Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья

(физиолого-биохимические аспекты развития)

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ГОЛУБИКИ на торфяных выработках Припятского Полесья

(физиолого-биохимические аспекты развития)

Минск
«Беларуская навука»
2016

УДК 634.736/.737=15:631.445.12(476=13)

Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья : (физиолого-биохимические аспекты развития) / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 242 с. – ISBN 978-985-08-1967-3.

В монографии впервые обобщены результаты многолетних комплексных исследований физиолого-биохимических аспектов развития представителей рода *Vaccinium* – *V. uliginosum* L., *V. angustifolium* L., интродуцированных сортов *V. corymbosum* L. и межвидовых гибридов (*V. corymbosum* L. × *V. angustifolium* L.) на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении в южной части республики. Показаны генотипические особенности фенологии сезонного развития и формирования текущего прироста вегетативных органов голубики, определены продукционные, морфометрические и биохимические характеристики плодов с оценкой генотипической изменчивости, а также установлено влияние географического фактора и гидротермического режима сезона на исследуемые характеристики.

Дано научное обоснование сортимента интродуцентов для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Припятского Полесья. Исследована эффективность внесения минеральных удобрений и инокуляции корневой системы микоризой на развитие вегетативной сферы *V. uliginosum* и *V. corymbosum* в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Показана отзывчивость высокорослой и узколистной голубики на применение серии рострегулирующих препаратов.

Книга рассчитана на специалистов в области ботаники, экологии, интродукции, физиологии и биохимии растений.

Табл. 70. Ил. 7. Библиогр.: 255 назв.

Авторы:
Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, В. Н. Решетников, И. И. Лиштван,
Т. И. Василевская, Н. Б. Криницкая

Рецензенты:
доктор биологических наук, профессор А. П. Волынец,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н. В. Кухарчик

ISBN 978-985-08-1967-3

© Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 2016
© Оформление. РУП «Издательский дом “Беларуская навука”», 2016

ВВЕДЕНИЕ

В целях обеспечения энергетической безопасности Республики Беларусь правительством обозначен и принят к исполнению комплекс первоочередных мер, направленных на увеличение объемов добычи торфа к 2020 г. до 7,5 млн т, что должно обеспечить существенное повышение результативности использования этого ценного природного ресурса в энергетике и сельском хозяйстве. Неизбежным следствием выполнения столь масштабных работ при промышленной эксплуатации торфяных месторождений является значительное расширение площадей, подверженных разрушительному действию процесса минерализации органического вещества, усиленному дефляцией и рядом других негативных факторов, что способствует выведению этих земель из хозяйственного оборота. Практический опыт показал, что на месте торфоразработок остаются хорошо спланированные участки остаточного слоя донного торфа, вполне пригодные для освоения, что делает весьма актуальным создание на них новых продуктивных и устойчивых природных комплексов. Подобные территории, общая площадь которых в республике, по оценкам специалистов, превышает 255 тыс. га, в настоящее время имеются во всех областях и в большинстве административных районов Беларуси. Эти земли, в большинстве своем выведенные из хозяйственного оборота, ранее предлагалось использовать для создания лесных угодий и водоемов, но приоритетным все же считалось растениеводческое направление. Однако низкий уровень естественного плодородия сильнокислого торфяного субстрата не позволяет возделывать в местах торфоразработок традиционные сельскохозяйственные культуры.

По мнению отечественных и ряда зарубежных специалистов, достаточно эффективным способом восстановления данных территорий является их биологическая рекультивация на основе создания культурных фитоценозов болотных ягодных растений. Аналогичный подход к решению данной проблемы уже используют страны Балтийского региона [191, 221]. В пользу его целесообразности свидетельствует ряд убедительных аргументов, важнейшими из которых являются предотвращение пересыхания, замедление разложения торфа и ослабление ветровой эрозии при культивировании на его поверхности малотребовательных к почвенному плодородию болотных ягодных растений сем. *Ericaceae (Вересковые)*, обеспечивающих высокий уровень проективного покрытия почвы и способных к плодоношению уже через 2–3 года после закладки ягодников. При этом посадки данных растений не меняют направления естественного хода сукцессии, а за счет получения высоковитаминной ягодной продукции затраты на их создание достаточно быстро окупаются. Среди таксонов вересковых, используемых для культивирования, популярны как аборигенные, так и интродуцированные виды. Вместе с тем отсутствие научно обоснованной технологии фиторекультивации торфяных выработок Беларуси на основе возделывания этих растений ставит перед исследователями целый ряд задач по поиску оптимальных решений данного вопроса, что возможно только на основе предварительного всестороннего исследования разных сторон их жизнеобеспечения и жизнедеятельности с учетом влияния на них биотических и абиотических факторов.

