойкость 3 балла (однолетний прирост полностью отмерзает). Такие растения в регионах с устойчивым снежным покровом можно использовать с низкой стрижкой. Может выращиваться на открытых участках и в полутени. Предпочитает хорошо дренированные, умеренно влажные почвы, к плодородию почвы вид не требователен.

Растение нуждается в опоре. Может использоваться для вертикального озеленения. Рекомендуются санитарная обрезка в осенний период.

***Lonicera ruprechtiana* – жимолость Рупрехта**

Листопадный кустарник, образующий стройный куст до 3 м высотой, родом из Северо-Восточной Азии. В природе растет одиночно и группами по берегам рек, на сухих склонах и опушках [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1942 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в начале мая. Листья от яйцевидных до продолговатых, заостренные (часто тонкие), сужающиеся у основания, темно-зеленые и опушенные только на впадой средней жилке сверху, более бледные и опушенные снизу, до 7 см длиной. Цветки появляются в начале июня парами, каж-

дая пара расположена на тонком опушенном цветоносе. Венчик сначала белый, затем становится желтым. Плоды ярко-красные, довольно прозрачные. Зимостойкость 1 балл – повреждений нет (растение полностью зимостойкое и его можно использовать при схожих условиях без ограничений).

Вид светолюбив, но переносит легкую полутень, газоустойчив. Хорошо стрижется. Декоративен за счет плотной кроны, в период цветения, а также в осенний период за счет желтой листвы и ярких плодов.

Рекомендуется для создания групповых посадок, в качестве солитера или для живых изгородей. Необходима периодическая обрезка для обновления растения. Повреждения вредителями и болезнями в условиях г. Томска не наблюдались.

***Lonicera tatarica* – жимолость татарская**

Листопадный кустарник высотой до 3 м. В диком виде растет на юго-востоке европейской части России, в Сибири, предгорьях Тянь-Шаня и Алтая [Трусов и др., 2023]. Вид включен в Красную книгу Томской области [2023] со статусом редкости 3 (редкий вид).

В СибБС выращивается с 1961 г. Вегетация в условиях г. Томска начинается в середине мая. Листья яйцевидные или продолговато-яйцевидные, 3–6 см длиной, цельнокрайные. Цветки парные, длиной до 2 см, с двугубым венчиком белого или розового цвета, расположены в пазухах листьев (рис. 5).



Рис. 5. *Lonicera tatarica*, цветки (фото А.Л. Барановой)

Цветет жимолость татарская в мае – июне. Плоды шаровидные, красные или оранжевые, часто сросшиеся парами в основании, диаметром около 6 мм, созревают в июле – августе. Несъедобные для человека, горькие на вкус, активно поедаются птицами. Зимостойкость 2 балла (могут обмерзнуть цветочные почки и/или часть однолетних побегов). Очень быстро растет, морозоустойчива и засухоустойчива, нетребовательна к качеству почвы, но предпочитает рыхлые проницаемые. Устойчива в условиях городского загрязнения. Хорошо переносит

тень и полутень. Может повреждаться вирусными заболеваниями, быстро теряет декоративность, необходима периодическая санитарная обрезка и реконструкция насаждений. Размножается черенками и семенами. Особенно декоративна жимолость татарская во время цветения и плодоношения. Существует несколько садовых форм, различающихся окраской цветков, формой листьев и компактностью куста.

Рекомендуется для групповых и одиночных посадок, создания подлеска в парках, живых изгородей, различных стриженных форм. Может использоваться в качестве медоноса.

***Lonicera xylosteum* – жимолость обыкновенная
(«волчья ягода»)**

Листопадный кустарник высотой до 2,5 м. В диком виде встречается в Северной, Центральной и Восточной Европе, на Урале и в Западной Сибири. Растет в подлеске хвойных и смешанных лесов, в зарослях кустарника в оврагах и возле рек [Трусов и др., 2023].

В СибБС выращивается с 1958 года. Вегетация в условиях г. Томска начинается в середине мая. Листья длиной 3–7 см, шириной 2–5 см, супротивные, эллиптической формы, короткозаостренные, цельнокрайные. Верхняя сторона листовой пластинки темно-зеленая, матовая, нижняя – сероватая, густо опушенная мягкими волосками. Центральная жилка листа фиолетовая. Небольшие трубчатые цветы растут парами, в пазухах листьев. Венчики длиной 10–15 мм, желтовато-белые, к концу цветения желтеют. Время цветения – с начала июня. Плоды – сочные, темно-красные, шарообразные, часто бывают

сросшимися у основания, созревают в конце июля (рис. 6). Плоды ядовиты, в связи с чем жимолость обыкновенная (как и некоторые другие растения с ядовитыми плодами) известна также под названием «волчья ягода». Зимостойкость 1 балл – повреждений нет (растение полностью зимостойко и его можно использовать при схожих условиях без ограничений).

Вид предпочитает расти в тени, на достаточно увлажненных почвах, среднетребователен к плодородию, но кислые почвы не любит. Растение хорошо переносит стрижку. Может культивироваться как парковое для создания подлеска, в теневых садах, а также в групповых посадках. Дает медоносным пчелам много нектара и пыльцу.



Рис. 6. *Lonicera xylosteum*, плоды (фото А.Л. Барановой)

В результате интродукционного испытания 64 видов/подвидов жимолости разработан ассортимент (10 наименований) устойчивых к местным климатическим условиям растений, рекомендованных для озеленения различных городских объектов: *L. alpigena*, *L. × amoena*, *L. × bella*, *L. chrysantha*, *L. microphylla*, *L. nigra*, *L. ruprechtiana*, *L. tatarica*. *L. caprifolium* и *L. dioica* рекомендуются для вертикального озеленения.

1.2. Этапы формирования коллекционного фонда жимолости со съедобными плодами

Создавать коллекцию жимолости со съедобными плодами в Сибирском ботаническом саду начали с 1955 г., работы продолжаются и в настоящее время. Коллекционный фонд на начальном этапе пополнялся таксонами *L. caerulea*, с целью изучения и введения в культуру нового ягодного растения, в настоящее время – с целью сохранения биоразнообразия.

В табл. 2 латинские названия таксонов указаны в соответствии с онлайн-базой Plants of the World Online [2024]. Синоним указывался в том случае, если таксон поступил в ботанический сад под названием согласно принятой в те годы классификации.

Формирование коллекционного фонда жимолости со съедобными плодами проходило в пять этапов:

1-й этап – привлечение таксонов жимолости со съедобными плодами.

2-й этап – введение в культуру.

3-й этап – привлечение в коллекцию сортов и отборных форм.
 4-й этап – отбор образцов по хозяйственно ценным признакам.

5-й этап – размножение жимолости зелеными и одревесневшими черенками.

Таблица 2

**Коллекционный фонд жимолости
 со съедобными плодами в СибБС ТГУ**

Латинское название	Синоним	Год первичной интродукции
<i>L. caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i>	<i>L. edulis</i> (Turcz. ex Herder) Turcz. ex Freyn	1955
<i>L. caerulea</i> subsp. <i>altaica</i> (Pall.) Gladkova	<i>L. caerulea</i> var. <i>altaica</i> Pall.	1961
<i>L. caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i>	<i>L. kamtschatica</i> Pojark.	1973
<i>L. caerulea</i> subsp. <i>pallasii</i> (Ledeb.) Browicz	<i>L. turczaninovii</i> Pojark.	1976
<i>L. caerulea</i> subsp. <i>pallasii</i> (Ledeb.) Browicz	—	2022

Примечание. Современная систематика дана в соответствии с онлайн-базой Plants of the World Online [2024].

1-й этап. Привлеченные в коллекцию таксоны жимолости *L. kamtschatica* и *L. turczaninovii* размножались семенным путем с использованием весеннего посева в теплице, что позволило на год ускорить вступление сеянцев в плодоношение и на третий год жизни получить до 50% цветущих растений.

2-й этап. Отборные сеянцы *L. kamtschatica* и *L. turczaninovii* успешно внедрялись в любительское садоводство Томской области с 1979 г.

3-й этап. С 1985 года коллекционный фонд жимолости со съедобными плодами пополнялся сортами и отборными формами из региональных селекционных учреждений (табл. 3).

Таблица 3

Сорта и гибриды жимолости синей в СиББС ТГУ

Сорта и гибриды жимолости	С какого года выращивается	Происхождение
Васюганская, Парабельская, Томичка, № 2–56–41, № 2–59–41, № 2–62–43, № 2–24–43, № 2–47–45, № 2–47–45, № 2–54–50 (Икса), № 1–39–28, № 1–61–46	1985	Томская область, БОПСС
<i>L. caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i> (= <i>L. kamtschatica</i>) (о.с.)	1986	СиББС ТГУ
<i>Lonicera caerulea</i> subsp. <i>pallasii</i> (= <i>L. turczaninonii</i>) (о.с.)	1986	СиББС ТГУ
Берель, Герда, Золушка, Лазурная, Огненный Опол, Селена	2007	г. Барнаул, НИИСС
Бакчарская, Юбилейная, Дочь Великана, Нарымская, Сибирячка, Сильгинка, Чулымская, Югана	2010	Томская область, БОПСС
Бархат, Роксана, Парабельская, Селена	2016	г. Барнаул, НИИСС
Волхова, Зелона, Лакомка, Морена, Тола	2024	г. Москва, РГАУ – МСХА
Aurora, Boreal Beast, Boreal Beauty, Boreal Blizzard, Honey Bee, Восторг, Гордость Бакчара	2022	ООО СП «Северный сад», Томский р-н

Примечание: БОПСС – Бакчарский опорный пункт северного садоводства; НИИСС – Научно-исследовательский институт садоводства Сибири; РГАУ – МСХА – Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева.

Здесь и в табл. 4, 5 о.с. – отборные сеянцы.

В селекционном питомнике создана генетически разнообразная коллекция жимолости синей, состоящая из хозяйственно ценных сортов, семенного потомства видов, подвидов, сортов и гибридов от свободного опыления.

4-й этап. Отбор селекционных образцов жимолости синей по хозяйственно-ценным признакам, проводили по общепринятым программам и методикам: «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [Программа..., 1973; Программа..., 1999]. «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [Программа..., 1995]. Использовали рекомендации Е.Н. Тютриной [1989].

Насаждения закладывали по методике полевого опыта Б.А. Доспехова [1985].

Оценку селекционного материала жимолости осуществляли по следующей схеме:

1. Выращивание сеянцев в школке до плодоношения (на селекционной гряде, схема посадки 40×30 см).
2. Выбраковка сеянцев (зимние повреждения, вторичное цветение).
3. Оценка сеянцев по хозяйственно-ценным признакам.
4. Отбор перспективных сеянцев и пересадка их в селекционный сад.

Критерии оценки селекционного материала жимолости синей:

Фенологические наблюдения проводили визуально. Наблюдения начинали на 2–3-й год после посадки и проводили не менее 5 лет.

У жимолости синей отмечали сроки наступления основных фенологических фаз вегетации: распускание почек (начало вегетации), начало и конец цветения, начало и массовое созревание ягод, конец роста побегов, вторичный рост побегов, окончание вегетации.

Изучение скороплодности сеянцев. Первый урожай жимолость синяя дает уже на 2-й год после посадки на постоянное место в сад, однако величина его незначительна и составляет от 100 до 300 г с одного куста. По показателю скороплодности изучаемые отборные формы и сорта можно ранжировать следующим образом:

- скороплодные – вступают в промышленное плодоношение на 3–4-й год;
- со средней скороплодностью – вступают в плодоношение на 5–6-й год;
- с поздним вступлением в промышленное плодоношение на 7–8-й год.

Оценка продуктивности. Для оценки продуктивности применяли визуальную балльную оценку степени цветения и плодоношения. Оценку степеней цветения проводили в период массового цветения, а степени плодоношения – при начале созревания плодов. Для оценки применяли следующую шкалу: 0 баллов – цветение (плодоношение) отсутствует; 1 балл – единичное; 2 балла – слабое; 3 балла – среднее; 4 балла – хорошее; 5 баллов – обильное.

Все однолетние ветви жимолости синей являются плодовыми образованиями: на них сосредоточено до 98–99% урожая всего растения. В связи с этим потенциальная продуктивность культуры складывается из следующих показателей:

- число однолетних ветвей на одном растении;
- число почек на однолетней ветви;
- число цветков из одной почки;
- завязываемость плодов;
- масса одного плода.

На 3-й год после посадки растений учитывали суммарный урожай с каждой делянки (повторности), после чего определяли урожай с куста делением суммарного урожая на число учетных кустов. Для оценки урожайности сортов жимолости синей необходимо не менее 4–5 лет учета урожая. По данным многолетних исследований, сорта можно сгруппировать по показателю урожайности с одного куста следующим образом: низкий – менее 0,5 кг; ниже среднего – 0,5–1,0 кг; средний – 1,1–2,0 кг; высокий – 2,1–5,0 кг; очень высокий – более 5,0 кг.

Степень осыпаемости плодов определяли в фазу массового созревания. Для изучения осыпаемости плодов выделяли по одному кусту в каждой повторности. При глазомерной оценке осыпаемость выражается в баллах:

- 0 баллов – осыпание отсутствует;
- 1 балл – очень слабая (опали единичные плоды);
- 2 балла – слабая (до 5% плодов);
- 3 балла – средняя (до 20% плодов);
- 4 балла – сильная (до 40% плодов);
- 5 баллов – очень сильная (более 40% плодов).

При первичной оценке отборных форм и сортов жимолости синей изучали товарные и потребительские качества (величину, одномерность, вкусовые качества), а также химический состав плодов.

Среднюю массу плодов определяли при сборе урожая. Плоды ранжируют по показателю массы: очень мелкие – менее 0,4 г; мелкие – 0,4–0,6 г; средние – 0,7–0,9 г; крупные – 1,0–1,2 г; очень крупные – более 1,2 г.

Одновременно со средней массой визуально определяли одномерность плодов по величине и форме. При этом используют две градации: одномерные и неоднотипные.

Дегустационную оценку и определение характера вкуса проводили при достижении плодами полной спелости. При оценке вкуса использовали следующую шкалу:

- 5 баллов – отличный вкус, десертный, сладкий или кисло-сладкий, с ароматом;
- 4 балла – хороший вкус, сладко-кислый, с ароматом;
- 3 балла – посредственный вкус, кислый, часто с терпкостью;
- 2 балла – кисло-горький;
- 1 балл – хинно-горький.

По итогам изучения выделяли отборные формы, крупноплодные, с дегустационной оценкой выше 4 баллов.

Биохимическую оценку плодов проводили по следующим показателям: сухие вещества, витамин С, органические кислоты, сахара (подробная методика проведения исследований представлена в главе 3).

Устойчивость жимолости к болезням и вредителям. Учет поражения жимолости вредителями производили ежегодно на 5 растениях каждой отборной формы.

Учет поражения растений листогрызущими насекомыми, тлей и пальцекрылкой проводили в период от цветения до созревания. В годы исследований не обнаружено вредителей и болезней на популяции жимолости.

Отбор селекционного материала жимолости синей. Для отбора перспективных образцов по хозяйственно ценным признакам использовали метод аналитической селекции. Первоначально отбор проводили по дегустационной оценке плодов и их массе. В результате пересева семян 8 сортов жимолости нами получен гибридный фонд сеянцев от свободного опыления – более 1 000 штук. Отмечено, что сроки прохождения фаз у отборных форм близки между собой (табл. 4). Отборные формы полностью проходят весь цикл развития. Период вегетации составил в среднем 168–171 день. Выявлена высокая зимостойкость сеянцев и отборных форм.

Таблица 4

**Сроки прохождения фенологических фаз
у трехлетних сеянцев жимолости**

Сеянец	Распускание почек	Цветение		Созревание		Листопад
		Начало	Конец	Начало	Конец	
Бакчарская Юбилейная (с.о.)	21.04	7.05	19.05	26.06	5.07	7.10
Гордость Бакчара (с.о.)	21.04	7.05	20.05	20.06	10.07	5.10
Нарымская (с.о.)	20.04	8.05	21.05	27.06	3.07	5.10
Памяти Гидзюка (с.о.)	22.04	7.05	20.05	26.06	3.07	5.10

Окончание табл. 4

Сеянец	Распуска- ние поч- ек	Цветение		Созревание		Листо- пад
		Начало	Конец	Начало	Конец	
Сибирячка с.о.	21.04	6.05	19.05	26.06	8.07	4.10
Сильгинка с.о.	21.04	7.05	20.05	26.06	2.07	4.10
Томичка с.о.	19.04	8.05	22.05	27.06	1.07	5.10
Чулымская с.о.	21.04	7.05	20.05	25.06	6.07	6.10

При отборе сеянцев жимолости выявлено, что более урожайными оказываются образцы с высокими параметрами развития надземной части. Максимальные ростовые процессы отмечаются у отборных форм Памяти Гидзюка, Нарымской и Сибирячки (рис. 7).

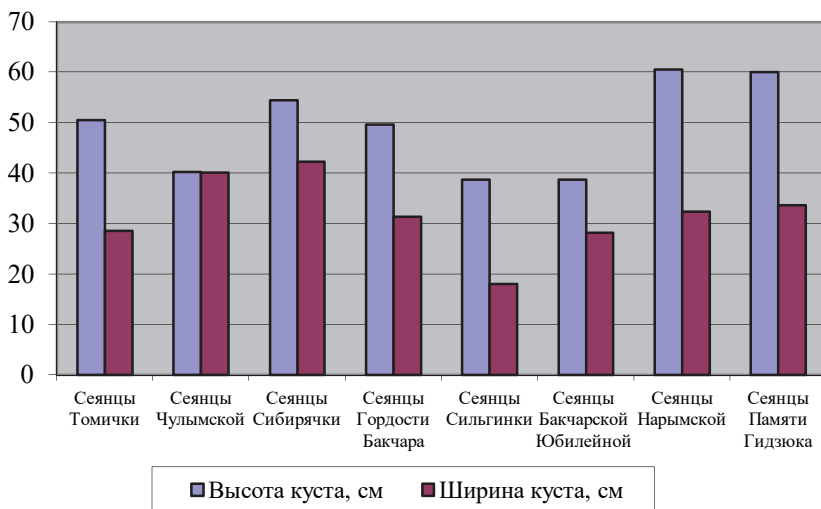


Рис. 7. Биометрические параметры трехлетних сеянцев жимолости

Отборные формы отличаются скороплодностью, вступают в плодоношение на 3-й год после посадки (табл. 5).

Таблица 5

**Характеристика сеянцев жимолости
по скороплодности и осыпаемости плодов**

Сеянец	Высажено, шт.	Плодоношение, %	Осыпаемость плодов, балл
Бакчарская Юбилейная (с.о.)	43	16	0
Гордость Бакчара (с.о.)	30	53	0
Нарымская (с.о.)	41	29	0
Памяти Гидзюка (с.о.)	19	32	0
Сибирячка (с.о.)	50	28	1
Сильгинка (с.о.)	24	8	1
Томичка (с.о.)	42	33	0
Чулымская (с.о.)	18	39	0

По скороплодности выделены сеянцы сортов Гордость Бакчара (53%) и Чулымская (39%).

Очень слабая осыпаемость плодов у сеянцев Сибирячки и Сильгинки (1 балл). У остальных сеянцев осыпаемость отсутствует. Слабая осыпаемость плодов характерна для образцов со средним сухим отрывом плодоножки.

Форма плодов у отборных сеянцев сильно варьирует (рис. 8). При отборе внимание уделяли крупным плодам правильной формы с приятным вкусом.

По вкусу большинство сеянцев жимолости имели плоды сладко-кислые (35%), чуть меньшую часть составляли плоды с десертным вкусом (31%), остальные имели кислый (23%) и кисло-горький (11%) вкус (табл. 6).



Рис. 8. Форма и размеры плодов отборных форм жимолости
(фото С.А. Сучковой)

Таблица 6

Дегустационная оценка плодов жимолости

№ образца	Вкусовые качества	Оценка, балл
2	Вкус кислый	3
3	Вкус десертный	5
4	Вкус десертный	5
7	Вкус десертный	5
9	Вкус кислый	3
10	Вкус кислый	3
11	Вкус десертный	5
12	Вкус десертный	5
13	Вкус сладко-кислый	4
14	Вкус сладко-кислый	4
15	Вкус десертный	5

В результате дегустации выделены образцы с десертным вкусом: №№ 3, 4, 7, 11, 12, 15 и др.

На рис. 9–15 представлены отборные формы жимолости синей СибБС ТГУ.



Рис. 9. Отборная форма жимолости синей № 1/5 СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)



Рис. 10. Отборная форма жимолости синей № 1/10 СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)



Рис. 11. Отборная форма жимолости синей № 4 СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)



Рис. 12. Отборная форма жимолости синей № 11 СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)



Рис. 13. Отборная форма жимолости синей № 12 СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)



Рис. 14. Отборная форма жимолости синей № 15 СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)



Рис. 15. Отборные формы жимолости в коллекции СибБС ТГУ
(фото С.А. Сучковой)

Среди изученных сеянцев выявлены образцы с очень крупными (4%), крупными (40%), средними (40%), мелкими (8%) и очень мелкими (8%) плодами (табл. 7).

Таблица 7

**Оценка селекционного материала жимолости
в зависимости от размера плодов**

№ образца	Масса одного плода, г	Размер плода	Параметры плода, мм		Количество семян в одном плоде, шт.
			Длина	Диаметр	
9	1,26	Очень крупные	22,1	11,4	13
2	1,12	Крупные	20,5	10,3	12
29	1,07	Крупные	21,3	9,6	10
11	1,06	Крупные	21,5	10,1	15

Окончание табл. 7

№ образца	Масса одного плода, г	Размер плода	Параметры плода, мм		Количество семян в одном плоде, шт.
			Длина	Диаметр	
12	1,04	Крупные	21,4	12,1	12
13	1,04	Крупные	20,7	11,7	12
10	1,01	Крупные	20,6	10,8	12
3	0,96	Средние	17,6	9,1	11
7	0,95	Средние	20,1	10,5	12
4	0,93	Средние	19,3	8,7	13
31	0,92	Средние	19,0	8,8	12
15	0,83	Средние	20,4	8,2	11
26	0,62	Мелкие	15,7	8,2	8
25	0,42	Очень мелкие	14,7	7,5	8

Биохимическая оценка плодов жимолости. В результате биохимической оценки плодов выявлено, что у отборных форм жимолости отмечается содержание сухих веществ от 10,04 до 15,26%, органических кислот – от 2,13 до 2,79%, витамина С – от 35,46 до 62,53 мг/%, редуцирующих сахаров – от 6,12 до 9,15%.

5-й этап. Размножение сортов жимолости зелеными и одревесневшими черенками. Сорта и отборные формы жимолости размножаются вегетативно: зелеными и одревесневшими черенками, отводками, микроклонально. Наиболее эффективным способом размножения жимолости является зеленое черенкование.

В условиях Томской области выявлена высокая способность к окоренению зеленых черенков жимолости в период затухания роста побегов [Сучкова, 2006].

В условиях Сибири регуляторы роста положительно влияют на окоренение, качество окорененных черенков, а также улучшают их перезимовку [Сучкова 2003; Сучкова, 2006; Сучкова, Сенина, 2009]. Без регуляторов роста окореняемость зеленых черенков составляет в среднем от 77,0 до 82,4%. Выявлен положительный эффект от применения регуляторов роста («Корневин», «Байкал», «НВ-101», «Циркон», «Эпин-Экстра») при размножении жимолости зелеными черенками. Выход окорененных черенков в опыте увеличился на 5,0–19,3%. Отмечается стимулирующее воздействие регуляторов роста, особенно на развитие корневой системы черенков жимолости. Увеличивается количество корней на черенках (от 37,4 до 117,6%) и их суммарная длина (от 80,0 до 363,7%) [Сучкова, Михайлова, 2017].

При размножении жимолости одревесневшими черенками в контроле окореняемость составляет в зависимости от сорта от 62,5 до 73,9% (табл. 8).

Таблица 8

Окореняемость одревесневших черенков жимолости

Сорт	Окореняемость, %		
	Контроль (вода)	«Корневин»	% к контролю
Роксана	73,9	89,5	121,1
Чулымская	62,5	87,5	140,0
Югана	71,4	100	140,1

Выявлено положительное влияние «Корневина» на регенерационно-восстановительный процесс, рост и развитие одревесневших черенков жимолости (табл. 9).

Выход окорененных черенков в опыте увеличился на 21,1–40,1% по сравнению с контролем. Количество приростов в варианте с «Корневином» возросло от 8,3 до 52,3%. Отмечено увеличение суммарной длины надземной части черенков в опыте от 44,3 (Югана) до 72,9% (Роксана).

Корневин стимулировал развитие корневой системы черенков у всех сортов жимолости. Достоверно возросла суммарная длина корней от 38,2 до 57,9% по сравнению с контролем.

Таблица 9

**Морфометрические параметры развития
одревесневших черенков жимолости**

Сорт	Вариант опыта	Количество приростов, шт.	Суммарная длина приростов, см	Суммарная длина корней, см
Роксана	Контроль	2,4±0,1	27,0±1,8	260,3±19,9
	«Корневин»	2,6±0,2	46,7±3,1*	365,8±15,3*
Чулымская	Контроль	1,5±0,1	17,5±1,4	134,4±12,5
	«Корневин»	2,2±0,2*	27,6±1,8*	212,3±16,0*
Югана	Контроль	2,1±0,1	13,3±1,1	139,0±11,7
	«Корневин»	3,2±0,1*	19,2±0,4*	192,1±17,6*

* – достоверные различия по сравнению с контролем при $p < 0,05$.

Максимальный выход товарных саженцев первого и второго сортов отмечен у сорта Чулымская в контроле (75,0%) и в варианте с «Корневином» (96,3%) [Сучкова, Астафурова, 2019; Сучкова, Абзалтденов, 2019].

Таким образом, создан интродукционный генофонд жимолости со съедобными плодами, который состоит из 3 видов, 40 сортов и гибридов, более 50 отборных форм.

Созданные популяции можно считать устойчивыми. Возраст многих образцов более 20–35 лет. Продуктивность популяции поддерживается санитарной и омолаживающей обрезкой. По данным Н.Б. Гапоненко и А.Н. Гнатюк [2016], устойчивыми считаются популяции, которые существуют 20 и более лет и сохраняют или увеличивают свою численность без искусственного подсева или подсадки растений.

1.3. Экологическая адаптация *Lonicera altaica* к разным условиям освещенности

Жимолость голубая (*Lonicera caerulea* L.) в России распространена на огромной территории Сибири, Дальнего Востока и является полиморфным видом, образующим многочисленные расы и экотипы. Один из ее подвидов, *L. altaica*, представляет большой хозяйственный интерес как плодовое растение и растет на открытых горных склонах, реже под пологом леса [Коропачинский, Встовская, 2002].

Для исследования адаптационного потенциала *L. altaica* к разным условиям освещения было проведено исследование в природной популяции в горах Республики Алтай. Семенное потомство из данной популяции в настоящее время выращивается в Сибирском ботаническом саду ТГУ и по достижении 5–7-летнего возраста также будут исследованы его адаптационные возможности в условиях интродукции на юге Томской

области, где продолжительность солнечного сияния составляет 2048 часов/год, что на 25% меньше по сравнению с местами произрастания исследованной популяции.

Исследования проводились в 2024 г. в III декаде июля (период созревания ягод) на Курайском хребте (Республика Алтай, Кош-Агачский район) в двух ценопопуляциях, расстояние между которыми составляло несколько сотен метров. В первой ценопопуляции растения произрастали на обезлесенной поляне в условиях полного освещения среди кустарников *Betula rotundifolia* и *Betula fruticosa* (рис. 16), во второй ценопопуляции жимолость произрастала под пологом леса из *Larix sibirica*, *Picea obovata* и *Pinus sibirica* (рис. 17).

В каждой ценопопуляции с 30 экземпляров собиралось по одному нормальному листу без видимых повреждений грибами и насекомыми. На свежих листьях проводилось измерение спектральных характеристик с помощью портативного листового спектрометра SpectraVue (CID–BioScience, США).



Рис. 16. *L. altaica* на поляне среди ерника в условиях полного освещения (фото М.С. Ямбурова)



Рис. 17. *L. altaica* в условиях затенения под пологом леса
(фото М.С. Ямбурова)

Гиперспектральный излучаемый и детектируемый прибором свет был в диапазоне от мягкого ультрафиолета до ближнего инфракрасного (от 380 до 800 нм). Измерения проводились в двух режимах: 1) отражение (в процентах) света от адаксиальной стороны листа; 2) поглощение листовой пластинкой (в единицах оптической плотности) – когда свет излучался на адаксиальную сторону листа, а детектировался прошедший свет с абаксиальной стороны листа. По измеренным спектральным характеристикам для каждого листа прибором рассчитывались вегетационные индексы.

Далее листья жимолости высушивались плоскостным способом до воздушно-сухого состояния и измерялась их масса. Также листья сканировались с калибровочной масштабной координатной бумагой и в программе AxioVision проводились измерения их длины, ширины и площади. По измеренным данным рассчитывали отношение длины листа к его ширине

и удельную поверхностную плотность листа (отношение массы к площади листа).

Статистическая обработка данных проводилась в программе Microsoft Excel и включала расчет среднего значения индекса, ошибку среднего значения и статистическую значимость отличий по t-тесту Стьюдента и коэффициент вариации по Лакину (CV, %) [Лакин, 1980]. Варьирование считали слабым, при $CV < 10\%$, средним, если $CV = 11-25\%$ и значительным при $CV > 25\%$.

В условиях затенения пологом леса у *L. altaica* происходит значительное увеличение длины (на 39%) и ширины (на 56%) листьев (табл. 10). Изменяется в сторону уменьшения соотношение длина/ширина листа – листья становятся широкоэллиптическими.

Таблица 10

**Морфометрические характеристики листьев *L. altaica*
при произрастании на открытой местности и под пологом леса**

Признак	Открытая местность	Под пологом леса
Длина листа, см	$3,9 \pm 0,1$	$5,4 \pm 0,1^*$
Ширина листа, см	$1,6 \pm 0,04$	$2,6 \pm 0,06^*$
Длина/ширина листа	$2,4 \pm 0,07$	$2,1 \pm 0,05^*$
Площадь листа, см ²	$4,5 \pm 0,2$	$9,9 \pm 0,4^*$
Сухая масса листа, мг	$39,0 \pm 2,2$	$67,2 \pm 2,4^*$
Удельная поверхностная плотность листа, г/м ²	$88,7 \pm 2,8$	$69,1 \pm 1,5^*$

* различия статистически значимы при $p < 0,05$.

Увеличение длины и ширины закономерно приводит к значительному увеличению площади листьев в 2,2 раза. Однако сухая масса листа увеличивается на 72%, что приводит к снижению удельной поверхностной плотности листьев на 22%.

Таким образом, в условиях затенения адаптация фотосинтезирующих органов жимолости выражается в увеличении размеров листьев и уменьшении в них накопления сухого вещества на единицу площади листа.

Условия затенения приводят также к изменению спектральных характеристик листьев жимолости – снижается отражающая свет способность и увеличивается поглощающая. На рис. 18, 19 представлены усредненные графики (по 30 измерениям) спектра отражения адаксиальной стороны листьев. Отражение уменьшается неравномерно – сильнее всего, на 30–40%, отражение снижается в области мягкого ультрафиолета длинноволнового диапазона, в сине-зеленой и желто-оранжевой области спектра снижение отражения происходит на 20–25%, в красной области на 15%, и меньше всего отражение снижается в области ближней инфракрасной области – всего на 5–6%.

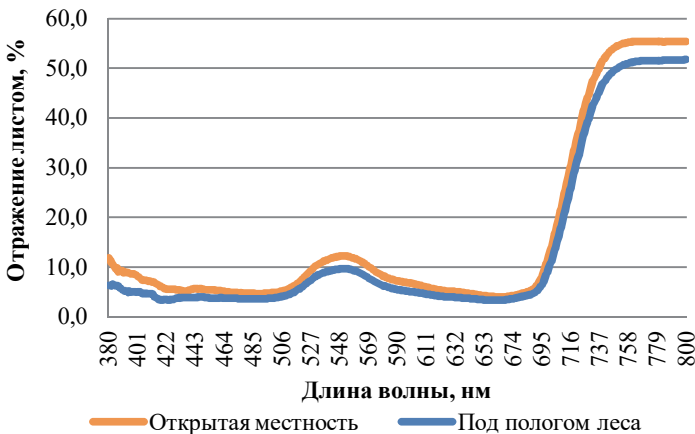


Рис. 18. Спектр отражения листьев *L. altaica* при произрастании в открытой местности и под пологом леса

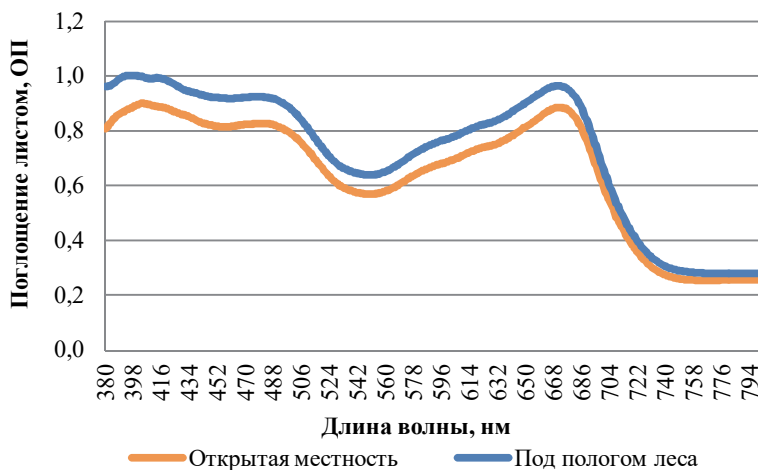


Рис. 19. Спектр поглощения листьев *L. altaica* при произрастании в открытой местности и под пологом леса

Поглощающая свет способность листьев увеличивается, но разница в поглощающей способности листьев на свету и в тени меньше, чем разница в отражающей способности между сравниваемыми ценопопуляциями. В условиях затенения поглощающая способность листьев выше в области мягкого ультрафиолета на 15–20%, в сине-зеленой, желто-оранжевой и красной области спектра – на 10–12%, а в инфракрасной – на 7–8%.

Изменения в спектрах отражения и поглощения листьев хорошо освещенной и затененной ценопопуляций *L. altaica* приводят к изменению значений большинства вегетационных индексов (табл. 11). По данным нормализованного относительного индекса растительности (NDVI), исследованные ценопопуляции не различаются – обе имеют очень высокие значения

индекса ($> 0,84$), что позволяет охарактеризовать растения в них как очень здоровые. Значения нормализованного разностного индекса зелени (NDGI) в затененной ценопопуляции выше, чем в хорошо освещенной, но обе ценопопуляции полностью обеспечены доступным азотом (при значениях $NDGI > 0,65$ растения обеспечены азотом на 100%) [Klem, 2008].

Таблица 11

Вегетационные индексы *L. altaica* при произрастании на открытой местности и под пологом леса

Вегетационный индекс	Открытая местность	Под пологом леса
Индекс отражения антоцианов 1 (ARI 1)	0,122±0,017	0,134±0,021
Общее содержание хлорофилла (CPHLT), мкг/см ³	23,3±0,2	25,7±0,2*
Индекс отражения каротиноидов 1 (CRI1)	0,101±0,005	0,123±0,003*
Индекс отражения флавоноидов (FRI)	-2,92±0,23	-2,54±0,25
Индекс поглощения (IAD)	0,52±0,01	0,56±0,01*
Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI)	0,84±0,01	0,85±0,01
Феофетиновый индекс (NPQI)	0,13±0,01	-0,03±0,01*
Индекс фотохимического отражения (PRI)	0,027±0,002	0,040±0,002*
Индекс старения растений (PSRI)	-0,005±0,001	0,006±0,001*
Нормализованный разностный индекс зелени (NDGI)	0,67±0,01	0,72±0,01*

* – различия статистически значимы при $p < 0,05$.

Общее содержание хлорофилла (CPHLT) в мезофилле листьев жимолости в условиях затенения увеличивается на 11%, что приводит к увеличению индекса поглощения (IAD) на 7%, который связан с красной областью поглощения хлорофилла *a*. Более значительно происходит увеличение индекса

фотохимического отражения (PRI) – на 47%. Данный индекс связан с областью поглощения ксантофиллов, характеризует эффективность поглощения квантов света и работу фотосистемы II [Sukhova, Sukhov, 2018]. Вегетационные индексы, показывающие стресс у растений, характеризуются разной чувствительностью к условиям затенения у жимолости. Обе ценопопуляции не имеют значимых отличий по индексам отражения антоцианов 2 и флавоноидов (ARI 2 и FRI). Индекс отражения каротиноидов (CRI 1) имеет высокую чувствительность – в условиях затенения он увеличивается на 21%.

Индекс старения растений (PSRI) обеих популяций находится в диапазоне физиологической нормы (от $-0,1$ до $0,2$), но в условиях хорошей освещенности индекс имеет отрицательные значения, а в условиях затенения – положительные значения, что свидетельствует о несколько большем стрессе растений и, возможно, более раннем начале процессов старения листьев.

Однако феофетиновый индекс в условиях затенения имеет отрицательное значение, это связано с меньшим количеством феофетина по отношению к хлорофиллу [Barnes et al., 1992] и может свидетельствовать, с одной стороны, о меньшей деградации хлорофилла в листьях, а с другой – о проблемах с переносом электронов в электрон-транспортной цепи фотосистемы II.

Таким образом, адаптация *L. altaica* к условиям затенения выражается в изменении морфологии листьев и фотоассимилирующих процессов. Снижение отражения в ультрафиолетовой части спектра может быть связано с меньшей толщиной

эпидермиса, более тонким слоем кутикулы, изменением состава ее восков и других компонентов. Регуляция биосинтеза кутикулы сложна и включает взаимодействие сигнальных сетей, связанных с реакциями на стресс окружающей среды, реакциями на патогены и регуляцией обратной связи, основанной на структуре и целостности самой кутикулы [Yeats, Rose, 2013]. Некоторые компоненты кутикулы, например, фенольные соединения, обеспечивают ее защитную функцию от избыточного ультрафиолета [Moreno et. al., 2022]. В условиях затенения ультрафиолетовое излучение значительно уменьшено, что может приводить к изменениям состава и свойств кутикулы. Увеличение поглощения в разных частях спектра свидетельствует об изменении в фотосинтетическом аппарате (изменение содержания фотосинтетических пигментов и их соотношения) для более эффективного поглощения света. Однако эти адаптации не компенсируют в полной мере недостаточную освещенность растений, и это отражается на процессах синтеза — сухого вещества на единицу площади листа накапливается меньше, чем у растений в хороших условиях освещения. Также в условиях затенения было менее обильное плодоношение кустов жимолости.

Глава 2. Особенности репродуктивной биологии *Lonicera caerulea*

2.1. Исследование репродуктивной биологии *Lonicera caerulea* в России и за рубежом

По данным исследований, проведенных И.К. Гидзюком [1978, 1981] в Бакчарском опорном пункте северного садоводства (Томская область), установлено, что особенности строения и физиологии цветка жимолости характерны для перекрестноопыляемых растений. Завязываемость ягод при естественном и искусственном самоопылении низкая, при перекрестном внутривидовом, а также свободном опылении – высокая.

Выявлено, что рыльца созревают и способны к восприятию пыльцы сразу после выхода из бутонов, продолжительность продуктивной жизни пестика в опытах составила 4–5 дней.

Основным способом перекрестного опыления жимолости является энтомофилия. При исследовании спектра насекомых-опылителей жимолости выявлено, что основными опылителями жимолости на территории Томской области являются пчелы и шмели. Наибольший интерес представляют последние, так как посещаемость ими жимолости по сравнению с пчелами меньше зависит от погодных условий, скорость работы выше, а численность устойчива по годам. При оценке

урожайности было установлено, что жимолость является скороплодным растением. Сеянцы начинают плодоносить уже на 3-й год, однако хозяйственно ценный урожай молодые насаждения дают только на 3–4-й годы после посадки, т.е. в возрасте сеянцев 6–7 лет [Гидзюк, 1978, 1981].

В результате исследований, проведенных на Павловской опытной станции ВИР им. Н.И. Вавилова, установлено, что при окрашивании в ацетокармине все сорта и формы имели более 90% фертильных пыльцевых зерен, а около половины просмотренных образцов – 96–100%. О высокой фертильности пыльцы говорит также дружное ее прорастание на рыльце пестиков, наблюдавшееся при люминесцентном микроскопировании во всех вариантах опыления. При самоопылении образуется 0,6–8,7% плодов. Разница у таксонов при этом незначительна. У большинства образцов завязи самоопыленных цветков не опадали. За период от цветения до созревания они немного увеличивались в размерах, не достигая 1/3 величины и массы плодов, полученных от перекрестного опыления. При наступлении фенологической фазы «массовое созревание» они приобретали типичную сине-голубую окраску, но были бессеянными. У *L. altaica* завязываемость плодов от свободного опыления составляла в среднем 49–72%, ни разу не достигая полной. При естественном и искусственном самоопылении завязываемость плодов была близка к нулю [Плеханова, 1982, 1998; Плеханова, Вишнякова, 1986].

Исследователи считают, что нарушения в мейозе часто приводят к стерильности пыльцы, а одной из причин является

воздействие неблагоприятных факторов [Ретина, 1974; Плеханова, Вишнякова, 1986]. Изменение поведения хромосом в мейозе в зависимости от внешних условий обусловлено генетически [Шкутина, 1975].

Продолжительность жизни цветка жимолости составляет в среднем одни сутки. Цветки в двухцветнике распускаются неодновременно, однако опыление даже одного цветка достаточно для образования плода и семян. Цветение куста длится 10–12 дней. В культуре жимолость является облигатным перекрестником. Свободное опыление в среднем обеспечивает завязываемость 62–92% плодов. При опылении смесью пыльцы оплодотворение наступает через 12–18 часов после опыления [Плеханова, Вишнякова, 1986].

В ходе экспериментов в Ботаническом саду Московского государственного университета и Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН установлено, что жимолость опыляется строго перекрестно: рыльце пестика в протогиничных цветках показывается гораздо раньше, чем раскрываются пыльники, что указывает на приспособленность к опылению чужой пыльцой [Скворцов, Куклина, 2002].

И.Г. Боярских, А.И. Куликова [2011] в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН проанализировали качество пыльцы образцов разного экологического и генетического происхождения за период с 2001 по 2010 г. Выявлено, что сорта камчатского происхождения (16 штук) имели пыльцу хорошего качества, о чем свидетельствует их высокая фертильность; в среднем по годам она составляла 93,2% и изме-

нялась от 66 до 100%. Для сортообразцов жимолости приморского происхождения (11 штук) также характерна высокая морфологическая полноценность пыльцевых зерен, ее фертильность – в среднем 92,7%, колебания по годам были в пределах от 59 до 100%. Высоким качеством пыльцы характеризовались образцы, привезенные из природных популяций Горного Алтая, процент фертильных пыльцевых зерен в этой группе составил 88,0%, варьирование было в диапазоне от 67,7 до 100%. Высокая вариабельность показателя фертильности пыльцы по годам изучения и низкая пылепродуктивность может быть связана с большей чувствительностью мейоза у образцов этой группы к изменениям погодных условий [Боярских, Куликова, 2011].

Исследование биологических особенностей формирования продуктивности у сортов жимолости голубой (*Lonicera caerulea* L.) проводилось в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН [Боярских, 2016, 2017]. Успех оплодотворения в большой степени зависит от жизнеспособности пыльцевых зерен. Анализ пыльцы показал ее высокую морфологическую полноценность у образцов камчатского и приморского происхождения. При окрашивании ацетокармином фертильность пыльцы образцов *L. caerulea* subsp. *kamtschatica* в среднем составила 96,2%. Для образцов *L. caerulea* subsp. *venulosa* фертильность пыльцевых зерен была 91,2%, но отмечались более значительные колебания по годам. Большим диапазоном изменчивости фертильности пыльцы от 0,8 до 98,6% характеризовались сорта алтайского происхождения и гибриды, полученные с их участием. Большое количество дефектных

пыльцевых зерен было обнаружено при исследовании пыльцы сортов Галочка, Сириус, Бархат, Салют и Берель. Высоким качеством пыльцы, не зависящим от условий выращивания, характеризуются сорта Огненный Опал (91,6–97,5%) и Селена (87,3–96,6%).

С целью выявления возможных причин снижения потенциальной продуктивности жимолости синей и подбора сортов для совместного выращивания оценивали фертильность мужского гаметофита, самостерильность, взаимоопыляемость, массу плодов и семенную продуктивность, а также изучали характер проявления несовместимости у сортов *Lonicera caerulea* разного географического и генетического происхождения. Авторами были исследованы 8 сортов (Салют, Берель, Парабельская, Томичка, Памяти Гидзюка, Голубое Веретено, Золушка, Камчадалка) и 3 подвида: *L. caerulea* subsp. *altaica*, *L. caerulea* subsp. *venulosa*, *L. caerulea* subsp. *kamtschatica*.

В ходе исследований было установлено, что фертильность пыльцы у сортов жимолости синей разного эколого-географического происхождения варьирует в значительных пределах. Низкая фертильность и очень слабая пыльцепродуктивность характерны для части представителей *L. caerulea* subsp. *altaica* из Рудного Алтая. Выявлено, что использование в качестве опылителей сортов с высоким содержанием стерильной пыльцы приводит к снижению завязываемости плодов и уменьшению их массы.

Все изученные сорта *L. caerulea* были самобесплодны. Свободное опыление в условиях лесостепной зоны юга Западной

Сибири обеспечило в среднем за годы исследований завязываемость 38–64% плодов. При скрещивании близкородственных сортов жимолости синей выявлено снижение завязываемости плодов более чем на 50% по сравнению со свободным опылением, уменьшение массы плодов и семенной продуктивности. В вариантах скрещивания близкородственных сортов жимолости синей и при автогамии наблюдались сходные аномалии роста пыльцевых трубок в тканях пестика, связанные, по-видимому, с гаметофитным контролем самонесовместимости. Подобраны сорта для обеспечения более продуктивного опыления при совместном выращивании.

В Научно-исследовательском институте садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко в 2003–2011 гг. с целью создания десертных крупноплодных сортов жимолости были проведены скрещивания с использованием крупноплодных сортов селекции ФГУП «Бакcharское» в качестве отцовского компонента. При использовании в гибридизации сортов Памяти Гидзюка, Нарымская, Гордость Бакчара, полученных от внутривидовых скрещиваний жимолости Турчанинова (*L. turczaninonii*) второго и третьего поколения, завязываемость плодов была высокой и составляла 45,2–94,3%. При опылении сортами Бакcharский Великан, Бакcharская Юбилейная, Югана, полученными от межвидовых скрещиваний жимолости камчатской (*L. kamtschatica*) и жимолости Турчанинова (*L. turczaninonii*) третьего и четвертого поколения, завязываемость плодов низкая 3,6–29,8%. Фертильность пыльцы у сорта Бакcharский Великан составляла 74,8–76,0%, Нарымская – 86,9–88,6%, Памяти Гидзюка – 62,0% [Хохрякова, 2016].

