

На правах рукописи



Дахно Тимофей Григорьевич

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ *FRAGARIA ANANASSA* DUCH.
И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ АДАПТИВНОСТИ
В УСЛОВИЯХ КАМЧАТКИ**

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры
(биологические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Петропавловск-Камчатский – 2026

Работа выполнена в Камчатском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук

Научный руководитель: **Сорокопудов Владимир Николаевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт люпина – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса», главный научный сотрудник комплексного научно-исследовательского отделения направления плодоводства

Официальные оппоненты: **Жбанова Екатерина Викторовна**, доктор сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина», лаборатория биохимии и пищевых технологий, ведущий научный сотрудник

Батурин Сергей Олегович, кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», лаборатория генной инженерии, научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»

Защита диссертации состоится « 22 » мая 2026 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.199.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, м.о. город-курорт Ялта, тер. Никитский ботанический сад, здание 1, строение 1; e-mail: dissovet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «НБС-ННЦ» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, м.о. город-курорт Ялта, тер. Никитский ботанический сад, здание 1, строение 1; e-mail: dissovet.nbs@yandex.ru; адрес сайта: <http://obr.nbgnsr.ru>

Автореферат разослан « ___ » _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Зыкова Вера Константиновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Изучение воздействия внешних факторов среды приобретает в настоящее время особую значимость в связи с глобальными климатическими изменениями, а также необходимостью повышения продуктивности и устойчивости агроэкосистем в регионах с рискованным земледелием.

Fragaria ananassa Duch. (земляника крупноплодная) благодаря экологической пластичности, высокой продуктивности и ценным пищевым качествам является одной из наиболее распространенных ягодных культур в мире. На ее долю приходится около 70% общемирового производства ягод (Mezzetti et al., 2018; Акимов и др., 2020; Nishizawa, 2021; Брюхина и др., 2024; Макарова и др., 2025). Биологически активные вещества, содержащиеся в ее плодах, способствуют не только профилактике разных заболеваний, но и дают определенный психоэмоциональный стимул жителям гипокомфортных для проживания северных территорий при получении ее урожая. Устойчивость выделенных в ходе селекции сортов к неблагоприятным воздействиям обусловлена широким спектром приспособительных реакций к абиотическим и биотическим факторам (Жученко, 2004; Марченко, 2021; Заика и др., 2024; Dhanyasree et al., 2025).

Климат Камчатки, характеризующийся дефицитом тепла и коротким вегетационным периодом, создаёт экстремальные условия для роста растений. Между тем вопрос о том насколько эффективно реализуется адаптивный потенциал *F. ananassa* в природно-климатических условиях Камчатского края до сих пор никем не изучался. Актуальность работы усиливается необходимостью решения агроэкологических проблем, связанных с низким плодородием вулканических почв и поиском стимуляторов роста растений, получение которых было бы возможно на основе использования местных биоресурсов. Все вышесказанное определяет цель и задачи исследований.

Степень разработанности темы. Проблема адаптации *F. ananassa* к стрессовым факторам изучена достаточно широко. Общие механизмы адаптации растений рассмотрены в трудах Г. Селье (1979), И.А. Тарчевского (2000), А.А. Жученко (2004). Биологические основы формирования продуктивности земляники исследованы в работах П.Г. Шитта (1952), А.Д. Бурмистрова (1972, 1985), А.А. Зубова (2004), Г.Ф. и Д.Н. Говоровых (2003, 2015, 2016). Установлена причинно-следственная связь между воздействием абиотических стрессоров и уровнем продуктивности культуры. Данный аспект изучен в контексте влияния низких температур (Ступина, 2019; Кулакова, Раченко, 2018), дефицита влаги (Генкель, 1982; Кушниренко, 1991; Гончарова, 1995, 2011), режимов теплообеспеченности (Тараканов, 2007; Стольникова, 2009), биотических факторов, в частности грибных патогенов (Айтжанова, 1995, 1996; Витковский, 1992; Холод, 2013; Hebert et al., 2000). В современный период перспективным признано применение экстрактов морских водорослей, опыт использования которых обобщен в работах J.S. Craigie (2011), W.A. Stirk и J. van Staden (1997), W. Khan et al. (2009).

Положительное влияние подобных препаратов на продукционный процесс и устойчивость земляники продемонстрировано в исследованиях Al-Shatri et al. (2020), Rana et al. (2022), Mattner et al. (2023).

Цель исследования. Определить влияние природно-климатических факторов юго-восточной Камчатки на развитие, продуктивность и адаптивность культиваров *Fragaria ananassa* и отобрать ценные генотипы для возделывания.

Задачи исследования:

1. Выявить требования сортов *F. ananassa*, к режиму температур, обеспечивающих успешное прохождение основных фенологических фаз (цветение и созревание ягод).

2. Оценить устойчивость культиваров к абиотическим факторам среды: низким отрицательным температурам в зимний период, высоким положительным температурам во время цветения и недостатку влаги в почве.

3. Определить воздействие биотических факторов на развитие культиваров и их устойчивость к грибным инвазиям.

4. Оценить развитие основных морфоструктурных компонентов сортообразцов земляники, определяющих потенциальный и фактический урожай в условиях Камчатки.

5. На основе изучения морфометрических и биохимических характеристик плодов, а также параметров экологической пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) выделить культивары с высокой адаптивностью и пластичностью.

6. Определить эффективность использования биостимуляторов из морских гидробионтов: препаратов марки Био-Маре и водных экстрактов камчатских бурых водорослей при культивировании *F. ananassa* в открытом грунте.

Научная новизна. Впервые на основании многолетних исследований определены суммы эффективных температур, необходимых для успешного протекания основных фаз развития *F. ananassa* (цветение и созревание ягод) в климатических и эдафических условиях юго-восточной Камчатки. Показано, что сортообразцы могут отличаться более, чем на 100 °С, при этом разброс температурного диапазона для прохождения фазы цветения составляет от 89,0 до 435,2 °С, созревания ягод – от 430,5 до 845,7 °С. Проведенные исследования позволили из 24 культиваров выделить перспективные для юго-востока Камчатки: один высокозимостойкий (Японка) и 15 со средней степенью засухоустойчивости. Установлен уровень реализации потенциальной продуктивности для каждого культивара, варьирующий от 25% до 56%. Выделены продуктивные сорта интенсивного (7) и экстенсивного (3) типа. Идентифицированы наиболее ценные по биохимическому составу плодов сорта, характеризующиеся повышенным содержанием аскорбиновой кислоты и сахаров. Показана высокая эффективность воздействия природных органических биостимуляторов, полученных из местных морских гидробионтов: препаратов марки «Био-Маре» (Био-Альго, Био-Микс, Био-Фиш) и водных экстрактов бурых водорослей (*Hedophyllum bongardianum*, *Alaria esculenta*).

Практическая значимость работы. Проведенные исследования дают основания рекомендовать для возделывания на юго-востоке Камчатки 7 (29,2%) из 24 изученных культиваров и разработать методы повышения адаптивности к грибным инвазиям и неблагоприятному воздействию погодных и других эдафических факторов. Выделены сорта Фруктовая и Японка, наиболее пригодные для выращивания в северных регионах с суровыми условиями произрастания. Показана высокая эффективность биостимуляторов на основе морских гидробионтов: препаратов марки «Био-Маре» (Био-Альго, Био-Микс, Био-Фиш) и водных экстрактов бурых водорослей (*Hedophyllum bongardianum*, *Alaria esculenta*), применение которых способствует повышению продуктивности ягод на 28,9–34,1% и увеличению количества розеток на 55,2–66,2%. С учетом их низкой себестоимости они могут частично или полностью заменить ввозимые в регион минеральные удобрения и стать эффективными и недорогими биостимуляторами и адаптогенами.

Методология и методы исследования. В основе методологии проведенных исследований лежит системный подход. Система при этом рассматривается как множество взаимосвязанных элементов, образующих определенную целостность. В работе были использованы стандартные методы эколого-биологических, биометрических и биохимических исследований, применяемых при изучении ягодных культур, методы наблюдений за воздействием на них неблагоприятных абиотических и биотических факторов. Основные результаты получены на основе полевых и лабораторных наблюдений и экспериментов.

Положения, выносимые на защиту:

– Отобранные интродуцированные сорта *F. ananassa* перспективны для возделывания в условиях юго-восточной Камчатки и других ее районов.