Подобные исследования в южной части республики, где площадь выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений достигает 120 тыс. га [4], были осуществлены Центральным ботаническим садом НАН Беларуси в рамках задания Государственной программы социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010–2015 гг. Важнейшим их аспектом являлось научное обоснование промышленного сортимента таксонов сем. *Ericaceae*, обладающих наиболее высокой биоло-

гической продуктивностью, а также значительной питательной и витаминной ценностью плодов и представляющих интерес для фиторекультивации данных земель. Наряду с этим особое значение в повышении продуктивности и улучшении качества их ягодной продукции в специфических условиях произрастания на малоплодородном остаточном слое донного торфа представляли исследования по оптимизации режима минерального питания вересковых.

На основании аналогичных исследований, выполненных в последние годы в северной части республики [149], была показана высокая перспективность использования в фиторекультивационных целях ряда таксонов рода *Vaccinium*, отвечающих вышеуказанным требованиям, а также разработана диалоговая программа внесения под их посадки минеральных удобрений. Вместе с тем логично было предположить, что результаты, полученные в северном регионе, могут оказаться неприемлемыми для южной части республики из-за различий погодно-климатических условий, ботанического состава, а также водно-физических и физико-химических свойств остаточного слоя донного торфа.

В связи с этим на месте торфоразработки в одном из районов Припятского Полесья авторами был осуществлен цикл полевых и лабораторных исследований физиолого-биохимических аспектов развития ряда таксонов рода *Vaccinium* в специфических условиях существования, позволивший разработать их сортимент для культивирования на этих малоплодородных землях, а также обосновать приемы оптимизации режима минерального питания и показать при этом влияние на исследуемые характеристики географического и метеорологических факторов, что представляется весьма актуальным и своевременным.

Авторы выражают свою признательность сотрудникам Центрального ботанического сада НАН Беларуси кандидатам биологических наук П. А. Белому и С. Ф. Жданец за значительный вклад в выполнение данных исследований, а также рецензентам книги доктору биологических наук, профессору А. П. Волынцу и доктору сельскохозяйственных наук, доценту Н. В. Кухарчик за их ценные советы и пожелания.

Глава 1

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Особенности и перспективы рекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси

В настоящее время общая площадь торфяного фонда Беларуси с разведанными запасами торфа 4373,0 млн т составляет 2415,2 тыс. га, или около 12 % ее территории [92]. Болота и торфяной фонд республики используются главным образом для добычи и переработки торфа, а также в сельскохозяйственном производстве. Широкомасштабные мелиоративные работы, связанные с осушением болот, обусловили дестабилизацию биосферных процессов, вызвав значительные изменения микроклимата и миграционных потоков химических элементов, повлекшие за собой прогрессирующее ухудшение почвенных и геоморфологических условий, а также снижение ландшафтного и биологического разнообразия.

В наибольшей степени отрицательные последствия осушительной мелиорации проявились на участках выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, площадь которых, по оценкам специалистов, уже превышает 250 тыс. га [69, 153], а в Припятском Полесье достигает 120 тыс. га [4]. Неизбежным следствием промышленной эксплуатации торфяных месторождений является значительное расширение площадей, подверженных разрушительному действию процесса минерализации органического вещества, усиленному дефляцией, что в перспективе будет способствовать выведению этих земель из

хозяйственного оборота. Практический опыт показал, что на месте торфоразработок остаются хорошо спланированные участки, вполне пригодные для освоения, что делает весьма актуальным создание на их площадях новых продуктивных и устойчивых природных комплексов.