В ЦСБС СО РАН также проведены детальные исследования особенностей репродуктивной биологии *Lonicera caerulea* L. в различных эколого-географических условиях [Куликова, 2017]. Установлено, что в г. Новосибирске у интродуцентов жимолости синей различного эколого-географического происхождения выявлены различия по частоте встречаемости формы прицветников, формы венчика, его опушения и окраски, наиболее стабильными признаками цветка являются длина венчика и длина трубки. Несмотря на отмеченные различия между представителями разных подвидов жимолости синей, ряд общих признаков подтверждает, что они относятся к одному виду.

В природных популяциях Горного Алтая, находящихся в зонах с аномальными геофизическими характеристиками, установлено увеличение частоты встречаемости редких признаков формы, окраски и взаимного расположения органов цветка, снижение фертильности пыльцевых зерен. Выделена тератная форма со стерильной пылью, у которой развитие соцветий не останавливалось и они продолжали ветвиться, образуя многократно разветвленные дихазии.

У интродуцентов *L. caerulea* камчатского и приморского происхождения в условиях правобережной лесостепи Приобья формируется высокофертильная пыльца среди растений из Рудного Алтая, также у их потомства выявлены низкофертильные и стерильные формы.

Под воздействием комплекса аномалий, связанного с активными тектоническими процессами, в микропопуляциях *L. caerulea* subsp. *altaica* формируются более крупные плоды,

в плодах завязывается большее количество семян, которые имеют большую всхожесть и энергию прорастания по сравнению с растениями, произрастающими в фоновых условиях [Куликова, 2017].

В работе Г.А. Прищепиной, В.Н. Сорокопудова [2017] показаны результаты исследований эколого-географических форм пыльцы *Lonicera caerulea* L. на фертильность, жизнеспособность и размеры пыльцевых зерен. Дана оценка качества мужского гаметофита основных сортов жимолости синей с целью выявления наилучших сортов-опылителей.

Было установлено, что качество пыльцы жимолости (фертильность, поровость пыльцевых зерен, пыльцепродуктивность) является сортовым признаком и зависит от генетических особенностей и происхождения сортов и отборных форм. Исследования показали, что сорт Берель не может быть хорошим опылителем из-за слабой пыльцепродуктивности. Лучшими сортами-опылителями являются Герда, Лазурная, Сириус и Огненный Опал. Они хорошо переопыляются друг с другом. Использование сортов, имеющих значительное количество стерильной пыльцы, как опылителей приводит к снижению процента завязываемости плодов и уменьшению их массы.

В результате исследований, проведенных в ОГУП «Бакчарское» по подбору лучших вариантов опылителей, проведено перекрестное опыление пяти сортов жимолости, которые по своим характеристикам подходят для механизированной уборки. Оценена завязываемость плодов, их масса, семенная продуктивность при прямых и обратных скрещиваниях этих

сортов, самоплодность и эффективность свободного опыления. Выявлены наиболее и наименее продуктивные варианты скрещиваний. Установлено, что хорошими опылителями для сортов Сильгинка, Югана и Томичка являются сорта Восторг и Синий Утес. Сильгинка является хорошим опылителем для Синего Утеса и допустимым для Восторга и Юганы. Томичка отлично опыляет Синий Утес и Югану, допустимо Сильгинку и Восторг. Югана является хорошим опылителем для Синего Утеса, допустимым для Сильгинки [Савинкова и др., 2020].

В работе Л.А. Хохряковой, В.А. Пугач [2023] была изучена взаимоопыляемость перспективных сортов жимолости. Подбор опылителей проводился по следующим вариантам опыления: искусственное опыление пыльцой других сортов; свободное опыление – контроль. Лучшими опылителями считаются сорта или смеси их пыльцы, которые обеспечивают завязываемость плодов выше контроля (от свободного опыления), равную или близкую к нему; допустимую – 50–70% к контролю, плохую – ниже 50%. Исследования проводились на популярных и востребованных для промышленного производства сортах. В качестве материнских растений представлены сорта Берель, Викинг, Касмала, Юмис; опыление осуществляли пыльцой сортов Бакчарский Великан, Берель, Викинг, Восторг, Касмала, Сильгинка, Юмис. Было установлено, что высокий процент завязываемости плодов по отношению к свободному опылению позволяет рекомендовать для сорта Берель в качестве лучших опылителей сорта Юмис и Викинг (85,2–95,2%), для сорта Касмала – сорта Бакчарский Великан, Восторг и Юмис (85,3; 87,4; 88,9%), для сортов Викинг и Юмис – сорт

Касмала (82,8–74,3%). Как допустимые опылители рекомендуются сорта Берель и Викинг для сортов Касмала и Юмис; сорт Сильгинка – для сортов Юмис и Берель. Для сорта Викинг плохим опылителем является сорт Сильгинка (завязывание плодов 49,5% к контролю). Автор рекомендует чередовать все исследуемые сорта в промышленных насаждениях для получения полноценного опыления и высокого урожая.

В 2004–2006 гг. в экспериментальном саду Фелинов Сельскохозяйственной академии в Люблине [Božek, 2007] исследовалась пыльцевая продуктивность и морфология пыльцы у сортов Атут и Дуэт (*L. kamtschatica*). Установлено, что 10 цветков обоих исследованных сортов давали 11,42 мг пыльцы, а средняя урожайность пыльцы на 1 га многолетней плантации составляла 30,04 кг. Пыльца наблюдаемых растений охотно собиралась медоносными пчелами. Выявлено, что пыльцевые зерна обоих сортов почти сплюснутые, крупные – полярная ось 47,55 мкм, экваториальный диаметр 60,37 мкм. Жизнеспособность пыльцы для обоих сортов высокая – около 95% [Božek, 2007]. Еще один эксперимент проводился на юго-востоке, в экспериментальном саду Университета естественных наук. Цветы жимолости, доступные для насекомых-опылителей в течение всего периода цветения, дают очень высокий процент плодоношения – 90,57% Дуэт и 88,08% Атут. При самоопылении в изоляции процент плодоношения был низким. По Атуту средний показатель составил 9,37%, по Дуэту – 23,85% [Božek, 2012].

Исследования биологии опыления жимолости в Реджайнском университете (Канада) также показало, что *Lonicera caerulea* L.

самонесовместимый вид для формирования плодов и нуждается в насекомых-опылителях [Frier, 2016]. В работе сравниваются результаты опыления тремя группами насекомых: *Apis mellifera*, *Osmia lignaria*, а также дикие виды *Bombus* spp. Обнаружено, что у *Bombus* были самые высокие уровни однократного осаждения пыльцы и самая высокая частота посещений, также было обнаружено, что они активны даже при более низких температурах, наблюдаемых во время цветения жимолости. Рабочие пчелы (*Apis mellifera*) имели самые низкие уровни однократного осаждения пыльцы, тратили почти в три раза больше времени на цветок, чем *Bombus* spp., и не были активны при более низких температурах. Однако, поскольку их численность была выше, чем *Bombus*, они оказались более эффективными в качестве опылителей в условиях отсутствия других насекомых. Обнаружено, что у самок *Osmia lignaria* потенциально высокий уровень однократного осаждения пыльцы и средние показатели посещаемости, однако они предпочитают альтернативный корм и не являются обязательными посетителями жимолости в полевых условиях.

Также была изучена продолжительность цветения жимолости, динамика нектаровыделения и пыльцевой продуктивности и восприимчивость рыльца цветков жимолости. Отмечено, что неопыленные цветки цветут в течение 3–4 дней, но опыление вызывает раннее старение. Нектар появлялся уже в начале цветения и существенно не увеличивался через 16 часов, и при его изъятии он вновь появлялся. Вскрытие пыльников начиналось сразу после того, как цветок раскрылся, а продолжалось в течение первого дня, и рыльце показывало признаки восприимчивости еще на стадии бутона.

Автор делает заключение, что данные результаты свидетельствуют о том, что цветы жимолости демонстрируют универсальную стратегию опыления, которая оптимизирует возможности опыления в условиях дефицита опылителей. Наблюдения за тем, что некоторые цветы открываются вечером (и, возможно, ночью), показали, что ночные насекомые, такие как мотыльки, могут быть важны для опыления жимолости, в дополнение к известным дневным опылителям.

На юге Польши проведены исследования особенностей цветения и плодоношения 40 сортов жимолости [Bieniasz, Dziedzic, 2019]. В целом, авторы отмечают, что жимолость в Северном полушарии цветет ранней весной, когда среднесуточная температура не превышает 15°C. Фенологические наблюдения позволили подразделить исследуемые сорта на 3 группы по периодам цветения: самые ранние (11 сортов); умеренно-ранние (17 сортов) и поздние (7 сортов).

В исследовании показано, что шмели являются наиболее эффективными опылителем в таких условиях. Привлекательность сортов для опыления насекомыми оценивали на основании биометрических измерений цветов. Установлено, что цветки более разнообразны по длине, чем по ширине венчика. Пестик всегда длиннее венчика, что способствует эффективному опылению насекомыми.

Выявлено, что, несмотря на очень высокую жизнеспособность пыльцы (в среднем 90%), процент прорастания пыльцы был очень низким и составлял от 3,3 до 34,5%. При оценке пыльцевой продуктивности установлено, что сорта значительно различались по количеству пыльцевых зерен в цветках.

Сорт Морена характеризовался наибольшим количеством пыльцевых зерен (45 375), а сорт Фиалка – самым низким (2 750). Наблюдения за ростом пыльцевых трубок после открытого (перекрестного) опыления и самоопыления позволили рассчитать индекс прорастания пыльцы, используемый для оценки плодородия сортов. Самоопыляемые сорта с индексом прорастания пыльцы < 2 характеризовались самонесовместимостью. Было обнаружено, что из 40 исследованных сортов только сорт Дочь Великана показал индекс прорастания пыльцы > 2 , что показывает возможность самоопыления данного сорта [Bieniasz, Dziedzic, 2019].

Проведённые нами ранее исследования по оценке качества пыльцы и пыльцевой продуктивности жимолости синей в Томске (Экосистемная дендрологическая территория Сибирского ботанического сада ТГУ) на 12 сортах и видах показали, что сорта Огненный Опал и Бархат имели низкую фертильность, сорт Берель и *L. edulis* – среднюю, а остальные сорта и виды жимолости – высокую. Жизнеспособность пыльцы с высокими значениями признака (выше 60%) имели сорта Берель, Васюганская, Лазурная, а также *L. turczaninonii* и *L. kamtschatica*, средние значения признака (от 40 до 60%) имели сорта Селена, Томичка и *L. altaica*, а низкие значения (менее 40%) были у сортов Бархат, Золушка, Огненный Опал и *L. edulis*. Также сорта существенно отличались по пыльцевой продуктивности: высокая пыльцевая продуктивность (более 20 000 пыльцевых зерен в цветке) была у сорта Томичка, *L. kamtschatica*, *L. turczaninonii* и *L. edulis*, средняя (от 10 000 до 20 000 пыльцевых зерен) – у сортов Берель, Васюганская,

Золушка, Лазурная, Селена и *L. altaica*, а низкая (менее 10 000 пыльцевых зерен в цветке) – у сортов Бархат, Огненный Опал. В качестве сортов-опылителей при создании промышленных плантаций жимолости нами рекомендовалось в посадках использовать не менее 10% сортов с высокими показателями жизнеспособности пыльцы и пыльцевой продуктивности: Лазурная, Васюганская, Берель [Yamburov et al., 2021].

Таким образом, исследователи из разных регионов и стран уделяли значительное внимание многим аспектам репродуктивной биологии жимолости с акцентом на опыление, качество пыльцы, пыльцевую продуктивность и совместимость сортов, поскольку это актуально для понимания реализации репродуктивного потенциала и прогнозирования урожайности у сортов жимолости в разных климатических условиях.

2.2. Исследования мужской репродуктивной сферы жимолости синей в Сибирском ботаническом саду ТГУ и на плантациях Томской области

В настоящее время во многих хозяйствах Томской области закладываются промышленные сады жимолости по зональным и интенсивным технологиям. Для получения высокой урожайности плодов жимолости в насаждениях необходимо правильно подобрать сорта и сорта-опылители для их переопыления, оценить качественные и количественные показатели мужской репродуктивной сферы. Перспективные сорта отечественной и зарубежной селекции, которые рекомендуют для

механизированной уборки урожая, требуют изучения по хозяйственно-ценным признакам непосредственно в хозяйствах.

В данном параграфе приведены результаты многолетних исследований качества пыльцы и пыльцевой продуктивности жимолости синей. Сбор образцов пыльцы проводили на трех территориях Томской области: Экосистемная дендрологическая территория Сибирского ботанического сада ТГУ (г. Томск), ОГУП «Бакcharское» (с. Бакчар), ООО СП «Северный сад» (Томский р-н). Объектами исследований были 25 образцов жимолости синей – Бакчарская Юбилейная, Бакчарский Великан, Бархат, Берель, Васюганская, Восторг, Гордость Бакчара, Золушка, Камчадалка, Лавина, Лазурная, Огненный Опал, Памяти Гидзюка, Парабельская, Роксана, Селена, Синий Утес, Томичка, Услава, Уссульга, Югана, *L. altaica*, *L. edulis*, *L. kamtschatica*, *L. turczaninowii*.

Фертильность пыльцы определяли гистохимической реакцией на краситель ацетоорсеин. Свежесобранную пыльцу из полностью раскрывшихся пыльников окрашивали и исследовали на микроскопе (Carl Zeiss, Axio Lab. A1) при 900-кратном увеличении. Анализировалось не менее 300 пыльцевых зерен. Фертильная пыльца окрашивалась в карминово-красный цвет, стерильная пыльца оставалась неокрашенной [Singh, 2002].

Исследование прорастания пыльцевых зерен проводили по методике Д.А. Транковского [Барыкина и др., 2004]. Основу питательной среды составляет 1%-ный раствор агар-агара с добавлением сахарозы различной концентрации (1, 5, 10, 15, 20, 30%). В ходе предварительного исследования было установлено, что наиболее подходящей концентрацией сахарозы

является 15%, в дальнейшем эта концентрация использовалась в нашем исследовании. Дополнительными компонентами среды являлись минеральные соли по протоколу Брюбакера–Квака в следующих концентрациях: H_3BO_3 – 0,01%; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,03%; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,02%; KNO_3 – 0,01% [Brewbaker, Kwack, 1963]. Проросшей считали пыльцу, размер пыльцевой трубки которой превышал величину диаметра пыльцевого зерна.

Подсчет количества пыльцевых зерен осуществлялся с помощью гемоцитометра – камеры Горяева (МиниМед, Россия) по методике определения количества пыльцы в известном объеме жидкости А. Години [Godini, 1981] с нашей модификацией [Yamburov et al., 2014]: с каждого сорта собирали 200 нераскрывшихся пыльников, которые помещали в 20 пробирок Эппендорфа (по 10 пыльников на пробирку), пробирки подсушивали до вскрытия пыльников, затем заливали 1 мл раствора, содержащего глицерин (для вязкости и равномерного распределения пыльцы) и 1% водного раствора красителя фуксин в соотношении 1 : 1. Пробирки встряхивали на шейкере перед каждым взятием пробы. С каждой пробирки отбирали аналитические дозы раствора для подсчета пыльцевых зерен на 20 полных полях камеры Горяева. Зная объем жидкости в камере Горяева и число пыльцевых зёрен, располагавшихся там, полученные данные экстраполировали на весь объем жидкости в пробирке, что позволило рассчитать число пыльцевых зёрен на один пыльник и один цветок.

Согласно проведенным многолетним исследованиям фертильности, жизнеспособности пыльцы и пыльцевой продуктивности, мы предлагаем использовать шкалу для оценки состояния мужской репродуктивной сферы сортов и видов жимолости, представленную в табл. 12.

Таблица 12

Оценка состояния мужской репродуктивной сферы жимолости синей

Признак	Низкая	Средняя	Высокая
Фертильность пыльцы, %	Менее 70	От 70 до 90	Больше 90
Жизнеспособность пыльцы, %	Менее 40	От 40 до 60	Больше 60
Пыльцевая продуктивность (число пыльцевых зерен на цветок), шт.	Менее 10 000	От 10 000 до 20 000	Больше 20 000

Исследуемые образцы пыльцы жимолости нами также были оценены согласно данной таблице.

Для оценки фертильности и жизнеспособности пыльцы жимолости необходима оценка погодных условий, чтобы выявить влияние температуры воздуха и осадков на формирование пыльцевых зерен. Ниже приведены погодные условия апреля и мая в районах исследования.

Погодные условия г. Томска и Томского района

Апрель 2019 г. характеризовался минимальными температурами воздуха от $-10,7^{\circ}\text{C}$ (19 апреля) до $+8,3^{\circ}\text{C}$, максимальными – от $+3,7^{\circ}\text{C}$ до $+23,2^{\circ}\text{C}$ (30 апреля) (табл. 13).

Таблица 13

Температура воздуха и осадки в апреле – мае (г. Томск и Томский район)

Год	Месяц	Средняя температура воздуха, °С					Отклонение от нормы	Осадки, мм			
		Декада			Средняя за месяц	Декада			Сумма за месяц	% от нормы	
		I	II	III		I		II			III
2019	Апрель	<u>2,1</u> +3,8	<u>0,9</u> -0,6	<u>4,9</u> +0,5	2,6	1,3	22,8	13,8	37,9	110	
	Май	<u>9,5</u> +1,9	<u>7,0</u> -3,5	<u>12,3</u> -0,5	9,7	4,0	5,4	29,4	38,8	93	
2021	Апрель	<u>1,5</u> +1,7	<u>1,6</u> -1,0	<u>5,8</u> +0,4	3,0	6,2	9,8	5,0	21,0	60	
	Май	<u>10,7</u> +2,8	<u>12,6</u> +2,2	<u>13,3</u> +0,6	12,2	7,0	9,9	3,1	20,0	40	
2022	Апрель	<u>1,7</u> +2,1	<u>5,7</u> +2,7	<u>7,0</u> +1,4	4,7	9,6	0,0	3,5	13,1	38	
	Май	<u>7,0</u> -0,8	<u>18,1</u> +7,4	<u>17,7</u> +5,0	14,3	0,0	6,9	6,8	13,7	27	
2024	Апрель	<u>2,5</u> +2,9	<u>1,9</u> -1,1	<u>2,1</u> -3,5	2,2	30,3	15,9	55,4	34	163	
	Май	<u>8,6</u> +0,8	<u>12,9</u> +2,2	<u>8,3</u> -4,4	9,9	11,3	28,9	49,3	49	101	

Примечание. Здесь и в табл. 14 в числителе – средняя температура воздуха за декаду, в знаменателе – среднедекадное отклонение температуры воздуха от нормы.

Среднесуточная температура воздуха была в диапазоне от $-3,9^{\circ}\text{C}$ до $+12,5^{\circ}\text{C}$. Заморозки отмечались в течение всего месяца. Среднемесячная температура воздуха составила $+2,6^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $+1,3^{\circ}\text{C}$ [Агроклиматические..., 1975]. Сумма осадков за весь месяц – 37,9 мм, что составляет 110% от нормы. Относительная влажность воздуха – 54%, что на 11% ниже средней многолетней [Погода..., 2024].

Май 2019 г. Минимальная температура воздуха варьировала от $-4,5^{\circ}\text{C}$ (2 мая) до $+13,1^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+6,4^{\circ}\text{C}$ до $+27,5^{\circ}\text{C}$ (29 мая). Диапазон среднесуточной температуры воздуха: от $+0,7^{\circ}\text{C}$ до $+18,7^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха мая составила $9,7^{\circ}\text{C}$ что ниже нормы на $-0,7^{\circ}\text{C}$.

Осадки различной интенсивности в виде дождей и ливней выпадали в основном в первой и третьей декадах месяца. Сумма осадков – 38,8 мм, что составляет 93% от нормы. Относительная влажность воздуха в среднем за месяц 49%, что на 11% ниже средней многолетней.

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) мая 2019 года составил 1,8 – что определяет переувлажненные и умеренно теплые условия мая.

Апрель 2021 г. с минимальными температурами воздуха от $-2,4^{\circ}\text{C}$ (20 апреля) до $+5,2^{\circ}\text{C}$, максимальными – от $-0,7^{\circ}\text{C}$ до $+17,4^{\circ}\text{C}$ (16 апреля), среднесуточными температурами воздуха от $-7,4^{\circ}\text{C}$ до $+10,9^{\circ}\text{C}$. Заморозки отмечались во всех трех декадах месяца. Среднемесячная температура воздуха составила $3,0^{\circ}\text{C}$, что незначительно выше нормы на $0,3^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности выпадали в течении всего месяца. Сумма осадков составила 21,0 мм, что ниже нормы на 40%.

Относительная влажность воздуха составила 58%, что на 7% ниже средней многолетней.

Май 2021 г. характеризовался теплой погодой с небольшим понижением температур воздуха в первой декаде и в конце второй – начале третьей декады. Минимальная температура воздуха составляла от $-2,5^{\circ}\text{C}$ (21 мая) до $+13,7^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+11,5^{\circ}\text{C}$ до $+29,4^{\circ}\text{C}$ (23 мая), среднесуточная температура воздуха от $+5,4^{\circ}\text{C}$ до $+19,1^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха была $+12,2^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $1,8^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности в виде дождей и ливней выпадали в основном в первой и второй декадах месяца. Сумма осадков – 20 мм, что ниже нормы на 60%. Относительная влажность воздуха составила 52,6%, что на 8% ниже средней многолетней.

ГТК 0,43, что определяет засушливые и прохладные условия мая.

Апрель 2022 г. с минимальными температурами воздуха от $-8,6^{\circ}\text{C}$ (11 апреля) до $+4,7^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $-1,2^{\circ}\text{C}$ до $+28,3^{\circ}\text{C}$ (30 апреля). Среднесуточная температура воздуха – от $-6,9^{\circ}\text{C}$ до $9,5^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха составила $+4,7^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $2,1^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности выпадали в течение всего месяца. Сумма осадков – 13,1 мм, что ниже нормы на 62%. Относительная влажность воздуха составила 54,3%, что на 11% ниже средней многолетней.

Май 2022 г. характеризовался теплой погодой с небольшим понижением температур воздуха в первой декаде и в конце третьей декады. Минимальная температура воздуха варьировала от $-3,1^{\circ}\text{C}$ (4 мая) до $+15,7^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+7,6^{\circ}\text{C}$

до $+30,4^{\circ}\text{C}$ (17 мая). Диапазон среднесуточной температуры воздуха – от $+8,0^{\circ}\text{C}$ до $+24,3^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха зарегистрирована $+14,3^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $3,9^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности в виде дождей и ливней выпадали в основном в первой и второй декадах месяца. Сумма осадков составила 13,7 мм, что ниже нормы на 73%. Относительная влажность воздуха 42,5%, что на 18,5% ниже средней многолетней.

ГТК 0,35, что определяет засушливые и прохладные условия мая.

Апрель 2024 г. характеризовался минимальными температурами воздуха от $-10,3^{\circ}\text{C}$ (24 апреля) до $+8,8^{\circ}\text{C}$, максимальными – от $-4,5^{\circ}\text{C}$ до $+17,5^{\circ}\text{C}$ (28 апреля), среднесуточными температурами воздуха – от $-5,8^{\circ}\text{C}$ до $+9,9^{\circ}\text{C}$. Отрицательные среднесуточные температуры воздуха в апреле отмечались во всех трех декадах месяца. Средняя многолетняя температура апреля в Томске составила $2,6^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха была $2,2^{\circ}\text{C}$, что ниже средних многолетних значений на $0,4^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков за весь месяц составила 55 мм, что на 66% превышает многолетние показатели. Относительная влажность воздуха 69,9%, что на 5% выше нормы.

Май 2024 г. характеризовался пониженным температурным режимом в первой и третьей декадах месяца. Среднемесячная температура воздуха составила $9,9^{\circ}\text{C}$, что ниже нормы на $0,5^{\circ}\text{C}$. Минимальная температура воздуха варьировала от $-5,2^{\circ}\text{C}$ (1 мая) до $+12,5^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+6,5^{\circ}\text{C}$ до $+28,2^{\circ}\text{C}$ (14 мая), среднесуточная температура воздуха колебалась в

пределах от $+1,6^{\circ}\text{C}$ до $+19,3^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности выпадали в течение всего месяца, но больше половины осадков наблюдалось в третьей декаде месяца. Сумма осадков – 49,3 мм, что соответствует норме. Относительная влажность воздуха составила 60,9%.

ГТК 2,3, что определяет переувлажненные и теплые условия мая.

Погодные условия с. Бакчар Бакчарского района

Апрель 2019 г. в Бакчаре характеризовался минимальными температурами воздуха – от $-12,2^{\circ}\text{C}$ (18 апреля) до $+4,8^{\circ}\text{C}$, максимальными – от $+1,5^{\circ}\text{C}$ до $+18,4^{\circ}\text{C}$ (29 апреля) (табл. 14). Среднесуточная температура воздуха была в диапазоне от $-6,5^{\circ}\text{C}$ до $+8,3^{\circ}\text{C}$. Заморозки отмечались в течение всего месяца. Среднемесячная температура воздуха составила $+1,7^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $+0,8^{\circ}\text{C}$.

Сумма осадков за весь месяц – 24,2 мм, что составляет 101% от нормы.

Относительная влажность воздуха в среднем за месяц составила 57,8, что на 7,2% ниже нормы [Погода..., 2024].

Май 2019 г. Минимальная температура воздуха варьировала от $-5,6^{\circ}\text{C}$ (16 мая) до $+14,2^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+0,7^{\circ}\text{C}$ до $+28,0^{\circ}\text{C}$ (29 мая). Диапазон среднесуточной температуры воздуха – от $-2,4^{\circ}\text{C}$ до $+20,2^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха мая составила $9,2^{\circ}\text{C}$ что ниже нормы на $-0,6^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности в виде дождей и ливней выпадали в основном в первой и третьей декадах месяца.

Таблица 14

Температура воздуха и осадки в апреле – мае, с. Бакчар Бакчарского района

Год	Месяц	Средняя температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		Декада			Средняя за месяц	Отклонение от нормы	Декада			Сумма за месяц	% от нормы
		I	II	III			I	II	III		
2019	Апрель	$\frac{1,6}{3,7}$	$\frac{0,1}{-0,7}$	$\frac{3,3}{-0,7}$	1,7	+0,8	2,8	6,5	14,9	24,2	101
	Май	$\frac{9,2}{2,1}$	$\frac{6,4}{-3,5}$	$\frac{11,9}{-0,3}$	9,2	-0,6	2,6	15,0	16,0	33,6	84
2021	Апрель	$\frac{1,1}{1,8}$	$\frac{1,4}{-0,9}$	$\frac{4,2}{-0,8}$	2,2	0,0	7,2	12,0	11,8	31,0	119
	Май	$\frac{9,9}{2,3}$	$\frac{11,6}{1,7}$	$\frac{14,3}{2,0}$	12,0	+2,0	10,7	18,8	14,9	44,4	101
2022	Апрель	$\frac{1,5}{2,1}$	$\frac{5,4}{3,1}$	$\frac{6,4}{1,4}$	4,4	+2,2	13,2	0,0	24,4	37,6	145
	Май	$\frac{5,7}{-1,8}$	$\frac{15,3}{5,4}$	$\frac{17,0}{4,7}$	12,8	+2,8	0,3	11,3	3,1	14,7	33

Сумма осадков была 33,6 мм, что составляет 84% от нормы. Относительная влажность воздуха в среднем за месяц была 51,2% что на 6,8% ниже средней многолетней.

ГТК мая 2019 г. составил 1,2, что определяет умеренно влажные и умеренно теплые условия мая.

Апрель 2021 г. с минимальными температурами воздуха – от $-14,7^{\circ}\text{C}$ (20 апреля) до $+4,1^{\circ}\text{C}$, максимальными – от $-0,6^{\circ}\text{C}$ до $+15,3^{\circ}\text{C}$ (27 апреля), среднесуточными температурами воздуха от $-8,4^{\circ}\text{C}$ до $+9,0^{\circ}\text{C}$. Заморозки отмечались во всех трех декадах месяца. Среднемесячная температура воздуха составила $2,2^{\circ}\text{C}$, что соответствует средним многолетним показателям. Осадки различной интенсивности выпадали в течение всего месяца. Сумма осадков составила 31,0 мм, что выше нормы на 19%. Относительная влажность воздуха за месяц была 58,9%, что на 6,1% ниже нормы.

Май 2021 г. Минимальная температура воздуха варьировала от $-4,6^{\circ}\text{C}$ (21 мая) до $+11,9^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+11,0^{\circ}\text{C}$ до $+29,6^{\circ}\text{C}$ (23 мая), среднесуточная температура воздуха – от $+4,6^{\circ}\text{C}$ до $+20,5^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха составила $+12,0^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $+2,0^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков – 44,4 мм, что составляет 101% нормы. Влажность воздуха в мае 54,8%, что на 3,2% ниже нормы.

ГТК составил 1,2.

Апрель 2022 г. с минимальными температурами воздуха от $-12,6^{\circ}\text{C}$ (23 апреля) до $+13,2^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $0,0^{\circ}\text{C}$ до $+25,8^{\circ}\text{C}$ (29 апреля). Среднесуточная температура воздуха составила от $-6,0^{\circ}\text{C}$ до $19,9^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура

воздуха была $+4,4^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $2,2^{\circ}\text{C}$. Осадки различной интенсивности выпадали в течении первой и третьей декад месяца. Сумма осадков – 37,6 мм, что составляет 145% от нормы. Влажность воздуха в апреле была 58,3%, что ниже нормы на 7%.

Май 2022 г. Минимальная температура воздуха варьировала от $-6,1^{\circ}\text{C}$ (4 мая) до $+14,1^{\circ}\text{C}$, максимальная – от $+7,9^{\circ}\text{C}$ до $+30,2^{\circ}\text{C}$ (22 мая). Диапазон среднесуточной температуры воздуха: от $+2,5^{\circ}\text{C}$ до $+2,0^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура воздуха составила $+12,8^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $+2,8^{\circ}\text{C}$. Осадки в виде дождей выпадали в основном во второй декаде месяца. Сумма осадков – 14,7 мм, что составляет всего 33% от нормы. Влажность воздуха в мае в среднем составила 52,6%, что ниже нормы на 5%.

ГТК 0,4, что определяет засушливые и прохладные условия мая.

Таким образом, установлено, что в период цветения жимолости в условиях Томской области погодные условия существенно отличались от средних многолетних значений, и это могло повлиять на качество пыльцы (табл. 15; рис. 20–24).

В результате проведенных исследований выявлено, что у большинства образцов жимолости высокая фертильность пыльцы. В 2019 г. низкую фертильность имели 2 сорта: Огненный Опал и Бархат. Средняя фертильность у сорта Берель и *L. edulis*. Остальные образцы жимолости имели высокую фертильность пыльцы (от 91,3 до 98,2%).

Жизнеспособность пыльцы в 2019 г. была низкой у всех образцов, собранных в ОГУП «Бакчарское» (от 16,5 до 35,4%).

Таблица 15

Показатели мужской репродуктивной сферы образцов жимолости

Образец	Источник материала	Фертильность пыльцы, %				Жизнеспособность пыльцы, %				Пыльцевая продуктивность, число ПЗ на один цветок, шт.	
		2019 г.	2021 г.	2022 г.		2019 г.	2021 г.	2022 г.		2019 г.	2021 г.
Бархат	СибБС	55,5	16,8	86,4		29,2	1,0	29,6		4 570	792
Берель	СибБС	70,0	8,0	82,6		61,7	6,9	38,7		17 014	1 948
Золушка	СибБС	96,7	62,3	93,7		37,5	13,3	15,1		18 187	10 633
Лазурная	СибБС	97,4	52,2	94,0		76,0	32,7	20,2		11 555	4 814
Огненный Опал	СибБС	61,8	1,7	90,2		18,4	2,5	32,1		4 183	938
Селена	СибБС	91,5	90,2	93,3		53,1	9,1	22,6		10 444	25 724
<i>L. altaica</i>	СибБС	92,9	98,3	91,0		44,3	2,4	8,4		15 069	6 905
<i>L. edulis</i>	СибБС	87,9	92,8	95,3		30,2	3,4	16,8		21 028	13 704
<i>L. kamschatica</i>	СибБС	98,2	87,3	89,7		70,0	1,5	2,4		21 563	9 129
<i>L. turganinovi</i>	СибБС	93,1	98,3	95,0		77,9	14,4	0,9		21 148	5 814
Бакчарская Юбилейная	Северный сад	–	98,7	95,7		–	32,2	54,1		–	2 708

Продолжение табл. 15

Образец	Источник материала	Фертильность пыльцы, %			Жизнеспособность пыльцы, %				Пыльцевая продуктивность, число ПЗ на один цветок, шт.	
		2019 г.	2021 г.	2022 г.	2019 г.	2021 г.	2022 г.	2019 г.	2021 г.	2021 г.
Бакcharский Великан	Северный сад	–	95,2	–	–	16,8	–	–	–	11 677
Берель	Северный сад	–	87,7	–	–	45,4	–	–	–	6 743
Васюганская	Северный сад	97,5	91,8	95,7	64,1	23,8	39,6	12 032	5 909	
Восторг	Северный сад	–	98,2	–	–	20,4	–	–	8 350	
Гордость Бакчара	Северный сад	–	96,2	78,8	–	34,8	42,3	–	2 917	
Камчадалка	Северный сад	95,2	95,8	96,7	46,8	14,1	33,0	20 643	7 089	
Памяти Гидзюка	Северный сад	97,4	88,3	80,2	66,8	28,7	38,8	17 021	9 035	
Парабельская	Северный сад	93,0	96,9	94,2	60,7	20,2	20,9	16 358	7 388	
Роксана	Северный сад	96,1	87,7	96,4	63,5	17,3	46,3	28 230	8 927	
Синий Утес	Северный сад	–	99,8	–	–	41,7	–	–	12 837	
Томишка	Северный сад	91,3	95,3	92,5	51,0	69,7	41,6	23 449	7 745	
Югана	Северный сад	–	95,5	–	–	19,8	–	–	2 882	

Бакчарский Великан	Бакчарское	94,0	–	93,4	16,5	–	10,1	14 493	–
Восторг	Бакчарское	94,9	–	92,4	30,5	–	8,1	19 533	–
Гордость Бакчара	Бакчарское	–	–	95,4	–	–	52,7	–	–
Лавина	Бакчарское	97,8	–	90,9	18,4	–	14,8	27 556	–
Синий Утес	Бакчарское	95,7	–	95,3	27,7	–	20,8	22 262	–
Услава	Бакчарское	96,3	–	90,4	35,4	–	8,9	9 824	–
Усулыга	Бакчарское	97,4	–	93,0	18,7	–	21,1	20 451	–
Югана	Бакчарское	95,0	–	87,3	22,8	–	26,8	8 469	–

Примечание. Здесь и в табл. 16 «–» – отсутствие данных; зеленым цветом выделены высокие значения признака у сортов и видов, желтым – средние и оранжевым – низкие. ПЗ – пыльцевые зерна.

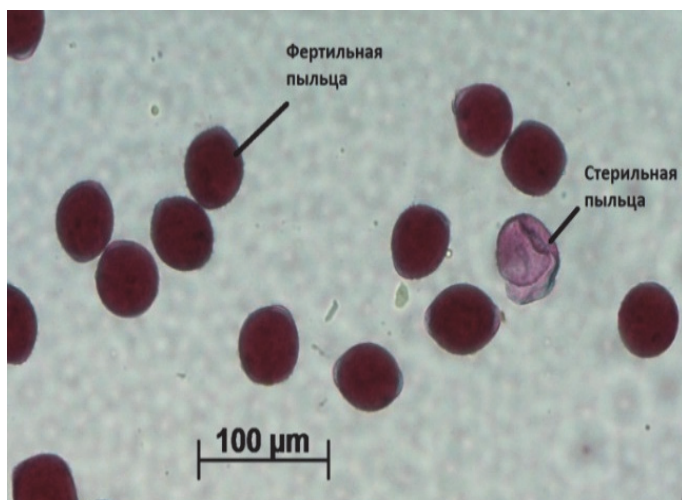


Рис. 20. Окрашенная пыльца сорта Берель
(фото С.Б. Романовой)

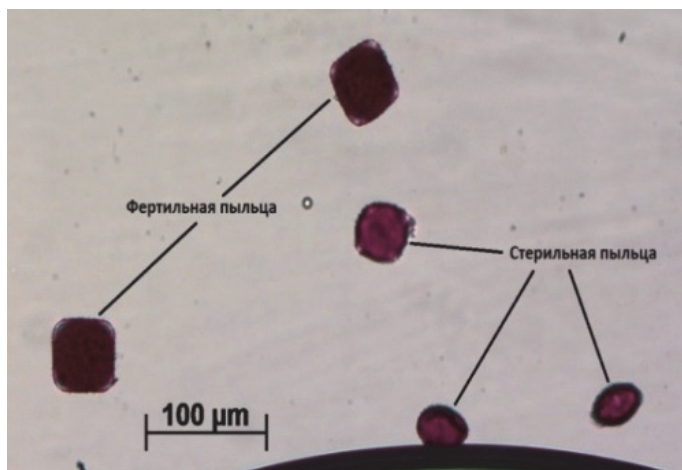


Рис. 21. Бархат – сорт с низкой фертильностью пыльцы
(фото С.Б. Романовой)

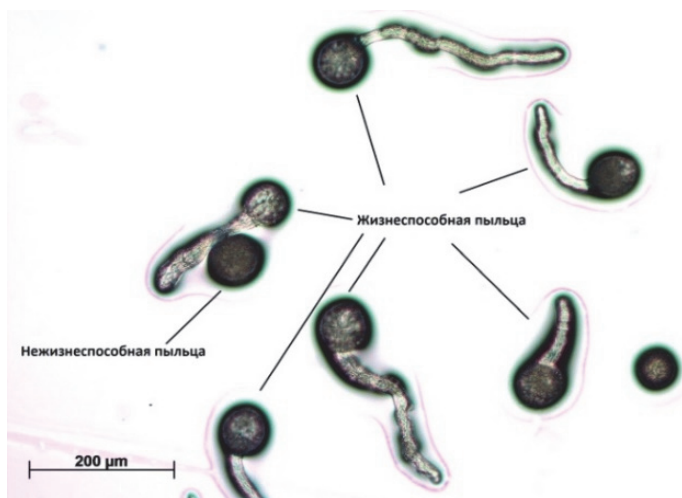


Рис. 22. Проросшая пыльца сорта Васюганская
(фото С.Б. Романовой)

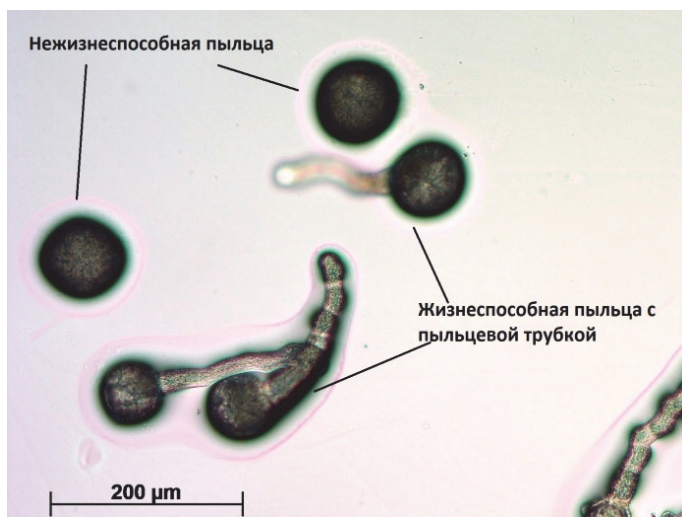


Рис. 23. Бархат – сорт с низкой жизнеспособностью пыльцы
(фото С.Б. Романовой)



Рис. 24. Сбор пыльников жимолости в ОГУП «Бакcharское» (2019 г.)
(слева направо: А.С. Прокопьев, О.Д. Чернова,
С.Б. Романова, С.А. Сучкова, Н.В. Савинкова, А.В. Гагаркин)

Это можно связать с пониженной температурой и недостаточной влажностью почвы в III декаде апреля (температура ниже среднедекадной на $0,7^{\circ}\text{C}$) и в I декаде мая (количество осадков ниже нормы на 16%). В Томске низкая жизнеспособность была отмечена у образцов Бархат, Золушка, Огненный Опал и *L. edulis* (от 18,4 до 37,5%), средняя жизнеспособность у образцов Селена, *L. altaica*, Камчадалка и Томичка (от 44,3 до 53,1%). У остальных образцов была отмечена высокая жизнеспособность (от 60,7 до 77,9%).

Низкая пыльцевая продуктивность выявлена у сортов Бархат, Огненный Опал, Услада и Югана (от 4,2 тыс. до 9,8 тыс. пыльцевых зерен (ПЗ)). Средняя пыльцепродуктивность была

у образцов Бакчарский Великан, Берель, Васюганская, Восторг, Золушка, Лазурная, Памяти Гидзюка, Парабельская, Селена, *L. altaica* (от 10,4 тыс. до 19,5 тыс. ПЗ). У остальных образцов отмечена высокая пылепродуктивность (от 20,4 тыс. до 28,2 тыс. ПЗ).

В 2021 г. сумма осадков в апреле–мае составила лишь 60 и 40% от нормы соответственно, что могло отразиться на фертильности. Низкая фертильность была у сортов Бархат, Берель, Золушка, Лазурная, Огненный Опал (от 1,7 до 62,3%). Средняя фертильность у образцов Памяти Гидзюка, Роксана и *L. kamtschatica* (от 87,7 до 88,3%). Остальные образцы жимолости имели высокую фертильность пыльцы (от 90,2 до 99,8%).

Высокая жизнеспособность отмечена только у сорта Томичка (69,7%). Средняя жизнеспособность отмечалась у образцов Берель (45,4%), Синий Утес (41,7%). Низкая жизнеспособность была у остальных образцов (от 1,0 до 34,8%)

Высокая пылецевая продуктивность выявлена только у сорта Селена (25,7 тыс. ПЗ). Средняя пылепродуктивность была у образцов Золушка, *L. edulis*, Бакчарский Великан и Синий Утес (от 10,6 тыс. до 13,7 тыс. ПЗ). У остальных образцов наблюдалась низкая пылецевая продуктивность (от 792 до 9,2 тыс. ПЗ).

Опыление в 2022 г. проходило при повышенных температурах воздуха, недостаточном количестве осадков и недостаточной влажности воздуха. Средняя фертильность выявлена у образцов Берель, Бархат, *L. kamtschatica*, Гордость Бакчара, Памяти Гидзюка, Томичка, Бакчарская Юбилейная и Югана

(от 78,8 до 89,7%). Остальные исследованные образцы жимолости имели высокую фертильность пыльцы (от 90,2 до 96,7%).

Средняя жизнеспособность была у образцов Бакчарская Юбилейная, Гордость Бакчара, Роксана и Томичка (от 41,6 до 54,1%). У остальных образцов отмечалась низкая жизнеспособность (от 0,9 до 39,6%).

Низкая фертильность сортов Огненный Опал, Берель, Золушка, Лазурная и Бархат свидетельствует о том, что у них еще на ранних этапах микроспорогенеза возникают проблемы в развитии пыльцевых зерен и это может быть, как специфичной характеристикой сорта, так и ответной реакцией на погодные условия вегетативного периода. Стоит отметить низкую, по сравнению с другими годами, температуру в мае 2019 г. в Томске и Бакчаре.

Критической для формирования пыльцы жимолости является III декада апреля и I декада мая. Отклонения в температуре воздуха и его влажности могут негативно сказаться на строении пыльцевых зерен. У данных сортов отмечались рванные, бесформенные, чрезмерно угловатые либо мелкие пыльцевые зерна.

Скорее всего, при формировании пыльцы стоит учитывать совокупный фактор температуры воздуха, суммы осадков и др. Пример тому – 2021 г. в Томском районе. При сравнительно небольшом количестве осадков (40% от нормы) температура воздуха была выше среднегодовой на 2,8°C, но фертильность пыльцы у сортов, собранных в Томске, оказалась

низкой. Поэтому нельзя строго заявлять, что один определенный абиотический фактор влияет на качество пыльцы жимолости.

Низкая жизнеспособность пыльцы свидетельствует о том, что у данных образцов возникают проблемы в развитии пыльцевых зерен на поздних этапах микроспорогенеза и это может быть как сортовой характеристикой, так и ответом на неблагоприятные факторы (более высокая чувствительность), например, к недостатку осадков в сроки формирования пыльцы жимолости (III декада апреля и I декада мая).

Согласно данным погодных условий 2021–2022 гг., количество осадков в критические для формирования пыльцы периоды (III декада апреля и I декада мая) в Томске и Томском районе, было ниже нормы в разные годы, от 40 до 87%. В Бакчаре отмечены недостатки осадков лишь в мае (ниже нормы на 16–67% в разные годы), что также сказалось на низкой жизнеспособности пыльцы.

В 2024 г. было изучено качество пыльцы у 5 новых промышленных сортов жимолости в условиях Томской области. Сбор пыльцы проводили на промышленной плантации ООО СП «Северный сад» (рис. 25–29). Для сравнения также изучался районированный сорт Восторг.

Выявлено, что все сорта жимолости имели высокую фертильность пыльцы (>97%) (см. табл. 16). Жизнеспособность пыльцы у большинства сортов также была высокой (>60%), кроме сорта Восторг, имеющего среднюю жизнеспособность (40,6%), и сорта Honey Bee, имеющего низкую жизнеспособность (31%).



Рис. 25. Промышленная плантация сортов жимолости
ООО СП «Северный сад» (фото А.С. Прокопьева)



Рис. 26. Массовое цветение жимолости сорт Auriga
ООО СП «Северный сад» (фото А.С. Прокопьева)



Рис. 27. Цветки жимолости сорт Aurore
с раскрывшимися пыльниками ООО СП «Северный сад»
(фото А.С. Прокопьева)



Рис. 28. Сбор пыльников для определения
пыльцевой продуктивности сортов жимолости
ООО СП «Северный сад» (фото А.С. Прокопьева)



Рис. 29. Сбор пыльников для определения пыльцевой продуктивности сортов жимолости ООО СП «Северный сад» (фото А.С. Прокопьева)

Таблица 16

**Показатели мужской репродуктивной сферы
промышленных сортов жимолости в условиях Томской области**

Сорт	Фертильность пыльцы, %	Жизнеспособность пыльцы, %	Число пыльце- вых зерен на один цветок, шт.
Восторг (контроль)	97,1±1,0	40,6±4,3	27469±1356
Aurora	98,2±1,0	70,7±4,1	18164±1574
Boreal Beast	98,7±0,8	65,8±4,2	35614±1710
Boreal Beauty	98,2±0,8	89,3±0,5	32602±1078
Boreal Blizzard	98,5±0,3	67,3±2,6	41597±3155
Honey Bee	98,5±0,3	31,0±4,0	31735±1685

Сорт Aurora имел среднюю пыльцевую продуктивность, а все остальные сорта – высокую (>27 000 пыльцевых зерен на цветок).