– Абиотические факторы (дефицит эффективных температур, низкие зимние температуры, недостаток или избыток влаги) и биотические факторы – поражение серой гнилью (*Botrytis cinerea* Pers.) и белой пятнистостью (*Ramularia tulasnei* Sacc.), лимитируют продуктивность сортов земляники крупноплодной в условиях Камчатки.

– Водные экстракты ламинариевых водорослей – эффективные адаптогены *F. ananassa* к патогенным организмам и неблагоприятным экологическим факторам в зоне рискованного земледелия юго-восточной Камчатки.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность полученных данных подтверждена многолетними экспериментальными исследованиями, проведенными лично автором, большим объемом количественных исследований, обработанных методами математической статистики. Представленные в работе данные автор диссертации в разные годы докладывал на всероссийских и международных конференциях г. Петропавловск-Камчатский: «Актуальные вопросы социально-экономического реформирования государства и общества» (2013); «Современные тенденции развития экономики, управления и права в XXI в.» (2014); «Состояние и приоритеты научного обеспечения агропромышленного комплекса Камчатского края» (2015); «Гражданское общество и государственные институты России в условиях западных санкций».

продовольственная безопасность, проблемы экономики, права и образования» (2016); «Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами» (2021), а также г. Южноуральск – «Роль сортов и технологий в интенсификации садоводства и картофелеводства» (2016), г. Ростов-на-Дону – «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса» (2021), г. Белгород – «Innovations in life sciences» (2025) и г. Ялта – «Инновационные методы исследований в области генетики, биотехнологии, селекции, семеноводства, лесоагротелиорации и защиты растений» (2025).

Личный вклад автора. Диссертация является результатом исследований, выполненных автором лично, который обосновал тему, определил цели и задачи исследований, выполнил экспериментальные исследования, провел статистическую обработку полученных данных, их анализ, сделал обоснованные выводы и дал практические рекомендации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 27 работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в Перечень ВАК РФ по специальности 4.1.4. «Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (биологические науки)», 12 – в иных журналах из Перечня ВАК РФ, 1 – в рецензируемом научном журнале, 11 – в материалах международных, всероссийских и межрегиональных конференций.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 167 страницах, состоит из введения, 6 глав, выводов и списка литературы, включает 28 рисунков, 24 таблицы, 1 приложение. Список литературы содержит 295 источников, из них 84 иностранных.

ГЛАВА 1 ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ *FRAGARIA ANANASSA* DUCH. (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

В литературном обзоре дана краткая характеристика адаптации растений к неблагоприятным условиям окружающей среды и биологических особенностей земляники крупноплодной *Fragaria ananassa* Duch. в суровых условиях камчатского климата. Рассмотрено влияние абиотических и биотических стрессовых факторов на рост и развитие земляники крупноплодной, а также роль биостимуляторов для повышения адаптивности и устойчивости этого вида к неблагоприятным почвенно-климатическим факторам.

ГЛАВА 2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

В главе описаны почвенные и агроклиматические характеристики района исследования. Приведены основные метеорологические показатели для вегетационных периодов земляники, составленные по данным агрометеостанции п. Сосновка (Камчатский край, Елизовский район) за годы проведения полевых экспериментов (2011–2021 гг.).

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на экспериментальном участке ФБГНУ «Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (Камчатский край, Елизовский район, п. Сосновка) в 2012–2021 гг.

Погодные условия в период исследований характеризовались достаточным разнообразием с ежегодным проявлением характерных для региона неблагоприятных факторов выращивания (условия перезимовки, недостаток тепла), что позволило наиболее полно оценить адаптивность к камчатскому климату, выбранных для изучения сортов и гибридных форм земляники крупноплодной (*Fragaria* × *ananassa* (Duch. ex West.) Duch. ex Roz.) и воздействие на некоторые из них органических удобрений и водных экстрактов из водорослей.

При изучении адаптивности земляники крупноплодной объектами исследования являлись 24 культивара различного эколого-географического происхождения, что позволило выявить адаптационный потенциал, заложенный в генотипе *F. ananassa*. Контроль – сорт Фестивальная. Опыт по изучению адаптивности интродуцированных сортов заложен весной 2011 г. Схема посадки 0,9×0,3 м, каждый образец представлен 30 растениями, в трехкратной повторности.

При изучении воздействия на землянику органических биостимуляторов из морских гидробионтов объектами исследований являлись биопрепараты Био-Альго, Био-Микс, Био-Фиш, созданных из камчатского сырья (водорослей и рыбных отходов) и разные по срокам созревания культивары *F. ananassa*: Сударушка (ранний), Японка (среднепоздний) и Боровицкая (поздний). Закладку опытов проводили согласно следующей схеме: 1 – обработка водой (контрольная группа); 2 – обработка препаратом Био-Альго; 3 – обработка препаратом Био-Микс; 4 – обработка препаратом Био-Фиш. Органические удобрения в концентрации 0,6 % наносили на вегетативную часть растений ручным опрыскивателем до полного смачивания листьев. Опрыскивание проводили в начале цветения растений. Схема посадки растений – 1,3×0,6 м, система посадки индивидуальная, кустовая. Количество учетных растений в каждом варианте данного эксперимента 30 штук, в трехкратной повторности.

При изучении воздействия экстрактов камчатских бурых водорослей на рост и развитие *F. ananassa* объектами исследований являлись водные вытяжки из ламинариевых водорослей *Hedophyllum bongardianum*, *Alaria esculenta* и сорт земляники Сюрприз Олимпиаде. Эксперименты по изучению стимулирующего воздействия экстрактов проводились в 2019–2021 гг. Растения опрыскивались экстрактами из *H. bongardianum* и *A. esculenta* ручным опрыскивателем одно- и двукратно в начальную фазу цветения с интервалом 7 дней. Для внекорневой подкормки использовали рабочие растворы 10 % и 25 %, контрольную группу растений обрабатывали водой.

Для оценки адаптивности к камчатскому климату, выбранных для изучения сортов и гибридных форм *F. ananassa*, воздействия на некоторые сорта органических удобрений и экстрактов из водорослей, сравнивали длительность фенологических периодов, зимостойкость, общее состояние растений; устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды;

продуктивность в соответствии с общепринятой «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Мичуринск, 1973; Орел, 1999). Кроме того, для оценки влияния абиотических факторов на эколого-биологические особенности растений использовали такие показатели, как суммы активных ($\sum_{t>5^{\circ}\text{C}}$) и эффективных ($\sum_{t>10^{\circ}\text{C}}$) температур, вычисляемых по формуле: ($\sum_{t>10^{\circ}\text{C}} = (t - t_1) \times n$), где t – температура окружающей среды (фактическая), t_1 – температура нижнего порога развития, 10°C , n – продолжительность развития в днях (часах).

Изучение засухоустойчивости сортов и гибридных форм проводили в 2012–2014 гг. с помощью определения общей оводненности листьев и водоудерживающей способности (весовой метод) завядших проб по методике Е.В. Мажорова (1990). Фертильность пыльцы и всхожесть семян осуществляли в 2013–2015 гг. на препаратах из смеси пыльцы, фиксированных в растворе Карнуа (3:1) и окрашенных ацетокармином (Паушева, 1988). Фертильность оценивали по шкале, разработанной G.M. Darrow (1966), всхожесть семян в соответствии с «Методическими указаниями по семеноведению интродуцентов» (1980). Содержание основных компонентов биохимического состава в плодах оценивали по А.И. Ермакову и др. (1972). При анализе материала в течение вегетационного периода проводили биометрические измерения растений: измерение высоты растений; подсчет количества листьев, усов и розеток на одно растение, определение площади листьев (метод высечек), измерение длины корневой системы и толщины корневой шейки розетки.

При расчете коэффициента адаптивности использовали метод Л.А. Животкова (1994), сравнивая конкретную продуктивность каждого из испытуемых культиваров со средней продуктивностью для каждого года исследования. Параметры экологической пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) по признакам: продуктивность, витамин С, сухое вещество, сахара и кислотность оценивали по методике S.A. Eberchart и W.A. Russel в интерпретации В.А. Зыкина (1984). Расчет средней арифметической признака (\bar{x}), ошибки средней арифметической признака ($\pm S_{\bar{x}}$) и коэффициента вариации (CV), определяющего особенности норм реакции растений и признаков в конкретных почвенно-климатических условиях, проводили по Г.Н. Зайцеву (1990). Обработку полученных экспериментальных данных осуществляли методами математической статистики с применением дисперсионного (Доспехов, 1985) и корреляционного анализов при использовании программного продукта MS Excel (Microsoft Office 2010).