Вместе с тем ситуация усугубляется отсутствием научно обоснованной системы рационального использования данных территорий, неотъемлемой частью которой должна стать их рекультивация, являющаяся наиболее эффективным способом экологической оптимизации техногенных ландшафтов и восстановления почвенного и растительного покровов разработанных торфяных месторождений. На долю последних, представляющих особую категорию территорий и являющихся сложнейшими объектами хозяйственного освоения, приходится значительная часть рекультивируемых площадей Беларуси. Поэтому разработка системы мер в данном направлении диктуется не только потребностью восстановления нарушенных земель и возвращения их во вторичный хозяйственный оборот, чем будет обеспечено возмещение нанесенного ущерба, но и необходимостью долговременного поддержания установившегося в природе баланса органического углерода и кислорода атмосферы за счет функциональной роли древесной, кустарниковой и травянистой растительности.

Как правило, основную часть выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений составляют поля фрезерной добычи торфа. Они состоят из узких полос торфяной залежи (карт) шириной 20–60 м и длиной 200–250 м, ограниченных узкими и глубокими картовыми канавами. Группы картовых полей располагаются на различных элементах рельефа и по характеру подтопления грунтовыми водами разделяются на затопляемые, заболачиваемые, низкие, средние и высокие. Под понятием «выбывшие из промышленной эксплуатации торфяные месторождения» следует подразумевать земли, характеризующиеся остаточной залежью торфа разной мощности и существенными колебаниями уровня грунтовых вод [69].

Поскольку участки торфяных выработок представляют собой днища болот с небольшим количеством остаточного слоя

торфа, они, как правило, бедны питательными веществами и характеризуются повышенным уровнем кислотности. Тем не менее при соответствующем подборе сельскохозяйственных культур с учетом специфических условий их произрастания можно добиться стабильного и высокого урожая даже на таких малоплодородных землях. В настоящее время проблема восстановления территорий, нарушенных хозяйственной деятельностью человека, весьма актуальна не только для Беларуси, но и для Украины, Польши, России, Германии и стран Прибалтики, причем для ее решения используют разные подходы, учитывающие региональные особенности. К примеру, в Ирландии, где площади выработанных торфяных месторождений превышают 16 тыс. га, их восстановление осуществляется в сельскохозяйственном и лесоводственном направлениях [238]. В странах Центральной Европы кроме указанных приемов биологической рекультивации применяют заболачивание и естественное заращивание болот, предварительно осушенных для добычи торфа [229]. В России, где площадь торфяных выработок составляет около 500 тыс. га, в последние годы все большее распространение при их рекультивации обретает залужение и дальнейшее использование в качестве кормовых угодий в сельскохозяйственном производстве [48, 90, 91, 108, 129, 143]. При этом в ряде регионов на площадях бывших торфяных карьеров проводятся работы по восстановлению лесной растительности [69, 94, 107].

В нашей стране проблема вторичного использования выработанных торфяных залежей озвучивалась еще в 70-х годах прошлого столетия, но наиболее актуальной она стала в конце XX в. [92, 102]. Многолетний опыт свидетельствует о наибольшей целесообразности использования данных территорий в сельскохозяйственном производстве [89, 131], в отдельных случаях они подходят для создания искусственных водоемов [160], а вовсе непригодные для земледелия участки – под лесопосадки [67]. В связи с прогрессирующим увеличением площадей выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений в Беларуси [69, 153] было предложено использовать эти земли для создания охотничьих угодий, рыбоводных прудов, лесных на-

саждений, туристических маршрутов, а также проводить их повторное заболачивание [107].

Некоторыми авторами рассматривается также возможность восстановления данных территорий путем создания плантаций малотребовательных к почвенному плодородию дикорастущих болотных ягодных растений сем. *Ericaceae*, а также интродуцированных сортов североамериканских видов клюквы и голубики [132, 144, 154, 213, 227].