Низкая жизнеспособность пыльцы сорта Honey Bee свидетельствует о проблемах в развитии пыльцевых зерен на поздних этапах микроспорогенеза, что может быть связано с реакцией на какие-то неблагоприятные факторы текущего или прошлого года. Поскольку сорт является основным опылителем для сорта Аугога, необходимо установить причины низкой жизнеспособности.

Таким образом, проведенное нами многолетнее исследование показало, что фертильность пыльцы у различных таксонов жимолости в условиях Томской области является более устойчивым и менее чувствительным к неблагоприятным факторам показателем качества мужского гаметофита.

Жизнеспособность пыльцы – более важный показатель для прогнозирования успешности опыления и формирования урожая. Однако данный показатель характеризуется очень непостоянными значениями год от года, что свидетельствует о его высокой чувствительности к неблагоприятным факторам. В 2021 и 2022 гг. в условиях Томска этот показатель был крайне низким не только у сортов, но также у 4 видов жимолости (*L. altaica*, *L. edulis*, *L. kamtschatica*, *L. turczaninovii*).

Среди образцов, собранных в 2019 и 2021 г., наибольшей пыльцевой продуктивностью отмечались *L. edulis*, *L. kamtschatica*, *L. turczaninovii*, Камчадалка, Роксана, Томичка, Лавина, Синий Утес, Селена, Уссульга.

Среди сортов, рекомендуемых для промышленного возделывания, максимальная пыльцевая продуктивность выявлена у следующих: Boreal Blizzard, Boreal Beauty, Boreal Beast, Honey Bee.

Глава 3. Биохимический состав плодов и листьев жимолости

3.1. Жимолость: полезные свойства, химический состав первичных и вторичных метаболитов

Полезные свойства плодов жимолости обусловлены присутствием витаминов А, В, С, Р, минералов – железо, калий, кальций, магний, медь, натрий, фосфор, и полифенольных соединений, в частности флавоноидов, дубильных веществ. На сегодняшний день доказаны их антиоксидантные, противовоспалительные, адаптогенные и капилляроукрепляющие свойства [Ершова, 2016]. Флавоноиды представляют собой многочисленный ряд фенольных соединений, который, согласно современной классификации, включает 11 групп [Тюкавкина, Бауков, 2005]. Одной из них является группа антоцианидинов, которые проявляют антиканцерогенную, противовирусную, антибактериальную и другие виды активности. Антоцианы накапливаются в сетчатке глаза, укрепляют ее сосуды и снижают ломкость капилляров глаза. Кроме того, они оказывают положительное влияние на соединительную ткань, стимулируют отток внутриглазной жидкости, тем самым нормализуют давление в глазном яблоке, предупреждая возникновение глаукомы, катаракты и других таких неприятных для нас глазных заболеваний, что является дополнительным фактором, определяющим причину включения плодов жимолости

в рацион питания. Этим объясняется их широкое применение в медицине, фармакологии, сельском хозяйстве, пищевой промышленности, в лечебном питании. Известно, что плоды этого кустарника способствуют укреплению и поддержанию мужской половой системы. Кроме того, народная медицина молодые побеги с листьями использует в виде отваров, предназначенных для лечения различных заболеваний и поддержки общего состояния организма [Гидзюк, 1981]. Надземная часть растений помогает лечить склероз, останавливать кровотечение, а также служит в качестве мочегонного и противомикробного средства. Полезные свойства жимолости заключаются и в активности против отеков, водянки и воспаления мочевыводящих путей. Наружно растение применяется для ускорения заживления ран. Отвар из листьев помогает при воспалении верхних дыхательных путей, сырые плоды способствуют преодолению весенней усталости. Сок может облегчить ангину и успокоить расстройство желудка. Хороший эффект дает растение (отвар из листьев и цветков) при лечении сердечно-сосудистых заболеваний.

Фенольные соединения жимолости, кроме антоцианов, состоят из других групп флавоноидов – кверцетина, рутина, кемпферола, эпикатехина и фенольных кислот – хлорогеновой, феруловой, протокатеховой. Эти соединения придают плодам жимолости очень мощные антиоксидантные, противовоспалительные и противобактериальные свойства. В табл. 17 приведены количественные показатели химических веществ плодов жимолости [Головунин, Зарницына, 2014; Ершова, 2016].

Таблица 17

**Химический состав свежих плодов жимолости (в 100 г)
(по: [Головунин, Зарницына, 2014; Ершова, 2016])**

№	Соединения	Содержание
1	Сахара (глюкоза, фруктоза, галактоза)	7,1–8,9%
2	Органические кислоты	2,1–2,5%
3	Пектины	1,06–1,9%
4	Витамин С	72,6–76,6 мг%
5	Фенольные соединения, в том числе антоцианы	До 35%, 18,5%
6	Витамин Е (альфа-токоферол)	1,1 мг
7	Витамин А	130 мкг
8	Тиамин (В1)	0,02 мг
9	Рибофлавин (В2)	0,03 мг
10	Никотиновая кислота (В3)	0,5 мг
11	Пантотеновая кислота (В5)	0,29 мг
12	Пиридоксин (В6)	0,04 мг
13	Фолиевая кислота (В9)	7 мг
14	Калий	До 190 мг
15	Кальций	38 мг
16	Фосфор	25 мг
17	Железо	0,6 мг
18	Йод, медь, цинк, стронций, барий	В небольших количествах
19	Сухое вещество	14–17,17%

Известно, что антиоксидантная активность плодов жимолости очень высока по сравнению с другими плодами – черники, ежевики, малины и красного винограда, что обуславливает повышенное к ним внимание в качестве мощного профилактического средства онкологических заболеваний, заболеваний сердечно-сосудистой системы (атеросклероз, инсульт,

инфаркт и др.), болезни Альцгеймера, глазных болезней (глаукома и катаракта) и др.

Как следует из табл. 18, изученные сорта жимолости характеризуются различным содержанием полезных веществ. Так, сорта Бакчарский Великан, Берель, Памяти Гидзюка отличаются большим содержанием сахаров, но меньшим содержанием аскорбиновой кислоты [Земцова, Скороспелова, Шелковская, 2017].

Таблица 18

**Химические показатели плодов жимолости
(по: [Земцова и др., 2017])**

Сорт жимолости	Растворимые сухие вещества, %	Сахара, %	Витамин С, мг%	Кислотность, %	Сахарокислотный индекс
Бакчарский Великан	13,62	9,42	34,88	2,04	4,62
Бархат	–	9,85	–	–	–
Берель	15,40	9,35	35,14	2,57	2,64
Голубое Веретено	15,2	7,1	73,2	1,7	4,46
Золушка	–	7,77	43,90	1,67	4,72
Нарымская	16, 57	–	–	1,41	–
Нижегородский Десерт	17,7	8,9	72,6	2,1	–
Огненный Опал	12,73	7,85	29,69	2,51	3,13
Памяти Гидзюка	13,03	8,54	33,06	2,30	3,71
Память Силаеву	17,9	8,8	75,4	2,2	–
Подарок Дергунову	15,1	8,4	72,6	2,5	–
Селена	14,75	9,72	–	–	–
Элитная форма № 50	15,6	8,8	66,2	2,2	–
Элитная форма № 81	15,1	7,1	76,6	2,5	–

Однако данные по составу и содержанию полезных веществ могут сильно различаться, поскольку получены в разных лабораториях из образцов, выращиваемых в разных климатических зонах. Суммарное содержание флавоноидов в плодах некоторых сортов жимолости достигало высокого для культуры предела – 1500–2000 мг/100 г [Ершова, 2016].

В последнее время антоцианы плодов и ягод стали темой многочисленных исследований. Их состав и количество во многом определяют пригодность сортов к замораживанию и технологической переработке [Wang et al., 2016; Лукьянчук, Жбанова, 2017; Решетников и др., 2017; Auzanneau et al., 2018; Molina et al., 2019]. Установлено, что антиоксидантная активность коррелирует с общим содержанием фенольных соединений, в том числе с антоцианами. Это весьма мощные антиоксиданты, обладающие большей эффективностью, чем витамины С и Е [Макаревич и др., 2009; Колбас и др., 2012; Тараховский и др., 2013; Lin et al., 2017; Bendokas et al., 2020]. Также показано, что умеренное потребление продукции с высоким содержанием антоцианов позволяет снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний [Hou, 2003; Тараховский и др., 2013; Lin et al., 2017; Grobelna, Kalisz, Kieliszek, 2019].

Известно, что на синтез антоцианов влияет много различных стрессовых факторов окружающей среды [Chalker-Scott, 2002; Jaakola et al., 2004; Макаревич и др., 2010]. Стимулирование синтеза антоцианов связано с повышением устойчивости к охлаждению и замораживанию [Solecka, Kasperska, 2003], загрязнению тяжелыми металлами [Hale et al., 2002], за-

сухе [Farrant et al., 2003]. Вероятно, более суровые условия сибирского климата способствуют повышению содержания антоцианов в плодах по сравнению с теми же сортами жимолости, выращиваемыми в южных регионах. В связи с тем что плоды жимолости не подлежат длительному хранению и одним из способов сохранения полезных веществ является замораживание, проанализированы плоды, хранившиеся в течение трех месяцев при температуре -18°C , проведен сравнительный анализ с показателями свежих плодов.

Физиологическая роль антоцианов – красящих фенольных соединений, заключается в защите самих плодов от пагубного влияния внешней среды и насекомых. А попадая в организм, они активно поглощают свободные радикалы, оказывают противовоспалительную, противомикробную, гепатопротекторную, антисептическую активность [Макаревич и др., 2009; Колбас и др., 2012], которая не снижается даже после термической обработки плодов.

К настоящему времени идентифицировано более 30 различных антоцианидинов (агликоны антоцианов), при этом основная их часть (более 90%) представлена пеларгонидином, цианидином, пеонидином, дельфинидином, петунидином и мальвидином, и более 500 антоцианов различного строения [Лукьянчук, Жбанова, 2017].

Авторы работ [Дейнека и др., 2003, 2009, 2011; Чулков и др., 2011] пришли к заключению, что высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) является наиболее приемлемым методом для определения их состава, поскольку эти

соединения полифенольного комплекса не претерпевают химических изменений, например дегликозилирования, как в случае масс-спектрометрии. В табл. 19 приведены хроматографические системы, разработанные рядом авторов [Дейнека и др., 2011; Чулков и др., 2011].

Таблица 19

**Хроматографические условия определения состава
антоцианов плодов жимолости**

№ п/п	Хроматограф	Колонка	Подвижная фаза	Длина волны, нм	Ссылка
1	Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором	Колонка 250×4 мм Reprosil-Pur 5C18AQ	10 об. % НСООН и 11 об. % CH ₃ CN в воде	510	[Чулков и др., 2011]
2	Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором	Колонка 250×4,6 мм Symmetry C18, 5 мкм, термостатирование при 40°C	8 об. % ацетонитрила и 10 об. % муравьиной кислоты в воде, скорость подачи – 1 мл/мин	515	[Дейнека и др., 2011]

В работе Чулкова с соавт. [2011], использованы хроматографические системы при исследовании состава антоцианов 20 сортов жимолости, выращиваемых в Белгородской области. Показано, что уровень накопления антоцианов изменяется в пределах 188–445 мг на 100 г свежих плодов. Мажор-

ным компонентом является цианидин 3-глюкозид, доля которого составляет 74%. Показано, что уровень накопления антоцианов в плодах зависит от сроков начала созревания до сбора.

Согласно литературным данным [Чулков и др., 2011], содержание антоцианов в 20 сортах жимолости, выращиваемых в Белгородской области (Россия), различается. Основными антоцианами, выявленными в плодах жимолости разных сортов, являются цианидин 3-глюкозид, цианидин 3-рутинозид, пеларгонидин 3-глюкозид, пеонидин 3-глюкозид, цианидин 3,5-диглюкозид. Состав основных антоцианов плодов жимолости, выявленный белгородскими учеными, аналогичен составу, установленному польскими исследователями [Skupien et. al., 2009; Grobelna et al., 2019]. Авторы отмечают сохранение постоянного качественного состава антоцианов в различных сортах. Мажорным компонентом является цианидин 3-глюкозид, его доля более 85%. Кроме того, важным результатом является установление идентичности состава антоцианов жимолости и черной смородины [Дейнека и др., 2009, 2011; Чулков и др., 2011]. По данным авторов, наблюдается хорошая сохранность антоцианов в сушеных плодах жимолости. Уровни антоцианов в разных сортах жимолости колеблются в пределах 131–321 мг/100 г. Большую долю в сумме антоцианов, как следует из табл. 20, составляет цианидин 3-глюкозид – от 75 до 91%.

Анализ ВЭЖХ экстрактов плодов ягодных культур только вводится в арсенал методов определения состава и содержа-

ния таких вторичных метаболитов, как антоцианы, флавоноиды. Метод отличается большей достоверностью результатов, большой информативностью о составе и содержании полифенольных соединений, что позволяет проводить сравнительный анализ составов сортов отдельных компонентов и выявлять более перспективные сорта жимолости.

Таблица 20

**Содержание антоцианов в плодах жимолости
(по: [Чулкова и др., 2011])**

Сорт жимолости	Содержание антоцианов, мг/100 г свеж. плодов	Содержание антоцианов, моль%				
		Cy 3,5-dGly	Cy 3-Gly	Cy 3-Rut	Pg 3-Glu	Pn 3-Glu
Провинциалка	321±31	3,9	80,1	2,2	4,1	9,5
Голубое Веретено	219±25	4,0	79,9	2,6	2,0	11,3
Морена	292±24	4,1	77,2	3,3	4,1	11,1
Изюмная	293±23	3,7	91,1	1,6	1,3	2,1
Томичка	188±22	4,2	86,5	1,1	3,3	4,6
Лазурит	241±24	4,3	80,0	1,5	5,1	8,9
Черничка	131±20	2,6	88,2	1,3	3,1	4,6
Длинноплодная	242±25	8,5	75,3	3,5	4,7	7,8

Примечание. Cy 3,5-dGly – цианидин 3,5-диглюкозид; Cy 3-Gly – цианидин 3-глюкозид; Cy 3-Rut – цианидин 3-рутинозид; Pg 3-Glu – пеларгонидин 3-глюкозид; Pn 3-Glu – пеонидин 3-глюкозид.

Витамин С, количество которого в плодах жимолости значительно больше, чем в чернике, апельсинах, яблоках, за счет синергетического эффекта с антоцианами усиливает антиок-

сидантную и противовоспалительную активность и способствует улучшению липидного обмена, укрепляет стенки сосудов, обеспечивая их гибкость.

С учетом основных преимуществ лечебного действия растительных средств (мягкость воздействия, хорошая переносимость и др.) в настоящее время более 25% всех фармпрепаратов создано на основе соединений растительного происхождения. Несмотря на столь пристальное внимание ученых к жимолости, широкий спектр биологической активности, проявляемый ими, препараты на основе ее плодов пока не разработаны, применяют сырье в форме БАДов в народной медицине или используют в пищевой и косметической отрасли.

3.2. Оценка уровней химических компонентов в свежих плодах жимолости

Исследование состава и содержания основных химических компонентов в плодах жимолости осуществляли на 22 образцах, произрастающих в разных районах Томской области. Сбор плодов проводили в СибБС ТГУ (Золушка, Огненный Опал, Селена, Лазурная, Бархат, Берель), ООО СП «Северный сад» (Васюганская, Памяти Гидзюка, Нарымская, Роксана, Камчадалка, Томичка, Парабельская) и в ОГУП «Бакчарское» (Лавина, Бакчарский Великан, Югана, Услава, Восторг, Стрежевчанка, Томичка, Уссульга, Синий Утес).

Для оценки уровней химических компонентов в плодах ягодных культур использовали различные методики, принятые ГОСТами [ГОСТ 24556-89, 2003; ГОСТ Р 51433-99, 2008; ГОСТ Р 51434-99, 2010; ГОСТ 13192-73, 2011].

Определение массовой концентрации сахаров прямым титрованием осуществляли по ГОСТ 13192-73.

Определение содержания аскорбиновой кислоты проводили по методикам, приведенным в ГОСТ 24556-89 и Госфармакопее при титровании раствором йодата калия с учетом поправочного коэффициента к титру.

Определение титруемой кислотности (органические кислоты) проводили по методике ГОСТ Р 51434-99.

Содержание растворимых сухих веществ определяли в соке плодов рефрактометрометрическим методом ГОСТ Р 51433-99.

Влажность плодов жимолости определяли с помощью влагомера AND ML-50 (Япония).

Определение общего содержания антоцианов в этанольных экстрактах проводили спектрофотометрическим методом [Методы биохимического..., 1987]. Разными исследователями экстракцию антоцианов из плодов ягодных культур рекомендуется проводить с использованием раствора соляной кислоты, либо 96%-ного этилового спирта. В связи с этим проведен сравнительный анализ степени извлечения экстрагируемых антоцианов с использованием рекомендуемых экстрагентов.

Для этого вначале получали экстракты настаиванием известной навески соответствующего материала в 0,1 М раствора соляной кислоты и 96%-ном этиловом спирте. Полученный антоциановый экстракт фотометрировали в кюветах с

длиной оптического пути 1 см^{-1} . Расчет содержания проводили по закону Бугерта–Ламберта–Бера.

Спектрофотометрирование осуществляли на спектрофотометре «Shimadzu 1650» (Япония) на фоне холостого раствора.

Расчет проводили с учетом оптической плотности определенной концентрации мажорного стандарта – цианидин 3-глюкозида по формуле

$$X = \frac{C_{\text{ст}} \cdot V \cdot Dx \cdot K \cdot 100}{D_{\text{ст}} \cdot m},$$

где $C_{\text{ст}}$ – концентрация этанольного раствора стандарта антоциана, мг/мл; V – объем экстракта, мл; Dx – оптическая плотность определяемого образца; $D_{\text{ст}}$ – оптическая плотность стандарта антоциана; K – разведение; m – масса образца, г.

Определение состава антоцианов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Навеску свежих плодов жимолости (по 10 ягод) двукратно экстрагировали 96%-ным этиловым спиртом: первичная экстракция без нагрева проведена для фиксации свежего биоматериала. Вторичную экстракцию проводили на водяной бане при температуре 80°C . Полученные экстракты фильтровали и использовали для дальнейшего анализа.

Анализ выполнен на жидкостном хроматографе «Shimadzu LC-20AD» (Япония), диодно-матричный детектор, хроматографическая колонка Perfect Sil Target ODS – 3; $4,6 \times 250$ мм, размер зерна сорбента 5 мкм. Элюент А: смесь ацетонитрила, изопропилового спирта (5:2 v/v); элюент В: 0,1% трифторуксусная кислота. Время анализа 60 мин. Скорость элюирования

1 мл/мин. Режим элюирования: градиент низкого давления; программа градиента: 0–40 мин 15–35% элюент А, 40–60 мин 35% элюент А. Объем пробы 5 мкл. Аналитические длины волн $\lambda_{\text{max}} = 270$ и 520 нм. Идентификацию сигналов на хроматограммах осуществляли сопоставлением времен удерживания и максимумов поглощения компонентов экстрактов и стандартных образцов антоцианов фирмы Sigma Aldrich.

Определение содержания антоцианов в свежем и замороженном сырье проводили двумя методами: ВЭЖХ и спектрофотометрическим. Расчет содержания при использовании ВЭЖХ проводили путем сравнения площадей и концентраций стандартов и компонентов экстрактов по формуле

$$X = \frac{C_{\text{ст}} \cdot V \cdot S_x \cdot 100}{S_{\text{ст}} \cdot m},$$

где $C_{\text{ст}}$ – концентрация этанольного раствора стандарта антоциана, мг/мл; V – объем экстракта, мл; S_x – площадь пика определяемого компонента образца; $S_{\text{ст}}$ – площадь пика стандарта антоциана; m – масса образца, г.

Анализ содержания аскорбиновой кислоты

Известно, что плоды жимолости не аккумулируют в больших количествах витамин С, а в сочетании с другими полезными веществами, в частности с флавоноидами, могут проявлять синергетический эффект. Химические компоненты как первичного, так и вторичного метаболизма определены в 22 образцах (табл. 21).

Как следует из данных, влажность свежих плодов жимолости варьируют в интервале 77,0 (сорт Уссульга) – 85,1% (Томичка). Содержание витамина С в зависимости от сорта жимолости составляет 0,141–0,399%.

Таблица 21

Содержание витамина С в свежих плодах жимолости

Сорт	Влажность, %	Сухое вещество, %	Содержание витамина С, %
Бакчарский Великан	82,6	17,4	0,141
Бархат	82,5	17,5	0,289
Берель	80,5	19,5	0,259
Васюганская	81,1	18,9	0,222
Восторг	83,5	16,5	0,159
Золушка	84,0	16,0	0,399
Камчадалка	82,9	17,1	0,282
Лавина	79,6	20,4	0,247
Лазурная	81,9	18,1	0,362
Нарымская	84,4	15,6	0,257
Огненный Опал	81,9	18,1	0,188
Памяти Гидзюка	82,3	17,7	0,301
Парабельская	81,6	18,4	0,312
Роксана	82,3	17,7	0,267
Селена	84,6	15,4	0,202
Синий Утес	81,6	18,4	0,257
Стрежевчанка	83,6	16,4	0,299
Томичка	85,1	14,9	0,357
Томичка (Бакчар)	81,9	18,1	0,262
Улада	84,6	15,4	0,203
Уссульга	77,0	23,0	0,209
Югана	81,2	18,8	0,167

Среди исследованных образцов наибольшими уровнями витамина С отличаются плоды образцов СибБС Золушка, Ла-

зурная, 0,399 и 0,362% соответственно. Среди сортов, произрастающих в СП «Северный сад», выделяются сорта Томичка, Парабельская, Памяти Гидзюка, содержание витамина С которых сравнимо с образцами СибБС Золушка и Лазурная. Плоды образцов из Бакчара содержат витамина С меньше остальных, от 0,141 до 0,299%.

Сравнение уровней витамина С в плодах одноименных сортов – Бакчарский Великан, Берель, Памяти Гидзюка, Огненный Опол, Лазурная – с литературными данными [Бочарова, 2008; Бочарова, Брыксин, 2012; Крысова и др., 2012; Земцова и др., 2017] (см. табл. 18), показало, что в сортах, произрастающих в Томской области, этот показатель выше.

Известно, что в плодах одного и того же сорта количество аскорбиновой кислоты зависит от зоны выращивания, агротехники, условий вегетационного периода. Наиболее благоприятны для ее накопления годы с умеренным теплым вегетационным периодом. Высокие температуры и сухость воздуха, так же как и дождливая прохладная погода, отрицательно влияют на аккумуляцию аскорбиновой кислоты. В разные годы содержание аскорбиновой кислоты меняется в зависимости от погоды. Различные сорта по-разному реагируют на изменение метеорологических условий. В связи с этим сравнение с литературными данными, характеризующими уровни витамина С, как и других химических показателей, плодов образцов, выращенных в разных климатических зонах и в разные периоды, не является достоверным [Skupien et al., 2009].

Содержание сухого вещества показывает, насколько насыщены ягоды крахмалом, кислотами и другими веществами.

В состав сухого вещества входит также клетчатка, но ее содержание невелико. Для сортов жимолости, произрастающих в Томской области, диапазон изменчивости этого показателя 14,9–23,0%. Содержание сухих веществ в плодах сортов и отборных форм жимолости Тамбовской области изменялось в диапазоне от 10,6 до 16,4%. Показано, что содержание сухих веществ в сибирских растениях Камчадалка и Лазурная (17,1 и 18,1%) выше, чем в этих же сортах из Мичуринска – 13,99 и 14,59% [Бочарова, 2008].

Анализ содержания растворимых сухих веществ

Содержание растворимых сухих веществ, т.е. всех имеющихся в плодах веществ, кроме воды, является одним из важнейших показателей, по которому судят о качестве перерабатываемых плодов. Содержание растворимых сухих веществ показывает, насколько насыщены ягоды крахмалом, кислотами и другими веществами. От содержания сухих веществ зависят биохимические процессы, происходящие в сырье при хранении. Расход сырья на единицу продукции, производительность оборудования, длительность производственного цикла, а также качество консервов в значительной мере зависят от исходного содержания сухих веществ в сырье.

При определении содержания сухих растворимых веществ часто используют условный метод при помощи рефрактометра (табл. 22). Этим методом устанавливается процентное содержание только тех веществ, которые растворены в воде,

соке плодов. Метод основан на определении показателя преломления исследуемого сока плодов.

Таблица 22

Содержание растворимых сухих веществ в плодах жимолости

Сорт	Содержание растворимых веществ, %	Показатель преломления
Бакчарский Великан	10,1	1,3480
Бархат	11,7	1,3505
Берель	10,4	1,3485
Васюганская	10,3	1,3483
Восторг	12,6	1,3519
Золушка	10,4	1,3485
Камчадалка	11,4	1,3500
Лавина	10,5	1,3486
Лазурная	11,8	1,3507
Нарымская	10,3	1,3482
Огненный Опол	9,7	1,3474
Памяти Гидзюка	9,8	1,3475
Парабельская	10,4	1,3485
Роксана	10,4	1,3485
Селена	7,9	1,3446
Синий Утес	10,8	1,3490
Стрежевчанка	10,2	1,3481
Томичка	11,1	1,3495
Томичка (Бакчар)	12,3	1,3514
Услава	13,0	1,3525
Уссульга	12,4	1,3516
Югана	12,4	1,3515

Из табл. 22 следует, что наблюдаются значительные различия между испытываемыми сортами жимолости по содержанию растворимых сухих веществ у образцов, произрастающих в Томской области. Этот показатель варьирует в интервале 7,9–

13,0%. По содержанию растворимых сухих веществ (более 12%) выделяются сорта из ОГУП «Бакчарское» – Услава, Восторг, Уссульга, Югана и Томичка. Высокое содержание отмечено в образцах СибБС сортов Лазурная и Бархат, а также в сортах из СП «Северный сад» Камчадалка и Томичка.

Однако уровни растворимых сухих веществ сибирских сортов ниже, чем у сортов селекции Нижегородской ГСХА [Головунин, Зарницына, 2014], достигающих 17,7–17,8%, а также у сортов, произрастающих в Алтайском крае – Лазурная (16,50% – 2011 г.) и межвидового гибрида Берель (14,50% – 2011 г.) [Крысова и др., 2012].

Определяющим показателем для урожайности является масса плодов, так как за счет внедрения наиболее продуктивных сортов можно увеличить производство и потребление свежей продукции жимолости синей. Установлено, что наиболее крупными плодами (табл. 23) отличаются сорта – Бакчарский Великан, Восторг, Лавина, Стрежевчанка и Услава, средняя масса которых колеблется в интервале 1,7–1,9 г. У большинства сортов масса одной ягоды варьирует в интервале 1,1–1,6 г, но у сортов Лазурная, Нарымская, Селена масса плода составляет 0,8 г.

Сравнительный анализ массы ягод таких сортов, как Голубое Веретено, Элитная форма № 50, Память Силаеву и другие свидетельствует о значительном превышении массы ягод сибирских сортов – максимальные 1,7–1,9 г, тогда как масса плодов нижегородских сортов составила 1,2–1,4 г [Земцова и др., 2017], средний показатель массы плодов селекции ГНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина колебался от 0,44 до 1,05 г [Бочарова, 2008].

Таблица 23

Масса свежих и замороженных плодов сортов жимолости

Сорт жимолости	Масса 10 свежих плодов, г	Масса одного свежего плода, г	Масса 10 замороженных плодов, г	Масса одного замороженного плода, г
Бакчарский Великан	17,36	1,74	14,26	1,43
Бархат	9,55	0,96	8,02	0,80
Берель	10,02	1,00	9,60	0,96
Васюганская	8,50	0,85	8,11	0,81
Восторг	18,16	1,82	14,78	1,48
Золушка	10,67	1,07	9,17	0,92
Камчадалка	11,47	1,15	10,41	1,04
Лавина	18,64	1,86	16,84	1,68
Лазурная	7,57	0,76	5,90	0,59
Нарымская	7,62	0,76	6,64	0,66
Огненный Опал	11,79	1,18	9,43	0,94
Памяти Гидзюка	10,04	1,00	9,15	0,92
Парабельская	9,39	0,94	10,23	1,02
Роксана	13,70	1,37	9,98	1,00
Селена	8,18	0,82	6,71	0,67
Синий Утес	14,80	1,48	14,32	1,43
Стрежевчанка	17,32	1,73	14,85	1,49
Томичка	8,58	0,86	6,75	0,68
Томичка (Бакчар)	10,69	1,07	9,08	0,91
Услава	17,03	1,70	15,57	1,56
Уссульга	15,30	1,53	14,54	1,45
Югана	15,11	1,51	12,46	1,25

Следует отметить, что при хранении ягоды в течение 3 месяцев при температуре -18°C наблюдается общая тенденция к уменьшению массы ягод на 5–17%, по всей вероятности, вследствие потери влаги.

Анализ содержания органических кислот

Максимальное содержание органических кислот установлено в образцах СибБС – Берель (4,45%) и Селена (4,09%), наименьшее – в сорте Услава (1,04%) (рис. 30). Следует отметить, что для сортов из Бакчара свойственна меньшая кислотность (1,04–1,77%), чем для других. Для образцов СибБС кислотность варьирует от 1,66 до 4,45%, для образцов СП «Северный сад» – в интервале 2,03–3,32%.

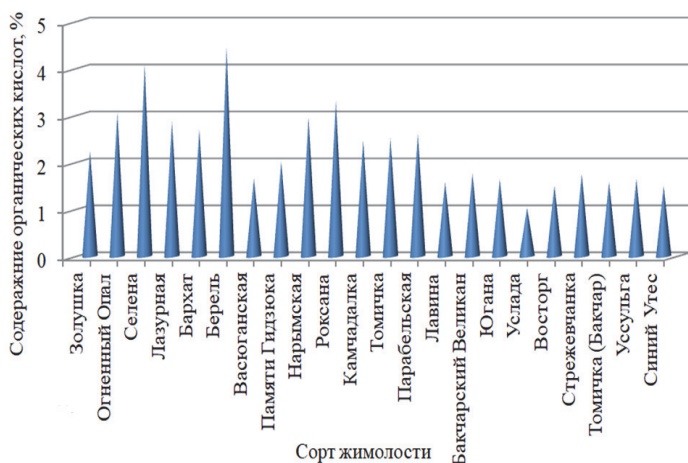


Рис. 30. Содержание органических кислот в сортах жимолости

Сравнение с литературными данными одноименных сортов жимолости (см. табл. 18) продемонстрировало, что показатель кислотности увеличивается в ряду сортов Бакчарский Великан, Памяти Гидзюка, Берель, однако, по всей вероятности, на него больше влияют условия произрастания. Так, в плодах сорта Берель в Томской области содержание органических кислот составляет 4,45%, тогда как в белгородском образце – 2,57, в сорте Золушка и Лазурная (Алтайский край) – кислотность 1,67 и 2,05% соответственно.

Подтверждением влияния условий произрастания на кислотность плодов жимолости является сравнение сорта Томичка, произрастающего в разных районах Томской области: в Бакчаре – 1,59% и в СибБС – 2,52%, хотя исходный материал один и тот же. Очевидно, что для вкусовых качеств плодов является благоприятным меньший показатель кислотности.

Анализ содержания редуцирующих сахаров

Известно, что, в плодах растений, выращиваемых в южных районах, где больше солнечных лучей и выше температура воздуха, сахаров в плодах больше, чем в плодах тех же сортов, выращенных в более северных районах.

Наибольшее содержание сахаров установлено в плодах жимолости сортов из Бакчара – Лавина (10,97%) и Уссульга (10,26%), средним уровнем характеризуются Огненный Опал, Югана, Услава, Памяти Гидзюка, Парабельская, Стрежевчанка, Золушка (7,71–7,02%).

Таблица 24

**Содержание редуцирующих сахаров в плодах жимолости
(по: [Крысова и др., 2012; Земцова и др., 2017])**

Сорт жимолости	Содержание сахаров, %	Сахарокислотный индекс
Бакчарский Великан	6,34	3,58
Бархат	6,59	2,43
Берель	5,26	1,18
Васюганская	4,90	2,95
Восторг	6,87	4,38
Золушка	7,02	3,12
Камчадалка	6,86	2,76
Лавина	10,97	6,90
Лазурная	6,37	2,22
Нарымская	6,66	2,24
Огненный Опал	7,71	2,51
Памяти Гидзюка	7,25	3,57
Парабельская	7,20	2,75
Роксана	5,84	1,76
Селена	4,07	1,0
Синий Утес	7,65	5,1
Стрежевчанка	7,12	4,05
Томичка	5,65	2,24
Томичка (Бакчар)	6,69	4,21
Услава	7,28	7,00
Уссульга	10,26	6,22
Югана	7,65	4,64

Сравнение уровней сахаров в плодах одноименных образцов жимолости СибБС и алтайских растений продемонстри-

ровало, что в плодах Алтая этот показатель выше в сорте Берель – 5,26 и 10,07%, тогда как плоды Золушки содержат примерно равное количество сахаров – 7,02 и 7,77% соответственно. Однако вкус плодов определяется не абсолютным содержанием сахаров и кислот, а отношением сахара к кислоте – сахарокислотным индексом.

Из данных табл. 24 следует, что сахарокислотный индекс выше в плодах жимолости из Бакчара и в зависимости от сорта варьирует в пределах 3,58–7,00. Максимальный показатель отмечен у сортов Услада, Лавина и Уссульга, минимальный – у образцов СиББС: Селена, Берель и Роксана. Диапазон изменчивости сахарокислотного индекса во всех исследованных сортах 1,18–7,00. В плодах алтайских растений одноименных сортов – Золушка, Берель, Памяти Гидзюка, Огненный Опал – этот показатель выше томских [Крысова и др., 2012, Земцова и др., 2017].

Органолептический анализ плодов жимолости

В табл. 25 приведены оценки вкусовых качеств исследованных сортов согласно pomологическим данным [Помология..., 2005]. В связи с тем что органолептические методы определяют значения показателей качества с помощью органов чувств, они имеют ряд недостатков: субъективизм оценки, относительное выражение ее результатов в безразмерных показателях, несопоставимость и недостаточная воспроизводимость результатов.

Таблица 25

Органолептический анализ плодов жимолости

Сорт жимолости	Вкус*	Оценка вкуса, баллы*	Дегустационная оценка вкуса
Бакчарский Великан	Кисло-сладкий	4,8	Кисло-сладкий
Бархат	Кисло-сладкий с горчинкой, без аромата	4,5	Кисло-сладкий с горчью
Берель	Кисло-сладкий с легкой горчинкой, с ароматом	4,5	Кисло-сладкий
Васюганская	Кисло-сладкий	4,8	Кисло-сладкий
Восторг	—	—	Сладкий
Золушка	Кисло-сладкий с земляничным ароматом	4,8–5,0	Сладкий
Камчадалка	Кисло-сладкий	4,7	Кисло-сладкий
Лавина	—	—	Кисло-сладкий
Лазурная	Кисло-сладкий, нежный, с ароматом черники	4,5	Кисло-сладкий
Нарымская	Кисло-сладкий со слабым ароматом	4,6	Сладкий
Огненный Опал	Кисло-сладкий с горчинкой, с ароматом	4,5	Слабо-сладкий с легкой горчинкой
Памяти Гидзюка	Кисло-сладкий	4,8	Сладкий
Парабельская	Десертный, кисло-сладкий с земляничным ароматом	4,8	Кисло-сладкий
Роксана	Кисло-сладкий, без горечи	4,5	Кисло-сладкий со слабым ароматом
Селена	Кисло-сладкий с легкой горчинкой	3,8	Кислый с горечью
Синий Утес	—	—	Сладкий
Стрежевчанка	—	—	Кисло-сладкий
Томишка	Кисло-сладкий	4,0	Кисло-сладкий
Томишка (Бакчар)	—	—	Кисло-сладкий
Улада	—	—	Кисло-сладкий
Уссульга	—	—	Сладкий
Югана	—	—	Сладкий

* – литературные данные [Помология..., 2005]; «–» – данные отсутствуют.

При оценке вкуса определяют запах и устанавливают его типичность для данного вида плодов, а также наличие посторонних привкусов и запахов. Как правило, органолептическую оценку дают подготовленные специалисты.

Таким образом, изученные и продегустированные сорта жимолости обладали по большей части кисло-сладким вкусом, более сладкими оказались сорта Золушка, Памяти Гидзюка, Нарымская, Югана, Восторг, Уссульга, Синий Утес. Горечь присутствовала в сортах Огненный Опал, Селена и Бархат.

Однако полезность плодов определяется главным образом составом и содержанием компонентов.

Анализ состава и содержания антоцианов

Ценность плодов жимолости определяется содержанием не только витаминов, сахаров, но и продуктов вторичного метаболизма – флавоноидов, в том числе антоцианов. Эти фенольные гликозиды определяют окраску плодов и их биологическую ценность. Известно, что эти пигменты обладают высокой антиоксидантной активностью [Дейнека и др., 2003, 2011; Чулков и др., 2011; Колбас и др., 2012; Крысова и др., 2012], противовоспалительными, антимикробными, гепатопротекторными свойствами [Макаревич и др., 2009; Колбас и др., 2012].

Из литературных данных [Чулков и др., 2011] известно, что основными компонентами комплекса антоцианов являются цианидин 3-глюкозид, цианидин 3-рутинозид, пеларгонидин 3-глюкозид, пенидин 3-глюкозид, цианидин 3,5-диглюкозид.

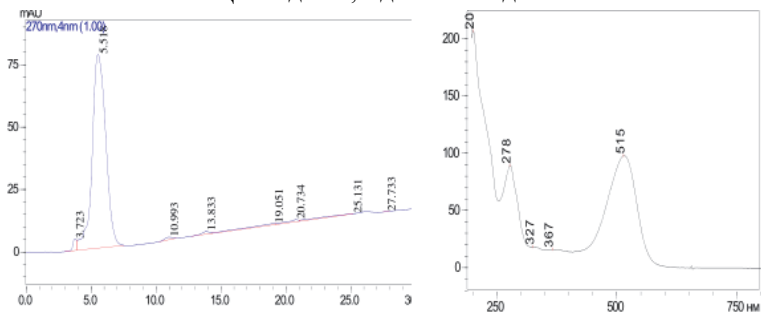
По химическому составу антоцианы являются гликозидами – веществами, молекулы которых состоят из неуглеводной части (агликона) и углеводного остатка. Вещества являются вторичными метаболитами флавоноидной природы. Накопленный к настоящему времени багаж знаний об антоциановых соединениях открыл неисчерпаемые возможности для создания декоративных растений с необычной окраской, а также культурных видов растений с повышенным содержанием антоциановых пигментов. Разнообразие антоцианов обусловлено количеством гидроксильных групп, природой и количеством присоединенных к молекуле сахаров, положением гликозилирования, природой и количеством алифатических или ароматических кислот, присоединенных к сахарам.

При всем огромном многообразии антоциановые соединения – производные лишь шести основных антоцианидинов: пеларгонидина, цианидина, пеонидина, дельфинидина, петунидина и мальвидина, которые отличаются боковыми радикалами.

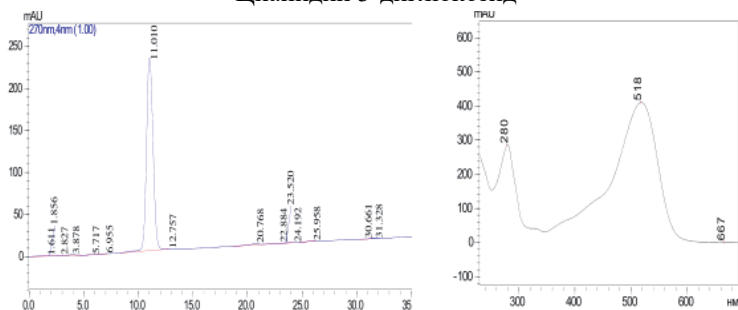
Для идентификации состава антоцианов в экстрактах жимолости получены хроматограммы стандартов антоцианов, определены хроматографические характеристики в указанной хроматографической системе (рис. 31, табл. 26).

Анализ состава антоцианов и содержания отдельных компонентов проводили методом ВЭЖХ путем сравнения времен удерживания компонентов исследуемых образцов и спектров поглощения стандартов. Именно поэтому необходимым условием хроматографических исследований является наличие стандартов разделяемых веществ.

Цианидин 3,5-диглюкозид



Цианидин 3-диглюкозид



Пеларгонидин 3-диглюкозид

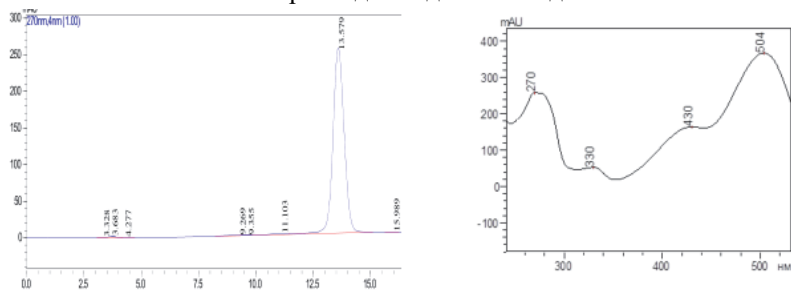


Рис. 31. ВЭЖХ и УФ-спектры стандартов антоцианов

Таблица 26

Хроматографические характеристики стандартов антоцианов

Антоциан	Время удержива- ния, мин	Максимумы поглощения, нм
Цианидин 3,5-диглюкозид	5,518	278, 515
Цианидин 3-рутинозид	10,943	281, 520
Цианидин 3-глюкозид	11,010	280, 518
Пеларгонидин 3-глюкозид	13,579	270, 504
Пеонидин 3-глюкозид	13,970	280, 518

Максимумы поглощения обусловлены особенностями структуры антоцианов.

*Определение состава и содержания
индивидуальных антоцианов в экстрактах плодов
жимолости методом ВЭЖХ*

Преимуществом хроматографического метода является получение дополнительной информации по составу и содержанию индивидуальных соединений комплекса антоцианов.

По содержанию антоцианов плоды жимолости оказались довольно богатыми источниками, поскольку считается, что уровень 300–400 мг на 100 г свежих плодов относится к высоким концентрациям [Дейнека и др., 2011; Чулков и др., 2011]. Уровни накопления антоцианов в плодах жимолости выше уровня в плодах черной смородины, что способствует отнесению их к ценным источникам природных пигментов.

Как следует из хроматограмм (рис. 32), в этанольных экстрактах плодов жимолости всех изученных сортов обнаружены цианидин 3,5-диглюкозид, цианидин 3-глюкозид, в

большинстве образцов – пеонидин 3-глюкозид, в некоторых пеларгонидин 3-глюкозид. Цианидин 3-рутинозид, присутствующий в сортах жимолости западных регионов [Дейнека и др., 2014; Чулков и др., 2011; Ochmian, Grajkowski, Skurpien, 2010], не выявлен ни в одном из сибирских образцов. По всей вероятности, этот минорный антоциан не синтезируется в более суровых условиях Западной Сибири.

Мажорным компонентом экстрактов плодов всех изученных сортов является цианидин 3-глюкозид. Сообщалось [Чулков и др., 2011], что уровень этого антоциана варьирует в интервале 75–91% в белгородских образцах.

Кроме того, во многих изучаемых образцах выявлены соединения цианидиновой природы с временами удерживания 8,067 и 12,164 мин и максимумами поглощения, идентичными антоцианам 275–288 и 518–519 нм, которые не удалось идентифицировать ввиду отсутствия соответствующих стандартов (рис. 33).

Согласно данным табл. 27, общее содержание идентифицированных антоцианов в сортах варьирует в интервале 301–843 мг/100 г свежих плодов. При этом цианидин 3-глюкозид составляет от 64,0 до 84,9% от общего комплекса антоцианов (табл. 28).

Максимальное суммарное содержание антоцианов наблюдается в сорте Томичка – 843 мг/100 г, высокое – от 641 до 514, в сортах Васюганская, Томичка (Бакчар), Парабельская, Памяти Гидзюка, Камчадалка.

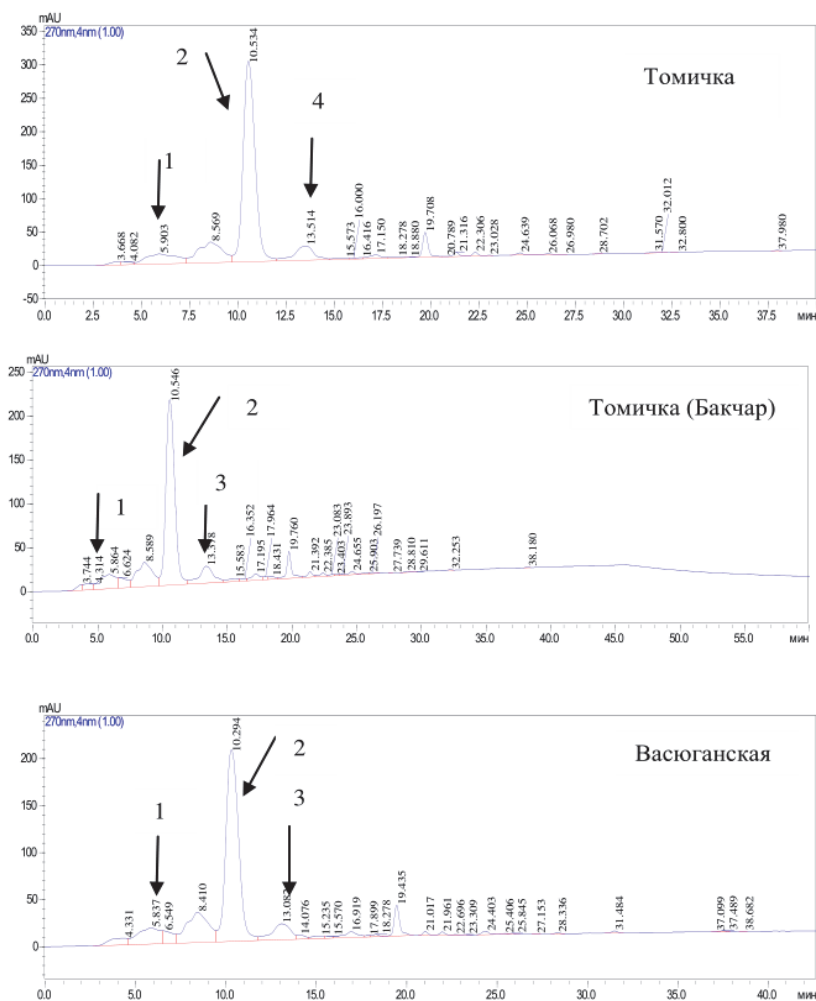


Рис. 32. Хроматограммы этанольных экстрактов плодов жимолости:
 1 – Cy 3,5-dGly (цианидин 3,5-диглюкозид); 2 – Cy 3-Glu (цианидин 3-глюкозид); 3 – Pg 3-Glu (пеларгонидин 3-глюкозид); 4 – Pn 3-Glu (пеонидин 3-глюкозид)

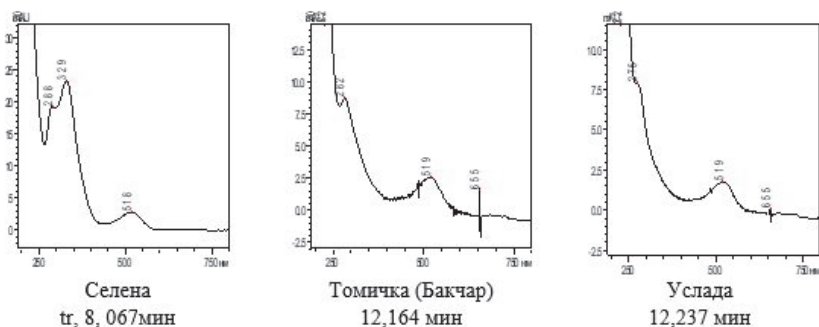


Рис. 33. УФ-спектры неидентифицированных антоцианов

Как показал анализ данных (табл. 27), сортовое варьирование по содержанию антоцианов очень велико [Зибарева и др., 2022].