ГЛАВА 4 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *FRAGARIA ANANASSA* DUCH. В УСЛОВИЯХ КАМЧАТКИ

4.1 Эколого-биологические особенности *Fragaria ananassa* Duch.

Начало вегетации растений земляники крупноплодной в период исследований, в зависимости от погодных условий, значительно колебалось по годам. Весенний рост растений начинался во второй – третьей декаде мая. В 2016 г. отмечалось самое раннее наступление весны. В июне превышение

среднегодовым показателем на $1,6^{\circ}\text{C}$ было наибольшим в сравнении с тем же периодом в другие годы наблюдений. Позднее всего эта фаза зафиксирована в 2013 г. в связи с затянувшимся снеготаянием. Данные обстоятельства оказывали значительное влияние на сроки наступления и продолжительность прохождения основных фенологических фаз – цветение и созревание. На представленном ниже рисунке приведена продолжительность периода цветения изученных сортов земляники (рисунок 1, А). Самое затяжное цветение наблюдалось в 2015 г. и его продолжительность у некоторых культиваров достигала 50 дней. Сроки созревания плодов у изучаемых сортов и гибридных форм с учетом биологических особенностей и погодных условий также варьировали по годам исследований от 3 до 34 дней (рисунок 1, Б).

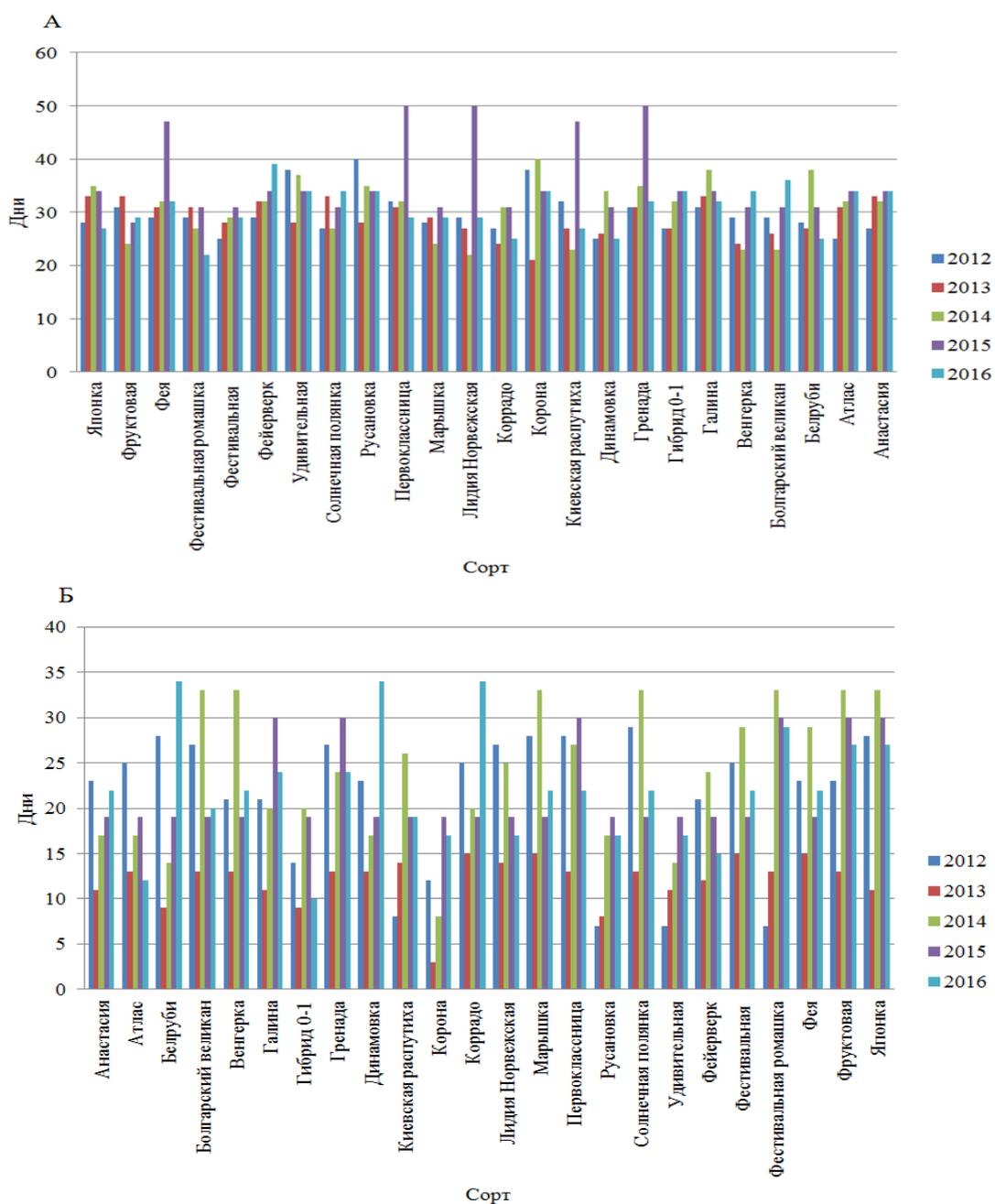


Рисунок 1 – Продолжительность периода цветения (А) и созревания (Б) на Камчатке сортообразцов земляники

По мнению многих исследователей, наступление фазы цветения и созревания у земляники определяет сумма активных и эффективных температур (Зубов, 2004; Мартынова, 2011; Стольникова, 2009; Wang, Camp, 2000). За годы наблюдений отмечалось варьирование суммы среднесуточных температур с момента начала роста до начала цветения земляники.

У разных сортов сумма активных температур колебалась от 283,3 до 509,5 °С, а сумма эффективных температур – от 89,6 до 435,2 °С (таблица 1). Полученные данные показывают, что для раноцветущих сортов зацветавших в разные годы – 18-31 июня, сумма эффективных температур изменялась от 89,6 до 321,8 °С; для среднецветущих (21 июня – 5 июля) – от 100,0 до 356,7 °С и поздноцветущих (24 июня – 12 июля) – 157,5-435,2 °С.

Таблица 1 – Суммы активных ($\sum t_{>5} \text{ } ^\circ\text{C}$) и эффективных ($\sum t_{>10} \text{ } ^\circ\text{C}$) температур за период от начала вегетации до фаз «начало цветения» и «начало созревания ягод» у культиваров земляники крупноплодной

Год	Ранние		Средние		Поздние	
	$\sum t_{>5} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum t_{>10} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum t_{>5} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum t_{>10} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum t_{>5} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\sum t_{>10} \text{ } ^\circ\text{C}$
Начало вегетации - начало цветения						
2012	374,1	267,0	405,1	298,0	451,6	344,5
2013	396,1	321,8	431,0	356,7	509,5	435,2
2014	303,1	104,9	362,6	170,2	411,8	219,4
2015	283,3	100,0	337,9	100,0	411,0	157,5
2016	299,4	89,6	335,1	125,3	375,0	165,2
Коэффициент вариации (CV), %	15,2	61,2	11,0	54,1	11,5	49,0
Начало вегетации - начало созревания						
2012	794,7	692,6	886,6	812,3	879,9	777,8
2013	819,8	762,2	903,3	829,0	920,0	845,7
2014	687,8	495,4	783,0	590,6	837,4	645,0
2015	860,4	606,9	860,4	606,9	888,8	635,3
2016	640,3	430,5	754,3	544,5	809,8	600,0
Коэффициент вариации (CV), %	12,4	23,7	8,1	19,7	5,4	15,3

По результатам наблюдений к группе раннеспелых сортов нами были отнесены: Динамовка, Лидия Норвежская, Киевская распутиха, Фестивальная ромашка (начало их созревания в зависимости от года исследования пришлось на период между 15 июля и 5 августа). Сумма эффективных температур, индуцировавшая их фазу плодоношения, составила 430,5–762,2 °С. К группе среднеспелых сортов и гибридных форм мы отнесли Фестивальную, Белруби, Коррадо, Фею, Атлас, Японку, Анастасию, Первоклассницу, Гренаду, Галину, Гибрид 0-1, Фруктовую, Марышку, Болгарский великан, Венгерку, Солнечную полянку, у них созревание плодов началось в период с 21 июля по 7 августа. При этом сумма эффективных температур изменялась в разные годы от 544,5

до 829,0 °С. К группе позднеспелых сортов были отнесены Корона, Русановка, Удивительная, Фейерверк. Они начали созревать в период с 26 июля по 9 августа. Сумма эффективных температур для них колебалась от 600,0 до 845,7 °С. Коэффициент вариации суммы среднесуточных температур, необходимых для зацветания и созревания земляники, был ниже коэффициента вариации суммы эффективных температур.