1.2. Использование растений семейства *Ericaceae* для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений

Перспективность промышленного возделывания клюквы крупноплодной на мелиорированных землях и торфяных выработках в южной части Баварии была обоснована ещё в 1970 г. сотрудниками кафедры плодоводства Мюнхенского технического университета на примере 17 таксонов данного вида [199]. Дальнейшие исследования в этом направлении, проводившиеся в почвенно-климатических условиях ФРГ, позволили к 1990-м гг. выявить наиболее перспективные для этих целей таксоны голубики высокорослой и брусники обыкновенной [186, 196]. Примерно в это же время аналогичные исследования с интродуцированными сортами *V. corymbosum* были проведены на кислых почвах в южной части Норвегии, на основании которых были определены наиболее урожайные в этом регионе сорта данного вида [205].

Многоплановые исследования с интродуцированными таксонами вересковых в Польше, начатые еще в 1946 г., показали высокий уровень их адаптации к новым агроклиматическим условиям, и в настоящее время в стране успешно функционируют промышленные плантации голубики высокорослой на площади более 1000 га, в том числе и на участках торфяных выработок [243]. Польскими учеными обстоятельно изучено влияние географического фактора на феноритмику сезонного развития наиболее перспективных сортов данного вида и выявлена зависи-

мость их продукционных характеристик от типа субстрата, что позволило определить наиболее благоприятные для развития растений эдафические условия [188, 211, 244]. Для второго интродуцированного в Польше представителя сем. *Ericaceae* – клюквы крупноплодной – получены данные о влиянии уровня минерального питания на сроки прохождения фенологических фаз, урожайность и биометрические характеристики вегетативных и генеративных органов растений. Наряду с этим польскими коллегами показана успешность возделывания данного вида на искусственном субстрате, созданном на основе верхового торфа, и для некоторых его сортов обоснованы оптимальные дозы внесения минеральных удобрений [249].

Работами украинских ученых была не только подтверждена целесообразность возделывания вересковых на мелиорированных землях и торфяных выработках, но и выявлены наиболее перспективные для Украинского Полесья сорта клюквы крупноплодной и обоснованы некоторые агротехнические приемы их выращивания, а также заложена производственная плантация на площади 10 га [78–81].

Значительное внимание российских ученых в подобных исследованиях на Костромской лесной опытной станции и в других регионах уделялось разработке способов семенного и вегетативного размножения видов сем. *Ericaceae* [26, 27, 144]. Многолетние исследования феноритмики сезонного развития интродуцированных сортов клюквы крупноплодной и голубики высокорослой в условиях Московской обл. позволили сделать заключение о возможности их выращивания в данном регионе [133]. Это послужило основанием для предложения по восстановлению разработанных торфяных карьеров путем закладки на бросовых землях плантаций клюквы и голубики [76, 77, 82, 145]. В работах российских коллег по акклиматизации сортовой клюквы на юге Дальнего Востока научно обоснована перспективность и высокая рентабельность плантационного выращивания ее ранне- и среднеспелых сортов в Хабаровском и Приморском краях, в том числе и на остаточном после торфоразработок слое донного торфа [83, 84].

Подобные исследования с растениями сем. *Ericaceae* в странах Прибалтийского региона также показали высокую перспективность их использования для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений. Учеными Эстонии дана оценка продуктивности голубики высокорослой и брусники обыкновенной на разных типах субстрата, в том числе и на остаточном слое донного торфа [24]. Латышскими учеными проведены исследования физиологии развития интродуцированных сортов клюквы крупноплодной и голубики высокорослой на органических и органо-минеральных субстратах с оценкой их ростовых и продукционных параметров, позволившие выявить среди них наиболее перспективные таксоны [114–116, 174, 247].

Интродукционные исследования с *V. corymbosum* в соседствующей с нашей республикой Литве были начаты еще в 1969 г. с фенологических наблюдений за ростом и развитием 6 сортов данного вида [17]. Позднее были развернуты работы по научному обоснованию возможности фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на основе создания на их площадях локальных фитоценозов клюквы крупноплодной [14, 20]. Благодаря этим исследованиям уже с 80-х годов прошлого века решение данной проблемы в странах Прибалтики осуществляется на основе культивирования на этих малоплодородных землях растений сем. *Ericaceae* [60, 173, 189, 222, 250].