Наименьший уровень этого показателя определен в плодах сорта Бархат – 199 мг/100 г. Наибольшее содержание мажорного компонента – цианидин 3-глюкозида, отмечено в плодах сорта Томичка 642 мг/100 г и высокое – в сортах Васюганская, Томичка (Бакчар), Парабельская.

Следует подчеркнуть, что во всех образцах, за исключением плодов Уссульга, присутствует самый полярный компонент – цианидин 3,5-диглюкозид, время удерживания которого – 5,518 мин, значения его колеблются в интервале от 38 (Услава) до 130 мг/100 г (Селена).

Интересным является факт альтернативного присутствия в образцах плодов жимолости глюкозидов пеонидина либо пелларгонидина. Отличие в структуре этих двух антоцианов заключается в наличии метокси-группы $-OCH_3$ в кольце В агликона пеонидина.

Таблица 27

Содержание антоцианов в свежих плодах жимолости (метод ВЭЖХ)

Сорт	Содержание, мг/100 г сырого сырья					Сумма
	Cy 3,5-dGly	Cy 3-Rut	Cy 3-Glu	Pg 3-Glu	Pn 3-Glu	
Бакчарский Великан	65	–	388	–	14	467
Бархат	50	–	149	–	–	199
Берель	113	–	356	–	28	497
Васюганская	100	–	471	70	–	641
Восторг	46	–	286	–	28	360
Золушка	65	–	209	–	27	301
Камчадалка	106	–	382	–	26	514
Лавина	49	–	345	–	42	436
Лазурная	89	–	307	–	32	428
Нарымская	61	–	275	42	–	378
Огненный Опал	84	–	201	–	19	304
Памяти Гидзюка	110	–	388	–	46	544
Парабельская	112	–	414	64	–	590
Роксана	45	–	187	–	18	250
Селена	130	–	281	–	28	439
Синий Утес	54	–	327	–	43	424
Стрежевчанка	62	–	360	–	37	459
Томичка	117	–	642	–	84	843
Томичка (Бакчар)	86	–	436	78	–	600
Услава	38	–	227	–	31	296
Уссульга	–	–	316	–	56	372
Югана	85	–	268	–	21	374

Примечание. Cy 3,5-dGly – цианидин 3,5-диглюкозид; Cy 3-Rut – цианидин 3-рутинозид; Cy 3-Glu – цианидин 3-глюкозид; Pg 3-Glu – пеларгонидин 3-глюкозид; Pn 3-Glu – пеонидин 3-глюкозид; «–» – отсутствие антоциана; Сумма – общее содержание идентифицированных антоцианов.

В табл. 28 приведены данные процентного содержания компонентов в комплексе антоцианов (ВЭЖХ).

Таблица 28

Соотношение антоцианов в свежих плодах жимолости

Сорт	Содержание антоцианов, %				
	Cy 3,5-dGly	Cy 3-Rut	Cy 3-Glu	Pg 3-Glu	Pn 3-Glu
Бакчарский Великан	13,9	—	83,1	—	3,0
Бархат	25,1	—	74,9	—	—
Берель	22,7	—	71,6	—	5,7
Васюганская	15,6	—	73,5	10,9	—
Восторг	12,8	—	79,4	—	7,8
Золушка	21,6	—	69,4	—	9,0
Камчадалка	20,6	—	74,3	—	5,1
Лавина	11,3	—	79,1	—	9,6
Лазурная	20,8	—	71,7	—	7,5
Нарымская	16,1	—	72,7	11,1	—
Огненный Опол	27,6	—	66,1	—	6,3
Памяти Гидзюка	20,2	—	71,3	—	8,5
Парабельская	19,0	—	70,16	10,8	—
Роксана	18,0	—	74,8	—	7,2
Селена	29,6	—	64,0	—	6,4
Синий Утес	12,7	—	77,1	—	10,1
Стрежевчанка	13,5	—	78,4	—	8,1
Томичка	13,8	—	76,2	—	10,0
Томичка (Бакчар)	14,3	—	72,7	13,0	—
Улада	12,8	—	76,7	—	10,5
Уссульга	—	—	84,9	—	15,1
Югана	22,7	—	71,7	—	5,6

Сравнительный анализ содержания антоцианов в каждом сорте жимолости показал, что соотношения компонентов раз-

ные и вклад каждого в комплекс уменьшается в ряду: цианидин 3-глюкозид, цианидин 3,5-ди-глюкозид, пеларгонидин 3-глюкозид, пеонидин 3-глюкозид.

В сортах Белгородской области общее содержание антоцианов варьирует в пределах 131–450 мг/100 г, в одноименных сортах Томичка содержится 188, Камчадалка – 225, Золушка – 292 мг/100 г [Чулков и др., 2011]. В томских образцах этот уровень значительно выше – 843, 514 и 301 мг/100 г соответственно. Соотношение между компонентами в сорте Томичка следующее: цианидин 3-глюкозид : пеонидин 3-глюкозид : цианидин 3,5-диглюкозид : пеларгонидин 3-глюкозид : цианидин 3-рутинозид относятся как 86,5 : 4,6 : 4,2 : 3,3 : 1,1 [Чулков и др., 2011]. Содержание цианидин 3-рутинозида самое низкое, возможно этим объясняется тот факт, что в сибирских образцах он не синтезируется. В томском одноименном сорте доля каждого компонента в комплексе антоцианов уменьшается в ряду цианидин 3-глюкозид, цианидин 3,5-диглюкозид, пеонидин 3-глюкозид и составляет 76,2, 13,8, 10,0% соответственно.

Анализ содержания антоцианов спектрофотометрическим методом

УФ спектры экстрактов плодов жимолости голубой представлен на рис. 34. Максимум поглощения антоциановых пигментов в растворе с добавлением HCl находится в диапазоне 510–512 нм в зависимости от числа и положения функцио-

нальных гидрокси- или метокси-групп в структуре антоциановых комплексов. Положение максимума поглощения для всех исследованных образцов жимолости оказалось одним и тем же, что свидетельствует о постоянстве видового состава антоцианов, а также о том, что структуры антоцианов построены на цианидиновой основе, это подтверждено анализом ВЭЖХ (табл. 29).

Обзор литературы показал, что существует несколько методик определения содержания антоцианов. Большинство исследователей используют спектрофотометрический метод, благодаря которому определяется сумма антоцианов [Ершова, 2016; Шиповника плоды..., 2018].

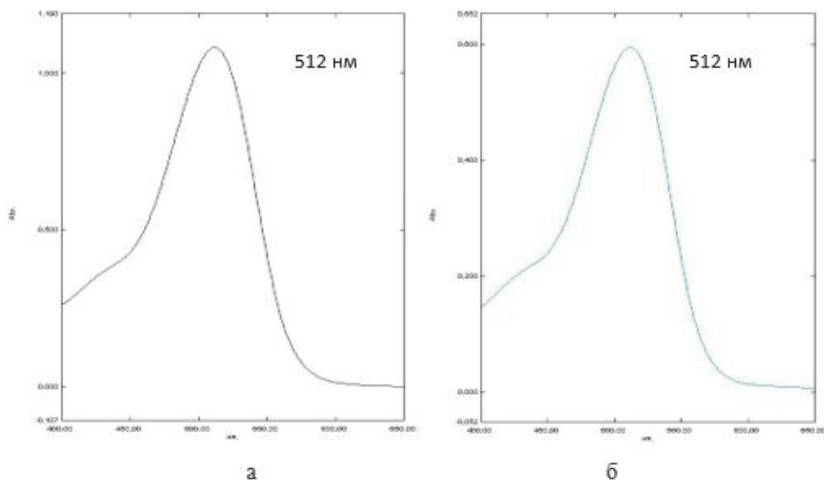


Рис. 34. Электронный спектр этанольного экстракта антоцианов свежих и замороженных плодов жимолости сорта Берель:
а – свежие плоды; б – замороженные плоды

Таблица 29

Содержание антоцианов в свежих плодах жимолости при использовании различных экстрагентов, мг/100 г свежих плодов

Сорт жимолости	Этиловый спирт 95%-ный	0,5 н·НСl
Бакчарский Великан	489	305
Васюганская	732	718
Восторг	408	324
Лазурная	459	276
Огненный Опал	295	277
Памяти Гидзюка	510	344
Селена	439	333
Томичка (Бакчар)	640	567
Югана	384	372

При этом одни исследователи используют для извлечения антоцианов из сырья в качестве экстрагента водные растворы HCl, другие – 95%-ный этиловый спирт с добавлением HCl в процессе анализа. В настоящее время для изучения состава антоцианов все активнее используют метод высокоэффективной жидкостной хроматографии [Дейнека и др., 2003, 2009, 2011, 2014; Чулков и др., 2011], применение которого предполагает наличие дорогостоящего оборудования и стандартов всех детектируемых антоцианов в изучаемых объектах исследования.

Поскольку сравнение методик рациональнее проводить на одних образцах в одной и той же лаборатории, чтобы исключить межлабораторные вариации, предпринято исследование по изучению влияния разных экстрагентов на степень извлечения антоцианов из плодов жимолости.

Из данных табл. 29 следует, что наиболее полное извлечение антоцианов происходит 95%-ным этиловым спиртом. Однако при этом расходуются большие объемы этилового спирта, примерно по 70–100 мл на экстракцию одного образца.

Дальнейшее изучение состава и содержания антоцианов в плодах жимолости проводили в спиртовых экстрактах.

Наблюдается хорошее совпадение результатов (табл. 30) при определении содержания антоцианов обоими методами – спектрофотометрическим и ВЭЖХ. Следует заметить, что значения, полученные спектрофотометрическим методом, несколько выше, что, вероятно, обусловлено тем, что хроматографическим методом определена сумма только четырех антоцианов, идентифицированных по стандартам, без учета ряда минорных неидентифицированных соединений с аналогичными спектрами поглощения (рис. 31), тогда как другим спектрофотометрическим методом – суммарное содержание всех антоцианов.

Максимальная концентрация антоцианов (879 мг/100 г и 843) (спектрофотометрическим методом) определена в плодах сорта Томичка (методом ВЭЖХ), средним значением (495–732 мг/100 г) характеризуются плоды сортов Васюганская, Томичка (Бакчар), Парабельская, Памяти Гидзюка, Камчадалка и Берель. Низкими концентрациями антоцианов (223–295 мг/100 г) отличаются сорта Бархат, Роксана, Огненный Опал, Золушка, Услада.

Таблица 30

**Суммарное содержание антоцианов в этанольных экстрактах
свежих плодов жимолости**

Сорт жимолости	Содержание антоцианов в свежих плодах, мг/100 г	
	Спектрофотометрический метод	ВЭЖХ
Бакчарский Великан	489	467
Бархат	223	199
Берель	495	497
Васюганская	732	641
Восторг	408	360
Золушка	313	301
Камчадалка	537	514
Лавина	540	436
Лазурная	459	428
Нарымская	402	378
Огненный Опал	295	304
Памяти Гидзюка	510	544
Парабельская	630	590
Роксана	249	250
Селена	439	439
Синий Утес	466	424
Стрежевчанка	513	459
Томичка	879	843
Томичка (Бакчар)	640	600
Улада	317	296
Уссульга	463	372
Югана	384	374

Таким образом, в условиях Томской области в плодах жимолости установлено большое варьирование следующих биохимических признаков: общая кислотность (1,04–4,45%), сумма сахаров (4,07–10,97%), сахарокислотный индекс (1,00–7,00), витамин С (0,14–0,40%), сухих растворимых веществ

(7,9–13,0%). Определены сорта с высоким содержанием антоцианов: Томичка (Северный сад), Васюганская, Томичка (Бакчар), Парабельская. В плодах образцов СибБС уровни антоцианов составили от 301 до 497, Северный сад – 250–843, Бакчарское – 296–600 мг/100 г. Плоды одного и того же сорта Томичка из разных мест сбора – Северный сад и Бакчарское, содержали 843 и 600 мг/100 г антоцианов.

3.3. Содержание химических компонентов в замороженных плодах жимолости

Жимолость как перспективная ягодная культура ценится за довольно высокую зимостойкость, сверхранний (на 10–12 дней раньше земляники) срок созревания плодов, способность восполнять недостаток витаминов и биологически активных веществ в питании человека с конца мая до конца июня. Однако срок поступления свежих ягод жимолости довольно ограничен и находится в пределах одного месяца. Хранить плоды в свежем виде возможно не более 8 дней [Бочарова, 2008]. Поэтому актуальной проблемой является отработка способов сохранения этой ценной ягодной продукции в течение длительного времени в виде продуктов переработки при минимальных потерях биологически активных веществ.

Следует отметить, что содержание витаминов, антоцианов в продуктах переработки – компоты, джемы, варенье – резко снижается [Бочарова, 2008], аналогичная тенденция к снижению полезных компонентов ягоды наблюдается и при их сушке. В связи с вышесказанным актуальным является поиск

другого способа сохранения полезности плодов жимолости. В настоящем исследовании предпринята попытка использовать способ замораживания плодов жимолости сразу после их сбора. Для этого проведено изучение содержания основных полезных компонентов плодов – антоцианов и витамина С после трехмесячного хранения при температуре -18°C .

*Определение состава и содержания индивидуальных
антоцианов в замороженных плодах жимолости
методом ВЭЖХ*

Сравнение этанольных экстрактов свежих и замороженных плодов показало, что состав антоцианов в одних сортах не меняется, как это видно на примере сортов Лавина, Памяти Гидзюка, Лазурная, Берель и др.

Однако в экстрактах плодов некоторых сортов в процессе хранения при низкой температуре обнаружены цианидины, не выявленные в экстрактах свежих плодов. Так, в экстрактах замороженных плодов сортов Томичка, Камчадалка, Селена наряду с пеонидин 3-глюкозидом выявлен пеларгонидин 3-глюкозид, тогда как в свежих плодах – нет (табл. 31). В экстрактах сортов Томичка (Бакчар), Васюганская, Нарымская, Парабельская наряду с пеларгонидин 3-глюкозидом детектировали пеонидин 3-глюкозид только в замороженных плодах. Время удерживания на хроматограммах этих двух антоцианов близки $tr = 13,579$ и $tr = 13,970$ мин, тогда как спектры поглощения с двумя максимумами сильно отличаются – пеларгони-

дин 3-глюкозид имеет λ_{max} 270 и 504 нм, а пеонидин 3-глюкозид – 280 и 519 нм, вследствие чего их можно достаточно безошибочно идентифицировать.

В замороженных плодах сорта Уссульга установлено присутствие цианидин 3,5-диглюкозида, тогда как в свежих плодах он не обнаружен.

Таблица 31

Сравнение состава и содержания антоцианов в свежих и замороженных плодах жимолости, мг/100 г

Сорт	Цианидин 3,5-диглюко- зид	Цианидин 3-глюкозид	Пеларгонидин 3-глюкозид	Пеонидин 3-глюкозид
Васюганская	100	471	70	–
Васюганская*	90	490	40	23
Камчадалка	106	382	–	26
Камчадалка*	91	429	15	13
Нарымская	61	275	42	–
Нарымская*	81	435	49	16
Парабельская	112	414	64	–
Парабельская*	95	438	17	20
Селена	130	281	–	28
Селена*	136	394	15	27
Томичка	117	642	–	84
Томичка*	74	646	21	37
Томичка (Бакчар)	86	436	78	–
Томичка (Бакчар)*	121	592	24	28
Уссульга	–	316	–	56
Уссульга*	98	440	–	55

* – здесь и в табл. 32 образцы после замораживания.

Следует отметить, что если в свежих плодах жимолости наблюдали альтернативное присутствие пеларгонидин 3-глюкозида и пеонидин 3-глюкозида, то в 8 замороженных образцах сортов Томичка (Бакчар), Томичка (Северный сад), Васюганская, Камчадалка, Нарымская, Парабельская и Селена обнаружено их одновременное присутствие. Вследствие дополнительного образования антоциана в замороженных образцах (табл. 32) происходит изменение соотношения между компонентами.

Таблица 32

**Сравнение соотношения антоцианов в свежих
и замороженных плодах жимолости, %**

Сорт	Цианидин 3,5-диглюко- зид	Цианидин 3-глюкозид	Пеларгонидин 3-глюкозид	Пеонидин 3-глюкозид
Васюганская	15,6	73,5	10,9	—
Васюганская*	14,0	76,1	6,2	3,6
Камчадалка	20,6	74,3	—	5,1
Камчадалка*	16,6	78,2	2,7	2,4
Нарымская	16,1	72,7	11,1	—
Нарымская*	13,9	74,8	8,4	2,8
Парабельская	19,0	70,16	10,8	—
Парабельская*	16,7	76,8	3,0	3,5
Селена	29,6	64,0	—	6,4
Селена*	23,7	68,8	2,6	4,7
Томичка	13,8	76,2	—	10,0
Томичка*	9,5	83,0	2,7	4,8
Томичка (Бакчар)	14,3	72,7	13,0	—
Томичка (Бакчар)*	15,8	77,4	3,1	3,7
Уссульга	—	84,9	—	15,1
Уссульга*	16,5	74,2	—	9,3

Известно, что антоцианы могут либо постоянно присутствовать в клетке, либо появляться на некоторое время на определенной стадии развития растений или при стрессе.

Последнее обстоятельство навело ученых на мысль, что данные соединения нужны не только для окраски цветов и плодов, для привлечения насекомых-опылителей и распространителей семян, но и для борьбы с различными типами стрессов [Kovnich et al., 2015].

По всей вероятности, появление новых антоцианов – следствие определенных видов стресса, каковыми являются сбор урожая и хранение при низкой температуре [Зибарева и др., 2022].

Из табл. 33 видно, что при замораживании в ягодах жимолости уровни антоцианов сохраняются в таких сортах, как Васюганская, Камчадалка, Парабельская, либо увеличиваются в сортах Берель, Нарымская, Роксана, Стрежевчанка, Томичка (Бакчар) и др. Это возможно объясняется тем, что в процессе хранения плоды жимолости большинства сортов теряют массу за счет потери влаги (см. табл. 22, 34), в результате чего содержание антоцианов возрастает в пересчете на «обезвоженную» массу ягод.

Важно отметить тот факт, что уровень антоцианов сохраняется при хранении плодов жимолости в течение 3 месяцев при температуре -18°C .

Таблица 33

Содержание антоцианов в замороженных плодах жимолости (ВЭЖХ)

Сорт	Содержание, мг/100 г замороженного сырья					
	Cy 3,5-dGly	Cy 3-Rut	Cy 3-Glu	Pg 3-Glu	Pn 3-Glu	Сумма
Бакчарский Великан	55	–	487	–	31	419
Бархат	48	–	127	–	–	175
Берель	107	–	465	–	37	609
Васюганская	90	–	491	40	23	644
Восторг	68	–	331	–	18	417
Золушка	68	–	263	–	24	355
Камчадалка	91	–	429	15	13	548
Лавина	65	–	396	–	28	489
Лазурная	85	–	365	–	33	483
Нарымская	81	–	435	49	16	581
Огненный Опол	60	–	183	–	10	253
Памяти Гидзюка	101	–	465	–	28	594
Парабельская	95	–	438	17	20	570
Роксана	72	–	347	–	25	444
Селена	136	–	394	15	27	572
Синий Утес	70	–	387	–	34	491
Стрежевчанка	100	–	525	–	22	647
Томишка	74	–	646	21	37	778
Томишка (Бакчар)	121	–	592	24	28	765
Улада	49	–	311	–	16	376
Уссульга	98	–	440	–	56	594
Югана	62	–	349	–	8	419

Таблица 34

**Сравнение влажности и сухого вещества
в свежих и замороженных плодах**

Сорт	Влажность в свежих плодах, %	Сухое вещество в свежих плодах, %	Влажность в заморож. плодах, %	Сухое вещество в заморож. плодах, %
Бакчарский Великан	82,6	17,4	79,8	20,2
Бархат	82,5	17,5	84,5	15,5
Берель	80,5	19,5	85,2	14,8
Васюганская	81,1	18,9	79,8	20,2
Восторг	83,5	16,5	84,4	15,6
Золушка	84,0	16	84,1	15,9
Камчадалка	82,9	17,1	80,1	19,9
Лавина	79,6	20,4	79,2	20,8
Лазурная	81,9	18,1	81,8	18,2
Нарымская	84,4	15,6	81,9	18,1
Огненный Опол	81,9	18,1	84,1	15,9
Памяти Гидзюка	82,3	17,7	81,5	18,5
Парабельская	81,6	18,4	81,3	18,7
Роксана	82,3	17,7	80,6	19,4
Селена	84,6	15,4	86,5	13,5
Синий Утес	81,6	18,4	82,0	18,0
Стрежевчанка	83,6	16,4	84,6	15,3
Томичка	85,1	14,9	78,2	21,8
Томичка (Бакчар)	81,9	18,1	84,4	15,6
Услада	84,6	15,4	83,9	16,1
Уссульга	77	23	79,3	20,7
Югана	81,2	18,8	79,3	20,7

*Определение общего содержания антоцианов
спектрофотометрическим методом
в замороженных плодах жимолости*

Аналогично, как в свежих плодах, проведено определение суммарного содержания антоцианов спектрофотометрическим методом и методом ВЭЖХ, данные сравнительного анализа, проведенного разными методами, приведены в табл. 35.

Таблица 35

**Сравнение уровней антоцианов в свежих и замороженных плодах
жимолости, мг/100 г плодов**

Сорт	Спектрофотометрический метод		Метод ВЭЖХ	
	Свежие плоды	Замороженные плоды	Свежие плоды	Замороженные плоды
Бакчарский Великан	489	566	467	419
Бархат	223	273	199	175
Берель	495	570	497	609
Васюганская	732	663	641	644
Восторг	408	416	360	417
Золушка	313	403	301	355
Камчадалка	537	651	514	548
Лавина	540	574	436	489
Лазурная	459	455	428	483
Нарымская	402	474	378	581
Огненный Опал	295	286	304	253
Памяти Гидзюка	510	691	544	594
Парабельская	630	534	590	570
Роксана	249	495	250	444
Селена	439	423	439	572

Окончание табл. 35

Сорт	Спектрофотометрический метод		Метод ВЭЖХ	
	Свежие плоды	Замороженные плоды	Свежие плоды	Замороженные плоды
Синий Утес	466	514	424	491
Стрежевчанка	513	672	459	647
Томичка	879	748	843	778
Томичка (Бакчар)	640	769	600	765
Услава	317	420	296	376
Уссульга	463	591	372	594
Югана	384	494	374	419

Сравнение содержания антоцианов в этанольных экстрактах плодов различных сортов жимолости, определенное разными методами, показало, что:

- уровни антоцианов большинства сибирских сортов высокие, превышают образцы других регионов;
- пределы вариаций содержания антоцианов в свежих ягодах жимолости в зависимости от сорта – от 199 до 843 (ВЭЖХ) и 223–879 мг/100 г (спектрофотометрический метод);
- максимальными уровнями антоцианов отличаются сорта Томичка, Томичка (Бакчар), Васюганская, Парабельская, Камчадалка, Памяти Гидзюка;
- способ замораживания плодов жимолости при температуре -18°C (бытовой холодильник) обеспечивает сохранение уровней антоцианов, при этом наблюдается даже некоторое их увеличение за счет обезвоживания плодов.

*Анализ содержания аскорбиновой кислоты
в замороженных плодах жимолости*

Установлена следующая закономерность: наибольшие потери витамина С наблюдаются, как правило, в первые 3 месяца хранения и могут достигать 50% в зависимости от вида растительной продукции и конечной температуры замораживания. В дальнейшем скорость распада витамина С снижается. К концу хранения потери могут доходить до 70–85% [Степанова и др., 2014]. Интерес представляло оценить уровни витамина С в плодах жимолости после трехмесячного хранения при низкой температуре.

Сравнительный анализ полученных данных (см. табл. 21, 36) свидетельствует об уменьшении содержания витамина С в замороженных плодах жимолости после 3 месяцев хранения при низких температурах (на 19–40%). Результаты подтверждают известную информацию для других культур [Степанова и др., 2014].

Таблица 36

Содержание витамина С в замороженных плодах жимолости

Сорт	Содержание витамина С, %
Бакчарский Великан	0,086
Бархат	0,163
Берель	0,176
Васюганская	0,150
Восторг	0,118
Золушка	0,261
Камчадалка	0,183

Окончание табл. 36

Сорт	Содержание витамина С, %
Лавина	0,164
Лазурная	0,275
Нарымская	0,191
Огненный Опал	0,137
Памяти Гидзюка	0,225
Парабельская	0,196
Роксана	0,200
Селена	0,126
Синий Утес	0,184
Стрежевчанка	0,240
Томичка	0,260
Томичка (Бакчар)	0,184
Услава	0,142
Уссульга	0,150
Югана	0,135

Из литературы известно, что витамин С является лабильным соединением. Основные факторы, которые влияют на степень и скорость изменения витаминов, – действие света и кислорода воздуха, температура хранения и обработки, реакция среды, взаимодействие витаминов с ионами металлов и др. Витамин С под действием кислорода необратимо окисляется до неактивных веществ. Уже через 2–3 месяца хранения в большинстве растительных продуктов витамин С наполовину разрушается [Степанова и др., 2014].

На основе полученных данных по ряду химических показателей в табл. 37 приведем биохимическую модель сортов жимолости в условиях Томской области:

Таблица 37

**Биохимическая модель сортов жимолости
в условиях Томской области (2019 г.)**

Химический состав ягод	Сорт	
	Среднее значение	Пределы значений в зависимости от сорта
Сухие вещества, %	16,9	15,6–23,0
Растворимые вещества, %	10,9	7,9–13,0
Сумма сахаров, %	6,9	4,90–11,0
Титруемая кислотность, %	2,3	1,0–4,5
Аскорбиновая кислота, %	0,256	0,141–0,399
Антоцианы, мг%	441,6 (ВЭЖХ) 471,9 (спектрофотометр)	199–843 (ВЭЖХ) 223–879 (спектрофотометр)
Флавонолы, мг%	–	0,01–0,04% (10–40 мг%)
Сахарокислотный индекс	3,5	1,0–7,0
Средняя масса свежего плода, г	1,3	0,7–1,8
Средняя масса замороженного плода, г	1,1	0,6–1,7

– для потребления в пищу и переработки плодов жимолости рекомендуются сорта с высокими уровнями сухих веществ, растворимых веществ, сахаров, средней массы свежей ягоды, сахарокислотным индексом и низким уровнем органических кислот: Лавина, Уссульга, Услада, Восторг;

– с целью снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний и их профилактики рекомендуются сорта с большим со-

держанием антоцианов, обладающих антиоксидантным действием: Бакчарский Великан, Васюганская, Камчадалка, Лавина, Памяти Гидзюка, Парабельская, Стрежевчанка, Томичка, Томичка (Бакчар);

– для более длительного хранения и сохранности полезных веществ рекомендуется замораживание плодов жимолости после сбора урожая.

3.4. Биохимический состав листьев жимолости

По данным ряда исследователей, показано наличие в листьях жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.), естественно произрастающей в природных популяциях и при интродукции, различных классов биологически активных соединений, накопление данных веществ зависит от биологических особенностей культуры, а также от почвенно-климатических условий выращивания.

Исследованиями И.Г. Боярских с соавт. [2015, 2016, 2018] установлено, что в природных популяциях Горного Алтая в листьях *L. caerulea* значительные различия в уровнях накопления макро- и микроэлементов в ассимиляционных органах растений объясняются высокой неоднородностью геологической среды, связанной с тектонической активностью этой горной системы и различными рудопроявлениями, обеспечивающими формирование специфических геохимических зон, а также различными гидротермическими условиями. Наибольшее влияние на биосинтез отдельных классов флавоноидов

оказывают микроэлементы, которые наиболее интенсивно поглощаются жимолостью синей, – Cu, Ni и Zn. На увеличение содержания гидроксикоричных кислот в органах *L. caerulea* достоверно влияют аномально высокие концентрации Fe.

В листьях и побегах растений природной популяции *L. caerulea* subsp. *pallasii* южно-таежной подзоны Западно-Сибирской равнины в связи с содержанием в них микро- и макроэлементов, составом и свойствами почв и погодными условиями вегетационного периода установлено, что при увеличении насыщенности почв основаниями происходило усиление биосинтеза гидроксикоричных кислот и флавонолов, связанное достоверными отрицательными корреляциями с концентрацией K, Ca, Na, Cu, Mn, Li, и Zn и положительными – с Mg и Fe в органах жимолости. Достоверные корреляционные зависимости выявлены между содержанием различных классов полифенолов в физиологически важными для растений соотношениями микро- и макроэлементов, связанными с обменными (K/Na, Ca/K, Ca/Na, Mg/Na), а также окислительно-восстановительными процессами (Fe/Mn, Ca/Fe). В аномально засушливый для южной тайги год эти взаимосвязи усиливались, в листьях растений уменьшалось содержание K, Ca, Mg, Mn, Ni, а в побегах увеличивалась концентрация Fe, происходило значительное увеличение уровня накопления гидроксикоричных кислот и флавонолов. Основными компонентами листьев *L. caerulea* subsp. *pallasii* являются производные гидроксикоричных кислот – хлорогеновая и дикофеилхинная кислоты (1400–6800 мг/100 г), флавонолы – гликозиды кверцетина

(400–1500 мг/100 г), и флавоны – гликозиды лютеолина и апигенина (220–1100 мг/100 г). В побегах содержится хлорогеновая и дикофеилхинная кислоты (740–3700 мг/100 г) и гликозиды кверцетина (32–320 мг/100 г), флавоны присутствуют в отдельных растениях в минорных количествах.

Содержание и соотношение основных фенольных соединений, а также состав их минорных компонентов изменялся в зависимости от места и условий произрастания растений. Показано значительное увеличение накопления производных гидроксикоричных кислот и флавонолов в ответ на изменение условий местообитания как в природных популяциях, так и при интродукции в лесостепную зону. Наименее вариативные компоненты относятся к классу флавонов. В зоне лесостепи Приобья культурные популяции *L. caerulea* subsp. *pallasii* могут служить хорошей базой фармацевтического растительного сырья в связи с высокой концентрацией биологически активных фенольных соединений [Боярских и др., 2015, 2016; Боярских, Васильев, Кукушкина, 2018].

По данным А.Ю. Овчинникова с соавт. [2017], в экстрактах листьев представителей подсекции *Caerulea* основным индивидуальным компонентом флавонов является гликозид лютеолина (RT = 20,2), флавонолов – рутин и гликозид кверцетина (RT = 18,7). Эти компоненты присутствуют в значительных количествах в листьях изученных видов. Однако в зависимости от вида изменялось их содержание и соотношение в экстрактах листьев. В образцах *L. boczkarnikowii* основным компонентом является рутин, в связи с чем содержание флавонолов у этого вида более чем в 3 раза выше, чем флавонов.

У подвидов *L. caerulea* содержание флавонолов и флавонов имеет близкие значения, их соотношения изменяются в диапазоне 0,1–1,3. Высокое содержание гликозида лютеолина (RT = 20,2) в листьях *L. caerulea* subsp. *altaica* является отличительным признаком для этого подвида. Образцы разных видов и подвидов подсекции *Caeruleae* отличаются по индивидуальному составу минорных компонентов биологически активных соединений [Овчинников и др., 2017].

И.В. Кротова с соавт. [Krotova et al., 2020] установили, что в южной тайге Красноярского края листья *L. caerulea* содержат 5 мг% лигнина, 7,7 мг% углеводов и около 70 мг% экстрактивных веществ. Неполярными растворителями из листьев жимолости синей экстрагируются следующие классы органических соединений: хлорофилл, ауруны, антоцианы, катехины, кумарины, жирные кислоты, фенолкарбоновые кислоты, а также простые фенолы. Наличие этих классов веществ обеспечивает антиоксидантную и биоцидную активность препаратов из исследуемой растительной биомассы. Экстрактивные вещества, извлекаемые полярными растворителями, представлены лейкоантоцианами, агликонами и флавоноидами. Наличие соединений с Р-витаминной активностью в листьях синей жимолости определяет антиоксидантные, противовоспалительные и капилляроукрепляющие свойства.

Исследуемый водный экстракт листьев жимолости синей содержит органические водорастворимые кислоты: яблочную, щавелевую, лимонную; изофлавоны; ксантоны; флавоны: апигенин, лютеолин, генкванин; гидроксикоричные

кислоты, флаваноны, дубильные вещества. Их наличие обеспечивает антибактериальную, противовирусную и противовоспалительную активность препаратов из исследуемого сырья, а также вяжущее действие [Krotova et al., 2020].

В исследованиях, проведенных И.Г. Боярских [2021] в Центральном Сибирском ботаническом саду методом ВЭЖХ–МС анализа, в составе экстрактов листьев определено 20 соединений, относящихся к разным классам полифенолов, из которых 7 компонентов – гидроксикоричные кислоты, 5 – флавонолы, и 8 – флавоны. Максимальное число компонентов содержится в образцах алтайского подвида тетраплоидного вида – *L. caerulea* subsp. *altaica*, минимальное число компонентов – в *L. boczkarnikowae* (диплоидный вид из Приморского края). Образцы *L. caeruleae* subsp. *pallasii* отличались наименьшим суммарным содержанием полифенолов в листьях (6 260 мг/100 г воздушно-сухой массы). У остальных представителей голубых жимолостей уровень накопления полифенолов изменялся в пределах 11 620–14 030 мг/100 г. Характерной чертой *L. caerulea* subsp. *altaica* является высокая концентрация флавонов в экстрактах листьев, содержание флавонов в них всегда выше, чем флавонолов. *L. caerulea* subsp. *pallasii* выделяется среди подвидов *L. caerulea* наибольшим отношением между содержанием флавонолов и флавонов. *L. boczkarnikowae* также характеризуется высоким содержанием флавонолов, значительно превышающим концентрацию флавонов в органах растений. В экстрактах листьев содержание и количество компонентов полифенолов значительно выше, чем в плодах, что позволяет рекомендовать их как лекарственное сырье [Боярских, 2021].

Исследования проводились на Экосистемной дендрологической территории Сибирского ботанического сада (г. Томск).

Объектами исследований послужили листья шести образцов жимолости синей: *L. altaica*, *L. edulis*, *L. kamtschatica*, Бархат, Золушка и Томичка.

Для оценки содержания витамина С, органических кислот и суммы флавоноидов в период вегетации жимолости синей отбор проб листьев проводили в три срока: первый сбор – 29.06.2022 (контроль); второй сбор – 19.07.2022; третий сбор – 05.08.2022.

Для каждой пробы собирали листья с 10 растений в количестве 100 шт. После сбора листья высушивали в тени до воздушно-сухого состояния и хранили в бумажных пакетах до анализа.

Определение содержания витамина С проводили при титровании раствором йодата калия с учетом поправочного коэффициента к титру [ГОСТ 24556-89, 2003; Зверобоя трава..., 2015].

Определение титруемой кислотности (органические кислоты) проводили по ГОСТ Р 51434-99 [2010].

Количественное определение флавоноидов проводили по методике Госфармакопеи с использованием спектрофотометра SHIMADZU UV-1650PC для измерения оптической плотности раствора [Зверобоя трава..., 2015].

Параллельно измеряют оптическую плотность раствора Государственного стандартного образца (ГСО) рутина, приготовленного аналогично испытываемому образцу.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляется по формуле

$$X = \frac{D \cdot c \cdot 50 \cdot 100 \cdot 100}{D_0 \cdot m \cdot 100 \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; D_0 – оптическая плотность раствора ГСО рутина; c – масса ГСО рутина, г; m – масса сырья, г; W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

В результате исследований выявлено, что в период вегетации в листьях жимолости синей происходит увеличение содержания органических кислот с 3-й декады июня до 1-й декады августа (табл. 38). Содержание в листьях органических кислот в первый сбор (контроль) колеблется от 2,01 до 2,36 г (на 100 г сухого сырья). В этот период еще не закончен рост побегов и листьев.

Во второй сбор (через две недели после сбора плодов) происходит значительное накопление органических кислот в листьях, и оно увеличивается у сортов жимолости от 9,5 до 34,4%, у разновидностей – от 10,2 до 36,5%. В третий сбор отмечается увеличение органических кислот от 2,47 до 3,89 г (на 100 г сухого сырья). Максимальное количество органических кислот в сухих листьях у жимолости отмечается в первой декаде августа.

Содержание витамина С в листьях жимолости в пересчете на аскорбиновую кислоту было неоднозначным и колебалось по срокам сбора (табл. 39).

Таблица 38

**Содержание органических кислот в листьях жимолости
в пересчете на яблочную кислоту, г/100 г сухого сырья)**

Образец	Сроки сбора сырья	Количество органических кислот (на 100 г сухого сырья), г
Бархат	29.06.2022 (контроль)	2,01±0,03
	19.07.2022	2,20±0,02
	5.08.2022	2,47±0,03*
Золушка	29.06.2022 (контроль)	2,09±0,04
	19.07.2022	2,81±0,03
	5.08.2022	3,00±0,02*
<i>L. edulis</i>	29.06.2022 (контроль)	2,55±0,01
	19.07.2022	3,48±0,03*
	5.08.2022	3,89±0,04*
<i>L. kamtschatica</i>	29.06.2022 (контроль)	2,36±0,03
	19.07.2022	2,60±0,02
	5.08.2022	3,03±0,02*

* – здесь и в табл. 39, 40 достоверные различия показателей по сравнению с контролем при $p \leq 0,05$.

Максимальное содержание витамина С обнаружено в листьях сорта Бархат (563–598 мг%) во второй и третий срок сбора, увеличение по сравнению с первым сбором – на 39,0–47,7%. В листьях сорта Золушка и *L. edulis* накапливается витамина С до 440 мг%, у *L. kamtschatica* – до 398 мг%. В эти сроки листья жимолости заканчивают рост и максимально накапливают биологически активные соединения.

В условиях подтаежной зоны Западной Сибири отмечается высокий уровень накопления витамина С в листьях жимолости почти такой же, как в листьях земляники.

Таблица 39

**Содержание витамина С в листьях жимолости
в пересчете на аскорбиновую кислоту, мг%**

Образец	Сроки сбора сырья	Содержание витамина С, мг%
Бархат	29.06.2022 (контроль)	405±0,01
	19.07.2022	563±0,02*
	5.08.2022	598±0,02*
Золушка	29.06.2022 (контроль)	387±0,03
	19.07.2022	345±0,03
	5.08.2022	440±0,03*
<i>L. edulis</i>	29.06.2022 (контроль)	345±0,03
	19.07.2022	440±0,02*
	5.08.2022	394±0,02
<i>L. kamtschatica</i>	29.06.2022 (контроль)	370±0,04
	19.07.2022	398±0,02*
	5.08.2022	394±0,03

По данным Ю.М. Николаевой, О.Л. Воскресенской, накопление аскорбиновой кислоты у представителей рода земляника имеет видовые особенности. В землянике зеленой наблюдалось наибольшее содержание витамина С, составляющее 604,33 мг%. В листьях земляники лесной содержание аскорбиновой кислоты было несколько ниже (422,18 мг%). Наименьшим содержанием аскорбиновой кислоты характеризовались листья земляники садовой (375,51 мг%) [Николаева, Воскресенская, 2020].

Выявлено высокое содержание суммы флавоноидов в листьях *L. altaica* в пересчете на рутин, и абсолютно сухое сырье отмечено во второй сбор (5,66%) (табл. 40).

Таблица 40

**Содержание суммы флавоноидов в листьях жимолости
в пересчете на рутин, %**

Образец	Сроки сбора сырья	Содержание суммы флавоноидов, %
Бархат	29.06.2022 (контроль)	3,47±0,02
	19.07.2022	3,16±0,03
	5.08.2022	3,98±0,03
Золушка	29.06.2022 (контроль)	3,91±0,04
	19.07.2022	4,10±0,05
	5.08.2022	2,98±0,03*
Томичка	29.06.2022 (контроль)	3,55±0,02
	19.07.2022	3,65±0,03
	5.08.2022	3,22±0,03
<i>L. altaica</i>	29.06.2022 (контроль)	5,11±0,02
	19.07.2022	5,66±0,02*
	5.08.2022	2,99±0,02*

К первой декаде августа содержание суммы флавоноидов в листьях *L. altaica* снижается почти в два раза. У сортов жимолости этот показатель неоднозначен и в первый сбор варьирует от 3,47 до 3,91%, во второй и третий срок обнаружено незначительное увеличение или снижение.

Оценка изменчивости содержания различных биохимических соединений в листьях жимолости синей показала, что все параметры являются низковариабельными ($CV < 10\%$). Это говорит о том, что в пределах каждого образца наблюдаются близкие показатели аналитических проб.

Установлено, что в листьях жимолости синей (*Lonicera caerulea*) в условиях интродукции накапливаются биологически активные вещества, их уровень зависит от видовых и сортовых особенностей культуры, условий вегетационного периода и сроков заготовки.

В условиях умеренно влажного и умеренно теплого (ГТК = 1,38) вегетационного периода 2022 г. в листьях жимолости, заготовленных в первой декаде августа, отмечается высокое содержание органических кислот (от 2,47 до 3,89 г на 100 г сухого сырья). Максимальное содержание витамина С обнаружено в листьях у сорта Бархат (563–598 мг%), у сорта Золушка и *L. edulis* витамина С накапливается до 440 мг%, у *L. kamtschatica* – до 398 мг%. Высокое содержание суммы флавоноидов в листьях *L. altaica* выявлено с третьей декады июня (5,11%) по вторую декаду июля (5,66%).

Глава 4. Вегетативное размножение жимолости

4.1. Размножение зелеными черенками

Первые результаты по окоренению жимолости зелеными черенками отмечены в работах А.А. Чащухиной [1968], И.К. Гидзюка [1972], З.Я. Ивановой [1974], З.П. Жолобовой [1975], М.Н. Плехановой [1979]. Опыты по размножению 43 сортов жимолости различными способами (одревесневшими, комбинированными, зелеными черенками, делением куста) были проведены М.Н. Плехановой на Павловской опытной станции ВИР в 1978–1994 гг. и в опытном саду кафедры плодоводства СПбГАУ в 1996–1997 гг. Окореняемость составила в зависимости от сорта 78–100%, выход двухлетних саженцев – 48–73% от числа высаженных зеленых черенков [Плеханова, 1990, 2001].

На Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И.В. Мичурина при изучении 26 сортов жимолости выявлено, что хуже окореняются сорта жимолости алтайской (68,5%), а сорта жимолости камчатской и гибридной окореняются на 93,1–99,0% [Соловьева, 2002].

По данным ряда авторов, черенки жимолости легко окореняются только при заготовке в оптимальные сроки (в фазу заступающего роста побегов). Побеги готовы к черенкованию

при появлении первых зрелых ягод. Окореняемость в зависимости от сорта составила 81–100%. Срок зеленого черенкования жимолости важен не только для высокой окореняемости черенков, но и для дальнейшего их развития [Жолобова, 1969; Гидзюк, 1980; Колбасина, Плеханова, Эйдельмант, 1984; Плеханова, Хиткова, 1990; Плеханова, 1990, 1994; Ильин, Ильина, 1993; Царькова, 1996]. Для условий Алтая отмечено два оптимальных срока черенкования жимолости: в начале созревания плодов и когда опробковелая кора начинает слущиваться (III декада июня) [Жолобова, 1969].

По данным ряда исследователей, обработка зеленых черенков жимолости регуляторами роста положительно влияет на корнеобразование и дальнейший рост черенков [Плеханова, 1979; Фаустов, Коваленко, 1984; Жолобова, 1988; Кръстев и др, 1992; Ильин, Ильина, 1993; Куклина, Александрова, Рункова, 1993; Скворцов, Куклина, 2002; Морякина, Сучкова, 2002; Сучкова, Титова, 2005].

Учитывая особенности сорто- и видоспецифичности, лучшим для окоренения препаратом является Корневин [Асташина, 2017; Асташина, Семизельникова, 2020; Сучкова, Абзалтденов, 2019; Бардунаева, 2022; Чирипов, Васильева, 2023].

В опытах по размножению *L. edulis* различных популяций на Лесной опытной даче Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева установлено, что в вариантах с ИМК, биоплантом скорость корнеобразования увеличилась по сравнению с контролем в 2 раза и составила 6 дней. Окоренение в вариантах с гетероауксином и биоплантом составило 94%, в контроле – 75% для дальневосточной популяции и 80% – для

алтайской популяции. Обработка черенков гетероауксином, биоплантом при экспозиции 30 мин и 2 ч увеличило количество перезимовавших черенков соответственно на 20, 23 и 24% [Кузнецова, 2001].

По данным Л.А. Хохряковой [2020], С.И. Асташиной и О.А. Семизельниковой [2020], черенкование в оптимальный срок (13–16 июня) дает высокий процент окоренения не только с использованием регуляторов корнеобразования, но и без их применения. Второй период хорошей окореняемости черенков (конец июня – начало июля) наступает после характерного для жимолости растрескивания коры побегов, когда нарушается целостность кольца внешнего слоя пробки и первичной склеренхимы. В случае черенкования во второй срок необходимо применение ростовых веществ.

В работе Н.А. Васильевой [2021] также отмечается высокий процент окоренения зеленых черенков жимолости, высаженных в первой декаде июля (86–94%).

В Красноярском государственном аграрном университете проводятся исследования по совершенствованию методов вегетативного размножения жимолости [Бопп, 2022; Бопп и др., 2023; Мистратова, Самарокова, 2022; Мистратова, Количенко, Бопп, 2022]. В частности, изучается влияние наночастиц железа на морфогенез зеленых черенков жимолости. Н.А. Мистратовой и А.В. Самароковой [2020] проведены исследования по влиянию наночастиц биогенного ферригидрита (Feh) и его модификаций (Feh_Al; Feh_Mn) на ризогенез зеленых черенков жимолости сорта Изюминка. Лучший показатель ризогенеза черенков жимолости отмечен на варианте при

использовании Fe_Mn – выше контрольных значений на 9,6%. Результаты использования наночастиц биогенного ферригидрита в «чистом» виде не отличаются от контрольного варианта – 71,4%.