На основании проведенных нами многолетних исследований был сделан вывод о значительном влиянии суммы эффективных и активных температур на продолжительность прохождения основных фенологических фаз развития земляники на Камчатке и различной реакции растений на воздействие факторов окружающей среды. Сумма эффективных температур является лимитирующим фактором для наступления фаз цветения и созревания у земляники.

4.2 Оценка устойчивости сортов земляники крупноплодной к абиотическим факторам среды

Зимостойкость. Наблюдения по зимостойкости сортов и гибридных форм земляники проводили весной 2011–2016 гг., в период усиленного линейного роста растений и оценивали ее до цветения, когда у кустов наиболее ярко выражены признаки зимних повреждений. Наиболее сильные повреждения растений земляники отмечались в зимний период 2015–2016 гг. В третьей декаде ноября было зафиксировано резкое похолодание до - 19,2 °С, при небольшом снежном покрове, едва достигающем 3 см. За все годы исследований из 24 изучаемых сортов и гибридных форм земляники зимние повреждения отсутствовали только у сорта Японка. Анализ данных позволил распределить культивары на 4 группы: высокозимостойкие, зимостойкие, среднезимостойкие и малозимостойкие. К первой относится сорт Японка, ко второй – Анастасия, Атлас, Гренада, Марышка, Первоклассница, Удивительная, Фестивальная, Фея и Фруктовая, к третьей – Белруби, Галина, Гибрид 0-1, Динамовка, Киевская распутиха, Корона, Коррадо, Лидия Норвежская, Русановка, Солнечная полянка, Фейерверк и Фестивальная ромашка и к четвертой – Болгарский великан и Венгерка.

Засухоустойчивость. Метеорологические условия, сложившиеся в 2012–2014 гг. исследований, способствовали проведению оценки засухоустойчивости сортов земляники, поскольку среди них были годы с избыточным, недостаточным и обычным для Камчатки количеством атмосферных осадков. Об устойчивости растений к недостатку влаги мы судили по результатам лабораторных исследований оводненности листьев и их способности терять воду. Оводненность листьев, у 24 изучаемых сортов, изменялась от 53,47 до 65,22 %. Наиболее высокой оводненностью тканей, более 60,0 %, обладали сорта Анастасия, Болгарский великан, Галина, Динамовка, Киевская распутиха, Коррадо, Лидия Норвежская, Русановка, Солнечная полянка, Фестивальная ромашка. Максимальный показатель был зафиксирован у сорта Японка.

Водный дефицит является характеристикой степени ненасыщенности водой растительных клеток, возникающий в результате превышения ее расхода на транспирацию. Значительное повышение величины водного дефицита отмечалось у сорта Болгарский великан (29,21 %). Низкими значениями водного дефицита (до 10,0 %) характеризовались сорта Атлас, Венгерка, Галина, Киевская распутиха, Коррадо, Русановка, Фестивальная и Фея.

Наименьшая скорость потери воды за 1 час увядания и высокая водоудерживающая способность отмечалась у листьев сорта Фейерверк (3,77 %). Самая высокая скорость потери воды была установлена у сорта Японка (8,8 %). В целом скорость потери воды за 1 час увядания листьев у других сортов находилась в пределах 3,77–8,80 %, что свидетельствует о их высокой водоудерживающей способности.

На основании анализа данных, полученных в ходе изучения относительной засухоустойчивости, к группе сортов и гибридных форм земляники с ее низкой степенью можно отнести Белруби, Болгарский великан, Гибрид 0-1, Гренаду, Корону, Марышку, Первоклассницу, Удивительную, Фруктовую; со средней степенью засухоустойчивости – Анастасию, Атлас, Венгерку, Галину, Динамовку, Киевскую распутиху, Коррадо, Лидию Норвежскую, Русановку, Солнечную полянку, Фейерверк, Фестивальную, Фестивальную ромашку, Фею и Японку. Комплексная оценка сортов по шкале параметров водного режима листьев не выявила сортов с высокой степенью относительной засухоустойчивости.

Фертильность пыльцы и всхожесть семян. Сравнительный анализ фертильности пыльцы у разных сортов и гибридных форм земляники выявил пределы варьирования ее среднего значения по сортам в разные годы исследований от 29,7 до 60,1 %. Максимальный уровень стерильности пыльцы у изучаемых сортов наблюдался в 2014 году, наиболее неблагоприятном по погодным условиям, с малым количеством осадков, фертильность не превышала 29,7 %. Наиболее высокие средние значения качества пыльцы по сортам отмечались в 2013 и 2015 гг. (60,0 и 60,1 %, соответственно). Средней изменчивостью фертильности характеризовался сорт Атлас, у остальных образцов отмечалось сильное варьирование показателя качества пыльцы.

Продолжительность прорастания до образования семядолей у изучаемых сортов варьировала от 35 до 60 дней. Всхожесть семян сортов земляники находилась в пределах от 3,5 до 35,0 %. Значения всхожести семян (18,5–33,5 %), превышающие среднее по сортам (15,7 %), имели культивары Атлас, Белруби, Венгерка, Гибрид 0-1, Гренада, Корона, Лидия Норвежская, Русановка, Удивительная, Фестивальная, Фестивальная ромашка. При этом, только сорта Венгерка и Фестивальная ромашка отличались слабым варьированием показателя.

В результате проведенных исследований, согласно шкалы G.M. Darrow (1966), были выделены высокофертильные сорта Фестивальная, Динамовка, Фея, Атлас, Японка, Галина, Русановка, Удивительная, Солнечная полянка.

4.3 Оценка устойчивости сортов земляники крупноплодной к биотическим факторам среды

Оценка интродуцированных сортов и гибридных форм земляники по устойчивости к грибным заболеваниям – белой пятнистости *Ramularia tulasnei* Sacc., серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. и мучнистой росе *Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. была проведена в 2012–2016 гг.

Белая пятнистость. Наиболее устойчивыми к поражению белой пятнистостью выделены сорта и гибридные формы: Белруби, Гибрид 0-1, Динамовка, Коррадо, Солнечная полянка, Фестивальная ромашка; самыми неустойчивыми – Болгарский великан, Русановка и Удивительная. Все остальные характеризуются средней устойчивостью к белой пятнистости листьев.

Серая гниль. По устойчивости сортов земляники к серой гнили плодов *Botrytis cinerea* Pers. они были разделены на 2 группы: среднеустойчивые и неустойчивые. В группу устойчивых не вошел ни один из изучаемых сортов, к среднеустойчивым отнесены Белруби, Болгарский великан, Галина, Гренада, Корона, Лидия Норвежская, Марышка, Удивительная. Остальные сорта отнесены нами в группу неустойчивых к серой гнили. Таким образом, только сорта Белруби, Галина, Гренада, Корона, Лидия Норвежская, Марышка были наиболее устойчивыми к обоим возбудителям – белой пятнистости и серой гнили, остальные демонстрировали отсутствие устойчивости к этим грибным заболеваниям. Несмотря на погодно-климатические условия, благоприятно складывающиеся для развития *Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. в годы исследования мучнистой росы на надземных органах земляники крупноплодной не наблюдалось. В результате оценки влияния биотических факторов среды на землянику крупноплодную нами установлено, что наибольшие потери урожая в благоприятные для развития болезни годы были от поражения плодов серой гнилью, снижающие продуктивность растений у некоторых сортов от 30 до 50 %.

ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ *FRAGARIA ANANASSA* DUCH. И КАЧЕСТВА ПЛОДОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАМЧАТКИ

5.1 Особенности развития морфоструктурных компонентов куста у культиваров *Fragaria ananassa* Duch. и их влияние на продуктивность растений

В результате изучения морфоструктурных компонентов куста выявлены сорта с максимальными показателями отдельных компонентов продуктивности, а также их комплексным сочетанием и установлены границы изменчивости этих признаков. Так, по числу цветоносов на куст выделялись сорта: Гренада, Первоклассница, Солнечная полянка, Фейерверк, Фея, Фруктовая, Японка. Количество цветоносов на куст у них изменялось от 7,0 до 9,6 шт., у

контрольного сорта Фестивальная 6,8 штук на куст. Коэффициент вариации (CV) составил 31,0–76,9 %. Количество цветков на цветонос было максимальным у сортов Анастасия, Атлас, Галина, Коррадо, Лидия Норвежская, Марышка, Первоклассница, Солнечная полянка, Фея, Японка (5,5–7,8 шт., CV = 9,8–67,8 %), превышая показатель контроля (5,4 шт.). Незначительной изменчивостью признака (CV = 9,8 %) характеризовался сорт Коррадо.

Средняя масса ягоды оказалась наибольшей у сортов Венгерка (13,2 г) и Японка (13,5 г), при этом коэффициент вариации по данному признаку находился в пределах 12,5–56,7 %. По комплексному сочетанию всех указанных выше компонентов продуктивности выделен сорт Японка; по сочетанию двух компонентов (число цветоносов на куст и цветков на цветонос) – Первоклассница.

Потенциальная продуктивность всех изученных сортов земляники варьировала в достаточно широких пределах. Минимальное ее значение составило 57,8 г/куст у сорта Корона; максимальное – 869,4 г/куст у сорта Японка (рисунок 2). Низкие ее значения (менее 100,0 г с куста) отмечались у сортообразцов Корона, Гибрид 0-1, Русановка, Удивительная и Киевская распутиха.

В ходе проведения исследований были выделены сорта с высоким потенциалом продуктивности: Атлас – 387,9 г/куст (14,4 т/га), Гренада – 308,0 г/куст (11,4 т/га), Первоклассница – 463,3 г/куст (17,2 т/га), Фруктовая – 373,2 г/куст (13,8 т/га) и Японка – 869,4 г/куст (32,2 т/га). У контрольного сорта Фестивальная – 213,0 г/куст (7,9 т/га). Фактическая продуктивность ягод с одного куста у изучаемых культиваров варьировала от 30,0 г (Корона) до 240,2 г (Японка) или от 1,1 до 8,9 т/га, соответственно. Значения контрольного сорта Фестивальная находились на уровне 89,6 г/куст или 3,3 т/га.

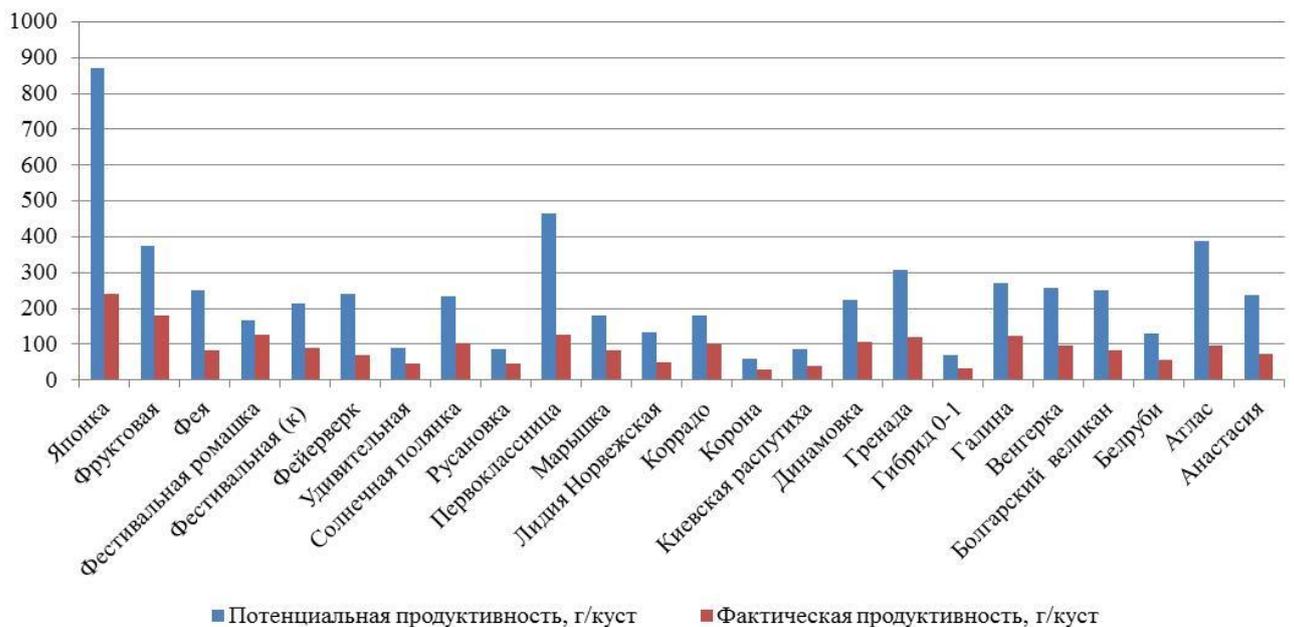


Рисунок 2 – Показатели потенциальной и фактической продуктивности сортов земляники (2012–2016 гг.)

В условиях Крайнего Севера реализация потенциальной продуктивности земляники зачастую не превышает 40,0 %, что объясняется реакцией растений на воздействие неблагоприятных факторов среды (Мартынова, 2011). При этом реализация потенциальной продуктивности у изучаемых сортов в условиях Камчатки изменялась от 25,0 % до 56,0 %.

Результаты проведенного корреляционного анализа показали, что высокую степень влияния на потенциальную продуктивность оказывает средняя масса ягоды и число цветоносов на куст, коэффициенты корреляции для этих показателей составили $r = 0,73$ и $r = 0,71$, соответственно. Среди абиотических факторов наибольшее отрицательное влияние на потенциальную продуктивность выявлено для низких зимних температур ($r = - 0,76$). В группе биотических факторов сильное негативное воздействие оказывает поражение серой гнилью ($r = - 0,68$)

Установлено наличие тесной связи между фактической продуктивностью, числом репродуктивных (цветоносы, цветки, ягоды) и вегетативных (рожки, листья) органов земляники (рисунок 3). Анализ данных корреляций подтвердил высокую степень связи между фактической продуктивностью и средней массой ягоды ($r = 0,71$).

Положительные связи средней силы были установлены между фактической продуктивностью и числом цветоносов на куст ($r = 0,68$), площадью листьев на куст ($r = 0,67$), количеством листьев на куст ($r = 0,53$), числом цветков на цветонос ($r = 0,52$).

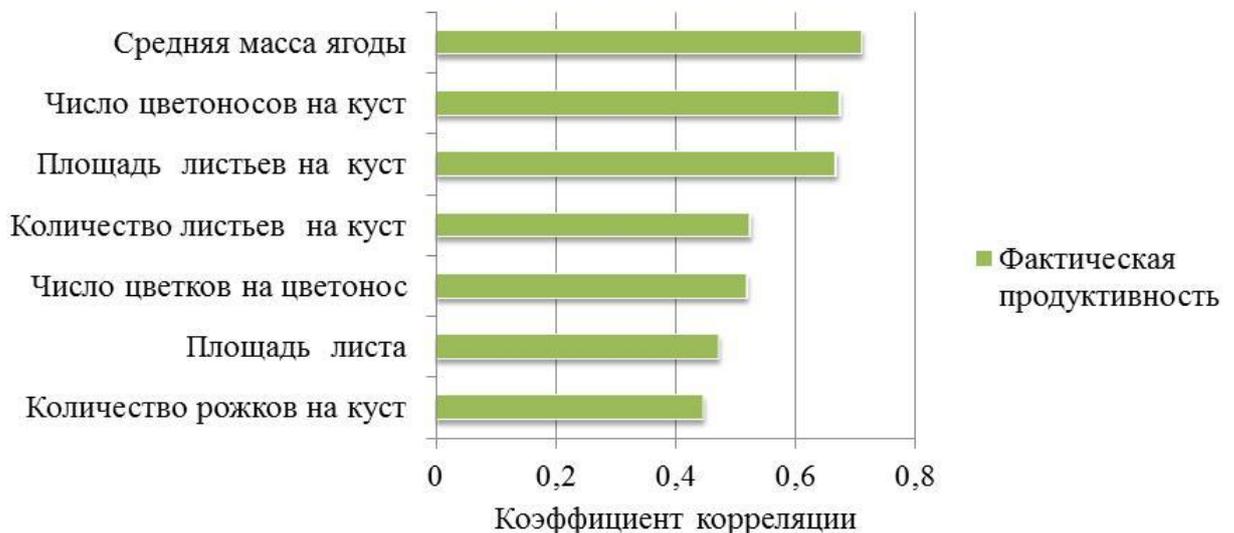


Рисунок 3 – Корреляция фактической продуктивности от морфоструктурных компонентов куста земляники (n=240)