В.Л. Бопп [2024] исследовала влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окореняемость зеленых черенков жимолости сорта Васюганская. Замачивание черенкового материала в растворе индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) и ИУК с добавлением наночастиц биогенного ферригидрита (Feh), допированного марганцем, в дозе 1 мл/л раствора в течение 12 ч способствовало повышению ризогенеза, а также лучшему развитию корневой системы окорененных черенков.

В результате многолетних исследований в НИИСС им. М.А. Лисавенко выявлено, что при размножении жимолости зелеными черенками в оптимальные сроки она не нуждается в регуляторах роста. Окореняемость достигает 85,0–100%. В жаркую погоду регуляторы могут оказать и отрицательное влияние на приживаемость черенков, особенно в высоких концентрациях. При черенковании в поздние сроки применение ростовых веществ необходимо [Прищепина, 2000; Жолобова, Прищепина, 2003].

В условиях Томской области оптимальный срок зеленого черенкования жимолости в период затухания роста побегов (II–III декада июня). Окореняемость в зависимости от сорта составляет 65,3–86,8%. Регуляторы роста увеличивают окореняемость черенков, улучшают перезимовку. Развитие надземной части и корневой системы саженцев зависит от сортовых особенностей жимолости. Выход стандартного посадочного

материала увеличивается на 30% при беспересадочном доращивании [Морякина, Сучкова, 2002; Сучкова, 2003, 2006, 2007; Сучкова, Титова, 2005].

Окореняемость и качество посадочного материала зависят от длины черенка. Оптимальная длина черенка должна быть 15–20 см с тремя парами листьев. Из таких черенков формируются саженцы с 3–4 побегами, повышается их качество [Жолобова, Прищепина, Сорокопудов, 2001; Жолобова, Прищепина, 2003]. По данным В.В. Мочалова и др. [1974], И.К. Гидзюка [1978, 1981, 1982], А.К. Скворцова и соавт. [Формирование..., 2005] длина черенков жимолости определяется одним междоузлием и двумя узлами, короткие – с тремя узлами. Оптимальная длина черенка 7–12 см диаметром 4–5 мм.

Использование для размножения жимолости зеленых черенков длиной 25 см дала большой выход высококачественных однолеток 1–2 сорта. При выращивании саженцев жимолости из зеленых черенков рекомендуют использовать прикорневые и сильные ростовые побеги [Жидехина, Куминов, 2000].

По данным ряда авторов, выявлена неодинаковая окореняемость черенков жимолости из разных частей побега. Черенки из верхушечной части хорошо окореняются при условии, если верхушечная почка полностью сформировалась. Средняя часть побега имеет лучшую окореняемость [Гидзюк, 1978; Жолобова, 1988; Ильин, Ильина, 1993]. Самая высокая приживаемость отмечена у черенков с «пяткой» и из верхушек побегов [Плеханова, 1990]. В ранние сроки черенкования лучше

окодряются основание побега и его середина, а в поздние сроки – черенки из верхней части побега. Из верхушечной части побега вырастает качественный посадочный материал [Жолобова, Прищепина, 2003]. Объем корневой системы был больше у черенков, взятых из верхней части побега [Крыстев и др., 1992].

М.Н. Плеханова [2001] рекомендует при заготовке зеленых черенков жимолости срезать однолетние ветви по типу прореживания, оставлять у основания ветви 1–2 сильных побега, так, чтобы после обрезки в кусте их осталось 5–6 штук. Оптимальный срок использования маточника жимолости составляет 7–8 лет заготовки черенков.

Правильная срезка хлыстов с оставлением по две пары почек на побегах при заготовке зеленых черенков стимулирует наращивание полноценных однолетних побегов для заготовки черенков в следующем году, повышает продуктивность маточника, исключает весеннюю обрезку по формированию маточных кустов [Прищепина, 2000; Жолобова, Прищепина, 2003].

В теплицах с установкой искусственного тумана зеленые черенки жимолости окодряются в течение 10–14 дней на 70–85%. Выход саженцев составляет 50% от числа черенков, заготовленных для окоренения. Использование комбинированного способа доращивания, сочетающего использование закрытого и открытого грунта, позволяет утроить выпуск саженцев от каждых 100 тыс. заготовленных черенков. Себестоимость посадочного материала снижается, а уровень рентабельности возрастает в 4 раза [Жолобова, 1983, 1988, 1994].

Весенняя пересадка окоренных черенков в школу на доращивание надежнее осенней и дает выход стандартных саженцев у быстрорастущих сортов 63–92%. Доращивание зеленых черенков на месте окоренения представляется самым эффективным приемом. Выход двухлетних саженцев составляет в зависимости от сорта от 48 до 73% [Плеханова, 1989, 2001; Морякина, Сучкова, 2002].

По данным З.Я. Ивановой [1974], зеленые черенки жимолости алтайской одинаково хорошо окореняются в песке и в смеси песка с торфом. В одном торфе черенки окоренились значительно хуже.

Субстраты при размножении жимолости зелеными черенками имеют первостепенное значение. В настоящее время в ряде работ отмечается положительное влияние биогумуса и вермикомпоста на сельскохозяйственные культуры.

В ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» в опытах по применению биогумуса использовали 3 варианта: смесь дерновой земли и биогумуса в соотношении 4 : 1 (содержание биогумуса 20%), дерновой земли и биогумуса 1 : 1 (содержание биогумуса 50%) и чистого биогумуса (содержание биогумуса 100%). Верхняя часть субстратов мульчировалась слоем речного песка (1 см). В качестве контроля использовали смесь дерновой земли, перегноя и песка в соотношении 1 : 1 : 1 с мульчей 1 см слоя речного песка. Влияние субстрата на выход окоренных черенков колебалось в зависимости от вида культуры и вариантов субстрата. Так, по жимолости положительные результаты по окоренению, превышающие контроль на 9,4–19,1%, были во всех вариантах опыта с максимальными

уровнями этого показателя в вариантах «Биогумус 20%» и «Биогумус 100%». Среди общего количества окоренных черенков максимальный выход черенков I и II товарных сортов был в варианте «Биогумус 100%» [Брыксин, 2014].

Исследована эффективность действия вермикомпоста на рост и развитие рукколы в условиях вегетационного и полевого микроделяночного опытов. Показано, что поливы вермигуматом и внесение сухого вермикомпоста в дозе 500 г/м² повышают продуктивность культуры на 73 и 80% соответственно. Объектами исследования явились вермикомпост, полученный методом переработки в течение 8 мес. пищевых отходов красным калифорнийским червем *Eisenia andrei* Bouche, и руккола сорта Индау Покер. Для приготовления вермикомпоста использовали предварительно измельченные пищевые отходы растительного происхождения: кожуру бананов, моркови, свеклы, остатки фруктов, кабачков, тыквы, а также чай и кофе. Апробацию полученного вермикомпоста проводили на агросерой почве в условиях полевого микроделяночного опыта [Каллас, Глибина, Бабенко, 2020a].

Изучены свойства вермикомпоста, полученного на основе пищевых отходов. Показана его обогащенность валовыми и подвижными формами азота и фосфора, высокое содержание гуминовых кислот, а в их составе – гуматов кальция, щелочная реакция. Результаты вегетационного опыта свидетельствуют о том, что во всех вариантах вермикомпост оказал ингибирующее действие на стадии прорастания семян рукколы, тогда как на следующих фазах ее развития проявил положительный эффект, но только в варианте с минимальной дозой (при

добавлении 20% вермикомпоста к агросерой почве) [Глибина, Каллас, Бабенко, 2020].

Изучены свойства вермикомпоста, полученного на основе пищевых отходов. Показаны обогащенность его органическим веществом (46%), валовыми и подвижными формами азота (2,13% и 345 мг/100 г соответственно) и фосфора (0,63% и 500 мг/100 г), высокая щелочность ($pH = 9,18$). Уровень накопления поглощенных катионов соответствует агропочвам. Состав гумусовых веществ близок к таковому для черноземных почв. Содержание гуминовых кислот более чем в 2 раза превышает долю фульвокислот, тип гумуса гуматный, в составе гуминовых кислот доминируют гуматы кальция [Каллас, Глибина, Бабенко, 2020б].

Показана эффективность вермигумата, полученного экстракцией гуминовых кислот из биогумуса 0,02 н. NaOH. Биогумус получен при переработке пищевых отходов калифорнийским червем *Eisenia andrei* Bouche. Продемонстрированы его богатство органическими веществами (46%), валовыми и подвижными формами азота (2,13% и 345 мг/100 г соответственно) и фосфором (0,63% и 500 мг/100 г), высокая щелочность ($pH = 9,18$). Содержание гуминовых кислот более чем в 2 раза превышает долю фульвокислот, тип гумуса – гуматный, в составе гуминовых кислот преобладают гуматы кальция. Редис был выбран в качестве опытной культуры. Изучено влияние полива вермигуматом в полевом опыте на агросерых почвах. Вермигуматы способствовали увеличению энергии прорастания семян на 33%. Увеличение продуктивности опытной культуры на фоне полива вермигуматом (разведение 1:50) составило 42% по сравнению с контролем [Каллас, Глибина, 2021].

*Усовершенствование технологии размножения
жимолости зелеными черенками*

Эксперименты по подбору оптимальных составов субстратов для размножения жимолости зелеными черенками осуществляли в СибБС ТГУ в оптимальный срок черенкования.

Заготовку черенков производили в III декаде июня, когда основная часть однолетних побегов находилась в фазе затухающего роста. Побеги нарезали длиной 12–15 см. Посадка черенков проводилась в карбонатных теплицах арочного типа по схеме 7×5 см, заглубляя черенки на 3–4 см. Для создания микроклимата в теплицах установлены туманообразующие установки.

В наших исследованиях для зеленого черенкования жимолости были использованы следующие субстраты: контрольный субстрат (торф + перегной в соотношении 1 : 1); субстрат с вермикомпостом (торф + перегной + вермикомпост в соотношении 1 : 1 : 0,5); субстрат с листовой почвой (торф + перегной + листовая почва в соотношении 1 : 1 : 0,5). Сверху речной песок 3–4 см.

Объектами исследований послужили однолетние побеги жимолости сортов Чулымская и Югана. Из данных, полученных от станции агрохимической службы «Томская», нами был сделан вывод о том, что состав субстратов благоприятен для дорастивания регенерантов. В субстрате до проведения эксперимента агрохимические показатели почвы следующие:

Контрольный субстрат (торф + перегной). Почва нейтральная, pH = 6,6. По содержанию органического вещества данную почву можно отнести к категории сильногумусированных – 12,81 мг/кг. Содержание нитратного азота очень высокое (20,04 мг/кг). Содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) очень высокое (более 250 мг/кг). Содержание калия (по Кирсанову) высокое (199 мг/кг).

Субстрат с вермикомпостом. Почва нейтральная, pH = 6,8. По содержанию органического вещества данную почву можно отнести к категории сильногумусированных – 9,16 мг/кг. Содержание нитратного азота низкое (6,0 мг/кг). Содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) очень высокое (более 250 мг/кг). Содержание калия (по Кирсанову) повышенное (156 мг/кг).

Субстрат с листовой почвой. Почва нейтральная, pH = 6,8. По содержанию органического вещества данную почву можно отнести к категории сильногумусированных – 10,92 мг/кг. Содержание нитратного азота низкое (4,7 мг/кг). Содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) очень высокое (более 250 мг/кг). Содержание калия (по Кирсанову) высокое (319 мг/кг).

Агрохимические показатели почвы (после завершения эксперимента):

Контрольный субстрат (торф + перегной). Почва нейтральная, pH = 6,8. По содержанию органического вещества данную почву можно отнести к категории слабогумусированных – 2,76 мг/кг. Содержание нитратного азота высокое (15,1 мг/кг). Содержание подвижного фосфора (по Кирсанову)

очень высокое (более 250 мг/кг). Содержание калия (по Кирсанову) среднее (99 мг/кг).

Субстрат с вермикомпостом. Почва нейтральная, pH = 7,0. По содержанию органического вещества данную почву можно отнести к категории с содержанием гумуса меньше минимального – 2,11 мг/кг. Содержание нитратного азота высокое (19,5 мг/кг). Содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) очень высокое (более 250 мг/кг). Содержание калия (по Кирсанову) среднее (88 мг/кг).

Субстрат с листовой почвой. Почва нейтральная, pH = 6,9. По содержанию органического вещества данную почву можно отнести к категории среднегумусированных – 4,5 мг/кг. Содержание нитратного азота среднее (14,1 мг/кг). Содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) очень высокое (более 250 мг/кг). Содержание калия (по Кирсанову) среднее (96 мг/кг).

В результате исследований выявлено положительное влияние субстратов на окореняемость зеленых черенков жимолости (табл. 41).

Таблица 41

Влияние субстратов на окореняемость зеленых черенков жимолости

Субстрат	Чулымская	Югана
	Окореняемость, %	Окореняемость, %
Контроль (торф + перегной)	95,0	83,3
Торф + перегной + вермикомпост	96,6	87,7
Торф + перегной + листовая почва	97,9	86,9

Так как исследуемые сорта имеют высокую окореняемость на контрольном субстрате, то на опытных субстратах отмечалось незначительное увеличение окореняемости (от 1,7 до 5,3%).

Анализируя морфометрические параметры развития надземной части и корневой системы, можно отметить положительное влияние всех субстратов на развитие зеленых черенков (табл. 42).

Таблица 42

**Морфометрические параметры надземной части
и корневой системы зеленых черенков жимолости**

Субстрат	Высота растения, см	Кол-во листьев, шт.	Объем корневой системы, см ³
Чулымская			
Контроль (торф + перегной)	$\frac{11,8 \pm 0,6}{16}$	$\frac{4,2 \pm 0,2}{29}$	$\frac{1,3 \pm 0,2}{27}$
Торф + перегной + вермикомпост	$\frac{17,8 \pm 1,2^*}{12}$	$\frac{8,0 \pm 0,3^*}{13}$	$\frac{1,7 \pm 0,1^*}{15}$
Торф + перегной + листовая почва	$\frac{16,7 \pm 1,4}{25}$	$\frac{5,2 \pm 0,4}{19}$	$\frac{1,4 \pm 0,1}{22}$
Югана			
Контроль (торф + перегной)	$\frac{10,5 \pm 1,5}{37}$	$\frac{5,3 \pm 0,3}{25}$	$\frac{1,1 \pm 0,2}{31}$
Торф + перегной + вермикомпост	$\frac{14,2 \pm 1,2}{25}$	$\frac{7,5 \pm 0,5}{26}$	$\frac{1,4 \pm 0,1}{35}$
Торф + перегной + листовая почва	$\frac{11,3 \pm 1,7}{48}$	$\frac{6,0 \pm 3,3}{27}$	$\frac{1,2 \pm 0,2}{21}$

Примечание. В числителе – средняя арифметическая и ошибка средней, в знаменателе – коэффициент вариации (CV).

* – здесь и в табл. 43–48 достоверные различия по сравнению с контролем при $p < 0,05$.

Так как исследуемые сорта имеют высокую окореняемость на контрольном субстрате, то на опытных субстратах отмечалось незначительное увеличение окореняемости (от 1,7 до 5,3%).

Исследования по подбору субстратов необходимо продолжить ввиду того, что их можно апробировать при дорастивании регенерантов *in vitro*.

Таким образом, для размножения сортов жимолости зелеными черенками в качестве субстрата можно использовать субстрат с вермикомпостом (торф + перегной + вермикомпост в соотношении 1:1:0,5), который положительно влияет на развитие надземной части и корневой системы черенков. Высота растений у сорта Чулымская увеличилась на 50,8%, количество листьев – на 90,5%, объем корневой системы – на 30,8%.

*Морфофизиологические особенности зеленых черенков
жимолости под влиянием регуляторов роста*

Ежегодно повышается спрос на высокотоварные саженцы районированных сортов жимолости для закладки промышленных плантаций и любительского садоводства. Ее выращивание в значительной степени обеспечивается вегетативным размножением черенками. В условиях Томской области окореняемость сортов жимолости составляет в среднем 65,3–86,8%. Регуляторы роста положительно влияют на окореняемость черенков, улучшают их развитие и перезимовку. Развитие надземной части и корневой системы саженцев зависит от

сортовых особенностей жимолости. При данном способе размножения достигнуты значительные успехи, но вместе с тем актуальными остаются многие вопросы, касающиеся факторов эндогенной и экзогенной регуляции регенеративной активности, механизмов адаптации, особенностей роста и развития жимолости. Изучение биологических особенностей сортов жимолости, ризогенеза придаточных корней на черенках позволит повысить окореняемость и ускорит развитие трудно-окореняемых сортов.

Изучение регенерационной способности зеленых черенков жимолости под влиянием регуляторов проводили в СибБС ТГУ. Объектами исследований служили сорта жимолости: Сильгинка, Чулымская и Югана. Для предпосадочной обработки черенков использовали препараты: «Гетероауксин» (д.в. 1 Н-индолил-3-этановой кислоты, 50 г/кг, ВРП, Ортон) в концентрации 4 г/л, «Корневин» (д.в. 4-(индол-3-ил) масляная кислота 5 г/кг, СП, Грин Бэлт), «Циркон» (д.в. 0,1 г/л гидроксикоричных кислот, Р, Нэст М) в концентрации 0,25 мл/л, «Укоренить» (д.в. 4-(индол-3-ил) масляная кислота 5 г/кг, СП, Ортон). Контрольный вариант выдерживали в воде. Период обработки черенков в растворах – 16 часов.

Для измерения физиологических параметров черенков применяли метод фотометрической экспресс-диагностики. Содержание флавоноидов, суммы хлорофиллов и азотного индекса определяли на флавоноид- и хлорофиллометре Dualex 4 (Франция). Прибор позволяет точно и в режиме реального времени измерять содержание флавоноидов в эпидерме растений и суммы хлорофиллов в мезофилле листа. Показатель

NBI (Nitrogen Balance Index) – индекс азотного баланса растений, представляет соотношение количества хлорофилла и флавоноидов.

Для измерения интенсивности фотосинтеза и транспирации жимолости использовали портативный инфракрасный газоанализатор Li-6400, (Li-Cor, США) с открытой системой. В качестве искусственного источника света применяли систему фотодиодов (6400–02B LED). Устанавливали освещенность 500 мкмоль/м². Температура внутри камеры поддерживалась специальной системой теплообмена с электрическим нагревателем и воздушным охлаждением, которая обеспечивала стабильную температуру 24°C. Камеры продувались атмосферным воздухом. В листовой камере скорость потока CO₂ составляла 400 мкмоль/с.

В ходе эксперимента вели фенологические наблюдения, определяли биохимические параметры (содержание хлорофиллов и флавоноидов), изучали физиологические характеристики (интенсивность фотосинтеза, интенсивность транспирации, устьичную проводимость). В конце эксперимента была определена окореняемость сортов, проводили морфометрические измерения надземной части и корневой системы черенков в различных вариантах опыта.

От температурных условий в период окоренения зависит интенсивность фотосинтеза, дыхания, водного обмена в черенках. Оптимальная температура для окоренения определяется генетическими особенностями маточного растения, фазами развития побегов жимолости. В период проведения экс-

перимента были созданы оптимальные условия для окоренения. Средняя температура воздуха в теплице составила +23,7°C; температура почвы была 19,2°C; влажность субстрата – 79,7%; влажность воздуха – 89,6% при естественной освещенности (в пасмурную погоду – 110 мкмоль/м² с, в солнечную – до 300 мкмоль/м² с).

В результате исследований выявлен положительный эффект от применения регуляторов роста для предпосадочной обработки зеленых черенков жимолости. Установлено, что регенерационно-восстановительные процессы на зеленых черенках ускорялись в вариантах с регуляторами роста. Растрескивание коры на черенках и появление корней отмечалось на 12–14-е сутки («Корневин», «Гетероауксин»), на 15–16-е сутки («Укоренить», «Циркон») и на 19–20-е сутки в контроле (вода).

Интегральным показателем, позволяющим оценить степень положительного или отрицательного влияния регуляторов роста, является окореняемость. В контроле окореняемость варьировала в зависимости от сорта от 60,7 до 80,2% (рис. 35). Выявлена сортоспецифичность жимолости на предпосадочную обработку черенков регуляторами роста. Выход окорененных черенков в опыте увеличился на 2,3–41,4% («Гетероауксин», «Корневин», «Укоренить») по сравнению с контролем. Максимальный эффект отмечен у сорта Сильгинка, окореняемость повысилась на 41,4% («Гетероауксин»), 33,3% («Корневин»), 32,6% («Укоренить») по сравнению с контролем.

У сорта Чулымская окореняемость возросла на 28,6% («Корневин»), 25,4% («Гетероауксин»), 9,3% («Укоренить»).

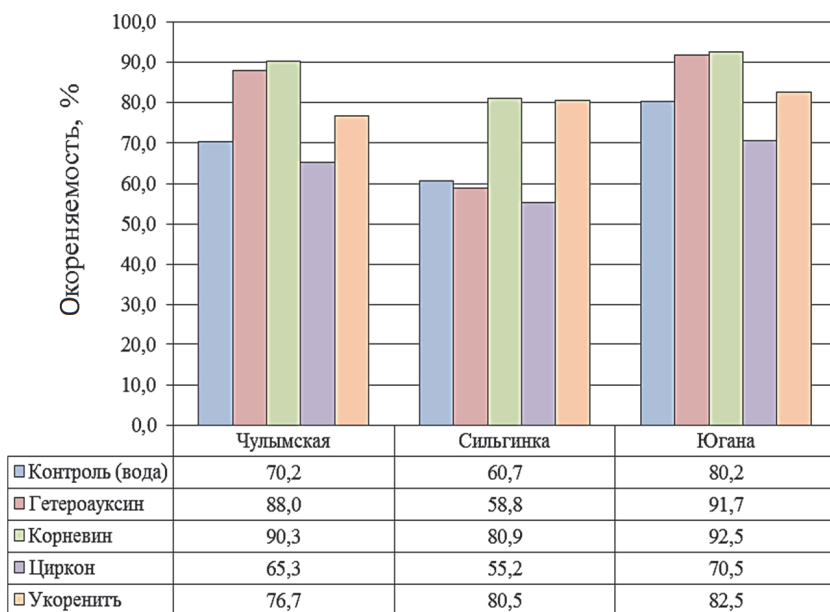


Рис. 35. Влияние регуляторов роста на окореняемость черенков жимолости

У сорта Югана регуляторы роста увеличили окореняемость от 2,9 («Укоренить») до 14,3–15,3% («Гетероауксин», «Корневин»). У всех сортов отмечено снижение окореняемости в варианте с «Цирконом».

Регуляторы роста не повлияли на развитие надземной части черенков (рис. 36).

В вариантах с «Гетероауксином», «Корневином» и препаратом «Укоренить» отмечено максимальное развитие корневой системы черенков (табл. 43, рис. 37–39).



Рис. 36. Окорененные черенки жимолости в опыте (фото О.Г. Плишкиной): *а* – с. Чулымская, *б* – с. Сильгинка, *в* – с. Югана; 1 – контроль, 2 – «Гетероауксин», 3 – «Корневин», 4 – «Циркон», 5 – «Укоренить»

Таблица 43

**Морфометрические параметры развития корневой системы
черенков жимолости**

Вариант опыта	Длина корней, см	Количество корней, шт.	Суммарная длина корней, см
Чулымская			
Контроль	9,1±0,5	11,8±0,7	119,6±9,6
«Гетероауксин»	15,8±0,4*	24,5±1,2*	387,1±10,5*
«Корневин»	14,9±0,5*	22,9±1,2*	344,3±21,9*
«Циркон»	10,5±0,6	12,1±1,1	169,6±12,3
«Укоренить»	13,5±0,4*	25,3±1,2*	369,0±25,3*
Сильгинка			
Контроль	5,3±0,3	18,3±1,3	112,5±10,3
«Гетероауксин»	10,9±0,2*	30,9±2,4*	222,0±16,1*
«Корневин»	9,1±0,4*	36,4±1,6*	331,7±23,8*
«Циркон»	6,1±0,2	17,3±0,8	83,9±6,7
«Укоренить»	7,3±0,3	27,5±1,7*	214,4±19,3*
Югана			
Контроль	9,1±0,4	12,5±1,1	126,3±10,1
«Гетероауксин»	12,5±0,6*	25,6±0,9*	329,3±23,1*
«Корневин»	14,8±0,5*	25,2±0,9*	223,9±15,6*
«Циркон»	6,6±0,2	16,8±1,5	141,4±8,7
«Укоренить»	11,9±0,7*	28,6±0,7*	349,3±24,6*

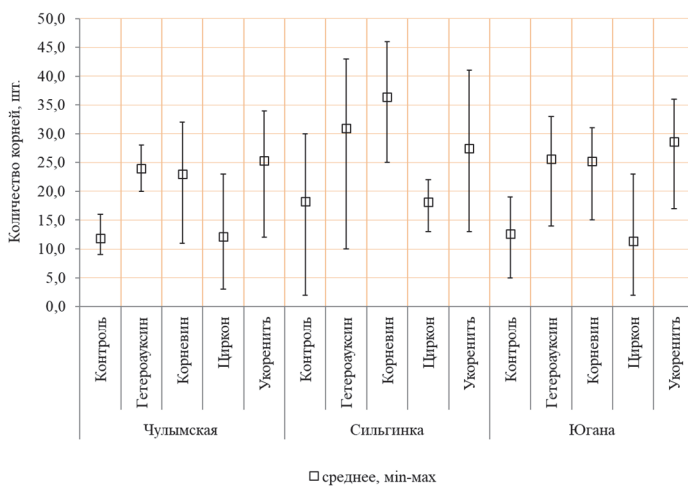


Рис. 37. Количество корней на черенках жимолости в опыте

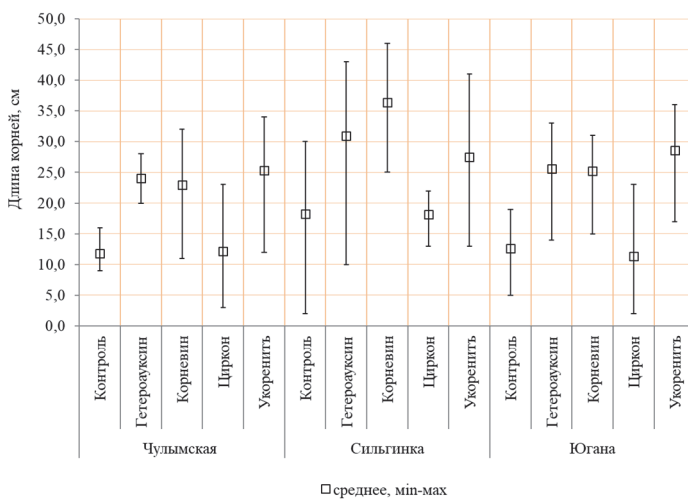


Рис. 38. Длина корней на черенках жимолости в опыте

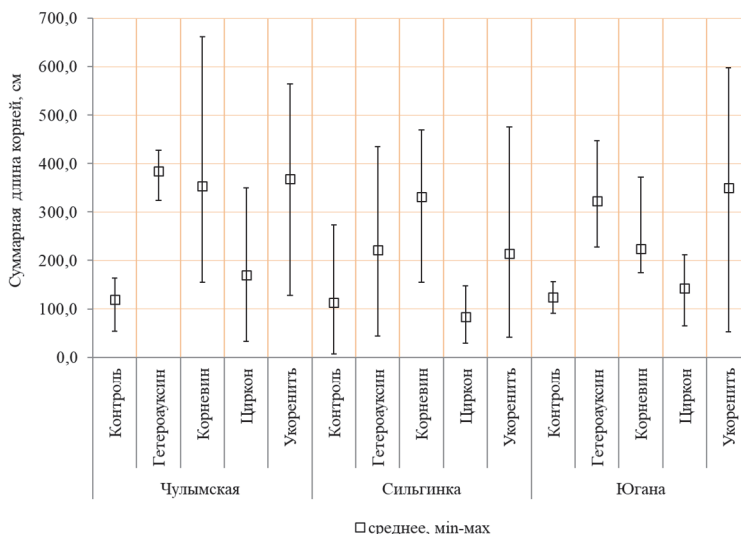


Рис. 39. Суммарная длина корней на черенках в опыте

Достоверно возросла длина и количество корней, а также их суммарная длина у сорта Чулымская на 187,9–223,7%, у сорта Сильгинка – на 90,6–194,8%, у сорта Югана – на 77,3–176,6% по сравнению с контролем. В варианте с «Цирконом» не отмечено достоверных различий в развитии корневой системы по сравнению с контролем.

Важным показателем, характеризующим функциональное состояние растений, является содержание основного фотосинтетического пигмента хлорофилла. В табл. 44 показано содержание хлорофиллов и флавоноидов в листьях жимолости сорта Сильгинка в период окоренения и роста черенков в опыте. Выявлено, что регуляторы роста в регенерационно-

восстановительный период, пока не образовались корни на черенках, не оказывают влияния на биохимические показатели листьев (хлорофиллы, флавоноиды).

После появления корней отмечено разнонаправленное положительное влияние регуляторов роста («Гетероауксин», «Корневин», «Укоренить») на содержание хлорофиллов в листьях жимолости. Максимальное содержание суммы хлорофиллов у сорта Сильгинка отмечено через два месяца после окоренения: «Корневин» (35,91 мкг/см²), «Укоренить» (35,73 мкг/см²), «Гетероауксин» (35,66 мкг/см²).

В ответ на воздействие регуляторов роста в листьях растений обычно происходит накопление вторичных веществ фенольной природы, поэтому в листьях черенков было определено содержание флавоноидов в расчете на см² листа. При наличии достаточного количества азота в доступной растениям форме оно использует основной обмен веществ и синтезирует молекулы хлорофилла с азотом в пиррольных кольцах, в случае дефицита азота растение направляет метаболизм на увеличение синтеза флавоноидов.

Растения под влиянием регуляторов роста испытывают стресс, вследствие чего содержание флавоноидов незначительно увеличивается.

Индекс азотного баланса растений рассчитывается как отношение хлорофиллов к флавоноидам. У сорта Сильгинка в варианте Укоренить отмечается достоверное увеличение индекса азотного баланса уже через месяц после окоренения.

**Динамика содержания хлорофиллов и флавоноидов
в листьях жимолости сорта Сильгинка**

Варианты опыта	Сумма хлорофиллов, мкг/см ²	Флавоноиды, мкг/см ²	Индекс азотного баланса (NBI)
Дата измерения: 04.07.2018			
Контроль	32,94±1,71	2,00±0,03	16,38±0,72
«Гетероауксин»	33,52±2,84	1,91±0,12	17,68±1,00
«Корневин»	30,89±2,11	1,89±0,07	16,43±1,06
«Циркон»	29,46±1,92	1,83±0,06	16,10±0,82
«Укоренить»	31,38±2,17	1,90±0,07	16,38±0,85
Дата измерения: 18.07.2018			
Контроль	29,37±1,73	1,97±0,03	14,82±0,73
«Гетероауксин»	32,26±1,46*	2,07±0,02	15,55±0,61
«Корневин»	31,00±2,28	2,10±0,03	14,73±1,02
«Циркон»	31,04±2,93	2,01±0,04	15,31±1,20
«Укоренить»	32,56±1,66*	2,10±0,03	15,49±0,74
Дата измерения: 26.07.2018			
Контроль	30,44±1,63	2,04±0,03	14,84±0,72
«Гетероауксин»	32,43±1,96*	2,04±0,02	15,87±0,92
«Корневин»	33,07±1,59*	2,11±0,03	15,72±0,76
«Циркон»	31,05±1,89	2,06±0,04	15,12±0,83
«Укоренить»	36,63±1,62*	2,08±0,02	17,62±0,81*
Дата измерения: 24.08.2018			
Контроль	32,32±1,45	1,97±0,04	16,60±0,91
«Гетероауксин»	35,66±2,14*	1,99±0,04	17,85±0,98
«Корневин»	35,91±1,45*	2,05±0,02	17,58±0,78
«Циркон»	30,17±2,02	1,97±0,04	15,24±0,87
«Укоренить»	35,73±2,98*	1,90±0,07	18,54±1,33*

У сорта Чулымская только в варианте с «Гетероауксином» сумма хлорофиллов в листьях черенков достоверно увеличилась на 15,6% (табл. 45). Достоверно возросло содержание флавоноидов в вариантах с «Гетероауксином», препаратами «Укоренить» и «Циркон», т.е. отмечается недостаток азота в почве.

Таблица 45

**Содержание хлорофиллов и флавоноидов
в листьях жимолости сорта Чулымская**

Варианты опыта	Сумма хлорофиллов, мкг/см ²	Флавоноиды, мкг/см ²	Индекс азотного баланса (NBI)
Контроль	31,07±2,46	1,66±0,11	18,69±0,74
«Гетероауксин»	35,92±1,94*	1,83±0,04*	19,76±1,04
«Корневин»	30,24±1,60	1,68±0,04	17,89±0,91
«Укоренить»	29,27±1,53	1,84±0,05*	16,14±0,93
«Циркон»	30,15±1,51	1,93±0,04*	15,98±1,01

У жимолости сорта Югана в вариантах с регуляторами роста получены достоверные результаты по возрастанию в листьях суммы хлорофиллов (2,3–16,5%) и флавоноидов (6,4–17,2%) (табл. 46). Индекс азотного баланса достоверно возрос в варианте с Гетероауксином (на 22,5%) и препаратом «Укоренить» (на 28,8%) по сравнению с контролем, что также говорит о недостатке азота в почве и необходимости проведения подкормок.

Таблица 46

**Содержание хлорофиллов и флавоноидов
в листьях жимолости сорта Югана**

Вариант опыта	Сумма хлорофиллов, мкг/см ²	Флавоноиды, мкг/см ²	NBI
Контроль	34,92±1,33	1,57±0,05	20,22±0,77
«Гетероауксин»	40,69±1,92*	1,67±0,04*	24,77±1,36*
«Корневин»	37,80±1,92*	1,84±0,03*	20,67±1,14
«Укоренить»	43,30±1,59*	1,77±0,03*	24,43±0,80*
«Циркон»	35,74±2,19*	1,75±0,07*	20,49±1,34

Исследования показали разностороннюю реакцию регуляторов роста на фотосинтетические процессы в листьях окорененных черенков жимолости. Отмечено максимальное увеличение фотосинтеза у сорта Югана в варианте с «Цирконом» (на 20,9%). «Гетероауксин» вызывал увеличение фотосинтеза по сравнению с контролем у всех сортов (от 4,2 до 17,0%) (табл. 47).

«Корневин» повлиял на увеличение фотосинтеза достоверно только у сорта Чулымская (на 14,8%). Достоверно низкие показатели фотосинтеза у всех сортов в варианте с препаратом «Укоренить» по сравнению с контролем.

Для выяснения причины снижения или увеличения интенсивности фотосинтеза у опытных вариантов были измерены устьичная проводимость и содержание CO₂ в межклеточном

пространстве (табл. 48). Интенсивность транспирации достоверно увеличивалась только у сорта Чулымская в вариантах с препаратами «Укоренить» и «Циркон».

Таблица 47

Интенсивность фотосинтеза и транспирации черенков жимолости

Регулятор	Интенсивность фотосинтеза, $\text{мкмоль CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	Интенсивность транспирации, $\text{ммоль H}_2\text{O} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
Чулымская		
Контроль	$3,65 \pm 0,013$	$5,45 \pm 0,002$
«Гетероауксин»	$4,27 \pm 0,010^*$	$5,37 \pm 0,001$
«Корневин»	$4,19 \pm 0,017^*$	$5,12 \pm 0,02$
«Циркон»	$3,42 \pm 0,009$	$6,02 \pm 0,004^*$
«Укоренить»	$2,97 \pm 0,010^*$	$6,15 \pm 0,001^*$
Сильгинка		
Контроль	$3,81 \pm 0,008$	$6,21 \pm 0,001$
«Гетероауксин»	$3,97 \pm 0,005^*$	$5,64 \pm 0,001$
«Корневин»	$3,71 \pm 0,009$	$5,52 \pm 0,001$
«Циркон»	$2,90 \pm 0,005$	$6,15 \pm 0,002$
«Укоренить»	$2,14 \pm 0,007^*$	$6,51 \pm 0,001$
Югана		
Контроль	$3,54 \pm 0,014$	$5,93 \pm 0,002$
«Гетероауксин»	$3,83 \pm 0,016^*$	$6,16 \pm 0,001$
«Корневин»	$3,64 \pm 0,049$	$5,84 \pm 0,001$
«Циркон»	$4,28 \pm 0,016^*$	$6,22 \pm 0,002$
«Укоренить»	$2,24 \pm 0,016^*$	$3,77 \pm 0,001$

Устьичная проводимость и содержание CO₂ в межклеточном пространстве листьев жимолости в опыте

Регулятор	Устьичная проводимость, ммоль H ₂ O·м ⁻² ·с ⁻¹	Содержание CO ₂ в межклеточном пространстве, ppm
Чулымская		
Контроль	1,08±0,0001	187,70±0,032
«Гетероауксин»	1,156±0,062	186,24±0,361
«Корневин»	1,16±0,0007	185,77±0,013
«Циркон»	2,35±0,124*	193,37±0,156
«Укоренить»	2,16±0,002*	193,74±0,022
Сильгинка		
Контроль	1,64±0,0008	198,43±0,008
«Гетероауксин»	2,20±0,0004	198,26±0,013
«Корневин»	1,09±0,0003	189,84±0,024
«Циркон»	3,32±0,007*	200,67±0,013
«Укоренить»	1,07±0,057	188,78±0,416
Югана		
Контроль	1,46±0,0002	190,60±0,008
«Гетероауксин»	2,08±0,002	192,32±0,030
«Корневин»	1,32±0,0004	191,49±0,128
«Циркон»	1,73±0,0009	191,75±0,045
«Укоренить»	1,62±0,001	189,19±0,016

Анализ показал, что устьичная проводимость достоверно увеличилась почти в 2 раза по сравнению с контролем только у сорта Чулымская в вариантах с «Цирконом» и препаратом «Укоренить». В опыте различия между вариантами как по устьичной проводимости, так и по содержанию CO₂ в межклеточном пространстве были недостоверны.

Таким образом, выявлено положительное влияние регуляторов роста на регенерационно-восстановительный процесс, рост и развитие зеленых черенков жимолости. Отмечена сортоспецифичность жимолости на предпосадочную обработку черенков регуляторами роста. Выход окорененных черенков в опыте увеличился на 2,3–41,4% («Гетероауксин», «Корневин», «Укоренить»), увеличилась суммарная длина корней у сорта Чулымская на 187,9–223,7%, у сорта Сильгинка – на 90,6–194,8%, и у сорта Югана – на 77,3–176,6% по сравнению с контролем. Обнаружено снижение окореняемости и развития корневой системы у всех сортов в варианте с «Цирконом».

При ускоренном размножении саженцев жимолости возможно применение метода фотометрической экспресс-диагностики для определения биохимических показателей листьев с целью мониторинга ростовых процессов и определения оптимальных сроков подкормки растений.

4.2. Размножение одревесневшими черенками

О размножении жимолости одревесневшими черенками было известно давно [Регель, 1870], однако данный способ применяется редко.

Промышленные питомники часто комбинируют различные способы вегетативного размножения из-за разности в сроках непосредственного черенкования. Размножение одревесневшими черенками, как правило, начинается за 1,5–2 месяца до зеленого черенкования, что позволяет расширить производственные сроки. Но, несмотря на множество современных

приемов и способов вегетативного размножения, жимолость синяя остается медленнорастущей культурой. Для увеличения процента окореняемости, а также для развития вегетативной части черенков изучается применение различных регуляторов и доз минеральных удобрений [Мистратова, Бопп, 2017].

Одним из факторов, сдерживающих повышение результативности производства продукции питомниководства, является недостаточное использование средств интенсификации, в том числе удобрений. При этом Сибирь богата перспективными агрохимическими ресурсами: цеолитами, торфами, сапропелями для изготовления агрохимикатов. Применение сапропеля и торфо-сапропелевых удобрений может значительно повлиять на окоренение смородины и других ягодных культур при одревесневшем черенковании, обеспечив наибольший выход товарного посадочного материала [Бопп, 2023].

Для совершенствования технологии размножения жимолости одревесневшими черенками и получения качественного посадочного материала необходимо использовать регуляторы роста и минеральные удобрения [Сучкова, Абзалтденов, 2021; Сучкова, Абзалтденов, Кокина, 2022a].

Л.В. Велижанских [Велижанских, Ганихина, 2022] отмечает положительный эффект от применения препаратов «Циркон» и «Рибав-Экстра». Черенки были заготовлены в осенний период (III декада октября), а высажены в I декаде мая. Отмечается увеличение приживаемости черенков у сорта Берель при использовании биостимуляторов «Рибав-Экстра» и «Циркон» (94–95%), также значительное влияние биостимуляторы

оказали на высоту прижившихся черенков сортов Синяя Птица, Голубое Веретено и Лазурная.

О.В. Ладыженская и соавт. [2023] рекомендуют использовать при окоренении одревесневших черенков препараты «Корневин» и «ЭкоФус». Исследование проводилось на трех сортах жимолости: Волхова, Нимфа и Павловская. Исследования показали отсутствие сортовых различий в окореняемости и развитии саженцев. Регуляторы роста оказывают положительный эффект на окоренение черенков и развитие саженцев жимолости. «Корневин» и «ЭкоФус» в большей степени положительно влияют на окореняемость, «ЭкоФус» положительно воздействует и на развитие побегов.

Применение регуляторов роста при размножении ягодных культур одревесневшими черенками является перспективным элементом технологии размножения. Нет четких рекомендаций по внесению удобрений и применению регуляторов роста в ягодном питомнике, учитывая тип почвы, ее обеспеченность основными элементами питания и требовательность сортов [Бопп, Куприна, 2018].

Размножение одревесневшими черенками также используется при малых объемах производства посадочного материала, при закладке коллекционных фондов плодовых и ягодных культур, так как при таком способе выход стандартных саженцев в год окоренения гораздо выше [Сучкова, Абзалтденов, 2019].

Исследования проводились в Сибирском ботаническом саду ТГУ. Изучалось влияние регулятора роста «Корневин» и

комплексного минерального удобрения «Фертика» на окореняемость, развитие надземной части и корневой системы одревесневших черенков жимолости, физиолого-биохимические показатели листьев. В работе рассматривался эффект от раздельного применения регулятора и удобрения и их совокупного влияния.

Выявлена высокая окореняемость в контроле у сорта Бархат (82,3%), низкая – у сортов Роксана (52,8%) и Парабельская (34,3%). Отмечен положительный эффект от комплексного использования «Корневина» и «Фертики». В опытных вариантах окореняемость черенков возросла на 1,0–9,1%, высота растений – на 3,3–26,7%, длина корней – на 8,4–30,7% по сравнению с контролем. В листьях черенков отмечалось увеличение суммы хлорофиллов в опытных вариантах на 4,7–27,2%. Индекс азотного баланса (NBI) у сортов Роксана и Парабельская увеличился по сравнению с контролем на 5,8–19,2%. Для совершенствования технологии размножения жимолости одревесневшими черенками и получения качественного посадочного материала необходимо использовать регулятор роста «Корневин» и минеральное удобрение «Фертика» [Сучкова, Абзалтденов, 2021].

При размножении коллекционных образцов жимолости сильней одревесневшими черенками объектами исследований служили *L. altaica*, *L. baltica*, *L. edulis*, *L. kamtschatica*, *L. turczaninovii*, Бархат, Чулымская, Югана.

В эксперименте заготовку черенков производили в I декаде апреля, до распускания почек. Затем черенки закапывались в

снег, где они лежали до конца апреля. В теплицу черенки высаживались в конце апреля. Их нарезали длиной 15–20 см. Схема посадки 7×5 см. Субстрат для черенкования: торф + перегной + дерновая почва (1 : 1 : 1). Перед посадкой черенки выдерживали в воде 16 часов. В контрольном варианте – вода, а в опыте – Корневин (опудривание). Во второй декаде июня окорененные черенки выкапывались и высаживались в открытый грунт на доращивание, тем самым открывая возможность для конвейерного производства посадочного материала жимолости.

В результате исследований выявлено, что не все образцы жимолости имели высокую окореняемость. У *L. edulis* отмечалась очень низкая окореняемость (20,3%), даже с применением регулятора роста «Корневин» (табл. 49). У остальных жимолостей окореняемость варьировала от 69,2 до 95,0%. Данные образцы можно размножать одревесневшими черенками для сохранения и возобновления коллекций.

У сортов жимолости отмечалась сортоспецифичность при данном способе размножения. Высокую окореняемость имел сорт Бархат (77,9%), которая увеличивалась на 17,7% с использованием регулятора роста. Сорта Чулымская и Югана не рекомендуется размножать одревесневшими черенками ввиду невысокой окореняемости с регуляторами роста и без них.

Для совершенствования технологии размножения жимолости одревесневшими черенками использовали раннелетний период высадки окорененных черенков в открытый грунт. Данные по морфометрическим параметрам развития надземной части саженцев представлены в табл. 50.

Таблица 49

Окореняемость одревесневших черенков жимолости синей (2021 г.)

Образец	Вариант	Окореняемость, %
<i>L. altaica</i>	«Корневин»	75,2
<i>L. baltica</i>	«Корневин»	95,0
<i>L. edulis</i>	«Корневин»	20,3
<i>L. kamtschatica</i>	«Корневин»	80,0
<i>L. turczaninovi</i>	«Корневин»	69,2
Бархат	Контроль	66,2
	«Корневин»	77,9
Чулымская	Контроль	36,4
	«Корневин»	45,3
Югана	Контроль	9,3
	«Корневин»	17,8

Достоверные различия получены у сорта Бархат в варианте с «Корневином» по высоте растений и по суммарной длине прироста. Отмечен средний уровень варьирования этих параметров (13–18%).

«Корневин» положительно повлиял также на развитие корневой системы сорта Бархат (табл. 51, рис. 40).

Таблица 50

Морфометрические параметры развития надземной части саженцев жимолости из одревесневших черенков

Сорт	Вариант	Высота, см	Кол-во ли- стьев, шт.	Суммарный прирост, см
Бархат	Контроль	$\frac{48,3 \pm 2,6}{17}$	$\frac{36,1 \pm 3,4}{30}$	$\frac{66,9 \pm 3,9}{18}$
	Корневин	$\frac{68,8 \pm 2,8^*}{13}$	$\frac{45,2 \pm 3,5}{25}$	$\frac{106,0 \pm 9,3^*}{18}$
Чулымская	Контроль	$\frac{47,1 \pm 2,8}{19}$	$\frac{37,1 \pm 3,9}{34}$	$\frac{84,8 \pm 14,6}{55}$
	Корневин	$\frac{49,2 \pm 2,3}{14}$	$\frac{34,2 \pm 3,9}{37}$	$\frac{60,4 \pm 9,1}{48}$
Югана	Контроль	$\frac{28,2 \pm 2,3}{26}$	$\frac{15,1 \pm 2,0}{42}$	$\frac{21,7 \pm 4,6}{67}$
	Корневин	$\frac{38,3 \pm 2,0}{17}$	$\frac{17,3 \pm 1,7}{30}$	$\frac{33,1 \pm 4,7}{45}$

Примечание. Здесь и в табл. 51, 52 в числителе – средняя арифметическая и ошибка средней, в знаменателе – коэффициент вариации (CV).