5.2 Оценка экологической пластичности и адаптивности культиваров земляники крупноплодной по продуктивности и качеству плодов

Варьирование продуктивности ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$) у изучаемых сортов земляники за период 2012–2016 гг. изменялось в пределах 30,0–240,2 г/куст. Наиболее

высокие значения величины этого показателя были свойственны сортам Атлас, Венгерка, Галина, Гренада, Коррадо, Первоклассница, Солнечная полянка, Фестивальная ромашка, Фруктовая, Японка (таблица 2). Максимальная продуктивность плодов была зарегистрирована у сортов Фруктовая (181,4 г/куст, или 6,7 т/га) и Японка (240,2 г/куст, или 8,9 т/га). Расчет коэффициентов пластичности (b_i), стабильности (S_i^2) и адаптивности позволил выявить реакцию сортов с высокими значениями продуктивности на изменение условий внешней среды. Высокой экологической пластичностью и адаптивностью земляники крупноплодной к условиям юго-востока Камчатки обладают сорта с повышенной продуктивностью интенсивного типа: Атлас, Галина, Гренада, Первоклассница, Фестивальная ромашка, Фруктовая и Японка ($b_i = 1,2-3,2$), а низкой пластичностью – сорта экстенсивного типа: Венгерка, Коррадо и Солнечная полянка ($b_i = -0,2-0,8$). Сравнительно высоким уровнем адаптивности обладают – стабильные по продуктивности сорта интенсивного типа Галина ($b_i = 2,2$; $S_i^2 = 303,3$) и Фруктовая ($b_i = 3,2$; $S_i^2 = 326,4$). Показано, что положительная корреляция значительной силы существует между продуктивностью сортов и коэффициентами ее стабильности ($r = 0,7$) и пластичности ($r = 0,6$). Повышенной экологической пластичностью и стабильностью по содержанию витамина С, при массе плода в среднем не ниже 7,0 г, характеризуются высоковитаминные сорта Атлас ($S_i^2 = 16,5$), Первоклассница ($S_i^2 = 3,4$), Фейерверк ($S_i^2 = 31,3$) и Фруктовая ($S_i^2 = 30,5$).

Таблица 2 – Показатели экологической пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) у сортов земляники крупноплодной по признакам продуктивности и качества плодов (2012–2016 гг.)

Сорт	Продуктивность			Витамин С			Дегустац ионная оценка, балл
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, г/куст	b_i	S_i^2	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$, мг/100 г	b_i	S_i^2	
Интенсивного типа							
Атлас	97,6±31,84	1,3	2180,9	82,9±6,53	1,2	16,5	4,36±0,14
Галина	124,0±43,96	2,2	303,3	78,5±7,08	-0,3	220,6	4,34±0,11
Гренада	119,6±37,25	1,5	2941,8	98,6±4,39	0,6	39,6	4,35±0,08
Первоклассница	125,0±27,71	1,2	1374,5	88,2±7,62	1,5	3,4	4,58±0,25
Фестивальная ромашка	124,6±42,54	1,9	2481,9	102,3±7,31	0,8	147,5	4,77±0,16
Фруктовая	181,4±63,90	3,2	326,4	115,1±10,72	2,0	30,5	4,74±0,12
Японка	240,2±49,92	1,7	7433,3	64,7±6,02	-0,1	157,4	4,45±0,10
Экстенсивного типа							
Венгерка	97,6±18,38	0,8	567,1	91,9±15,32	2,7	111	4,57±0,16
Коррадо	100,0±20,52	0,6	1408,6	95,0±5,25	1,0	7,1	4,65±0,18
Солнечная полянка	101,6±19,82	-0,2	1993,8	110,1±6,28	0,9	82,5	4,31±0,11

Примечание: \bar{x} – среднее арифметическое, $S_{\bar{x}}$ – ошибка средней.

Сорта Фруктовая и Фестивальная ромашка имеют высокую общую дегустационную оценку – 4,74 и 4,77 балла, соответственно. Общая оценка контрольного сорта Фестивальная – ниже 4,24 балла. По комплексу показателей качества плодов, экологической пластичности и стабильности выделяются высоковитаминные сорта интенсивного типа Первоклассница и Фруктовая.

ГЛАВА 6 ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И АДАПТИВНОСТИ *FRAGARIA ANANASSA DUCH.* ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ БИОСТИМУЛЯТОРОВ ИЗ МОРСКИХ ГИДРОБИОНТОВ

6.1 Влияние органических удобрений на развитие репродуктивных органов *Fragaria ananassa Duch.*

Изучение влияния органических биостимуляторов Био-Альго, Био-Микс, Био-Фиш на такие показатели, как зимостойкость, общее состояние, продуктивность и поражение патогенами в 2017–2019 гг. выявило, что наиболее эффективным среди них является препарат Био-Альго, созданный на основе камчатских морских водорослей. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при обработке препаратами Био-Микс и Био-Фиш снижаются значения показателя зимостойкости в сравнении с контрольной группой. Зимние повреждения, достигающие значительных показателей (2,3–3,3 балла), наблюдались у всех испытуемых сортов земляники крупноплодной, обработанных препаратами Био-Микс и Био-Фиш, кроме биостимулятора Био-Альго и контрольной группы.

Результаты изучения влияния биостимуляторов на вегетативную продуктивность растений земляники изучаемых сортов выявили наибольшую эффективность их применения при использовании препарата Био-Альго. Это подтверждает увеличение количества розеток по сравнению с контрольными группами на 22,9–62,5 %.

6.2 Воздействие экстрактов камчатских бурых водорослей на рост и развитие земляники крупноплодной

Изучение воздействия водорослевых экстрактов в 2019–2021 гг. на землянику крупноплодную различной концентрации и кратности внесения были направлены на поиск способа повышения ее устойчивости к погодным стрессам, поражению болезнями и повреждению вредителями, усилению обмена веществ, улучшению физиологического состояния растений, их потенциальной продуктивности и размножения. В ходе исследований отмечалось стимулирующее воздействие экстрактов водорослей на высоту, общее состояние растений, продуктивность и размножение земляники крупноплодной.

По данным морфометрических измерений отмечалось стимулирующее воздействие экстрактов водорослей на высоту растений при однократной обработке во всех вариантах опытов. Линейные размеры растений увеличились

на 0,4–1,2 см при их высоте в контрольной группе 25,0 см. Максимальное увеличение высоты растений на 1,2 см наблюдалось при однократной обработке 10 % экстрактом *A. esculenta*. Положительное влияние экстрактов водорослей было отмечено в группах образцов земляники однократно обработанных 10 % и 25 % экстрактами *A. esculenta*, фактическая продуктивность у них изменялась от 122,1 до 132,6 г/куст, по отношению к контрольной группе это составило 123,5–134,1 % (таблица 3). При этом средняя масса ягоды в группах образцов земляники, однократно обработанных 10 % и 25 % экстрактами *A. esculenta*, превышала показатель контрольной группы (4,9 г) и составила 6,3 г и 5,6 г соответственно. После обработки экстрактами также снижалось поражение ягод земляники серой гнилью, при этом наибольшее воздействие оказывали однократные обработки. Уровень поражения ягод земляники серой гнилью при однократной обработке 10 % экстрактом *H. bongardianum* снижался до 4,1 %; в группе, обработанной 25 % экстрактом *A. esculenta* – до 7,9 % (контрольная группа – 10,7 %). При двукратной обработке степень поражения ягод также уменьшалась, но в меньшей степени. Применение экстракта водорослей *A. esculenta* повышало количество розеток маточных растений земляники на 55,2 % при однократной обработке и наименьшей концентрации раствора. При использовании экстракта *A. esculenta* увеличились также качественные показатели вегетативного размножения: толщина корневой шейки и длина корней.

Таблица 3 – Воздействие экстрактов водорослей на продуктивность и вегетативное размножение земляники (2019–2021 гг.)

Вариант	Количество обработок	Фактическая продуктивность, г/куст	Среднее количество розеток на куст, шт.	Толщина корневой шейки, см	Длина корней, см
Контрольная группа	1	98,9±12,97	5,8±2,87	1,7±0,28	10,7±4,38
	2	119,4±15,01	6,8±1,76	1,9±0,34	10,4±5,35
10 % экстракт <i>H. bongardianum</i>	1	79,8±10,24	8,0±1,94	1,2±0,25	11,7±4,79
	2	92,1±14,56	6,8±2,89	2,0±0,41	11,5±4,12
25 % экстракт <i>H. bongardianum</i>	1	94,1±11,79	7,7±2,47	2,4±0,30	10,7±4,31
	2	109,3±13,90	3,0±1,43	2,1±0,40	13,8±3,84
10 % экстракт <i>A. esculenta</i>	1	132,6±17,56	9,0±3,67	2,4±0,47	12,1±4,48
	2	119,2±12,97	9,0±3,35	2,4±0,38	11,6±4,23
25 % экстракт <i>A. esculenta</i>	1	122,1±18,34	7,3±2,96	2,7±0,40	9,8±3,95
	2	118,7±14,35	7,8±3,01	2,3±0,32	13,7±4,86
НСР ₀₅	1	18,0	1,83	0,11	1,63
	2	16,5	1,91	0,13	1,84

Различия в длине и массе корней у растений земляники контрольной группы и растений, двукратно обработанных 25 % вытяжкой из *A. esculenta* показаны на рисунке 4.



Рисунок 4 – Различия в длине и массе корней у растений земляники контрольной группы (1) и растений, двукратно обработанных 25 % экстрактом *A. esculenta* (2)

В ходе исследований отмечалось стимулирующее воздействие водных экстрактов водорослей на высоту и общее состояние растений земляники крупноплодной. После обработки экстрактами снижалось поражение растений земляники серой гнилью и белой пятнистостью, при этом наибольшее воздействие оказывали однократные обработки. Применение водорослевого экстракта *A. esculenta* повышало фактическую продуктивность земляники крупноплодной на 34,1 %, а количество розеток – на 55,2 % при однократной обработке и наименьшей концентрации раствора. Таким образом, анализ полученных данных показал, что наибольший эффект на рост, общее состояние, потенциальную продуктивность растений земляники крупноплодной и ее вегетативное размножение оказывает минимальное количество обработок водорослевыми экстрактами, подтверждая их высокое стимулирующее воздействие.

6.3 Экономическая эффективность возделывания сортов земляники в условиях юго-востока Камчатки

Проведённая по методике Дуброва П.Ф. (1958) экономическая оценка возделывания сортов земляники крупноплодной на юго-востоке Камчатки на основе региональных затрат и цены реализации ягод 400 тыс. руб./т показала существенную дифференциацию по сортам. Контрольный сорт Фестивальная имел урожайность ягод 3,3 т/га и рентабельность на уровне 14,5 %. Сорта интенсивного типа (Галина, Первоклассница, Фестивальная ромашка) обеспечили рентабельность 38,2 % при урожайности 4,6 т/га и прибыли 508,6 тыс. руб./га. Максимальная эффективность достигнута у сортов Фруктовая и Японка: при урожайности ягод 6,7 и 8,9 т/га и себестоимости 241,7 и 215,9 тыс. руб./т их рентабельность составила 65,5 % и 85,2 % соответственно, а прибыль сорта Японка – 1638,4 тыс. руб./га, что в 9,8 раза выше контроля. Резервом повышения эффективности является применение биостимуляторов на основе местных морских гидробионтов. Таким образом, рентабельное возделывание в условиях региона возможно на основе высокоадаптивных сортов (Японка, Фруктовая) в сочетании с технологиями биостимуляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании многолетних комплексных исследований влияния абиотических и биотических факторов на продуктивность *Fragaria ananassa* Duch. в условиях юго-восточной Камчатки, а также оценки эффективности применения биостимуляторов из местных морских гидробионтов, установлено, что успешное возделывание земляники крупноплодной в регионе возможно при использовании специально отобранных адаптивных сортов и применении органических стимуляторов роста, полученных из водорослей и рыбных отходов. Это позволяет повысить продуктивность, устойчивость к стрессовым факторам и качество ягод, что имеет важное значение для развития ягодоводства в условиях рискованного земледелия Камчатки.

1. Изучение требований сортов земляники крупноплодной к температурному режиму позволило разделить исследуемые генотипы на три группы, с оптимальной суммой эффективных температур, отличающихся в среднем на 100 °С. Установлено, что разброс температурного диапазона, обеспечивающего цветение у всех изученных культиваров составляет 89,6–435,2 °С, созревание ягод – 430,5–845,7 °С. Сумма эффективных температур является лимитирующим фактором для наступления фаз цветения и созревания у земляники.

2. Определено, что изученные сорта земляники крупноплодной характеризуются разной устойчивостью к комплексу неблагоприятных факторов Камчатки. По зимостойкости они разделены на группы: высокозимостойкие (1 сорт), зимостойкие (9 сортов), среднезимостойкие (12 сортообразцов) и малозимостойкие (2 сорта). Критическими лимитирующими факторами являются абиотические условия, в особенности низкие осенние температуры при отсутствии устойчивого снегового покрова и затяжное весеннее снеготаяние, вызывающее выпревание, а также биотические факторы – поражение грибными заболеваниями, среди которых наибольший вред наносят серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.) и белая пятнистость (*Ramularia tulasnei* Sacc.).

3. Выявлено, что земляника сохраняет фертильность пыльцы (29,7–60,1 %), однако репродуктивный потенциал сдерживается комплексом абиотических стрессоров, что проявляется в низкой всхожести семян (в среднем 15,7 %) и длительном периоде прорастания. Данный факт подтверждает ведущую роль вегетативного размножения при интродукции сортов в экстремальных условиях региона.

4. Определено, что изучаемые сортообразцы земляники крупноплодной в погоднo-климатических условиях Камчатки в наибольшей степени поражаются грибами *Botrytis cinerea* Pers. (серая гниль), *Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. (мучнистая роса) и *Ramularia tulasnei* Sacc. (белая пятнистость). Установлено, что изучаемые сортообразцы были устойчивы к воздействию вредоносного патогена *Podosphaera macularis*. Комплексно устойчивы к грибным болезням шесть сортов земляники – Белрубi, Галина, Гренада, Корона, Лидия Норвежская, Марышка.

5. Выявлена корреляция между потенциальной продуктивностью и развитием основных морфоструктурных компонентов куста земляники.

Определена высокая корреляция между потенциальной продуктивностью и средней массой ягод ($r = 0,73$), числом цветоносов ($r = 0,71$) и числом цветков на цветоносе ($r = 0,60$), а также между фактической продуктивностью и средней массой ягоды ($r = 0,71$).

6. Определено, что реализация потенциальной продуктивности у изученных сортов земляники в погодно-климатических условиях юго-восточной Камчатки составляет от 25 до 56 %. Самым продуктивным среди изученных сортов является Японка, его потенциальная продуктивность достигает 869,4 г с куста (32,2 т/га).

7. На основе изучения фактической продуктивности и биохимических характеристик плодов выделены 7 сортов с высокой экологической пластичностью и адаптивностью к экстремальным колебаниям абиотических факторов. По высокому содержанию витамина С выделяются сорта Фейерверк (72, 2 мг/100 г), Атлас (82,9 мг/100 г), Первоклассница (88,2 мг/100 г) и Фруктовая (115,1 мг/100 г). Последний сорт характеризуется самым высоким содержанием сахаров (9,38 %).

8. На основании многолетних полевых экспериментов определена высокая эффективность препаратов, разработанных на основе морских бурых водорослей. Наиболее эффективным оказалось опрыскивание растений 10 % раствором экстракта из *Alaria esculenta*, которое увеличивает количество розеток при однократном опрыскивании на 55,2 %, фактическую продуктивность кустов на 34,1 %.

9. Показано, что генетические особенности вида обеспечивают возможность получения в условиях Камчатского климата стабильные урожаи (6,7–8,9 т/га) с повышенной товарной ценностью ягод. Использование природных биостимуляторов на основе морских бурых водорослей является гарантией успешной интродукции изученного вида в северные регионы с суровыми условиями произрастания.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендуются для промышленного возделывания в условиях юго-востока Камчатки продуктивные сорта крупноплодной земляники, характеризующиеся высокой экологической пластичностью и адаптивностью: Фруктовая и Японка; для любительского садоводства – Атлас, Галина, Гренада, Первоклассница, Фестивальная ромашка.