* – достоверные различия по сравнению с контролем при $p < 0,05$.

Количество корней увеличилось на 44,1% (CV = 20%), объем корневой системы – на 101,5% (CV = 25%), диаметр корневой шейки саженцев – на 16,7% (CV = 12%).

Для оценки влияния регулятора роста на развитие одревесневших черенков использовали экспресс-анализ физиологического состояния растений (табл. 52).

Таблица 51

**Морфометрические параметры развития корневой системы
саженцев из одревесневших черенков жимолости**

Сорт	Вариант	Количество корней, шт.	Объем корневой системы, см ³	Диаметр корневой шейки, см
Бархат	Контроль	$\frac{14,5 \pm 1,7}{36}$	$\frac{6,8 \pm 1,0}{47}$	$\frac{0,6 \pm 0,003}{19}$
	«Корневин»	$\frac{20,9 \pm 1,3^*}{20}$	$\frac{13,7 \pm 1,1^*}{25}$	$\frac{0,7 \pm 0,005^*}{12}$
Чулым- ская	Контроль	$\frac{18,2 \pm 1,3}{23}$	$\frac{8,2 \pm 1,5}{59}$	$\frac{0,5 \pm 0,004}{25}$
	«Корневин»	$\frac{18,9 \pm 2,5}{42}$	$\frac{8,4 \pm 0,7}{28}$	$\frac{0,5 \pm 0,003}{30}$
Югана	Контроль	$\frac{11,2 \pm 1,2}{33}$	$\frac{2,0 \pm 0,4}{55}$	$\frac{0,3 \pm 0,002}{25}$
	«Корневин»	$\frac{12,0 \pm 1,2}{31}$	$\frac{3,5 \pm 0,3}{28}$	$\frac{0,3 \pm 0,001}{15}$

У сорта Бархат сумма хлорофиллов в листьях в варианте с «Корневином» возросла на 42,4%, у сорта Югана на 35,8%.

Соответственно, увеличился индекс азотного баланса у данных сортов на 52,5–58,4%.

В среднем по сортам и вариантам опыта CV варьировал в пределах: сумма хлорофиллов – от 10 до 18%, флавоноиды от 2 до 14%, индекс азотного баланса – от 10 до 17%.



Рис. 40. Саженцы жимолости сорта Бархат из одревесневших черенков (фото О.Г. Плишкиной): 1 – контроль, 2 – «Корневин»

Таким образом, для совершенствования технологии размножения жимолости одревесневшими черенками необходимо использовать регулятор роста «Корневин», с учетом сортоспецифичности.

Таблица 52

**Содержание суммы хлорофиллов, флавоноидов
и индекс азотного баланса (NBI) в листьях жимолости**

Сорт	Вариант	Сумма хлорофиллов, мкг/см ²	Флавоноиды, мкг/см ²	Индекс азотного баланса (NBI)
Бархат	Контроль	$\frac{46,3 \pm 1,2}{12}$	$\frac{2,0 \pm 0,01}{10}$	$\frac{23,6 \pm 0,7}{13}$
	«Корневин»	$\frac{48,9 \pm 1,1^*}{10}$	$\frac{2,0 \pm 0,1}{3}$	$\frac{24,1 \pm 0,6^*}{11}$
Чулымская	Контроль	$\frac{43,7 \pm 1,2}{12}$	$\frac{2,1 \pm 0,2}{5}$	$\frac{21,0 \pm 0,6}{13}$
	«Корневин»	$\frac{40,1 \pm 1,1}{13}$	$\frac{2,1 \pm 0,2}{8}$	$\frac{19,2 \pm 0,6}{14}$
Югана	Контроль	$\frac{34,2 \pm 1,9}{18}$	$\frac{1,9 \pm 0,1}{14}$	$\frac{18,0 \pm 1,0}{17}$
	«Корневин»	$\frac{47,7 \pm 1,2^*}{10}$	$\frac{2,0 \pm 0,01}{2}$	$\frac{23,7 \pm 0,6^*}{10}$

В варианте с «Корневином» увеличиваются морфофизиологические показатели саженцев по сравнению с контролем. Высадку черенков из теплицы в открытый грунт на доращивание необходимо проводить в раннелетний период, что способствует получению качественного посадочного материала в год окоренения.

4.3. Микрোকлональное размножение

Исследования в области изучения эффективности микрোকлонального размножения проводятся на многих хозяйственно-ценных сортах жимолости. Даже на относительно новых для регионов России сортах канадской селекции уже проведены опыты и подобран оптимальный состав минеральных солей и фитогормонов для питательной среды [Бессчетнова и др., 2024], а также подобран субстрат для дальнейшей культивации данных сортов в условиях *ex vitro* [Кульчицкий, Макаров, 2023].

Для успешного введения в культуру *in vitro* необходимо учитывать сезонность физиологических процессов растений. Наиболее эффективно регенерация меристематических эксплантов происходит в фазу активного роста побегов, которая совпадает у жимолости с фазой бутонизации [Матушкина, Пронина, 1989; Муратова, Янковская, Шорников, 2005].

С целью расширения периода введения эксплантов жимолости в стерильную культуру и обеспечения возможности работы с ними в зимний период был разработан способ введения в культуру в фазе выхода из состояния покоя (февраль–апрель). Для этого нарезают черенки длиной 20–25 см с зимующих растений, промывают их водопроводной водой и в сосудах с водой помещают в светокамеры с температурой 20–22°C. Через 2 недели почки отрастают в побеги, которые могут использоваться для введения в стерильную культуру. При этом снижается зараженность эксплантов сапрофитной микрофлорой по сравнению с эксплантами, взятыми в фазу

активного роста маточного растения [Высоцкий, Валиков, 2014].

Обычно стерилизацию начинают с того, что части побегов жимолости (длиной 1,5–2 см) с покоящейся почкой отмывают мыльным раствором, затем снимают поверхностное загрязнение с побега, промывая экспланты до 2 часов проточной водой. Дополнительно побеги обрабатывают в течение 10–15 мин фунгицидами бенлатом, каптаном, превикуром или фундазолом, затем стерилизуют в спирте, промывают в стерильной дистиллированной воде и стерилизуют в основном стерилизаторе.

В настоящее время широко используются гипохлорит натрия (раствор «Белизны» 1 : 1, 1 : 2), гипохлорит кальция (10%-ный раствор) или перекись водорода (30%-ный раствор) [Матушкина, Пронина, 2006; Муратова, Шорников, Янковская, 2008; Dziedzic, 2008]. Если в раствор стерилизатора добавить небольшое количество поверхностно активного вещества в количестве 0,1–0,05%, эффективность стерилизации повысится [Деменко, 2007]. После этого экспланты промывают в стерильной воде не менее 3 раз.

В работе Е.И. Куликовой с соавт. [2021] в качестве стерилизующих агентов для эксплантов используются 0,2%-ный раствор нитрата серебра, 0,1%-ный раствор сулемы и препарат «Лизоформин 3000» в концентрации 5%. В результате проведенных исследований установлено, что на этапе введения в культуру *in vitro* максимальная жизнеспособность эксплантов жимолости съедобной российских (90–92%) и канадских (80–

94%) сортов наблюдалась при использовании в качестве стерилизующих агентов «Лизоформина 3000» и AgNO_3 при времени стерилизации 10 мин.

В качестве эксплантов для культивирования жимолости *in vitro* используются сегменты (узлы) зеленых однолетних побегов, зеленые черенки длиной 15–20 мм, апикальные и латеральные почки, а также непосредственно конус нарастания с листовыми примордиями [Высоцкий, 1986; Сорокин, 2003; Муратова и др., 2005, 2008; Куклина, Семерикова, 2009]. Если культура ткани используется для быстрого размножения растений жимолости и избавление от вирусной инфекции не является обязательным, то можно использовать более крупные экспланты размером 300–500 мкм, микрочеренки или почки.

В микроклональном размножении часто применяются фитогормоны: ауксины и цитокинины. Для размножения жимолости чаще всего используют 6-БАП (бензиламинопурин), ИУК (индолилуксусную кислоту), ИМК (индолилмасляную кислоту) и иногда НУК (нафтилуксусную кислоту).

Культивирование микрочеренков на питательной среде с минеральной основой по Мурасиге–Скуга, дополненной БАП в концентрации 0,5 мг/л, способствует нормальному росту и развитию регенерантов жимолости. На 35-е сутки культивирования высота растений может достигать 10–40 см, количество боковых побегов и количество междоузлий может составлять 1–3 шт. (в среднем 2,0 шт.) и 2–5 шт. (в среднем 3,7 шт.) соответственно, среднее значение коэффициента размножения – 4,65 [Хоружева, Боровая, Богинская, 2024].

Возможно также применение питательной среды без регуляторов роста и витаминов, такая среда провоцирует развитие спор микроорганизмов, что в дальнейшем позволит работать только с «чистыми» эксплантами и сэкономит дорогостоящие регуляторы роста [Джигадло, 1989; Высоцкий, Валиков, 2014]. Применяют также «провокационную» среду, которая содержит раствор Кнопа, сахарозу и 500–1000 мг/л гидролизата казеина. Верхушки на такой питательной среде выдерживают в темноте при температуре 25–30°C, через 7–10 дней после выбраковки чистые экспланты помещаются на среды полного состава [Деменко, 2007].

Для микрочеренков жимолости одним из наиболее важных элементов питательной среды является железо. Например, наиболее эффективным источником железа для размножения жимолости сорта Длинноплодная в условиях *in vitro* является хелат железа в концентрации 27,8–41,7 мг/л [Тимохина и др., 2023]. Исследовалось также применение минерального удобрения «Хелатэм» в составе питательной среды для культивации микрочеренков, но результаты с хелатом железа оказались лучше.

Далее следует этап пролиферации (разрастание ткани организма путем деления клеток). На этом этапе побег начинает формировать боковые побеги (клонироваться). Основной задачей этого этапа является получение максимального количества микрорастений, идентичных исходному. Здесь определяющую роль играют видовые и сортовые особенности экспланта, его строение, происхождение, ориентация на пита-

тельной среде, ее состав и физические условия культивирования. На культивирование эксплантов *in vitro* заметное влияние оказывают условия освещенности и температура. Для большинства культур температура от +22 до +28°C и 16-часовое освещение обеспечивают нормальное развитие эксплантов. Спектральный состав света обычно близок к естественному освещению. В лабораториях используют люминесцентные лампы, поддерживающие освещенность 2500–4000 люкс [Высоцкий, Валиков, 2014].

Субкультивирование микропобегов в виде микрочеренков с 1–2 междоузлиями на питательной среде для пролиферации необходимо осуществлять через каждые 3–4 недели. Продолжительность пассажей на каждом этапе также следует корректировать в зависимости от биологических особенностей культуры. Затягивание беспересадочного этапа размножения приводит к массовому некрозу побегов жимолости [Шорников и др., 2010]. Пассаж, предшествующий окоренению, полезно увеличить до 2–2,5 месяцев [Куклина, Семерикова, 2009].

Далее следует этап ризогенеза. Процесс образования адвентивных корней проходит в 3 этапа: индукция (до начала клеточного деления), инициация (дифференциация меристем до корневых примордиев) и появление корней за пределами стеблевой части черенка. Корневые меристемы у черенков чаще всего формируются в местах пересечения камбия и флоэмы сердцевидными лучами [Фаустов, 1991].

Продолжительность первых двух этапов составляет 10–15 дней, в это время клетки приобретают способность образо-

вывать меристематические очаги, в которых начинается синтез корнеспецифических белков [Деменко, Шестибратов, Лебедев, 2010]. Затем начинается визуально заметное появление и рост корней.

На этапе окоренения микропобегов жимолости чаще всего используют среду Мурасиге и Скуга, в которой содержание макросолей снижают в 2 раза, а для жимолости съедобной (*L. edulis*) даже в 4 раза [Karhu, 1997]. Иногда используется среда Кворина Лепуавра (QL) также с половинной концентрацией макросолей [Шорников, Муратова, Янковская, 2006]. Исключение из среды БАП не влияет на развитие корневой системы, но снижение концентрации ИМК до 0–0,25 мг/л ведет к уменьшению числа корней с 3,4 до 1,5 штук на эксплант, что впоследствии отрицательно сказывается на адаптации растений жимолости [Шорников и др., 2006; Шорников, Янковская, Муратова, 2008]. В качестве индукторов корнеобразования хорошо рекомендовали себя ИМК, НУК и ИУК [Высоцкий, 1986].

Наиболее универсальным индуктором корнеобразования, подтвердившим свою эффективность на широком наборе культур, является ИМК. Оптимальная концентрация в среде окоренения зависит от вида растения и составляет 0,2–1,0 мг/л. Концентрации свыше 1 мг/л, как правило, ингибируют окоренение и вызывают интенсивное развитие раневого каллуса [Янковская и др., 2011]. Повышение концентрации ИМК до 1 мг/л в среде окоренения жимолости приводило к увеличению числа корней на микрорастение, что в дальнейшем способствовало повышению процента адаптированных

растений и более активному росту побегов в теплице, чем у клонов, окорененных на низких концентрациях ауксина [Шорников и др., 2010].

Для успешного ризогенеза микрорастений жимолости необходимо учитывать два фактора: сортоспецифичность и концентрацию ИМК [Колбанова, 2020]. Так как сортимент жимолости постоянно пополняется и варьирует от региона к региону, требуются исследования по изучению оптимальной концентрации ИМК и подбору оптимальной концентрации солей питательной среды для каждого сорта.

Окоренение жимолости *in vitro* и приживаемость *in vivo* тесно связаны между собой. Перевод пробирочных растений в нестерильные условия затруднен по двум основным причинам – недостаточной саморегуляции транспирационных потерь и низкой фотосинтетической активности, обусловленной преимущественно гетеротрофным способом питания *in vitro* [Муратова и др., 2008].

Получая на протяжении всего периода пролиферации углеводы из питательной среды, растения практически утрачивают способность к автотрофному питанию, поэтому на этапе окоренения обычно используют менее богатые по минеральному составу среды (среда Уайта, разбавленная среда Мурасиге и Скуга) с пониженным содержанием углеводов.

Высокая влажность при культивировании растений *in vitro* и отсутствие движения воздуха не позволяют образовываться достаточному слою кутикулярного воска [Brainerd et al., 1981], что в сотни раз сокращает кутикулярную транспира-

цию. Устьица при этом практически не функционируют. В результате у растений *in vitro* сразу после их удаления из культуральных сосудов возникает водный стресс, что задерживает их рост или вызывает гибель при адаптации.

Способ, предложенный В.И. Деменко, позволяет увеличить выход растений, размноженных *in vitro*, за счет акклиматизации надземной системы еще до пересадки в нестерильные условия. Для решения этой задачи сосуды с побегами для окоренения закрывают двумя слоями пленки: первый слой – пропускающей влагу (например, целлофан), второй слой – не поглощающий влагу (например, термоусадочная пленка). Затем растения оставляют на окоренение. После окоренения побегов верхнюю пленку удаляют, среда постепенно высыхает, надземная система акклиматизируется, а грибная инфекция на поверхности не развивается. В результате растения хорошо приживаются в нестерильных условиях [Деменко, 2007].

Заключительным этапом при микроклональном размножении является этап адаптации растений к нестерильным условиям. Условия *in vitro* отличаются коренным образом от условий *in vivo*: более высокой влажностью воздуха, другим содержанием солей по сравнению с почвенным раствором, необходимостью введения в питательную среду регуляторов роста и сахаров, накоплением этилена. Длительное нахождение растительного материала при таких условиях вызывает самые разнообразные анатомические, физиологические аномалии.

У растений *in vitro* развиваются нефункциональные устьица, появляются признаки стекловидности, листья теряют способность к активному фотосинтезу, корневая система

также не позволяет им достаточно питаться почвенным раствором [Деменко, 2007]. Перенос таких растений в нестерильные условия создает стрессовую ситуацию, которая часто приводит к их гибели. Ослабить стресс можно при условии контроля над потерей и поглощением воды.

Таким образом, адаптация включает в себя как минимум 4 составных элемента: адаптация надземной части к пониженной влажности воздуха и одновременно к инфекционной нагрузке, адаптация корневой системы к новому субстрату и новому составу микрофлоры [Корнацкий, 1996]. Поэтому необходим ступенчатый подход к адаптации растений к нестерильным условиям среды.

В первую очередь необходимо при поддержании влажности, близкой к 100%, и относительной стерильности субстрата, заставить работать корневую систему. Выявлено, что у микрорастений функционирующая корневая система формируется за 2–4 недели в зависимости от сорта. Устьица также начинают функционировать через 10–14 дней после пересадки. Резкое снижение влажности воздуха губительно для растений в этот момент.

Вторая ступень адаптации заключается в постепенном снижении влажности воздуха в зоне надземной части растений [Корнацкий, 2003]. Пяти дней, в течение которых адаптация должна проходить постепенно, как правило, достаточно для того, чтобы обеспечить полную сохранность растений [Гиголашвили, Родькин, Реуцкий, 1997; Корнацкий, 1999]. В этот период необходимо создать такие условия для роста и развития растений, чтобы условия культивирования были наиболее

близкими к естественным и способствовали наиболее активной вегетации.

В течение периода адаптации в теплицах поддерживается высокая относительная влажность 75–90% и температура воздуха от +22 до +28°C, а также освещенность 2–5 тыс. люкс при фотопериоде 15–18 часов [Муратова и др., 2008; Панькова, Несмелова, 2008; Аладина и др., 2009].

Во многом результативность этапа адаптации определяется биологическими особенностями культуры и сроками переноса растений в субстрат. Для такой культуры, как жимолость, высокая эффективность адаптации характерна даже при высадке в грунт неокоренных микрорастений. Однако растения, окоренные *in vitro*, значительно превосходят их по величине прироста уже в первый вегетационный период в теплице. В целом размноженные через культуру тканей растения жимолости, отличаются высокой адаптационной способностью к нестерильным условиям, достигающей 75–100% [Янковская и др., 2011].

Оптимальным временем для высадки растений жимолости на адаптацию является конец мая – начало июня [Муратова и др., 2008; Шорников, Матушкина, Пронина, 2019]. Растения высаживают в пленочную теплицу с воздушно-капельным орошением в мае–июне, где растения находятся 1,5–2 месяца, затем пленку полностью снимают [Шорников и др., 2008]. Перед переносом окоренных растений жимолости из стерильных условий в условия автотрофного питания – этап адаптации – их обрабатывают 1%-ным раствором перманганата калия и пересаживают в стерильный субстрат: смесь торфа с

перлитом или мелкозернистым песком в соотношении 1 : 1 [Куikliна, Семерикова, 2007; Деменко, Лебедев, 2011].

Для стерилизации субстрата его проливают горячей водой, обрабатывают растворами фунгицидов («Максим», «Бенлат», «Превикур», «Эупарен»), противомикробным раствором с добавлением терразола [Никиточкина, Никиточкин, 2007] или горячим паром [Михальчик, Демченко, 1988].

Для обеспечения приживаемости растений в течение первых 2 недель необходима высокая влажность (75–80%), что достигается в условиях «влажной камеры». Условия асептики соблюдаются в течение 4–5 недель. Через 2–3 недели растения, как правило, дают верхушечный прирост. Затем растения, достигшие высоты 5–8 см, с развитой корневой системой пересаживают в горшки или ящики с субстратом, состоящим из смеси торфа, листовой земли и песка в соотношении 1 : 1 : 1, и уже через 4 месяца высота растений жимолости достигала 13–15 см [Куikliна, Семерикова, 2009].

К осени посадочный материал жимолости готов к коммерческой реализации или высадке в питомник. По своему развитию эти растения нередко превосходят саженцы, полученные из зеленых черенков, и после доращивания формируют более мощную надземную часть по сравнению с растениями, полученными традиционными способами размножения [Муратова и др., 2008; Шорников и др., 2010].

При доращивании адаптированных микрорастений также возникают некоторые сложности. Если процессы, происходящие с растениями на этапе адаптации к нестерильным условиям, достаточно хорошо изучены и разработанные ранее

приемы позволяют получать довольно неплохие результаты, то последующее доращивание растений, полученных посредством микроклонального размножения, вызывает затруднения из-за недостаточной изученности вопроса [Корнацкий, 2003].

После адаптации растения пересаживают в контейнеры и доращивают в адаптационной теплице в специальном отсеке доращивания. Выбор контейнера задает объем кома субстрата, что оказывает определенное влияние на рост и развитие растений [Леонтьев-Орлов, 1986]. Считается, что оптимальными параметрами для выращивания плодовых культур обладают жесткие контейнеры размером 15×15×25 см или диаметром и высотой 15–30 см. После посадки на доращивание растения высотой от 2 до 5 см имеют небольшую корневую систему, которая не в состоянии полностью компенсировать водопотерю. Растения в это время не способны конкурировать с сорняками. В итоге выпады на этом этапе могут составлять до 60–70% [Корнацкий, 2003].

В качестве компонентов почвенных смесей в контейнерной культуре используют: торф (0–100%), компост (до 20%), кору (10–30%), древесное волокно (до 30%), глинистые материалы (5–20%), а также рисовые отруби, кокосовое волокно, песок, перлит и др. [Корнацкий, 2003]. Для окорененного материала всех культур рекомендовано зимнее хранение в подвалах при температуре от 0 до +5°C. Лучшие результаты перезимовки обеспечивает хранение дорощенных растений в холодильных камерах при температуре –2°C [Корнацкий, 1999, 2003; Семёнова, 2016].

С.С. Макаров и соавт. [2018] в своих исследованиях по микроклональному размножению в качестве первичных эксплантов использовали апекс растений с листовыми примордиями и латеральные почки вегетирующих побегов. Изолирование эксплантов проводил с одревесневших побегов, заготовленных в ранневесенний период (март–апрель). Культивирование микрочеренков жимолости синей проводилось на питательной среде, содержащей минеральные соли и витамины по прописи Мурасиге–Скуга (MS) или Кворина–Лепуавра (QL). В качестве регуляторов роста на этапе размножения использовали препарат «Цитодеф» в концентрации 0,1 мг/л, а при окоренении – ИМК 1–1,5 мг/л. Препарат «Цитодеф» в концентрации 0,2–0,5 мг/л является эффективным регулятором роста на этапе окоренения микрочеренков, а также может служить средством для депонирования *in vitro*.

Разрабатываются биологические добавки для питательных сред с целью повышения коэффициента размножения [Патент № 2807118С1, 2023]. При соблюдении заданного курса развития исследований в области микроклонального размножения методы *in vitro* вытеснят традиционные методы вегетативного размножения, увеличив скорость размножения жимолости и других ягодных культур в разы.

Таким образом, сравнивая традиционные способы вегетативного размножения жимолости синей (зеленое и одревесневшее черенкование) и современные методы биотехнологии, можно заключить, что микроклональное размножение может существенно увеличить выход оздоровленного высококачественного посадочного материала вне зависимости от сезона.

*Подбор эффективных стерилизаторов
при микроклональном размножении жимолости*

Основная проблема при микроклональном размножении как у жимолости, так и у многих ягодных культур – стерилизация растительного материала. Обычно стерилизацию начинают с того, что части побегов жимолости (длиной от 1,5 до 2 см) с покоящейся почкой отмывают мыльным раствором, затем снимают поверхностное загрязнение с побега, промывая экспланты до 2 ч проточной водой. Дополнительно побеги обрабатывают от 10 до 15 мин фунгицидами бенлатом, каптаном, превикуром или фундазолом, затем стерилизуют в спирте, промывают в стерильной дистиллированной воде и стерилизуют в основном стерилизаторе. В качестве основного стерилизатора перестали использовать ртутьсодержащие препараты из-за их токсичности. Например, использование сулемы повышает степень стерильности, но экспланты долго не растут [Муратова и др., 2005].

В работе Е.И. Куликовой с соавт. [2021] в качестве стерилизующих агентов для эксплантов используется 0,2% раствор нитрата серебра, 0,1% раствор сулемы и препарат «Лизоформин 3000» в концентрации 5%. Установлено, что на этапе введения в культуру *in vitro* максимальная жизнеспособность эксплантов жимолости съедобной российских (от 90 до 92%) и канадских (от 80 до 94%) сортов наблюдалась при использовании в качестве стерилизующих агентов «Лизоформина 3000» и AgNO_3 при времени стерилизации 10 мин.

Другой проблемой при микроразмножении жимолости, является состав питательной среды. Большую роль играет видоспецифичность и реакция растений на количественный состав различных элементов в среде. Для микрочеренков жимолости, одним из наиболее важных элементов питательной среды является железо. Например, наиболее эффективным источником железа для размножения жимолости сорта Длинноплодная в условиях *in vitro* является хелат железа в концентрации от 27,8 до 41,7 мг/л [Тимохина и др., 2023]. Для многих культур, помимо правильно подобранных солей и витаминов, требуется применение регуляторов роста, гормонов, для ускоренного роста побегов и корнеобразования [Сучкова, Абзалтденов, Кокина, 2022б].

Исследовалось также применение минерального удобрения «Хелатэм» в составе питательной среды для культивации микрочеренков, но результаты с хелатом железа оказались лучше. Успешность этапа ризогенеза *in vitro* может зависеть от ряда факторов: минерального состава питательной среды, источника и концентрации углеводов, регуляторов корнеобразования и их концентрации, сортовых особенностей [Колбанова, 2020].

Исследование эффективности различных стерилизаторов при введении в культуру проводили на образцах *L. altaica*, *L. kamtschatica* и *L. turczaninonii*.

Опыты были поставлены с распространенными стерилизаторами, содержащими поверхностно-активные вещества (ПАВ): «Domestos», «Белизна» и «Ника-М». Средства были взяты в трех концентрациях: 1, 5 и 10%. В условиях ламинарного бокса экспланты промывались полторы минуты в

70%-ном спирте, затем 15 минут в растворах соответствующих ПАВ средств. После этого экспланты промывались одну минуту в дистиллированной воде и производилась посадка на питательную среду.

Микроклональное размножение проводили на модифицированной питательной среде, содержащей минеральные соли и витамины по прописи Мурасига и Скуга (MS) [Murashige, Skoog, 1962]. Так как жимолость отличается высокой сорто- и видоспецифичностью, в качестве регуляторов роста на этапе размножения использовали ранее исследованные нами концентрации фитогормонов: БАП в концентрациях от 0,5 до 1,5 мг/л в сочетании с ИУК 0,1 мг/л. Концентрацию препарата Цитодеф было решено повысить (от 0,5 до 1,5 мг/л). Контролем служил БАП (1 мг/л) в сочетании с ИУК (0,1 мг/л) [Макаров, Калашникова, Киракосян, 2018].

Контрольным вариантом на этапе корнеобразования служила ИМК 0,5 мг/л. Субкультивирование эксплантов в виде микрочеренков на свежую питательную среду проводили каждые 5 недель. Выращивание микропобегов осуществляли в условиях, описанных выше.

Измерение морфометрических показателей проводилось на 25-й день. Коэффициент размножения рассчитывался фактический.

В результате проведенных исследований выявлено положительное влияние ПАВ-средств: «Domestos» и «Ника-М» на выживаемость эксплантов жимолости при стерилизации (табл. 53, рис. 41). Выживаемость эксплантов *L. turczaninovi* была низкой во всех вариантах опыта.

Наибольший процент выживаемости у жимолости *L. altaica* (73,3%) был отмечен с применением «Domestos» в концентрации 10%. Наименьший процент выживаемости (13,3%) в варианте с применением «Белизны» в концентрации 1%.

Таблица 53

**Выживаемость эксплантов
при различных концентрациях стерилизаторов**

Образец	Выживаемость, %								
	«Domestos»			«Белизна»			«Ника-М»		
	1%-ный раствор	5%-ный раствор	10%-ный раствор	1%-ный раствор	5%-ный раствор	10%-ный раствор	1%-ный раствор	5%-ный раствор	10%-ный раствор
<i>L. altaica</i>	33,3	53,3	73,3	13,3	40,0	33,3	40,0	60,0	66,7
<i>L. kamtschatica</i>	13,3	53,3	53,3	13,3	13,3	26,7	26,7	73,3	73,3
<i>L. turczaninonii</i>	0	6,7	13,3	0	0	0	6,7	6,7	6,7



Рис. 41. Микрочеренки жимолости на питательной среде
(фото Т.З. Абзалтденова)

У *L. kamtschatica* максимальный процент выживаемости эксплантов (73,3%) отмечен в вариантах со средством «Ника-М» в концентрациях 5 и 10%. Низкий процент выживаемости (13,3%) – в вариантах с применением «Domestos» в концентрации 1% и Белизны в концентрациях 1 и 5%.

Низкий процент выживаемости *L. turczaninonii* был в варианте с применением «Domestos» – 5 и 10% (6,7 и 13,3%). Отмечено, что в варианте с «Domestos» – в концентрации 1% и «Белизной» в концентрации 1,5 и 10% ни один эксплант не выжил.

В некоторых случаях, концентрация стерилизатора может превышать рекомендуемую, что можно оценить по характеру повреждения микрочеренков. При повышенной концентрации средств загрязнения как такового не наступает и отмечается лишь некроз тканей, что встречалось у образцов *L. turczaninonii* в варианте с «Белизной». Данное следствие может утверждать о видоспецифичности касательно выбора стерилизатора.

Микрочеренки *L. turczaninonii* остановились в росте спустя 7 дней после стерилизации, и постепенно произошел некроз тканей. Исследование влияния различных концентраций фитогормонов на рост и развитие микрочеренков жимолости проводилось на двух образцах: *L. kamtschatica* и *L. altaica*.

В результате опытов были выявлены закономерности во влиянии регуляторов роста на морфогенез микрочеренков жимолости. Различные концентрации БАП и ИУК положительно влияют на общую тенденцию роста растений: боковые побеги развиваются равномерно, высота растений увеличивается прямо пропорционально сроку культивирования (рис. 42).

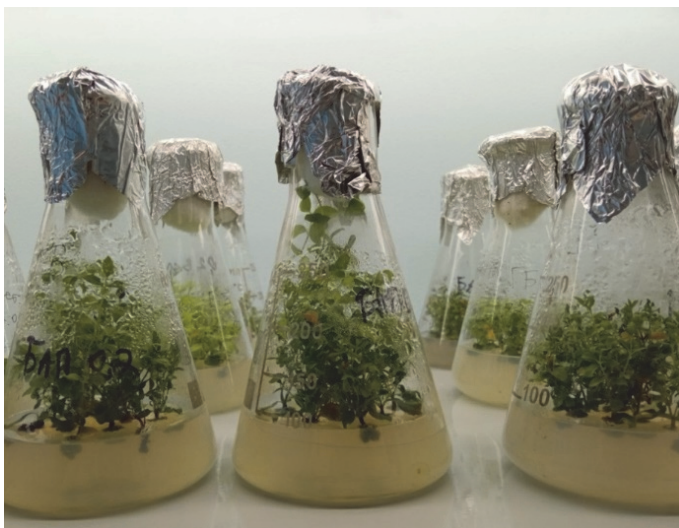


Рис. 42. Жимолость *in vitro* на этапе размножения
(фото Т.З. Абзалтденова)

Влияние препарата «Цитодеф» на образцы *L. kamtschatica* и *L. altaica* идентично влиянию на сорта Восторг и Гордость Бакчара – раннее образование корней и замедленный рост после трех недель культивации.

Измерение морфометрических параметров происходило на четвертой неделе культивирования. Высота растений в вариантах с применением «Цитодефа» значительно превышала высоту растений с БАП и ИУК до определенного момента.

У *L. altaica* достоверно возросла высота растения в вариантах с «Цитодефом» в концентрациях от 0,5 до 1,5 мг/л (больше контроля от 26,8 до 33,7%) (табл. 54). Наименьшая высота растений была отмечена в варианте с применением БАП и ИУК в концентрации 0,5 мг/л (меньше контроля на 7,7%).

Коэффициент размножения был значительно выше в вариантах с применением БАП и ИУК по описанным выше причинам.

Таблица 54

Влияние регуляторов роста на морфометрические показатели микрочеренков

Образец	Вариант опыта	Высота растения, см	Коэффициент размножения
<i>L. altaica</i>	БАП 1 мг/л; ИУК 0,5 мг/л (контроль)	3,65±0,22	4,41±0,24
	БАП 0,5 мг/л; ИУК 0,5 мг/л	3,37±0,18	3,82±0,18
	БАП 1,5 мг/л; ИУК 0,5 мг/л	3,46±0,18	3,59±0,15*
	«Цитодеф» 0,5 мг/л	4,88±0,21*	0,82±0,13*
	«Цитодеф» 1 мг/л	4,63±0,26*	0,82±0,13*
	«Цитодеф» 1,5 мг/л	4,72±0,22*	0,88±0,15*
<i>L. kamtschatica</i>	БАП 1 мг/л; ИУК 0,5 мг/л (контроль)	4,05±0,22	4,71±0,21
	БАП 0,5 мг/л; ИУК 0,5 мг/л	3,76±0,18	4,12±0,17
	БАП 1,5 мг/л; ИУК 0,5 мг/л	3,88±0,20	4,30±0,16
	«Цитодеф» 0,5 мг/л	4,82±0,24*	1,12±0,11*
	«Цитодеф» 1 мг/л	5,04±0,19*	1,12±0,11*
	«Цитодеф» 1,5 мг/л	4,95±0,18*	1,18±0,15*

* – здесь и в табл. 55–58 достоверные различия показателей по сравнению с контролем при $p < 0,05$.

Низкий коэффициент размножения был во всех вариантах с применением препарата «Цитодеф» (от 80 до 81,4% ниже контрольных значений). Выявлен сниженный коэффициент

размножения *L. altaica* в варианте с применением БАП в концентрации 1,5 мг/л (ниже контроля на 18,6%), что можно объяснить ингибирующим действием при избыточной концентрации цитокинина в питательной среде.

У *L. kamtschatica* максимальная высота растения выявлена в варианте «Цитодеф» в концентрации от 0,5 до 1,5 мг/л (больше контроля от 19,0 до 24,4%). Наименьшая высота растений отмечена в варианте с применением БАП в концентрации 0,5 мг/л (меньше контроля на 7,2%).

Наибольший коэффициент размножения отмечен в контрольном варианте (БАП 1 мг/л и ИУК 0,5 мг/л). Низкий коэффициент размножения во всех вариантах с применением препарата «Цитодеф» (от 75 до 77% ниже контрольных значений).

Значительного снижения коэффициента размножения с применением фитогормонов БАП у *L. kamtschatica* не отмечается. Статистически незначительная разница в вариантах присутствует.

Коэффициент вариации в среднем по *L. altaica* и *L. kamtschatica* у показателя высоты растения сохраняет определенную тенденцию. У обоих образцов жимолости высота растения в вариантах с применением БАП и ИУК является высоковариабельным параметром (от 24,2 до 29,3%), а в вариантах с применением «Цитодефа» – средневариабельным (от 19,6 до 21,1%).

Обратная ситуация с коэффициентом размножения. У обоих образцов коэффициент вариации данного параметра является средневариабельным (от 13,4 до 22,7%), с применением препарата «Цитодеф» – высоковариабельным (от 47,5 до 68,3%).

Для определения эффективности применения препарата «Цитодеф» на этапе окоренения было проведено сравнительное изучение морфометрии корневой системы микрочеренков (табл. 55).

Таблица 55

Влияние регуляторов роста на ризогенез микрочеренков жимолости

Образец	Вариант	Длина корней, см
<i>L. altaica</i>	ИМК 0,5 мг/л (контроль)	2,89±0,17
	«Цитодеф» 0,5 мг/л	2,53±0,15
	«Цитодеф» 1 мг/л	3,45±0,20*
	«Цитодеф» 1,5 мг/л	3,3±0,18
<i>L. kamtschatica</i>	ИМК 0,5 мг/л (контроль)	3,06±0,16
	«Цитодеф» 0,5 мг/л	2,78±0,17
	«Цитодеф» 1 мг/л	3,66±0,16*
	«Цитодеф» 1,5 мг/л	3,5±0,15

В результате исследований выявлено, что у *L. altaica* максимальная длина корней – в варианте с применением препарата «Цитодеф» в концентрации 1 мг/л (больше контроля на 19,4%). Минимальная длина корней – в варианте с применением «Цитодефа» в концентрации 0,5 мг/л (меньше контроля на 12,5%).

У *L. altaica* максимальная длина корней – в варианте с применением «Цитодефа» в концентрации 1 мг/л (больше контрольных значений на 19,6%). Наименьшая длина корней была отмечена в варианте с применением «Цитодефа» в концентрации 0,5 мг/л (2,78 см), что меньше контроля на 9,2%.

*Подбор оптимальных концентраций регуляторов роста
при микроклональном размножении жимолости синей*

Способ вегетативного размножения *in vitro* совершенствуется с каждым годом, и хотя уже подобран оптимальный состав солей питательных сред для большинства хозяйственно-ценных культур, остается открытым вопрос оптимального культивирования сортов [Куклина, Семерикова, 2009].

Один из факторов повышения эффективности садоводства в рыночных условиях – это качественный посадочный материал. Для многих культур и сортов помимо правильно подобранных солей и витаминов требуется применение регуляторов роста – гормонов – для ускоренного роста побегов и корнеобразования. Дальнейшие исследования в этом направлении необходимы для усовершенствования этапа микроразмножения, что будет способствовать увеличению выхода количества и качества посадочного материала.

Исследования по подбору регуляторов роста и их оптимальных концентраций для ускоренного микроклонального размножения жимолости проводили на двух сортах: Восторг и Гордость Бакчара.

Методы исследования основывались на общепринятых классических [Бутенко, 1999] и разработанных в Лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН [Молканова и др., 2018] методах работы с культурами изолированных тканей и органов растений.

Для микроклонального размножения в качестве первичных эксплантов использовали побеги растений, только начавших

вегетацию (II–III декада апреля). Побеги с двумя – тремя междоузлиями нарезались, промывались в проточной воде 10–15 мин, затем проводилась стерилизация в условиях ламинарного бокса в 3%-ном растворе «Domestos» и 70%-ном этиловом спирте. Междоузлия делились на единичные узлы, после чего те помещались на питательную среду.

Микроклональное размножение проводили на модифицированной питательной среде, содержащей минеральные соли и витамины по прописи Мурасига и Скуга (MS) [Murashige, Skoog, 1962].

В качестве регуляторов роста на этапе размножения использовали БАП в концентрациях 0,2–1,0 мг/л в сочетании с ИУК 0,1 мг/л, а также препарат «Цитодеф» (N-(1.2.4-триазол-4-ил)-N-фенилмочевины 100 г/кг, «Агросинтез») в концентрациях (0,2–1,0 мг/л). Контролем послужил БАП (1 мг/л) в сочетании с ИУК (0,1 мг/л).

На этапе корнеобразования использовали ИМК 0,5 мг/л. Субкультивирование эксплантов в виде микрочеренков на свежую питательную среду проводили каждые 5 недель.

Измерение морфометрических показателей проводилось на 25-й день. Коэффициент размножения рассчитывался фактический. Для адаптации растения высаживали в контейнеры-теплицы с торфяными таблетками. По прошествии 4–5 недель микрорастения пересаживались в кассеты с субстратом из торфа, перегноя и речного песка (1 : 1 : 1). Дальнейшее культивирование проводилось в парниках с притенкой.

В результате проведенных исследований выявлено положительное влияние препарата «Цитодеф» на рост и развитие микрочеренков жимолости. Во всех вариантах опыта с применением препарата «Цитодеф» у сорта Восторг высота растений превысила контрольные значения от 17,9 до 25,0% (табл. 56). Эффективнее всего оказалась концентрация 0,5 мг/л, высота растений возросла на 25% по сравнению с контролем. У сорта Гордость Бакчара наилучший результат также отмечается в варианте с концентрацией 0,5 мг/л, что выше контроля на 29,6%. При пересадке микрорастений отмечено, что диаметр черенков в варианте с препаратом «Цитодеф» больше, чем в вариантах с гормоном БАП.

Выявлено, что уменьшение концентрации БАП с 1 мг/л до 0,5 мг/л не приводит к резким уменьшениям показателей. Неэффективным оказалось понижение концентрации БАП до 0,2 мг/л. В этом варианте у обоих сортов самые низкие показатели высоты растений. У сорта Восторг высота меньше контрольных на 10,7%, а у сорта Гордость Бакчара – на 7,4%.

Таким образом, для микроклонального размножения исследуемых сортов жимолости можно применять концентрацию гормона БАП (0,5 мг/л) в сочетании с ИУК (0,1 мг/л).

Обнаружено, что на 25-й день рост микрочеренков в вариантах с препаратом «Цитодеф» замедляется, в то время как растения на гормоне БАП в сочетании ИУК не заканчивали свой рост. Выяснилось, что растения на «Цитодефе» могут находиться на среде без дополнительных пассажей более трех месяцев. Данную особенность можно использовать для депонирования с целью сокращения пассажей или для создания коллекции [Орлова и др., 2022].

Таблица 56

**Влияние регуляторов роста на размножение жимолости
в условиях *in vitro***

Сорт	Вариант	Высота растения, см	Коэффициент размножения
Восторг	БАП (1,0 мг/л) + ИУК (0,1 мг/л) (контроль)	2,8±0,05	11,7±0,70
	БАП (0,5 мг/л) + ИУК (0,1 мг/л)	2,7±0,06	11,7±0,60
	БАП (0,2 мг/л) + ИУК (0,1 мг/л)	2,5±0,09	10,0±0,45
	«Цитодеф» (0,2 мг/л)	3,3±0,11*	4,8±0,20*
	«Цитодеф» (0,5 мг/л)	3,5±0,10*	4,9±0,20*
	«Цитодеф» (1,0 мг/л)	3,4±0,09*	4,1±0,23*
Гордость Бакчара	БАП (1,0 мг/л) + ИУК (0,1 мг/л) (контроль)	2,7±0,08	9,5±0,17
	БАП (0,5 мг/л) + ИУК (0,1 мг/л)	2,7±0,10	9,3±0,21
	БАП (0,2 мг/л) + ИУК (0,1 мг/л)	2,5±0,05	8,7±0,30
	«Цитодеф» (0,2 мг/л)	3,4±0,10	4,0±0,26*
	«Цитодеф» (0,5 мг/л)	3,5±0,08*	4,4±0,27*
	«Цитодеф» (1,0 мг/л)	3,4±0,04	3,9±0,27*

Обратная ситуация наблюдается с коэффициентом размножения. Он значительно ниже в связи с тем, что растения с использованием препарата «Цитодеф» спустя 2 недели уже образуют корни, поэтому через 2 недели они уже пригодны к адаптации. Отсюда следует, что препарат «Цитодеф» в представленных концентрациях неэффективен на этапе размножения, но может использоваться для создания коллекций

in vitro или непосредственно как регулятор роста на этапе окоренения.

Уменьшение концентрации БАП до 0,2 мг/л негативно отражается на коэффициенте размножения представленных сортов. У сорта Восторг коэффициент размножения в этом варианте ниже контрольного на 14,5%, а у сорта Гордость Бакчара – на 8,4%. Как было отмечено выше, уменьшение концентрации БАП до 0,5 мг/л не приводит к резким снижениям показателей. У сорта Восторг показатели равны контрольным, а у Гордости Бакчара снижение лишь на 2,1%.

Низкий коэффициент размножения у сортов жимолости отмечается в варианте с препаратом Цитодеф в концентрации 1 мг/л. У сорта Восторг значение ниже контрольного на 65%, а у сорта Гордость Бакчара – на 58,9%. Таким образом, Цитодеф в концентрации 1 мг/л является ингибирующим для данных сортов жимолости.

В результате проведенных исследований выявлено положительное влияние препарата «Цитодеф» на ризогенез микрочеренков обоих исследуемых сортов. В работе С.С. Макарова, Е.А. Калашниковой и Р.Н. Киракосян [2018] показано, что данный препарат положительно влияет на образование адвентивных побегов, а в долгосрочной перспективе приводит к уменьшению их длины.

В наших исследованиях выявлено, что препарат «Цитодеф» на питательной среде по прописи Мурасиге–Скуга в первые пассажи не вызывает рост адвентивных побегов у сортов жимолости, а наоборот, стимулирует рост основного побега и образование корней. У обоих сортов отмечено образование

корней на 8–10-й день после посадки. Спустя 2 недели культивации отмечается образование корней у микрочеренков сорта Восторг до 90% и у сорта Гордость Бакчара – до 85%.

В вариантах с гормоном БАП образование корней отмечается только у единичных микрочеренков на 8–9-й неделе культивации. При пересадке микрорастений из варианта с БАП на питательную среду с добавлением ИМК (0,5 мг/л) наблюдается образование корней на 10–12-й день.

Отмечено положительное влияние «Цитодефа» на ризогенез микрочеренков сортов жимолости во всех вариантах опыта, по сравнению с контролем (табл. 57). Максимальная длина корней у обоих сортов в вариантах с «Цитодефом» в концентрации 0,2 и 0,5 мг/л. У сорта Восторг длина корней больше контроля на 19,4–22,6%, у сорта Гордость Бакчара оба варианта превышают контрольные показатели на 20%.

Для оценки регуляторов роста использовали экспресс-анализ физиологического состояния растений. Сумма хлорофиллов в листьях микрочеренков была высокой у сорта Гордость Бакчара (17,6 мкг/см²) в варианте с «Цитодефом» (0,5 мг/л), что больше контрольного варианта на 74,3% (рис. 43). У сорта Восторг наибольшая сумма хлорофилла также была в этом варианте с препаратом «Цитодеф» – на 12,9% больше контрольных значений.

Флавоноиды являются индикаторами стресса растений. Они могут увеличиваться при недостатке азотного питания, а когда растения не испытывают недостатка азотного питания, то обмен веществ идет для синтеза хлорофиллов [Koricheva и др., 1998; Jones, Hartley, 1999; Demotes-Mainard et al., 2008].

Содержание флавоноидов в опыте колебалось в диапазоне 0,25–0,39 мкг/см² (табл. 58).

Таблица 57

**Влияние регуляторов роста на ризогенез жимолости
в условиях *in vitro***

Сорт	Вариант	Длина корней, см
Восторг	ИМК (0,5 мг/л) (контроль)	3,1±0,27
	«Цитодеф» (0,2 мг/л)	3,7±0,20*
	«Цитодеф» (0,5 мг/л)	3,8±0,10*
	«Цитодеф» (1,0 мг/л)	3,6±0,12
Гордость Бакчара	ИМК (0,5 мг/л) (контроль)	3,0±0,29
	«Цитодеф» (0,2 мг/л)	3,6±0,18*
	«Цитодеф» (0,5 мг/л)	3,6±0,09*
	«Цитодеф» (1,0 мг/л)	3,5±0,11

Индекс азотного баланса в вариантах опыта находился в пределах от 30,3 до 45,1. У сорта Гордость Бакчара в варианте с «Цитодефом» (0,5 мг/л) отмечен максимальный эффект, что больше контрольного варианта на 48,8%. У сорта Восторг максимальный эффект также наблюдается в этом варианте и превышает контрольные значения на 16,3%.

Оценка изменчивости морфометрических признаков у микроклонов жимолости показала, что все параметры относятся к низковариабельным ($CV < 10\%$), средневариабельным ($CV = 11\text{--}20\%$) и являются стабильными.

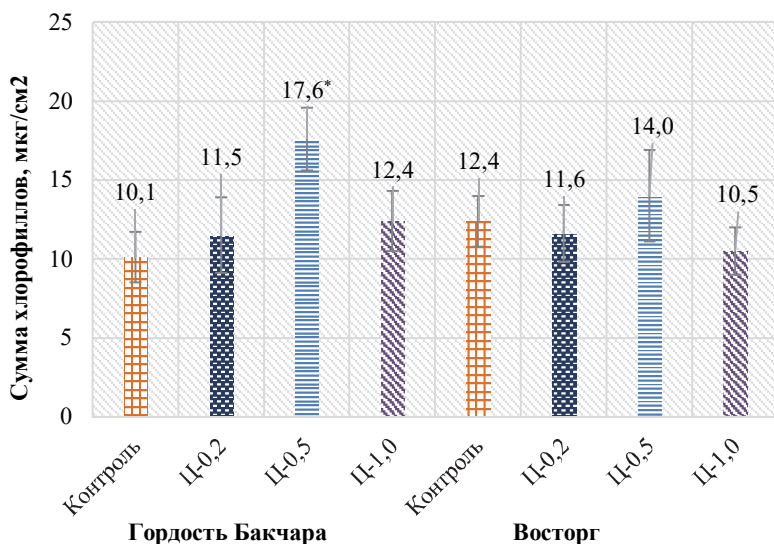


Рис. 43. Сумма хлорофиллов в листьях микрочеренков жимолости в опыте: Ц-0,2 – «Цитодеф» 0,2 мг/л; Ц-0,5 – «Цитодеф» 0,5 мг/л; Ц-1,0 – «Цитодеф» 1,0 мг/л

Таблица 58

**Содержание флавоноидов и индекс азотного баланса
в листьях жимолости**

Сорт	Вариант	Флавоноиды, мкг/см ²	NBI (Индекс азотного баланса)
Гордость Бакчара	Контроль (ИМК 0,5 мг/л)	0,28±0,01	30,3±1,2
	«Цитодеф» (0,2 мг/л)	0,28±0,01	35,1±1,6
	«Цитодеф» (0,5 мг/л)	0,39±0,02	45,1±3,1*
	«Цитодеф» (1,0 мг/л)	0,30±0,01	37,7±2,0
Восторг	Контроль (ИМК 0,5 мг/л)	0,34±0,01	34,3±1,7
	«Цитодеф» (0,2 мг/л)	0,35±0,02	31,4±2,2
	«Цитодеф» (0,5 мг/л)	0,33±0,01	39,9±2,1
	«Цитодеф» (1,0 мг/л)	0,25±0,02	38,1±1,9

Таким образом, применение гормона БАП в концентрации 0,5 мг/л в сочетании с ИУК (0,1 мг/л) является эффективным регулятором роста на этапе размножения микрочеренков. Препарат «Цитодеф» в концентрации от 0,2–0,5 мг/л является эффективным регулятором роста на этапе окоренения микрочеренков.

В результате исследований выявлено, что лучшим регулятором роста на этапе размножения жимолости синей (Восторг и Гордость Бакчара) является совместное применение гормонов БАП (0,5 мг/л) и ИУК (0,1 мг/л). Для этапа корнеобразования наиболее эффективным регулятором для данных сортов является препарат «Цитодеф» в концентрации 0,5 мг/л. Наибольшее положительное влияние на физиологические параметры микрочеренков жимолости оказал препарат «Цитодеф» в концентрации 0,5 мг/л.

Выявлен высокий потенциал биосинтетических возможностей у *Lonicera caerulea* в условиях *in vitro*. Обнаружена специфичность образцов жимолости в отношении условий культивирования. Высокий коэффициент размножения отмечен в контроле с применением БАП в концентрации 1 мг/л и ИУК в концентрации 0,5 мг/л. «Цитодеф» в концентрациях от 0,5 до 1,5 мг/л увеличивает высоту у *L. altaica* и *L. kamtschatica* от 19,0 до 33,7%. Максимальная длина корней отмечена в варианте с применением препарата «Цитодеф» в концентрации 1 мг/л, что больше контроля от 19,4 до 19,6%.

Вегетационные индексы жимолости in vitro

Физиологические показатели функционального состояния растений являются важными характеристиками адаптации

растений к неблагоприятным факторам окружающей среды [Butenkova, Belaeva, Shmakova, 2024]. Под воздействием различных стресс-факторов у растений активируется система антиоксидантной защиты, что свидетельствует о снижении эффективности фотосинтетически активной радиации [Yakushev et al., 2017].

Изучение физиологического состояния растений жимолости по вегетационным индексам было проведено с использованием прибора неразрушающего контроля для витального изучения растений, листового миниспектрометра Spectravue CI–710s (подробное применение описано в параграфе 1.3). Замеры проводили в двадцатикратной повторности для каждого сорта и вариантов опыта.

В эксперименте изучали растения, размноженные путем зеленого черенкования (контроль) и размноженные *in vitro*, находящиеся в одинаковой стадии развития с точки зрения хозяйственного применения. При адаптации растений жимолости в открытом грунте применяли корневые подкормки «Азофоской» в концентрации 30 г на 10 л, чтобы оптимизировать питание, рост и развитие растений.

По результатам исследований определены физиологические показатели и вегетационные индексы в листьях жимолости, которые отражают состояние растений при адаптации (табл. 59).

Таблица 59

Физиологические показатели и индексы листьев жимолости

Образец	Показатель	Вариант опыта	
		Контроль	<i>In vitro</i>
<i>L. altaica</i>	Общее содержание хлорофилла, мкг/см ³	33,63±0,36	34,24±0,47
	Индекс отражения антоцианов 1	0,000997±0,001	0,00157±0,001
	Индекс отражения антоцианов 2	0,047434±0,036	0,074073±0,024
	Индекс отражения каротиноидов 1	0,017±0,002	0,164±0,001
	Индекс отражения каротиноидов 2	0,018±0,002	0,018±0,001
	Индекс отражения флавоноидов	0,335±0,118	0,806±0,094*
	Нормализованный индекс поглощения хлорофилла	0,024±0,02	0,057±0,01
	Индекс фотохимического отражения	0,0015±0,01	0,0037±0,01
	Феофетиновый индекс	0,027±0,011	0,063±0,01*
	Обеспеченность растений азотом, %	78,8	81,3
<i>L. kamtschatica</i>	Общее содержание хлорофилла, мкг/см ³	34,36±0,60	35,21±0,55
	Индекс отражения антоцианов 1	0,000737±0,001	0,00292±0,001*
	Индекс отражения антоцианов 2	0,0399±0,03	0,142±0,038*
	Индекс отражения каротиноидов 1	0,0143±0,001	0,0194±0,002*

Окончание табл. 59

Образец	Показатель	Вариант опыта	
		Контроль	<i>In vitro</i>
	Индекс отражения каротиноидов 2	0,015±0,001	0,022±0,002*
	Индекс отражения флавоноидов	0,725±0,15	0,616±0,012
	Нормализованный индекс поглощения хлорофилла	0,044±0,019	0,056±0,014
	Индекс фотохимического отражения	0,011±0,002	0,014±0,002
	Феофетиновый индекс	0,063±0,011	0,046±0,006
	Обеспеченность растений азотом, %	76,3	88,8

У *L. altaica* статистически достоверные различия отмечены в таких показателях, как индекс отражения флавонолов, нормализованный индекс феофитинизации.

Содержание общего хлорофилла и индексов отражения каротиноидов у растений, размноженных *in vitro*, не отличается от растений, полученных классическим черенкованием (контроль). Однако в варианте *in vitro* значительно выше значения нормализованного индекса поглощения хлорофилла (в 2,4 раза) и индекса фотохимического отражения (в 2,5 раза).

Индексы отражения антоцианов у растений *in vitro* больше контроля на 57 и 56% соответственно. Феофетиновый индекс в варианте *in vitro* больше контроля в 2,3 раза, что свидетельствует о значительном увеличении содержания феофетина относительно хлорофилла, а также о процессах преждевременного старения листьев. Обеспеченность растений азотом не

отличается между вариантами. Увеличение значений данных индексов стресса в варианте *in vitro* может быть связано с тем, что микроклонально размноженные растения выращивались в условиях интенсивной светокультуры (при высокой плотности фотонного потока), но без воздействия ультрафиолета, что привело к запуску защитных механизмов при адаптации к условиям открытого грунта. Данная адаптация для растений *in vitro* довольно длительная, поскольку проявляется даже через несколько месяцев выращивания растений в условиях открытого грунта.

У *L. kamtschatica* статистически достоверные различия отмечены в следующих показателях: индексы отражения антоцианов 1 и 2, индекс отражения каротиноидов 1 и 2, обеспеченность растений азотом.

Содержание общего хлорофилла у растений, размноженных *in vitro* не отличается от контроля, но нормализованный индекс поглощения хлорофилла и индекс фотохимического отражения выше контроля на 27%, а обеспеченность растений азотом выше на 16%.

Индексы отражения антоцианов 1 и 2 больше контрольных показателей почти в 4 раза. Индексы отражения каротиноидов 1-го и 2-го вариантов *in vitro* выше контрольных значений на 36 и 47% соответственно. Однако индекс отражения флавоноидов в варианте *in vitro* меньше контроля на 15%, а феофетиновый индекс – на 27%. Разнонаправленность изменений индексов стресса (увеличение индексов отражения антоцианов и каротиноидов, но уменьшение флавоноидного и феофетинового индексов) свидетельствует о том, что размноженные

in vitro растения испытывают при переносе в условия открытого грунта комплекс стрессорных факторов и адаптируются к ним за счёт разных механизмов.

Таким образом, оба вида жимолости, *L. altaica* и *L. kamtschatica*, после размножения *in vitro* и при переносе растений в условия открытого грунта испытывают более сильный и более затяжной стресс по сравнению с растениями, полученными классическим черенкованием. В ответ на комплекс стрессов проявляются видоспецифичные адаптивные реакции.

Глава 5. Вредители жимолости

5.1. Основные биоценотические связи животных с жимолостью и их вредоносная деятельность

В экспериментальных насаждениях Бакчарского опорного пункта северного садоводства З.С. Бабенко выявлено 37 насекомых-фитофагов, из которых листьями питаются 36 видов, плодами – один, жимолостная пальцекрылка [Бабенко, 1979, 1982; Гидзюк, 1981].

Целенаправленный мониторинг на плантациях жимолости синей в средней полосе России и в Западной Сибири показал, что чем дальше этот ягодный кустарник находится в культуре, тем больше разнообразие фитофагов. Кроме клещей (отряд Acariformes), щитовок, ложнощитовок и червецов (подотряд Coccoidea), вред этим растениям наносят грызущие и минирующие филлофаги и тли (отряд Homoptera). Основу вредоносного комплекса энтомофауны на сортах жимолости представляют 4 вида тли: *Semiaphis tatariceae*, *S. lonicerina*, *Prociphilus xylostei* и *Rhopalomizus lonicerae*, образующие локальные очаги. Выявлено, что эти фитофаги являются переносчиками опасных вирусов, вызывающих гибель ягодной культуры [Куikliна, Келдыш, Червякова, 2002]. Также угрозу посадкам жимолости представляют широко распространенные вредители-полифаги – акациевая ложнощитовка (*Parthenolecanium*

corni Bouche) и запятовидная щитовка (*Lepidosaphes ulmi* L.) [Кукина, Мухина, Дымович, 2005].

Обследование насаждений жимолости в европейской части России и Сибири (Москва, Белгород, Новосибирск, Барнаул) позволило выявить целый ряд представителей микофлоры и некоторые опасные фитовирусы. Отмечено появление *Ramularia lonicerae* Vogl., *Septoria xylostei* Bacc. Et Wint., *Alternaria* sp., *Cercospora periclymeni* Wint., *Phyllosticta vulgatis* Desm., *Lasiobotrys lonicerae* Kunze, *Coniothyrium olivaceum* Bon., *Phyllactinia suffulta* Sacc., *Microsphaera lonicerae* (DC) Wint., *Phellinus lonicerinus* (Bond.) Bond. et Sing, *Pestalotia affinis* Sacc. et Vogl. [Сорокопудов, Кукина, Мовчан, 2017].

На плантациях жимолости в условиях Западной Сибири к числу важных полезных групп животных следует отнести опылителей (разные виды шмелей (*Bombus*), пчел (*Apis*), бабочек (*Lepidoptera*) и ряд других групп) и энтомофагов как среди насекомых (божья коровка – *Coccinellidae*, жужелицы – *Carabidae*, златоглазки – *Chrysopidae* и др.), так и среди птиц (насекомоядные воробьинообразные из семейств трясогузковые – *Motacillidae*, синицевые – *Paridae*, пеночковые – *Phylloscopidae*, камышовковые – *Acrocephalidae* и др.). Однако большее внимание человеком уделяется защите ягодных культур от различных вредителей (приложение).

На жимолости встречаются различные насекомые; соком листьев и побегов питаются тля жимолостно-злаковая (*Rhopalomyzus lonicerae*), тля верхушечная жимолостная (*Semiaphis tataricae*), червец мучнистый кленовый (*Phenacoccus aceris*), ложнощитовка акациевая

(*Parthenolecanium corni*). Виды, питающиеся листьями: пяденица жимолостная лопастная (*Trichopteryx polycommata*), моль серпокрылая жимолостная (*Ypsolopha dentella*), моль-пестрянка жимолостная (*Phyllonorycter trifasciella*), листовертка розанная (*Archips rosana*). Повреждают древесину: древесница въедливая (*Zeuzera pyrina*), узкотелая златка жимолостная (*Agrilus cyanescens*). Виды, личинки которых развиваются в плодах – пальцекрылка жимолостная (*Platyptilia calodactyla*), муха вишневая (*Rhagoletis cerasi*). Виды, которые в конце зимы–весной могут питаться верхушечными почками жимолости: снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*), свиристель (*Bombycilla garrulus*) и др.

Другая важная группа – птицы, поедающие плоды жимолости (приложение). Они в условиях агрокультуры становятся основными вредителями (рис. 44). В первую очередь это рябинник (*Turdus pilaris*), дрозды – белобровик (*T. iliacus*), певчий (*T. phylomelos*), чернозобый (*T. atrogularis*), а также обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*). Еще ряд воробьиных видов (садовая славка – *Sylvia borin*, славка-завирушка – *Sylvia curruca*, обыкновенная чечевица – *Carpodacus erythrinus*, сорока – *Pica pica*) питаются ягодами, включая жимолость, но ягода является для них дополнительным кормом. Данные виды не формируют больших скоплений, поэтому урон от них минимален, тем более что их следует относить к полезным видам на плантациях, так как во время гнездового периода они скармливают своим птенцам различных насекомых, включая вредителей, собирая их непосредственно на жимолости.



Рис. 44. Повреждения плодов жимолости (выедание семян) птицами (обыкновенная зеленушка, обыкновенная чечевица) на плантации ООО СП «Северный сад» (фото Т.З. Абзалтденова)

Исследования по орнитологической тематике на плантациях жимолости проводились в Бакчаре в 1975–1976 гг. под руководством С.С. Москвитина с участием А.А. Ананина, Н.Н. Кудашовой. Орнитологические исследования в Сибирском ботаническом саду и на территории г. Томска проводились С.П. Миловидовым [Миловидов, 1974; Миловидов, Нехорошев, 2010]. На современном этапе с 2019 г. изучением охвачены плантации жимолости ООО СП «Северный сад», ОГУП «Бакчарское» и коллекционные насаждения СибБС ТГУ.

Комплексный анализ накопленного опыта, отработка новых подходов мониторинга способствуют созданию технологий использования птиц в качестве полезного компонента агробиоценоза и минимизации вредоносной деятельности отдельных видов на плантациях жимолости.

Биоценотическое взаимодействие растений и животных является неотъемлемой частью любого биоценоза, включая обедненные агрокультурные растительные сообщества, создаваемые человеком. Животных, в той или иной степени связанных с определенным видом растений, включают в его консорцию, где виды можно оценить с позиций их вредоносной или полезной деятельности, относительно растения, или интереса человека к возделываемому виду. Проблема защиты от птиц-вредителей для ягодных культур всегда являлась и остается актуальной.

*Особенности образа жизни рябинника
и причины изменчивости его вредоносной деятельности*

Особенности биологии рябинника обусловлены его вредоносной деятельностью на плантации жимолости. Следует выделить два таких аспекта – склонность к агрегации, как в период колониального гнездования, так и в период послегнездовой миграции, и смена питания с белкового в гнездовой период (беспозвоочные, в основном дождевые черви) на ягодное в послегнездовой и последующие периоды (черемуха, бузина, крушина, а позднее – рябина, ранетка). Все это способствует естественной концентрации дроздов в местах наличия ягодных кормов.

Для прогнозирования возможных сценариев вредоносной деятельности рябинника большое значение имеют даты начала гнездования в текущем сезоне. От этого зависят сроки его годового цикла (послегнездовая миграция, линька, послелиночная миграция), так как период насиживания (12–14 дней), выкармливания (12–14 дней в гнезде плюс 10–15 после вылета) и возраст начала линьки (в 50–55 дней для особей ранних сроков рождения) у птиц маловариабельны и хорошо рассчитываются. У рябинника начало откладывания яиц зависит не только от хода весны, но и от того, оставался ли вид массово зимовать в регионе. Последнее влияет на более ранние сроки начала гнездового периода, так как сокращается дистанция весенних перемещений рябинника в период предбрачный миграции, вследствие чего птицы раньше появляются на местах гнездования, а в сочетании с ранней весной гнездование начинается на 2–3 недели раньше обычного.

Зимовки рябинника в гнездовой части ареала происходят регулярно, если рябина уродилась в лесных биоценозах. При этом следует учитывать, что урожайность в локальных городских условиях не отражает таковой в лесных местообитаниях и в целом не оказывает весомого влияния на популяцию рябинника. В урожайные годы у многих особей не происходит формирования миграционного состояния в осенний (послелиночный) миграционный период, в результате не возникает потребности целенаправленного перемещения, и они остаются зимовать в гнездовой части ареала на ягодных кормах рябины. В неурожайные годы у рябинника формируется миграционное состояние, как и у всех дальних мигрантов, под

действием которого они способны перемещаться на большие расстояния. Окольцованных в области птиц повторно регистрировали (чаще всего их добывали охотники (5 из 7 случаев)) в Закавказье, Италии, Франции (электронные архивы Зоологического музея ТГУ).

Можно предполагать, что летом в послегнездовой миграционный период формирование миграционного состояния у рябинника также зависит от урожая ягодных кормов. В зависимости от урожая поисковые перемещения рябинника носят локальный биотопический характер с концентрацией птиц в пойме и использованием созревающих запасов естественных ягодных культур (черемуха, бузина, крушина и др.) либо формируются выраженные поисковые миграции (кочевки) в поисках других мест, имеющих запасы ягодных кормов. В миграционном состоянии рябинник в поисковых перемещениях находит и использует локальные запасы ягодных кормов как по лесу, так и на антропогенной территории, включая плантации и индивидуальные садовые участки. При обнаружении кормных мест происходит накопительная концентрация в них птиц, которые могут оседать здесь на весь период следующего важного сезонного явления в жизни птиц – линьки. После завершения обновления оперения у птиц наступает очередной послелиночный миграционный период, в который триггером формирования миграционного состояния вновь будет неурожайность рябины. Тогда рябинник ведет себя как дальний мигрант, покидая на зиму свой гнездовой регион.

Например, оказался очень показателен 2023 г. – рябинник практически отсутствовал в городской черте в период созревания и сбора урожая жимолости. Причина этого – в сочетании сложившихся условий. Раннее гнездование, вследствие зимовки вида в соседних с нами южных регионах Сибири (Новосибирская обл., Алтайский край) и раннего хода весны, привело к быстрому возвращению птиц в места размножения, сдвигу сроков гнездования и начала послегнездовых перемещений. В результате этого птицы после гнездования, меняя биотопическую приуроченность, расселялись в продуктивные в это время пойменные биоценозы. Там происходило постепенное переключение питания рябинника на ягодные корма с оценкой их запасов, от которых зависит дальнейший сценарий миграционного поведения птиц. Наличие урожая черемухи в данный год не способствовало развитию миграционного состояния в послегнездовой миграционный период. Рябинник оставался в выбранных биоценозах, переключился на питание созревающей черемухой, которую они начинают поедать еще зеленой, и остался здесь же на период линьки. В результате, из-за отсутствия выраженных кормовых поисковых перемещений птиц, многие места локального плодоношения жимолости остались «необнаруженными» или численность рябинника в них держалась на исходном уровне без эффекта накопления.

В годы неурожая естественных летних кормов (черемухи) рябинник включается в послегнездовую (летнюю) миграцию с поиском кормных мест для обеспечения линьки. При таком сценарии степень вредоносной деятельности будет зависеть

от степени наложения пиков миграционной активности рябинника с периодом созревания жимолости. Учитывая межгодовую вариабельность сроков созревания жимолости (отдельных ее сортов относительно друг друга), пересечение плодоношения жимолости и миграционной активности рябинника будет меняться. В таких условиях чем позже птицы приступают к гнездованию и раньше созревает жимолость, тем меньше суммарное вредоносное влияние рябинника.

Таким образом, прогнозирование вредоносной деятельности рябинника зависит от ряда условий текущего года: наличия массовой зимовки вида в регионе, хода весны и сроков начала гнездования; урожайности естественных летних ягодных кормов (черемуха, бузина, крушина) и отдельно зимних (рябина), а также сроков созревания жимолости.

5.2. Спектр общих положений и показателей, определяющих вредоносную деятельность птиц и меры направленных действий человека

Вредоносная деятельность птиц определяется мерой привлекательности не только жимолости, но и внешними факторами, в первую очередь ландшафтной особенностью территории вокруг плантации и степенью ее благоприятности для птиц. Ее оптимальность птицы оценивают по физиономическим признакам. Это отражается прежде всего на видовом составе птиц и их плотности. В то же время эти показатели наиболее четко характеризуют и вредоносную деятельность

птиц. Вместе с тем есть немало дополнительных факторов, которые усиливают или уменьшают данную деятельность. Мы рекомендуем обращать дополнительное внимание на следующие важные аспекты:

1. Определение массовых видов птиц на плантации жимолости с разделением их по степени вредоносности на группы – основные, второстепенные, нейтральные и полезные.

2. Оценка характера использования птицами плантации в период до созревания урожая.

3. Оценка сезонной динамики численности птиц, посещающих плантации жимолости в период созревания и сбора урожая.

4. Выявление гнездовых колоний основных видов птиц-вредителей в окрестностях плантации.

5. Выявление сроков гнездования и массового вылета птенцов у основных видов-вредителей (рябинник, скворец) и выраженность их прикочевок в места созревания урожая ягодных культур и жимолости в частности.

6. Оценка обилия птиц в местообитаниях вокруг плантации в зависимости от состава лесных насаждений, наличия в окрестностях мичуринских садов, свалок, выпаса скота и т.п.

7. Оценка продолжительности периода массового использования урожая и суточной динамики фуражирования в сезон созревания и сбора ягод.

8. Отслеживание связи урожайности дикорастущих ягодников (черемуха, красная смородина, малина, крушина, бузина, из садовых – ирга) с размером налетов птиц-вредителей на плантацию.

9. Оценка заселенности окрестных мест хищными птицами, способными своим присутствием снижать активность вредителей.

10. Оценка посещения плантации жимолости зимующими видами птиц, активно питающимися цветоносными почками (снегирь, свиристель) в зимне-весенний период.

11. Влияние засушливости начала летнего периода (июнь) на сроки переключения питания рябинника с дождевых червей на ягодные корма, включая посещение птицами плантации жимолости.

12. Обратить внимание на технологию выращивания жимолости с позиции понижения привлекательности территории сада для птиц-вредителей: вспашка междурядий, сенокошение и др.

Каждое из перечисленных положений имеет как самостоятельное позитивное или негативное значение, так и комплексное за счет влияния на степень орнитологической привлекательности и эффективность отпугивающих действий.

Общая орнитологическая оценка хозяйственного значения птиц на плантации жимолости

За период наблюдений с 12 мая по 18 августа 2019 года на плодоносящей плантации жимолости площадью 30 га в окрестности с. Кафтанчиково выявлено 45 видов птиц (табл. 60). Плотность населения птиц определяли в период созревания и сбора урожая с 23.06.2019 по 13.07.2019 г. Учитывая их практическое значение с позиции оценки вредоносной

деятельности, виды объединили в группы основных вредящих, второстепенно вредящих, условно нейтральных и полезных.

По группам влияния на урожай жимолости выявленные виды распределились в следующем соотношении: основные вредители – 4 (рябинник, белобровик, певчий дрозд, скворец), второстепенные вредители – 13, условно нейтральные – 12 и полезные – 16.

Таблица 60

**Систематический состав и показатели численности птиц,
на плантации Кафтанчиково в весенне-летний период
(с 12.05 по 18.08.2019)**

Вид	Практическое значение вида для плантации жимолости	Плотность населения птиц в период созревания и сбора урожая	
		особь/км ²	особь/30 га
Черный коршун	Полезный	2,4	1,7
Канюк	Полезный		
Сапсан	Полезный	0,2	0,1
Обыкновенная пустельга	Полезный	2,1	0,6
Тетерев	Условно нейтральный		
Клинтух	Условно нейтральный		
Большая горлица	Условно нейтральный	2,8	0,8
Обыкновенная кукушка	Условно нейтральный	4,1	1,2
Вертишейка	Полезный	9,8	2,9
Большой пестрый дятел	Условно нейтральный	5,7	1,7
Береговая ласточка	Полезный	4,4	1,3
Деревенская ласточка	Полезный	0,1	0,03
Лесной конек	Второстепенный потребитель	22,5	6,8

Продолжение табл. 60

Вид	Практическое значение вида для плантации жимолости	Плотность населения птиц в период созревания и сбора урожая	
		особь/км ²	особь/30 га
Сибирский жулан	Полезный	4,4	1,3
Сорокопут-жулан	Полезный	2,8	0,8
Обыкновенная иволга	Условно нейтральный	2,8	0,8
Обыкновенный скворец	Основной вредитель	122,2	36,7
Сорока	Второстепенный потребитель	3,5	1,1
Кедровка	Второстепенный потребитель		
Галка	Второстепенный потребитель	25,2	7,6
Серая ворона	Второстепенный потребитель	0,5	0,2
Ворон	Второстепенный потребитель		
Пятнистый сверчок	Полезный	14,8	4,4
Садовая камышевка	Второстепенный потребитель	70,1	21
Северная бормотушка	Второстепенный потребитель	26,4	7,9
Садовая славка	Второстепенный потребитель		
Серая славка	Второстепенный потребитель	41,5	12,5
Славка-завирушка	Второстепенный потребитель	18,3	5,5
Пеночка-весничка	Полезный	22	6,6
Пеночка-теньковка	Полезный	29,5	8,9
Бурая пеночка	Полезный	42,1	12,6
Черноголовый чекан	Полезный	10,7	3,2
Рябинник	Основной вредитель	522,9	156,9
Белобровик	Основной вредитель	5,7	1,7
Певчий дрозд	Основной вредитель		

Окончание табл. 60

Вид	Практическое значение вида для плантации жимолости	Плотность населения птиц в период созревания и сбора урожая	
		особь/км ²	особь/30 га
Большая синица	Полезный	1,7	0,5
Обыкновенный поползень	Полезный	8,8	2,6
Полевой воробей	Условно нейтральный		
Зяблик	Условно нейтральный		
Зеленушка	Условно нейтральный		
Черноголовый щегол	Условно нейтральный	4,4	1,3
Коноплянка	Условно нейтральный		
Обыкновенная чечевица	Второстепенный потребитель	148,7	44,6
Клест	Условно нейтральный	1,8	0,5
Обыкновенная овсянка	Условно нейтральный		

5.3. Оценка обилия птиц-вредителей и их сезонная динамика в период созревания урожая

Для оценки влияния птиц на снижение урожая жимолости наиболее важным показателем являются количественные характеристики их числа на плантации. Для обеспечения количественных показателей по видам использовалась широко распространенная методика оценки плотности населения по дальности обнаружения на пеших маршрутах [Равкин, 1967]. Для учета только основных вредителей (дрозды) отдельно использовался метод площадного учета, связанного с активной реакцией птиц на вспугивание шумом проезжаемого автомобиля со скоростью 10–20 км/час (рис. 45). В сумме маршрутные учеты составили 35 км на 30 га плантации.

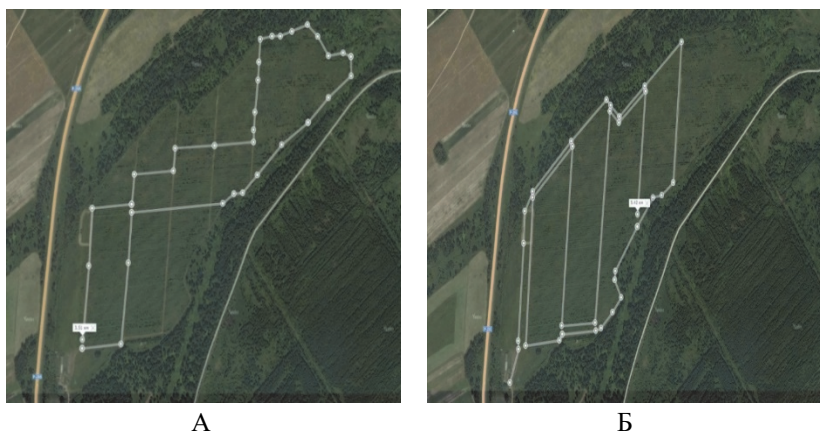


Рис. 45. Схема пешего (А) и автомобильного (Б) маршрутных учетов

Оценка данных двух методов учета показало сходство количественных показателей. Вместе с тем использование автомобиля заметно сокращало временные затраты и физический труд, что особенно ценно для применения его в садах большой площади. Данные учета, полученные с использованием автомобиля, позволяют получать как сравнимые данные по отдельным плантациям, так и оценку суточной и сезонной динамики основных видов-вредителей с меньшими затратами труда и не меньшей точностью. Для скворца удачным оказался фотоучет компактных стай птиц на фоне неба (рис. 46), который обеспечивает подсчет особей в крупных стаях и позволяет выявлять абсолютное число с высокой точностью, что важно для определения их потенциальной вредоносности.



Рис. 46. Стая скворца (*Sturnus vulgaris*) общей численностью 540 особей над плантацией жимолости (фото С.И. Гашкова)

Полученные такими способами количественные данные позволили выявить сезонную динамику основных вредителей на плантации в Кафтанчиково (рис. 47).

Учитывая, что особый урон урожаю жимолости наносят дрозды и скворец, была произведена регистрация сроков их налетов на плантацию с 26.06.2019 по 18.08.2019. Период максимума их числа приходился для дроздов на первую половину июля, а для скворца – на вторую с резким спадом их к августу. В период созревания и сбора урожая максимальное увеличение численности от постоянного минимума к максимуму составило для дроздов – 15 крат, для скворца – 23 крат от усредненной их численности с 23.06.2019 по 7.07.2019. При данных показателях расчетной численности была проведена оценка

урона, наносимого дроздами и скворцом урожаю жимолости. Урон за 3 недели созревания и сбора урожая (23.06.2019–14.07.2019) на плантации Кафтанчиково был определен в 1600 кг (от 17 до 188 кг/день) при суточном потреблении жимолости рябинником в эксперименте 130–160 г [Москвитин, Аналин, Гидзюк, 1983].

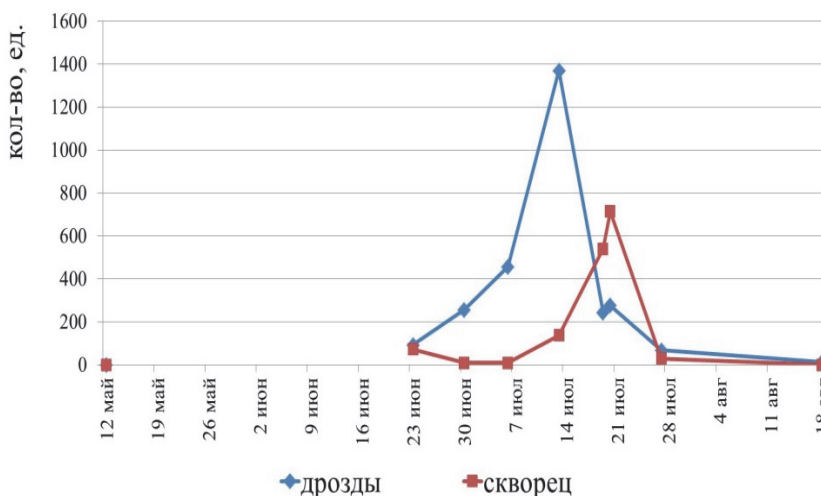


Рис. 47. Сезонная динамика птиц-вредителей на плантации в Кафтанчиково

Невысокий уровень вредоносной деятельности птиц на плантации в Кафтанчиково, видимо, носит частный характер, на что указывает сравнение числа учтенных птиц между данной плантацией и Бакчарской. Разница между ними (табл. 61) выражалась через плотность населения птиц как по видам, так и по общему числу зарегистрированных в учетах в сходные сроки в Бакчаре (22–23.07.2019) и в Кафтанчиково

(27.07.2019). Различия показаны как для основных вредителей (дрозд, скворец), второстепенных (зяблик, полевой воробей, серая славка), так и для целого ряда других видов, напрямую не связанных с потерей урожая.

Таблица 61

Показатели плотности видового населения птиц на плантациях жимолости в условиях ландшафтно-экологического различия окружающих их территорий (Томская область, 2019 г.)

Отряд	Вид	Плотность, особь/км ² (100 га)		Кратность различий в плотности Бакчар/ Кафтанчиково
		Бакчар	Кафтанчиково	
Соколообразные	Черный коршун	14,7	2,7	5,4
	Канюк		1,4	
	Обыкновенная пустельга		0,1	
Совообразные	Болотная сова	6,8		
Голубеобразные	Клинтух		0,1	
Дятлообразные	Желна	1,1		
	Большой пестрый дятел	14,7	1,4	10,5
Воробьинообразные	Конек sp.		0,1	
	Белая трясогузка	11,3		
	Обыкновенная иволга	6,8	1,4	4,9
	Обыкновенный скворец		86,0	
	Кедровка		1,4	
	Садовая камышевка	135,4	36,2	3,7
	Серая славка	90,3	4,5	20,1
	Пеночка-теньковка		18,1	

Окончание табл. 61

	Вид	Плотность, особь/км ² (100 га)		Кратность различий в плотности Бакчар/ Кафтанчиково
		Бакчар	Кафтанчи- ково	
Отряд	Бурая пеночка		32,6	
	Рябинник	6679,4	205,4	32,5
	Белобровик + певчий дрозд	568,2	37,6	15,1
	Полевой воробей		27,5	
	Зяблик	135,6	0,2	678,0
	Обыкновенная зеленушка		2,7	
	Обыкновенная чечевица	396,2	177,8	2,2
	Клест	3,4	0,1	34,0
	Чиж	3,4		
	Черноголовый щегол	11,3	2,7	4,2
	Овсянка (обык- новенная + бе- лошапочная)	0,4		

В целом, учет в Бакчаре показал среднюю плотность птиц, в 12 раз большую (8 483 особь/км²), чем в Кафтанчиково (677 особь/км²), при этом для рябинника отмечена плотность населения в 30 раз, а других дроздов – в сумме в 15 раз большая (рис. 48).

Более высокая привлекательность плантации в Бакчаре связана, возможно, с тем, что садозащитные и межквартальные лесополосы из тополя способствуют комфортному отдыху птиц после кормежек (рис. 49).

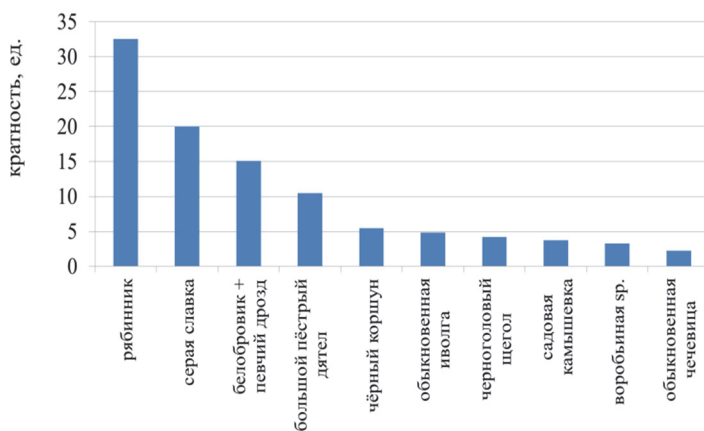


Рис. 48. Различия плотности населения общих видов птиц на плантациях жимолости в Бакчаре и Кафтанчиково (Томская область, 2019 г.)



Рис. 49. Участок плантации жимолости в Бакчаре (фото С.И. Гашкова)

В результате даже позитивное действие испуговых репеллентов в «тополевых» условиях, как показала наша практика, легко купируется высотой размещения птиц, где они чувствуют себя недосягаемыми. Подобные функции может выполнять естественный лесной древостой по периметру на любой плантации.

Кормовая связь птиц с территорией плантации

Кормовое поведение птиц связано не только с использованием жимолости с куста или опада, но и с наличием удобных мест в пространстве плантации для жировки. В данном случае к удобствам для жировки относятся наличие дорожной сети и междурядий, которые покрыты низкотравьем и имеют множество проплешин, где птицы, питающиеся наземным кормом, к которым относятся, прежде всего, рябинник и скворец, с легкостью могут «собирать» беспозвоночных – насекомых и червей (рис. 50, 51).

Поэтому рацион птиц, на плантации жимолости, пополняется ими. Об этом говорят установленные в результате исследования факты, когда в желудках дроздов помимо жимолости были найдены вредители – жуки-долгоносики, моллюски, черемуха.

Из литературы известно, что за сутки в эксперименте рябинник может съесть 130–160 г ягод жимолости [Гидзюк, 1978], что примерно на четверть-треть больше собственного веса (около 90 г). Вместе с тем питание только жимолостью в течение месяца исключено.



Рис. 50. Места фуражирования рябинника
на вспаханных междурядьях плантации жимолости в Кафтанчиково
(фото С.И. Гашкова)



Рис. 51. Места фуражирования скворца
на дорогах плантации жимолости в Кафтанчиково (фото С.И. Гашкова)

В природе жимолость потребляет более значительный спектр видов, включая зарегистрированных на плантации – тетерева (*Lyrurus tetrix*), зайца-беляка (*Lepus timidus*), сибирской косули (*Capreolus pygargus*) (рис. 52).

Регулярное и своевременное вспахивание междурядьев обеспечивает санитарно-эпидемиологическое благополучие почвы и доступ к беспозвоночным. Та или иная интенсивность кошения травы на плантации позволяет птицам проводить генеральный облов территории и вовремя ликвидировать очаговые размножения беспозвоночных, часть из которых связаны с вредоносной деятельностью относительно жимолости.



Тетерев-косач (*Lyrurus tetrix*)



Заяц-беляк (*Lepus timidus*)

Рис. 52. Второстепенные потребители жимолости на плантации в Кафтанчиково (фото С.И. Гашкова)

Рекомендации по защите урожая от птиц

Настоящие рекомендации связаны с решением задач повышения практической эффективности исследовательского процесса, увеличением точности оценок негативного, а также позитивного влияния птиц, предотвращения необдуманных действий и не совсем оправданных трат на защиту урожая.

1. В оценке влияния на урожай жимолости и разработки способов его защиты главное внимание заслуживают три вида дроздов, причем рябинник вне конкуренции, скворец и два вида второстепенных потребителей (обыкновенная чечевица, садовая камышевка), показатели плотности которых выше 50 особей на 100 га. Остальные виды можно не брать в расчет.

2. Обеспечить стопроцентную защиту урожая от птиц на открытой плантации невозможно. Поэтому данную защиту предлагаем базировать на использовании пассивных (эколого-ландшафтных) и активных (использование репеллентов) способах, первый из которых действует в режиме уменьшения привлекательности территории плантации, второй использует чувство самосохранения птиц через испуг, но, к сожалению, с эффектом привыкания (с чем можно бороться разнообразием комбинированием репеллентов). В силу того что полный сбор урожая жимолости также практически невозможен, выбор сочетания и спектра пассивных и активных мер должен исходить из текущей обстановки и экономической целесообразности.

3. Обратить внимание на возможность использования хищных птиц в качестве как пассивного (с помощью привлечения их на гнездование в непосредственной близости от плантации), так и активного отпугивающего средства, связанного с

демонстрацией их на присадах, в полете и даже охоты с ними на плантации.

4. Необходимо помнить, что естественные лесные и прежде всего лиственные смешанные растительные сообщества, или лесополосы, окружающие плантацию, не способствуют сокращению налетов птиц, по сравнению с открытой местностью вокруг плантаций.

5. Каждая плантация жимолости требует разного размера пассивных и активных способов защиты урожая и отработки своих режимов использования репеллентов.

6. Кошение травы, пахота, на плантациях ввиду привлекательности этих мер для птиц не могут производиться в период, когда жимолость начинает созревать.

7. На плантации нельзя оставлять созревшие сорные травы, которые зимой и весной могут привлекать снегирей, способных съедать до 30% цветочных почек.

8. Организовать возможность технического испытания звуковых репеллентов, которые вызывают у птиц испуг, с целью оценки их эффективности и длительности позитивного действия.

9. Развивать мониторинговое слежение за птицами на плантациях жимолости и обеспечить получение более точной оценки их негативного влияния на урожай с учетом изменений погодных условий года, урожая естественных кормов и миграционного поведения птиц.

Таким образом, изучение вредоносной деятельности птиц связано с тактикой организации защитных действий со стороны человека как в пассивном, так и активном варианте и носят локальный характер.

Пассивная защита зависит от возможностей обеспечить на конкретной плантации такие средовые условия, которые уменьшат её привлекательность для птиц-вредителей. В первую очередь это следует обеспечить за счет минимизации ландшафтной привлекательности для птиц как самой плантации жимолости, так и прилегающих к ней территорий.

При невозможности предотвратить соприкосновение плантации с лесом лучшим вариантом, работающим в направлении уменьшения вредоносности птиц, является моновидовая культура хвойных насаждений, например сосны обыкновенной. На самой плантации технико-технологические действия должны учитывать рекомендации по снижению кормовой привлекательности территории для видов-вредителей в течение всего годового цикла.

Активные средства защиты плантации от птиц связаны с их отпугиванием, которое строится на принципах создания и поддержания постоянных и сменяемых способов беспокойства, создания всякого рода неудобств для стайных видов – основных вредителей среди птиц.

Определение размера изъятия урожая жимолости с учетом потребительских требований как птиц, так и человека изменяются по годам. Поэтому сопоставление годовичного дохода от урожая и финансово-технических затрат на отпугивание определяет характер действий человека, так как защита строится на принципах относительности. Однако использование активных средств защиты должно постоянно использоваться в той или иной мере, а не от случая к случаю.

Литература

- Агроклиматические ресурсы Томской области. Л. : Гидрометеиздат, 1975. 146 с.
- Аксенова Н.А., Фролова Л.А. Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения. М. : Изд-во МГУ, 1989. 160 с.
- Аладина О.Н., Акимова С.В., Ковалева И.С., Дубровская С.О. и др. Адаптация микрорастений малины (*Rubus* L.) и сирени (*Syringa* L.) к нестерильным условиям // Известия ТСХА. 2009. Вып. 3. С. 98–110.
- Альбенский А.В., Антонова А.А., Бахарев А.К. Декоративное садоводство. М., 1949. С. 136–138.
- Асташина С.И. Совершенствование технологии размножения жимолости зелеными черенками в условиях Курганской области // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Лесниково, 16 мая 2017 г. Лесниково : Курган. гос. сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2017. С. 3–6.
- Асташина С.И., Семизельникова О.А. Приемы ускоренного размножения жимолости стеблевыми черенками // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. ст. по материалам IV Всерос. (национальной) науч.-практ. конф., Курган, 21 апреля 2020 г./ под общ. ред. И.Н. Миколайчика. Курган : Курган. гос. сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. С. 68–73.
- Бабенко З.С. Насекомые-фитофаги на съедобной жимолости в северной зоне сибирского садоводства // Вопросы зоологии. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1979. С. 162–168.
- Бабенко З.С. Насекомые-фитофаги плодовых и ягодных растений лесной зоны Приобья / [редкол.: Г.Ф. Плеханов (отв. ред.) и др.]. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1982. 270 с.

- Бардунаева В.А. Размножение жимолости съедобной с применением технологии зеленого черенкования // Рациональное использование почвенных и растительных ресурсов в экстремальных природных условиях : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию агрономического факультета ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», Улан-Удэ, 17 июня 2022 г. / под общ. ред. О.М. Цыбиковой. Улан-Удэ : Бурят. гос. сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, 2022. С. 122–125.
- Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М. : Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
- Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Волкова, Ю.А., Локтева А.В. Микроклональное размножение *in vitro* сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024 : материалы XIII Международной научно-практической конференции, Саратов–Нижний Новгород, 4–5 апреля 2024 г. Саратов ; Нижний Новгород : Саратов. гос. ун-т генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова; Нижегород. гос. агротехнологич. ун-т, 2024. С. 214–222.
- Бопп В.Л. Особенности размножения жимолости сорта Васюганская зелеными черенками // Современные направления развития садоводства в Сибири : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения академика РАН И.П. Калининой, Барнаул, 21 октября 2021 г. Барнаул : Азбука, 2022. С. 12–16.
- Бопп В.Л. Эффективность удобрений в технологии размножения смородины красной одревесневшими черенками // Экологические проблемы в отечественном садоводстве (V Потаповские чтения) : материалы Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти д-ра с.-х. наук, проф., лауреата Государственной премии В.А. Потапова, Мичуринск, 16 ноября 2023 г. Мичуринск-наукоград : БИС, 2023. С. 34–38.

- Бопп В.Л. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окоренность зеленых черенков жимолости // Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки в Приенисейской Сибири : материалы конф. с междунар. участием, Красноярск, 27–28 июля 2023 г. Красноярск : Красноярск. науч. центр СО РАН, 2024. С. 151–155.
- Бопп В.Л., Барыбкина Т.М., Мистратова Н.А. Оценка сортов жимолости на крупноплодность и одномерность ягод // Научно-практические аспекты развития АПК : материалы национал. науч. конф., Красноярск, 18 ноября 2022 г. Красноярск : Красноярск. гос. аграр. ун-т, 2023. С. 41–45.
- Бопп В.Л., Куприна М.Н. Научные основы размножения смородины красной и облепихи одревесневшими черенками в условиях лесостепи Красноярского края. Красноярск : Красноярск. гос. аграрн. ун-т, 2018. 168 с.
- Бочарова Т.Е. Биохимическая оценка и урожайность сортообразцов жимолости в условиях Тамбовской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск-Наукоград, 2008. 22 с.
- Бочарова Т.Е., Брыксин Д.М. Сравнительная оценка качества плодов перспективных сортообразцов жимолости селекции ГНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 21–1(140). С. 92–95.
- Боярских И.Г. Биология опыления и проявление партенокарпии у *Lonicera caerulea* (Caprifoliaceae) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : материалы XIV междунар. науч.-практ. конф. Барнаул : Изд-во АГУ, 2016. С. 167–172.
- Боярских И.Г. Особенности репродуктивной биологии жимолости синей *Lonicera caerulea* L. // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 1. С. 200–210.
- Боярских И.Г. Изменчивость индивидуально-группового состава полифенолов плодов и листьев образцов голубых жимолостей разного эколого-географического происхождения в условиях лесостепи Приобья // Химия растительного сырья. 2021. № 2. С. 145–154.