2. В качестве источников зимостойкости перспективны сорта: Анастасия, Атлас, Гренада, Марышка, Первоклассница, Удивительная, Фестивальная, Фея, Фруктовая и Японка; комплексной устойчивости к белой пятнистости и серой гнили – Белруби, Галина, Гренада, Корона, Лидия Норвежская, Марышка.

3. Выделены перспективные сорта Атлас и Фейерверк с повышенной экологической пластичностью и стабильностью по содержанию в плодах витамина С. По комплексу биохимических показателей (аскорбиновая кислота, сахара, сухое вещество, кислотность), экологической пластичности и стабильности отобраны высоковитаминные культивары Первоклассница и Фруктовая.

4. Для повышения продуктивности земляники и снижения развития *Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam. (мучнистая роса) и *Ramularia tulasnei* Sacc. (белая пятнистость) рекомендуется препарат на основе морских водорослей Био-Альго.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ

- по специальности 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (биологические науки):

1. Дахно, Т.Г. Влияние метеорологических условий юго-востока Камчатки на зимостойкость земляники крупноплодной *Fragaria × ananassa* Duch. / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно, В.Н. Сорокопудов // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 2 (26). – С. 49-55.

2. Дахно, Т.Г. Повышение продуктивности *Fragaria ananassa* Duch. под воздействием экстрактов из морских водорослей / Т.Г. Дахно, Н.Г. Ключкова, О.А. Дахно, В.Н. Сорокопудов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 3. – С. 91-98.

3. Дахно, Т.Г. Оценка устойчивости сортов *Fragaria ananassa* Duch. к биотическим факторам среды в условиях юго-востока Камчатки / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно, В.Н. Сорокопудов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 7. – С. 86-91.

- в иных журналах из Перечня ВАК РФ:

4. Дахно, Т.Г. Продуктивность и биохимический состав ягод интродуцированных сортов земляники садовой в условиях юго-востока Камчатского края / Т.Г. Дахно, Н.И. Ряховская, О.А. Дахно // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 5. – С. 50-53.

5. Ряховская, Н.И. Интродукция ягодных культур на Камчатке / Н.И. Ряховская, О.А. Дахно, Е.Н. Петруша, Т.Г. Дахно, А.С. Крыкова // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2016. – № 2 (186). – С. 95-100.

6. Дахно, Т.Г. Параметры экологической пластичности интродуцированных сортов земляники садовой / Т.Г. Дахно, Н.И. Ряховская, О.А. Дахно // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 5. – С. 60-63.

7. Дахно, Т.Г. Фенологические особенности земляники крупноплодной в условиях Камчатского края / Т.Г. Дахно, Н.И. Ряховская, О.А. Дахно // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 3 (43). – С. 23-29.

8. Дахно, О.А. Репродуктивные особенности интродуцированных сортов земляники крупноплодной в условиях юго-восточной части Камчатки / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 2 (46). – С. 7-13.

9. Дахно, Т.Г. Оценка адаптивности сортов земляники крупноплодной в условиях юго-восточной части Камчатки / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 4 (48). – С. 39-45.

10. Дахно, Т.Г. Морфоструктурные компоненты куста и их связь с продуктивностью у сортообразцов земляники крупноплодной в условиях

Камчатского края / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 2 (50). – С. 22-31.

11. Ключкова, Т.А. Влияние экстрактов водорослей на раннее развитие земляники садовой в условиях Камчатки / Т.А. Ключкова, О.А. Дахно, Т.Г. Дахно // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2019. – № 48. – С. 78-89.

12. Дахно, Т.Г. Генеративная и вегетативная продуктивность земляники крупноплодной *Fragaria ananassa* при применении биостимуляторов из морских гидробионтов Камчатского шельфа / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2020. – № 53. – С. 81-92.

13. Дахно, Т.Г. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов земляники крупноплодной по продуктивности и качеству плодов / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2021. – № 3. – С. 40-43.

14. Дахно, Т.Г. Адаптивный потенциал сортов и гибридов земляники крупноплодной (*Fragaria × ananassa* Duch.) в условиях Камчатского края / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно, О.Г. Мурзина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 6. – С. 77-79.

15. Дахно, О.А. Влияние обработок маточных растений земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) водными экстрактами морских бурых водорослей на их продуктивность / О.А. Дахно, Н.Г. Ключкова, Т.Г. Дахно // Дальневосточный аграрный вестник. – 2025. – № 4. – С. 5-14.

- статьи в рецензируемых научных журналах:

16. Мурзина, О.Г. Оценка сортов земляники садовой по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты, моносахаридов и органических кислот в условиях Камчатского края / О.Г. Мурзина, Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Агронаука. – 2024. – Т. 2. – № 2. – С. 93-99.

- статьи в материалах конференций:

17. Дахно, Т.Г. Предварительная оценка новых сортов земляники садовой в условиях Камчатского края / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Актуальные вопросы социально-экономического реформирования государства и общества: Материалы Межрегиональной научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2–3 апреля 2013. – С. 100-105.

18. Дахно, Т.Г. Оценка новых сортов земляники садовой по химическому составу ягод в условиях Камчатского края / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Современные тенденции развития экономики, управления и права в XXI веке: Материалы Международной научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 25 апреля, 2014. – С. 17-22.

19. Дахно, Т.Г. Влияние биотических факторов на продуктивность интродуцированных сортов земляники садовой в условиях юго-востока Камчатки / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Социально-экономические и правовые вопросы развития современного мира: Материалы Международной научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 25 апреля, 2015. – С. 77-81.

20. Дахно, Т.Г. Изучение засухоустойчивости интродуцированных сортов земляники садовой в условиях юго-востока Камчатки / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: Сборник научных трудов. – Челябинск, 2016. – Т. XVIII. – С. 83-90.

21. Дахно, О.А. Результаты работы по интродукции культурных и дикорастущих ягодных растений / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно // Потенциал Камчатского края на развитие интеграционных процессов Дальневосточных регионов России и стран АТР: Материалы Международной научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 177-182.

22. Дахно, О.А. Влияние экстрактов бурых водорослей Камчатки на генеративную продуктивность земляники садовой / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно, А.В. Климова, Т.А. Ключкова // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами: Материалы X Международной научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2021. – С. 128-132.

23. Дахно, О.А. Влияние экстрактов бурых водорослей Камчатки на вегетативную продуктивность земляники садовой / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно, А.В. Климова, Т.А. Ключкова // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: Материалы XXIV Международной научно-практической конференции. В рамках Агропромышленного форума юга России: выставок «Интерагромаш», «Агротехнологии». – Ростов-на-Дону, 2021. – С. 532-535.

24. Дахно, О.А. Опыт и перспективы промышленного выращивания земляники садовой в условиях Камчатского края / О.А. Дахно, Т.Г. Дахно, О.Г. Мурзина // Аграрная наука: вчера, сегодня, завтра: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 90-летию образования аграрной науки Камчатки. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 32-34.

25. Мурзина, О.Г. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой в зависимости от способа заморозки и температурного режима хранения / О.Г. Мурзина, О.А. Дахно, Т.Г. Дахно // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами: Материалы XII Международной научно-практической конференции. – Петропавловск-Камчатский, 2023. – С. 43-45.

26. Дахно, Т.Г. Эколого-биологические особенности вегетации *Fragaria ananassa* в условиях Камчатки / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно, В.Н. Сорокопудов // Innovations in life sciences: Сборник материалов VII Международного симпозиума, г. Белгород, 21–23 мая 2025 г. / отв. ред. Т.Н. Глубшева. – Белгород: ЦПП ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2025. – С. 220-222.

27. Дахно, Т.Г. Оценка сортов земляники садовой в условиях Камчатки / Т.Г. Дахно, О.А. Дахно, В.Н. Сорокопудов // Инновационные методы исследований в области генетики, биотехнологии, селекции, семеноводства, лесоагромелиорации и защиты растений: Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 105-летию основания отдела защиты растений Никитского ботанического сада (ФГБУН «НБС-ННЦ», г. Ялта, Республика Крым, Российская Федерация, 08–12 сентября 2025 г.). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2025. – С. 39-41.