- Боярских И.Г., Куликова А.И. Жизнеспособность пыльцы и мейоз при микроспорогенезе у *Lonicera caerulea* L. S.L. в условиях лесостепи Приобья // Вестник АГАУ. 2011. № 1. С. 39–44.
- Боярских И.Г., Васильев В.Г., Кукушкина Т.А. Содержание биологически активных полифенолов *Lonicera caerulea* subsp. *pallasii* в природе и культуре // Химия растительного сырья. 2018. № 2. С. 89–96.
- Боярских И.Г., Сысо А.И., Васильев В.Г., Сиромля Т.И. Содержание полифенольных соединений, микро- и макроэлементов в стеблях и листьях *Lonicera caerulea* subsp. *pallasii* (Caprifoliaceae) // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52, № 1. С. 135–150.
- Боярских И.Г., Чанкина О.В., Сысо А.И., Васильев В.Г. Тренды содержания химических элементов в листьях *Lonicera caerulea* (Caprifoliaceae) в связи с их вторичным метаболизмом в природных популяциях горного Алтая // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2015. Т. 79, № 1. С. 106–110.
- Брыксин Д.М. Использование биогумуса при зеленом черенковании жимолости и шиповника // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 40, № 2. С. 72–75.
- Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М. : ФБК–ПР, 1999. 160 с.
- Васильева Н.А. Оценка способов вегетативного размножения ягодных культур // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2021. № 4 (65). С. 14–20.
- Велижанских Л.В., Ганихина Е.А. Влияние биостимуляторов на рост и развитие одревесневших черенков жимолости в условиях юга Тюменской области // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе : сб. трудов LVII студ. науч.-практ. конф., Тюмень, 30 ноября 2022 г. Тюмень : Гос. аграр. ун-т Северного Зауралья, 2022. С. 82–91.
- Высоцкий В.А. Морфогенез и клональное микроразмножение растений // Культура клеток растений и биотехнология. М., 1986. С. 91–102.

- Высоцкий В.А., Валиков В.А. Клональное микроразмножение жимолости в производственных условиях // Садоводство и виноградарство. 2014. № 6. С. 18–19.
- Гапоненко Н.Б., Гнатюк А.Н. Формирование интродукционных популяций растений как способ сохранения раритетного флорофонда // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2016. № 15. С. 13–15.
- Гиголашвили Т.С., Родькин О.Н., Реуцкий В.Г. Условия микроклонирования формируют специфический культуральный фенотип // Биология клеток растений *in vitro*, биотехнология и сохранение генофонда : тез. докл. VII междунар. конф., 25–28 ноября 1997 г. М., 1997. С. 413–414.
- Гидзюк И.К. Жимолость // Садоводство таежной зоны Западной Сибири. Томск, 1972. С. 204–206.
- Гидзюк И.К. Синеплодная садовая жимолость. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1978. 160 с.
- Гидзюк И.К. Введение в культуру видов жимолости со съедобными плодами в условиях Томской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ленинград; Пушкин, 1980. 18 с.
- Гидзюк И.К. Жимолость со съедобными плодами. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1981. 167 с.
- Гидзюк И.К. Жимолость // Ягодные культуры в Томской области / под ред. Г.Д. Михайловой. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1982. С. 126–140.
- Глибина Н.С., Каллас Е.В., Бабенко А.С. Эффективность вермикомпоста на основе пищевых отходов в условиях вегетационного опыта // Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове : сб. материалов VII междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. С. 210–213.
- Головунин В.П., Зарницына Т.Г. Сортовые особенности биохимического состава жимолости синей в условиях Республики Марий Эл //

- Новые сорта садовых культур: их достоинства и экономическая эффективность возделывания : материалы междунар. науч.-метод. конф. «Технология производства и хранения плодов в средней полосе России», Мичуринск, 10–28 февраля 2014 г. Российская академия сельскохозяйственных наук, ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства имени И.В. Мичурина». Мичуринск : Изд-во Кварта, 2014. С. 179–182.
- ГОСТ 13192-73 Определение массовой концентрации сахаров прямым титрованием. М. : Стандартинформ, 2011. 11 с.
- ГОСТ 24556-89 Методы определения витамина С. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003. 11 с.
- ГОСТ Р 51433-99 Метод определения растворимых сухих веществ рефрактометром. М. : Стандартинформ, 2008. 7 с.
- ГОСТ Р 51434-99 Методы определения титруемой кислотности. М. : Стандартинформ, 2010. 4 с.
- Дейнека В.И., Григорьев А.М., Староверов В.М., Сиротин А.А. Основные антоцианы некоторых растений семейства Grossulariaceae // Химия природных соединений. 2003. № 4. С. 324–325.
- Дейнека Л.А. и др. ВЭЖХ в контроле антоцианового состава плодов черной смородины // Сорбционный хроматографический процесс. 2009. Т. 9, вып. 4. С. 529–536.
- Дейнека Л.А., Анисимович И.П., Шапошник Е.И. и др. Антоцианы плодов черной смородины Москвы и Санкт-Петербурга // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15/2. С. 271–276.
- Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Жандармова П.А., Макаревич С.Л. Влияние строения антоцианов на их антиоксидантную активность: цианидин-3-рутинозид с гидроксильной группой в положении 6 // Научные ведомости Серия: Медицина. Фармация. 2014. № 24 (195). Вып. 28. С. 221–225.

- Деменко В.И. Микрклональное размножение садовых растений : учеб. пособие для студентов по специальности 310300 «Плодоовощеводство и виноградарство». М. : ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА, 2007. 55 с.
- Деменко В.И., Шестибратов К.А., Лебедев В.Г. Укоренение – ключевой этап размножения растений *in vitro* // Известия ТСХА. 2010. Вып. 1. С. 73–85.
- Деменко В.И., Лебедев В.А. Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям // Известия ТСХА. 2011. Вып. 1. С. 60–69.
- Джигадло М.И. Некоторые вопросы микрклонального размножения плодовых и ягодных культур // Пути интенсификации садоводства и селекция плодовых и ягодных культур. Тула, 1989. С. 129–134.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Ершова И.В. Содержание биологически активных фенольных соединений в сибирских плодах и ягодах // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 9. С. 44–47.
- Жидехина Т.В., Куминов Е.П. К вопросу размножения жимолости зелеными черенками // Интенсивное садоводство : материалы междунар. науч.-практ. конф. молод. ученых, посвящ. 145-летию со дня рожд. И.В. Мичурина и 90-летию В.И. Будаговского. Мичуринск, 6–8 сентября 2000 г. Мичуринск, 2000. Ч. II. С. 64–66.
- Жолобова З.П. Морфо-анатомические особенности корнеобразования у зеленых черенков декоративных культур // Новое в размножении садовых растений. Новосибирск, 1969. С. 63–67.
- Жолобова З.П. Размножение декоративных деревьев и кустарников вегетативным путем // Озеленение городов и других населенных пунктов Западной Сибири. Барнаул, 1975. С. 20–26.
- Жолобова З.П. Синяя жимолость и калина – ценные продовольственные и лечебные культуры // Агротехника и селекция садовых культур : сб. науч. трудов. Новосибирск, 1983. С. 39–46.

- Жолобова З.П. Технология размножения жимолости: Рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние; НИИСС им. М.А. Лисавенко. Новосибирск, 1988. 42 с.
- Жолобова З.П. Калина // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск, 1994. С. 161–193.
- Жолобова З.П., Прищепина Г.А., Сорокопудов В.Н. Жимолость. Новосибирск : РИФ-Новосибирск, 2001. 127 с.
- Жолобова З.П., Прищепина Г.А. Жимолость: История, состояние и перспективы культуры в Сибири / под ред. Ю.А. Гладкова. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2003. 108 с.
- Зверобоя трава (ФС.2.5.0015.15) // Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIII издание. М. : ФЭМБ, 2016. Т. 3. С. 418–421.
- Земцова А.Я., Скороспелова Е.В., Шелковская Н.К. Оценка сортов жимолости по биохимическому составу плодов для производства плодовых вин // Садоводство и виноградарство. 2017. № 5. С. 28–32.
- Зибарева Л.Н., Филоненко Е.С., Сучкова С.А., Савенкова Н.В., Никитин А.И. Состав и содержание антоцианов в плодах жимолости в условиях Томской области. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183, № 1. С. 48–56.
- Иванова З.Я. Декоративные кустарники для Новосибирской области и способы их размножения. Новосибирск : Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1974. С. 68–93.
- Ильин В.С., Ильина Н.А. Жимолость – первая ягода сезона // Садоводство и виноградарство. 1993. № 3. С. 28–30.
- Каллас Е.В., Глибина Н.С., Бабенко А.С. Эффективность вермикомпоста при выращивании рукколы // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экологич. конф. Краснодар : Кубан. гос. аграр. ун-т им. И.Т. Трубилина, 2020а. С. 503–506.

- Каллас Е.В., Глибина Н.С., Бабенко А.С. Свойства вермикомпоста, полученного на пищевых отходах // Отражение био-, гео-, антропо-сферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове : сб. материалов VII междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ, Томск, сентябрь 2020 г. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2020б. С. 234–239.
- Каллас Е.В., Глибина Н.С. Эффективность вермигумата при выращивании редиса // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем : материалы V междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала. Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 2021. С. 257–260.
- Кащенко Н.Ф. Плодоводство в Томской губернии и прилежащих местностях // Плодоводство. 1910. № 2–4. С. 75–98.
- Колбанова Е.В. Ризогенез *in vitro* растений-регенерантов сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*) // Плодоводство : сб. науч. трудов. Т. 32. Минск : Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом “Белорусская наука”», 2020. С. 146–153.
- Колбас Н.Ю., Силва М.А., Тэсседр П.Л., Решетников В.Н. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* // Весці НАН Беларусі. сер. біялагічных навук. 2012. № 1. С. 5–10.
- Колбасина Э.И., Плеханова М.Н., Эйдельмант А.С. «Лесные незнакомцы» в нашем саду. М. : Моск. рабочий, 1984. 111 с.
- Корнацкий С.А. Культура тканей как модель для изучения адаптационных процессов в онтогенезе плодовых и ягодных растений // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ РАСХН. М., 1996. Т. III. С. 84–89.
- Корнацкий С.А. Комплекс факторов, влияющих на жизнеспособность, рост и развитие микрорастений после культуры *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России. М., 1999. Т. 6. С. 64–68.

- Корнацкий С.А. Технологический аспект клонального микроразмножения // Роль сортов и новых технологий в интенсивном садоводстве : материалы междунар. науч.-метод. конф., Орел, 28–31 июля 2003 г. Орел : Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур, 2003. С. 169–171.
- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России / Рос. акад. наук, Сиб. отд-е, Централ. сиб. бот. сад. 2-е изд. Новосибирск : Гео, 2002. 706 с.
- Красная книга Томской области. 3-е изд., перераб. и доп. Элиста : Процвет, 2023. 508 с.
- Крыстев М.Т., Мельникова М.Н., Бондорова И.А., Окунева И.Б. Оценка вегетативного размножения жимолости съедобной // Бюллетень Главного ботанического сада. 1992. № 164. С. 24–30.
- Крысова А.Я., Шелковская Н.К., Хохрякова Л.А., Бородулина И.Д. Изменчивость биохимического состава плодов жимолости в условиях лесостепной зоны Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. 2012. № 3–2(75). С. 39–41.
- Кузнецова Н.Е. Технология и агротехника выращивания различных популяций жимолости съедобной // Доклады ТСХА. М. : Изд-во МСХА, 2001. Вып. 273. Ч. 2. С. 144–145.
- Кукулина А.Г., Александрова В.С., Рункова Л.В. Стимуляция укоренения черенков жимолости съедобной с помощью фитона // Регуляторы роста и развития растений : Вторая междунар. конф. : тез. докл. М., 1993. С. 255.
- Кукулина А.Г., Семерикова Е.А. Возможности размножения перспективных сортов жимолости // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений : материалы III междунар. науч.-производ. конф., Пенза, 14–19 июня 2000 г. Пенза : Приволжский Дом Знаний, 2000. Т. 1. С. 163–164.
- Кукулина А.Г., Келдыш М.А., Червякова О.Н. Мониторинг вирусных болезней на видах рода *Lonicera* L. в Главном ботаническом саду

- им. Н.В. Цицина РАН // Бюллетень Главного ботанического сада. 2002. № 184. С. 132–139.
- Куклина А.Г., Мухина Л.Н., Дымович А.В. Энтомо-фитопатологический мониторинг интродукционной популяции жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) // Бюллетень Главного ботанического сада. 2005. Вып. 189. С. 266–272.
- Куклина А.Г., Семерикова Е.А. Микроклональное размножение сортов жимолости синей // Плодоводство и ягодоводство России. 2009. Т. 22, ч. 2. С. 140–142.
- Куликова А.И. Особенности репродуктивной биологии *Lonicera caerulea* L. в различных эколого-географических условиях : дис. ... канд. биол. наук / А.И. Куликова. Новосибирск, 2017. 163 с.
- Куликова Е.И., Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Чудецкий А.И. Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis Turcz.*) *in vitro* // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 4. С. 712–722.
- Кульчицкий А.Н., Макаров С.С. Адаптация канадских сортов жимолости съедобной к нестерильным условиям *ex vitro* // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2023. Т. 26. С. 82–85.
- Ладыженская О.В., Аниськина Т.С., Симахин М.В. Совершенствование технологии размножения жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) одревесневшими черенками // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 20–32.
- Лакин Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие. М. : Высшая школа, 1980. 352 с.
- Лاپин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений : сб. науч. работ. М. : Изд-во ГБС, 1973. С. 7–67.
- Леонтьев-Орлов О.А. Получение посадочного материала яблони методом культуры тканей. М., 1986. 24 с.

- Лукьянчук И.В., Жбанова Е.В. Оценка генетической коллекции земляники по содержанию в плодах антоцианов // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 38. С. 134–148.
- Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Решетников В.Н. Функции и свойства антоцианов растительного сырья // Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. 2009. Т. 4, ч. 2. С. 147–157.
- Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Решетников В.Н. Функции и свойства антоцианов растительного сырья // Труды Белорусского государственного университета. 2010. № 4(2). С. 1–11.
- Макаров С.С., Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н. Вегетативное размножение жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) в условиях *in vivo* и *in vitro* // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 82–91.
- Матушкина О.В., Пронина И.Н. Особенности клонального микроразмножения ягодных культур // Пути интенсификации садоводства и селекция плодовых и ягодных культур. Тула : Приокское кн. изд-во, 1989. С. 167–170.
- Матушкина О.В., Пронина И.Н. Клональное микроразмножение плодовых и ягодных культур в системе производства высококачественного посадочного материала // Научные основы эффективного садоводства : труды ВНИИС им. И.В. Мичурина. Воронеж : Кварта, 2006. С. 327–342.
- Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд. Л. : Агропромиздат, 1987. 430 с.
- Миловидов С.П. К орнитофауне города Томска // Материалы 6-й Всесоюзной орнитологической конференции. М., 1974. С. 342–343.
- Миловидов С.П., Нехорошев О.Г. Роль Сибирского ботанического сада в сохранении видового разнообразия птиц г. Томска // Ботанические сады. Проблемы интродукции / отв. ред. Т.П. Свиридова. Томск : Томский государственный университет, 2010. С. 255–258.

- Мистратова Н.А., Бопп В.Л. Влияние пролонгирующих удобрений на развитие микоризы на корнях черенков облепихи и товарность саженцев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (125) С. 3–9.
- Мистратова Н.А., Самарокова А.В. Влияние наночастиц ферригидрита и его модификаций на ризогенез зеленых черенков жимолости // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия : труды Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию Сибирского ботанического сада Том. гос. ун-та, Томск, 28–30 сентября 2020 г. Томск : Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2020. С. 129–131.
- Мистратова Н.А., Количенко А.А., Бопп В.Л. Агробιοлогическая оценка сортов жимолости в южной зоне садоводства Красноярского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2022. № 4(69). С. 6–14.
- Мистратова Н.А., Самарокова А.В. Биометрические параметры саженцев жимолости при использовании растворов наночастиц // Проблемы современной аграрной науки : материалы междунар. науч. конф., Красноярск, 15 октября 2022 г. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2022. С. 32–35.
- Михальчик Л.С., Деменко В.И. Размножение яблони и вишни методом *in vitro* // Материалы научной конференции молодых ученых. 1988. С. 649–657.
- Молканова О.И., Королева О.В., Стахеева Т.С., Крахмалева И.Л., Мелещук Е.А. Совершенствование технологии клοнального микроразмножения ценных плодовых и ягодных культур для производственных условий // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 9. С. 66–69.
- Морякина В.А. Интродукция древесных и кустарниковых растений в Сибирском ботаническом саду // Бюллетень Сибирского ботанического сада. 1965. Вып. 6. С. 19–26.

- Морякина В.А., Сучкова С.А. Интродукция нетрадиционных садовых культур на юге Томской области // Сохранение и воспроизводство растительного компонента биоразнообразия : материалы междунар. конф., посвящ. 75-летию бот. сада Ростов. гос. ун-та. Ростов н/Д., 2002. С. 36–39.
- Москвитин С.С., Ананин А.А., Гидзюк И.К. Птицы и урожай // Земля сибирская, дальневосточная. 1983. № 12. С. 46–47.
- Мочалов В.В., Шпилева И.В., Алеева М.Н., Иванова З.Я. Крыжовник и жимолость съедобная. Новосибирск : Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1974. 79 с.
- Муратова С.А., Янковская М.Б., Шорников Д.Г. Особенности введения в культуру *in vitro* плодовых и ягодных растений // Плодоводство. Самохваловичи, 2005. Т. 17, ч. 2. С. 182–185.
- Муратова С.А., Шорников Д.Г., Янковская М.Б. Биотехнологические методы размножения ягодных культур // Научно-практические достижения и инновационные пути развития производства продукции садоводства для улучшения структуры питания и здоровья человека: Министерство сельского хозяйства РФ. Мичуринск, 2008. С. 63–69.
- Никиточкина Т.Д., Никиточкин Д.Н. Малина, ежевика. М. : Ниола-Пресс, 2007. 144 с.
- Николаева Ю.М., Воскресенская О.Л. Содержание витаминов в листьях растений рода Земляника // Современные проблемы естественных наук и медицины : сб. ст. Всерос. науч. конф., Йошкар-Ола, 18–20 мая 2020 г. Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2020. С. 442–445.
- Овчинников А.Ю., Боярских И.Г., Васильев В.Г. Индивидуально-групповой состав полифенолов листьев и хемо-систематические маркеры подсекции *Caeruleae* // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2017. № 16. С. 260–263.
- Орлова Н.Д., Раева-Богословская Е.Н., Молканова О.И., Мирошников А.С., Гусева М.В. Особенности депонирования некоторых

- сорт *Lonicera caerulea* L. в культуре *in vitro* // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. № 2. 11 с.
- Панькова О.А., Несмелова Н.П. Совершенствование технологических приемов клонального микроразмножения ягодных кустарников // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2008. № 11. С. 72–76.
- Патент № 2807118 С1 Российская Федерация, МПК А01Н 4/00. Способ микрклонального размножения жимолости *in vitro*: № 2023111822: заявл. 04.05.2023: опубл. 09.11.2023 / С.А. Боровая, Т.И. Хоружева, Н.Г. Богинская, С.И. Кухтина; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».
- Плеханова М.Н. Вегетативное размножение жимолости и его особенности // Бюллетень ВНИИ растениеводства. 1979. Вып. 88. С. 89–90.
- Плеханова М.Н. Изучение само- и перекрестного опыления жимолости с помощью люминесцентной микроскопии // Бюллетень ВИР. 1982. № 126. С. 53–58.
- Плеханова М.Н., Вишнякова М.А. Особенности опыления и оплодотворения жимолости подсемейства *Caeruleae* Rehd. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1986. Т. 99. С. 111–115.
- Плеханова М. Н. Особенности биологии различных географических групп жимолости алтайской // Труды по прикл. бот., ген. и сел. 1986. Т. 106. С. 79–84.
- Плеханова М.Н. Маточные насаждения и технология размножения синей жимолости : методические указания. Л. : ВИР, 1989. 34 с.
- Плеханова М.Н. Актинидия, лимонник, жимолость. Л. : Агропромиздат, 1990. 2-е изд., перераб. и доп. 87 с.
- Плеханова М.Н., Хиткова В.И. Зеленое черенкование жимолости в Ленинградской области // Садоводство и виноградарство. 1990. № 9. С. 18–22.
- Плеханова М.Н. Жимолость // Нетрадиционные садовые культуры. Мичуринск, 1994. С. 99–149.

- Плеханова М.Н. Жимолость синяя в саду и в питомнике. СПб. : ВНИИР, 1998. 68 с.
- Плеханова М.Н. Пути ускорения производства саженцев жимолости синей // Резервы повышения урожайности овощных и плодово-ягодных культур : сб. науч. тр. кафедр плодовоовощного факультета. СПб., 2001. С. 161–163.
- Плотникова Л.С. Методика фенологических наблюдений за интродуцированными древесными растениями // Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М. : Изд-во ГБС, 1972. С. 40–46.
- Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения: 12.11.2024).
- Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия. Новосибирск, 2005. 565 с.
- Прищепина Г.А. Культура жимолости алтайской (*Lonicera altaika* Pall.) в лесостепной зоне Алтайского края : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2000. 16 с.
- Прищепина Г.А., Сорокопудов В.Н. Оценка качества мужского гаметофита сортов *Lonicera caeruleae* L // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 51. С. 30–35.
- Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел : Изд-во ВНИИСПК, 1995. 502 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел : Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск : ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1973. 496 с.
- Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах. Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. С. 66–75.
- Регель Э.Л. Русская дендрология. СПб., 1870. Вып. 3. 353 с.
- Ретина Т.А. Наблюдения над развитием цветка и цветением голубых жимолостей // Биологические науки. 1974. № 3. С. 57–62.

- Решетников В.Н., Колбас Н.Ю., Чижик О.В. Деева А.М., Войцеховская Е.А. Антоцианы плодов представителей растений семейств Rosaceae и Ericaceae и их антиоксидантная активность // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира. Ч. 2. Минск : Медисонт, 2017. С. 106–108.
- Савинкова Н.В., Гагаркин А.В., Рутковская Н.В, Васильева М.В. Подбор наилучших вариантов скрещивания при перекрестном опылении среди сортов жимолости Бакчарской селекции // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия : тр. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию Сибирского ботанического сада ТГУ. 2020. С. 163–166.
- Семенова Н.А. Совершенствование технологии размножения *in vitro*, условий адаптации и дорацивания жимолости съедобной : дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2016. 190 с.
- Скворцов А.К., Куклина А.Г. Голубые жимолости. Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России. М. : Наука, 2002. 160 с.
- Соловьева А.Е. Технологическая оценка сортов жимолости в питомнике // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2002. № 3–4. С. 106–112.
- Сорокин А.А. Размножение жимолости в культуре *in vitro* // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур : материалы междунар. науч.-метод. конф., 12–14 августа 2003 г. Мичуринск; Воронеж : Кварта, 2003. С. 119–124.
- Сорокопудов В.Н., Куклина А.Г., Мовчан И.В. Вредная энтомофауна и микофлора на культуре *Lonicera* L. в России // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 48, № 2. С. 274–278.
- Сорокопудов В.Н., Куклина А.Г., Мовчан И.В. Достижения и перспективы в селекции декоративных сортов жимолости в России // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 46. С. 166–172.

- Степанова Н.Ю., Марченко В.И., Богатырев А.Н. Изменение химического состава зеленых культур при хранении в замороженном состоянии // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 4. С. 5–9.
- Сучкова С.А. Проблемы размножения нетрадиционных садовых культур на юге Томской области // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур : материалы междунар. науч.-практ. конф., 12–14 августа 2003 г. ВНИИС им. И.В. Мичурина. Воронеж : Кварта, 2003. С. 216–219.
- Сучкова С.А., Титова Г.Т. Размножение нетрадиционных садовых культур // Вестник НГАУ. Вып. 3. Новосибирск, 2005. С. 82–84.
- Сучкова С.А. Эффективные способы вегетативного размножения, плодовых и ягодных культур в условиях Томской области : дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2006. 167 с.
- Сучкова С.А. Совершенствование технологии размножения нетрадиционных плодовых и ягодных культур в Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 305. С. 215–218.
- Сучкова С.А., Сенина Э.Г. Сортоизучение жимолости синей в условиях Томской области // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях : материалы I междунар. науч.-метод. дистанц. конф., Мичуринск-наукоград РФ, 1–23 апреля 2009 г. Мичуринск, 2009. С. 165–168.
- Сучкова С.А., Титова Г.Т. Жимолость синяя, смородина и калина обыкновенная в Сибири. Эффективные способы размножения. Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2012. 156 с.
- Сучкова С.А., Михайлова С.И. Ускоренное размножение ягодных культур в условиях Сибири // Пути повышения эффективности садоводства : сб. науч. тр. ГНБС. 2017. Т. 144, ч. II. С. 96–100.
- Сучкова С.А., Абзалтденов Т.З. Особенности размножения жимолости синей одревесневшими черенками в условиях Томской области // Современное садоводство. 2019. № 2. С. 105–110.

- Сучкова С.А., Астафурова Т.П. Морфофизиологические особенности одревесневших черенков жимолости // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений : сб. материалов V междунар. науч.-метод. конф. : в 2 т. М., 2019. С. 74–77.
- Сучкова С.А., Абзалтденов Т.З. Совершенствование технологии размножения жимолости одревесневшими черенками // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11 (176). С. 71–77.
- Сучкова С.А., Абзалтденов Т.З., Кокина Т.С. Вегетативное размножение жимолости синей в условиях Томской области // Теория и практика современной аграрной науки : сб. V национал. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 28 февраля 2022 г. Новосибирск : Золотой колос, 2022а. С. 202–206.
- Сучкова С.А., Абзалтденов Т.З., Кокина Т.С. Подбор оптимальных концентраций регуляторов роста при клональном микроразмножении жимолости синей // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022б. № 9 (215). С. 24–30.
- Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафаров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пущино : Synchrobook, 2013. 310 с.
- Тимохина Ж.А., Кулько С.В., Ткаченко Н.Н., Тохтарь Л.А. Влияние типа и концентрации источников железа в составе питательных сред, используемых на этапе размножения жимолости *in vitro*, на морфометрические показатели регенерантов // Научный альманах. 2023. № 11 (109). С. 99–102.
- Трусов Н.А., Яценко И.О., Рысин С.Л., Сорокопудов В.Н., Александров Д.С. Коллекция рода *Lonicera* L. в дендрарии ГБС РАН: история, современное состояние и перспективы развития // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2023. № 2. С. 20–50.
- Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М. : Дрофа, 2005. 542 с.

- Тюрина Е.В. Популяционные аспекты изучения исходного материала для интродукции // Ускорение интродукции растений Сибири: задачи и методы. Новосибирск : Наука, 1989. С. 34–46.
- Фаустов В.В., Коваленко А.Г. Ускоренное размножение жимолости съедобной зелеными черенками // Интенсивные способы выращивания посадочного материала садовых культур. М., 1984. С. 80–88.
- Фаустов В.В. Биологические основы технологии зеленого черенкования садовых культур : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1991. 35 с.
- Формирование устойчивых интродукционных популяций : абрикос, черешня, черёмуха, жимолость, смородина, арония / А.К. Скворцов, Ю.К. Виноградова, А.Г. Куклина и др. ; отв. ред. А.С. Демидов. М. : Наука, 2005. 187 с.
- Хоружева Т.И., Боровая С.А., Богинская Н.Г. Введение в культуру и микроклональное размножение жимолости съедобной *in vitro* // Овощи России. 2024. № 1. С. 55–60.
- Хохрякова Л.А. Анализ вариантов скрещиваний с использованием крупноплодных сортов селекции ФГУП «Бакчарское» // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 9. С. 53–55.
- Хохрякова Л.А. Оценка регенерационной способности зеленых черенков перспективных сортов жимолости // Вестник АГАУ. 2020. № 1 (183). С. 55–60.
- Хохрякова Л.А., Пугач В.А. Изучение взаимного опыления сортов жимолости // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 11 (229). С. 61–65.
- Царькова Т.Ф. Размножение жимолости на цеолитовом субстрате // Плодоводство и ягодоводство России. 1996. № 3. С. 128–134.
- Чашухина А.А. Опыт размножения летними черенками некоторых дальневосточных кустарников семейства жимолостных // Ботанические и зоологические исследования на Дальнем Востоке. 1968. Т. 1. С. 91–96.

- Чирипов А.В., Васильева Н.А. Зеленое черенкование жимолости синей в закрытом грунте // Приоритетные направления научно-технологического развития аграрного сектора России : материалы Всерос. (национал.) науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня образования Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Бурятия, Улан-Удэ, 8 ноября 2023 г. Улан-Удэ : Бурят. гос. с.-х. академия им. В.Р. Филиппова, 2023. С. 136–141.
- Чулков А.Н., Гостищев Д.А., Дейнека Л.А., Писарев Д.И., Сорокопудов В.Н., Сазонов С.А. Плоды жимолости синеплодной как источник антоцианов // Химия растительного сырья. 2011. № 4 С. 173–176.
- Шиповника плоды (ФС.2.5.0106.18) // Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание. М.: ФЭМБ, 2018. Т. 4. С. 6622–6633.
- Шкутина Ф.М. Мейоз у отдаленных гибридов и амфидиплоидов // Цитология и генетика мейоза. М. : Наука, 1975. С. 292–311.
- Шорников Д.Г., Муратова С.А., Янковская М.Б. Перспективные виды нетрадиционных и редких культур и их активная интродукция с применением биотехнологических методов размножения растений // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования : Всерос. науч.-исслед. Ин-т семеноводства и селекции овощных культур РАСХН, 2006. Т. 1. С. 49–52.
- Шорников Д.Г., Янковская М.Б., Муратова С.А. Укоренение *in vitro* и адаптация нетрадиционных садовых культур // Интродукция нетрадиционных и редких растений : VIII Междунар. науч.-метод. конф. Воронеж, 2008. Т. 1. С. 335–337.
- Шорников Д.Г., Брюхина С.А., Муратова С.А., Янковская М.Б., Папихин Р.В. Оптимизация условий культивирования *in vitro* ягодных и декоративных культур // Вестник ТГУ. 2010. Т. 15, вып. 2. С. 640–645.
- Шорников Д.Г., Матушкина О.В., Пронина И.Н. Особенности морфогенеза клонового подвоя яблони М9 в культуре *in vitro* // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 2. С. 14–16.

- Янковская М.Б., Шорников Д.Г., Муратова С.А., Соловых Н.В. Сохранение и размножение ценных форм ягодных и декоративных растений методами биотехнологии // Вестник ИРГСХА : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий», 18–20 августа 2011 г. Иркутск, 2011. Ч. IV, вып. 44. С. 160–166.
- Auzanneau N., Weber P., Kosińska-Cagnazzo A., Andlauer W. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: Comparison of seven cultivars over three harvesting years // Journal of Food Composition and Analysis. 2018. Vol. 66. P. 81–89.
- Barnes J.D., Balaguer L., Manrique E., Elvira S., Davison A.W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants // Environmental and Experimental Botany. 1992. Vol. 32 (2). P. 85–100.
- Bendokas V., Skemieniė K., Trumbeckaitė S., Stanys V., Passamonti S., Borutaite V. et al. Anthocyanins: From plant pigments to health benefits at mitochondrial level. // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2020. Vol. 60 (19). P. 3352–3365.
- Bieniasz M., Dziedzic E., Słowik G. Biological features of flowers influence the fertility of *Lonicera* spp. cultivars // Horticulture, Environment, and Biotechnology. 2019. Vol. 60 (2). P. 155–166.
- Božek M. Pollen productivity and morphology of pollen grains in two cultivars of honeyberry (*Lonicera kamtschatica* (Sevast.) Pojark.) // Acta Agrobotanica. 2007. Vol. 60 (1). P. 73–77.
- Božek M. The effect of pollinating insects on fruiting of two cultivars of *Lonicera caerulea* L. // Journal of Apicultural Science. 2012. Vol. 56 (2). P. 5–11.
- Brainerd K.E., Fuchigami L.H., Kuratowski D., Clark C.S. Leaf anatomy and water stress of aseptically cultured 'Pixy' plum grown under different environments // Hort. Sci. 1981. № 16. P. 173–175.

- Brewbaker J.L., Kwack B.H. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth // American Journal of Botany. 1963. Vol. 50, № 9. P. 859–865.
- Butenkova A.N., Belaeva T.N., Shmakova G.A. Physiological response of *Phlox paniculata* L. varieties to different growing conditions of Western Siberia // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 486. Art. num. 07005. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/16/e3sconf_agritech-ix2023_07005/e3sconf_agritech-ix2023_07005.html
- Chalker-Scott L. Do anthocyanins function as osmoregulators in leaf tissues? // Advances in Botanical Research / eds. by K.S. Gould, D.W. Lee. Vol. 37. Amsterdam : Academic Press, 2002. P. 103–127.
- Demotes-Mainard S., Boumaza R., Meyer S., Cerovic Z.G. Indicators of nitrogen status for ornamental woody plants based on optical measurements of leaf polyphenolics and chlorophyll contents // Sci. Hort. 2008. Vol. 115. P. 377–385.
- Dziedzic E. Propagation of Blue Honeysuckle in *in vitro* Culture // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 2008. Vol. 16. P. 93–100.
- Farrant J.M., Vander Willigen C., Loffell D., Bartsch S., Whittaker A. An investigation into the role of light during desiccation of three angiosperm resurrection plants // Plant, Cell and Environment. 2003. Vol. 26(8). P. 1275–1286.
- Frier S. The pollination biology of Haskap (*Lonicera caerulea* L.: Caprifoliaceae): floral traits and pollinator performance of a new Saskatchewan fruit crop : master of Science Thesis. University of Regina, 2016. 77 p.
- Godini A. Counting pollen grains of some almond cultivars by means of a haemocytometer // GREMPA, colloque. Paris : CIHEAM, Options Méditerranéennes: Serie Etudes, 1981. P. 83–86.
- González Moreno A., de Cózar A., Prieto P. et al. Radiationless mechanism of UV deactivation by cuticle phenolics in plants // Nat. Commun. 2022. Vol. 13. P. 1786. doi: 10.1038/s41467-022-29460-9

- Grobelna A., Kalisz S., Kieliszek M. Effect of processing methods and storage time on the content of bioactive compounds in blue honeysuckle berry purees // *Agronomy*. 2019. Vol. 9 (12). P. 860.
- Jaakola L., Määttä-Riihinen K., Kärenlampi S., Hohtola A. Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves. // *Planta*. 2004. Vol. 218(5). P. 721–728.
- Jones C.G., Hartley S.E. A protein competition model for phenolic allocation // *Oikos*. 1999. Vol. 86. P. 27–44.
- Karhu Saila T. Rooting of blue honeysuckle microshoots // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1997. № 48. P.153–159.
- Klem K. Prediction of spring barley nutrition state and grain quality using spectral reflectance and chlorophyll fluorescence. Minneapolis, MN : Precision Agriculture, 2008. ICPA. P. 24–31.
- Koricheva J., Larsson S., Haukioja E., Keinänen M. Regulation of Woody Plant Secondary Metabolism by Resource Availability: Hypothesis Testing by Means of Meta-Analysis // *Oikos*. 1998. Vol. 83, № 2. P. 212–226.
- Kovinch N., Kayanja G., Chanoca A., Otegui M., Grotewold E. Abiotic stresses induce different localizations of anthocyanins in *Arabidopsis* // *Plant Signaling and Behavior*. 2015. Vol. 10 (7). e1027850.
- Krotova I.V., Demina L.N., Zhdanova P.A., Osmolovskaya N.A., Shchitnikov A.S. The study of biologically active substances of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) leaves // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 421 022027. 2020. 5 p.
- Lin B.W., Gong C.C., Song H.F., Cui Y.Y. Effects of anthocyanins on the prevention and treatment of cancer // *British Journal of Pharmacology*. 2017. Vol. 174 (11). P. 1226–1243.
- Molina A.K., Vega E.N., Pereira C., Dias M.I., Heleno S.A., Rodrigues P. et al. Promising antioxidant and antimicrobial food colourants from *Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* // *Antioxidants*. 2019. Vol. 8 (9). P. 394.

- Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia plantarum*. 1962. Vol. 15, № 3. P. 473–497.
- Nawaz M.A., Razgonova M.P., Rusakova E.A., Petrusha E.N., Sabitov A.S., Chunikhina O.A., Ercişli S., Tikhonova N.G., Golokhvast K.S. Global metabolome profiles of *Lonicera caerulea* L. and *Lonicera caerulea* ssp. *kamtschatica* (Sevast.) Gladkova // *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2024. Vol. 48, № 5. P. 745–759.
- Ochmian I., Grajkowski J., Skupien K. Yield and Chemical Composition of Blue Honeysuckle Fruit Depending on Ripening Time // *Bulletin UASVM Hortic.* 2010. Vol. 67. P. 138–147.
- Plants of the World Online. URL: <https://powo.science.kew.org/> (дата обращения: 15.11.2024).
- Singh R.J. *Plant Cytogenetics*. Second Edition, 2002. 488 p.
- Skupien K., Ochmian I., Grajkowski J. Influence of ripening time on fruit chemical composition of two blue honeysuckle cultivars // *J. Fruit Ornament. Plant Res.* 2009. Vol. 17. P. 101–111.
- Solecka D., Kacperska A. Phenylpropanoid deficiency affects the course of plant acclimation to cold // *Physiologia Plantarum*. 2003. Vol. 119 (2). P. 253–262.
- Sukhova E., Sukhov V. Connection of the Photochemical Reflectance Index (PRI) with the Photosystem II Quantum Yield and Nonphotochemical Quenching Can Be Dependent on Variations of Photosynthetic Parameters among Investigated Plants // *A Meta-Analysis. Remote Sensing*. 2018. Vol. 10 (5). P. 771. doi: 10.3390/rs10050771
- Wang Y., Zhu J., Meng X., Liu S., Mu J., Ning C. Comparison of polyphenol, anthocyanin and antioxidant capacity in four varieties of *Lonicera caerulea* berry extracts // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 197 (Pt A). P. 522–529.
- Yakushev V.P., Kanash E.V., Rusakov D.V., Blokhina S.Yu. Specific and non-specific changes in optical characteristics of spring wheat leaves under nitrogen and water deficiency // *Advances in Animal Biosciences*. 2017. Vol. 8, № S. P. 229–232.

- Yamburov M.S., Astafurova T.P., Zhuk K.V., Romanova S.B., Smolina V.M. The effects of drought and flood stress on pollen quality and quantity in *Clivia miniata* (Lindl.) Bosse (Amaryllidaceae) // Biomedical & Pharmacology Journal. 2014. Vol. 7, № 2. P. 575–580.
- Yamburov M.S., Prokopyev A.S., Suchkova S.A., Romanova S.B., Chernova O.D., Kataeva T.N., Abzaltdenov T.Z. Pollen quality and pollen productivity of blue honeysuckle species and varieties // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, 2021. P. 42066.
- Yeats T.H., Rose J.K.C. The Formation and Function of Plant Cuticles // Plant Physiology. 2013. Vol. 163 (1). P. 5–20. doi: 10.1104/pp.113.222737

Сведения об авторах

Абзалтденов Тимур Зафарович – инженер-исследователь Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Гашков Сергей Иванович – кандидат биологических наук, доцент Института биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства Томского государственного университета.

Зибарева Лариса Николаевна – доктор химических наук, старший научный сотрудник Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Плишкина Ольга Георгиевна – инженер Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Прокопьев Алексей Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Романова Светлана Борисовна – аспирант, младший научный сотрудник Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Сучкова Светлана Александровна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник

Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Чернова Ольга Дмитриевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Ямбуров Михаил Сергеевич – кандидат биологических наук, директор Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Приложение

Основные виды вредителей *Lonicera caerulea*



Тля жимолостно-злаковая – *Rhopalomyzus lonicerae*.

Источник: <https://view.officeapps.live.com/>



Тля верхушечная жимолостная – *Semiaphis tataricae*.

Источник: <https://view.officeapps.live.com/>



Червец мучнистый кленовый – *Phenacoccus aceris*.

Источник: <https://view.officeapps.live.com/>



Ложнощитовка акациевая – *Parthenolecanium corni*.

Источник: <https://www.inaturalist.org/observations/84739667>



Древесница въедливая – *Zeuzera pyrina*, гусеница и имаго.

Источник: <https://sibsad-pitomnik.ru/>



Пяденица жимолостная лопастная – *Trichopteryx polycommata*.

Источник: <https://www.inaturalist.org/observations/208430502>;

iNaturalist: <https://www.inaturalist.org/observations/45090363>



Моль серпокрылая жимолостная – *Ypsolopha dentella*, гусеница, имаго.

Источник: <https://www.inaturalist.org/observations/218450226>;

<https://www.inaturalist.org/observations/230479526>



Моль-пестрянка жимолостная *Phyllonorycter trifasciella*,
повреждение листа гусеницей, имаго.
Источник: <https://www.inaturalist.org/observations/239210537>;
<https://www.inaturalist.org/observations/71212694>



Листовертка розанная – *Archips rosana*, гусеница, куколка и имаго.
Фото с сайтов: <https://view.officeapps.live.com/>;
<https://www.inaturalist.org/observations/219692867>



Златка узкотелая жимолостная – *Agrilus cyanescens* (= *A. coerulea*),
личинка, имаго, характерное усыхание побегов.

Источник: <https://view.officeapps.live.com/>;
<https://www.inaturalist.org/observations/234293874>



Жимолостная пальцекрылка – *Platyptilia calodactyla*.
Источник: <https://www.inaturalist.org/observations/99985812>



Муха вишневая – *Rhagoletis cerasi*.
Источник: <https://www.inaturalist.org/observations/194150949>



Снегирь – *Pyrrhula pyrrhula* (фото Евгения Смирнова: <https://my.mail.ru/>)
и свиристель – *Bombycilla garrulus* (фото Александра Свисткова:
<http://rasfokus.ru/>) кормятся почками кустарников, деревьев



Рябинник – *Turdus pilaris*, кормится на жимолости и рябине

Источник: <https://monateka.com/article/318836/>;

<https://anodkatod.ru/drozd/foto/zimoy/>



Белобровик – *Turdus iliacus*, кормится на ирге (слеток)
и на рябине (взрослая птица).

Источник: <https://biblioteka.ptz.ru/>

Фото Константина Ординарцева:

https://vk.com/wall-137659076_23835



Певчий дрозд – *Turdus philomelos*, кормится на черемухе и рябине.
Источник: <https://songscribe.ru/foto/kakie/drozdiy/pevchie>



Чернозобый дрозд – *Turdus philomelos*, в осеннем наряде
на яблоне ягодной.

Фото Андрея Баздырева с сайта iNaturalist:
<https://www.inaturalist.org/observations/62035676>



Обыкновенный скворец – *Sturnus vulgaris*,
кормит слетка жимолостью, ест бузину красную.
Источник: <https://fotokonkurs.ru/> и <https://animals.pibig.info/>

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Интродукция жимолости.....	7
1.1. Декоративные виды жимолости (О.Д. Чернова).....	7
1.2. Этапы формирования коллекционного фонда жимолости со съедобными плодами (С.А. Сучкова).....	31
1.3. Экологическая адаптация <i>Lonicera altaica</i> к разным условиям освещенности (М.С. Ямбуров).....	49
Глава 2. Особенности репродуктивной биологии <i>Lonicera caerulea</i>.....	58
2.1. Исследование репродуктивной биологии <i>Lonicera caerulea</i> в России и за рубежом (М.С. Ямбуров, А.С. Прокопьев, С.Б. Романова).....	58
2.2. Исследования мужской репродуктивной сферы жимолости синей в Сибирском ботаническом саду ТГУ и на плантациях Томской области (М.С. Ямбуров, А.С. Прокопьев, С.Б. Романова).....	71
Глава 3. Биохимический состав плодов и листьев жимолости.....	96
3.1. Жимолость: полезные свойства, химический состав первичных и вторичных метаболитов (Л.Н. Зибарева).....	96
3.2. Оценка уровней химических компонентов в свежих плодах жимолости (Л.Н. Зибарева).....	105
3.3. Содержание химических компонентов в замороженных плодах жимолости (Л.Н. Зибарева).....	134
3.4. Биохимический состав листьев жимолости (Л.Н. Зибарева, С.А. Сучкова).....	146

Глава 4. Вегетативное размножение жимолости.....	157
4.1. Размножение зелеными черенками (<i>С.А. Сучкова, Т.З. Абзалтденов, О.Г. Плишкина</i>).....	157
4.2. Размножение одревесневшими черенками (<i>С.А. Сучкова, Т.З. Абзалтденов, О.Г. Плишкина</i>).....	185
4.3. Микрклональное размножение (<i>С.А. Сучкова, Т.З. Абзалтденов</i>).....	195
Глава 5. Вредители жимолости.....	231
5.1. Основные биоценотические связи животных с жимолостью и их вредоносная деятельность (<i>С.И. Гашков</i>).....	231
5.2. Спектр общих положений и показателей, определяющих вредоносную деятельность птиц и меры направленных действий человека (<i>С.И. Гашков</i>).....	239
5.3. Оценка обилия птиц-вредителей и их сезонная динамика в период созревания урожая (<i>С.И. Гашков</i>).....	244
Литература.....	257
Сведения об авторах.....	283
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	285

Научное издание

Светлана Александровна СУЧКОВА, Лариса Николаевна ЗИБАРЕВА,
Михаил Сергеевич ЯМБУРОВ, Алексей Сергеевич ПРОКОПЬЕВ,
Тимур Зафарович АБЗАЛТДЕНОВ, Сергей Иванович ГАШКОВ,
Ольга Дмитриевна ЧЕРНОВА, Светлана Борисовна РОМАНОВА,
Ольга Георгиевна ПЛИШКИНА

**ЖИМОЛОСТЬ
В СИБИРСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ
ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Редактор Н.А. Афанасьева
Компьютерная верстка А.И. Лелююр
Дизайн обложки Л.Д. Кривцовой

Подписано к печати 18.12.2024 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага для офисной техники. Гарнитура Times.
Печ. л. 18,8. Усл. печ. л. 17,5.
Тираж 500 экз. Заказ № 6176.

Отпечатано на оборудовании
Издательства Томского государственного университета
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Тел. 8+(382-2)–52-98-49
Сайт: <http://publish.tsu.ru>
E-mail: rio.tsu@mail.ru
ISBN 978-5-907890-41-1