Результаты успешной интродукции основных видов сем. *Ericaceae* – *V. corymbosum*, *V. vitis-idaea* и *Oxycoccus macrocarpus* в Белорусском Полесье послужили предпосылкой для их введения в промышленную культуру. За более чем 20-летний период исследований в этом направлении коллективами нескольких лабораторий Центрального ботанического сада НАН Беларуси выполнен ряд научных разработок по разным аспектам жизнедеятельности вересковых в местных условиях, результаты которых приведены в значительном количестве научных публикаций, в том числе в нескольких научных монографиях [5, 31, 33, 42, 43, 59, 119].

Ретроспективный анализ истории данного вопроса показал, что интродукционные исследования с ягодными растениями сем. *Ericaceae* в нашей стране были начаты еще в конце 1960-х гг. на мелиорированных торфяных и органо-минеральных почвах. Основное внимание в тот период уделялось изучению ответной реакции североамериканских видов вересковых на изменение почвенно-климатических условий [126, 128, 159, 162, 163] и обоснованию перспективности их введения в промышленную культуру [23], в том числе и на торфяных выработках [44]. Для разработки агротехнических приемов возделывания интродуцентов были проведены исследования, связанные с оптимизацией их водного и питательного режимов на разных типах субстрата [13, 168].

Поисковые исследования Института леса НАН Беларуси [11, 45, 46, 133, 155, 170, 171] показали целесообразность использования площадей выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений для получения достаточно высоких и стабильных урожаев ягод клюквы крупноплодной и голубики топяной (до 5–7 т/га). Сравнительное исследование параметров развития дикорастущего и крупноплодного видов клюквы на остаточном слое донного торфа показало высокий уровень приживаемости интродуцента и более выраженную способность к побегообразованию, а также экономическую рентабельность его промышленного производства [43, 44]. На значительную экономическую эффективность возделывания крупноплодного вида клюквы на этих землях указывают также Г. И. Гануш и Н. В. Лягуская [50]. По их расчетам, использование выработанных торфяных месторождений для выращивания ягод клюквы при средней урожайности до 6–7 т/га позволит полностью окупить затраты на пятый год после закладки плантации с получением с 1 га ежегодного дохода до 6 тыс. долл. США.

Весьма интересные данные о возможности использования для фиторекультивации этих малоплодородных земель еще одного интродуцента – голубики узколистной – приведены в работах О. В. Морозова и Д. В. Гордея [97–99]. Вместе с тем сдерживающим фактором в реализации данной идеи является периоди-

ческое затопление на 6–9 мес. грунтовыми водами значительной части торфяных массивов, обусловливающее их вторичное заболачивание, что приводит к выраженным изменениям состава и структуры растительных комплексов, свойственных болотным фитоценозам.

Наряду с североамериканскими видами вересковых белорусскими учеными предпринимались также успешные попытки создания на торфяных выработках полукультур аборигенных видов – голубики топяной и клюквы болотной, на которых отрабатывались основные агротехнические приемы, способствующие повышению урожайности и качества ягодной продукции [58, 59, 126, 135].

Нетрудно убедиться в том, что и мировой, и отечественный опыт свидетельствуют о целесообразности использования интродуцированных видов сем. *Ericaceae* для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси. Вместе с тем успешное решение этого вопроса возможно лишь на основе применения технологии, учитывающей эколого-биологические особенности развития вересковых в специфических условиях существования на малоплодородном сильнокислом остаточном слое донного торфа в разных агроклиматических зонах Беларуси. В настоящее время уже разработаны основные элементы подобной технологии для северных районов Беларуси, основанные на результатах многолетних комплексных исследований сезонного развития, ростовых и биопродукционных процессов, а также биохимического состава плодов 15 представителей родов *Vaccinium* и *Oxycoccus* сем. *Ericaceae* при возделывании в опытной культуре на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в одном из районов Витебской обл. На основании данных исследований установлено положительное влияние посадок вересковых на водно-физические, физико-химические и микробиологические свойства торфяного субстрата, научно обоснован их сортимент для практического использования по показателям качества ягодной продукции и устойчивости ее биохимического состава к внешним воздействиям, создана диалоговая программа

оптимизации режима минерального питания клюквы и голубики на основе балансового метода и метода листовой диагностики, а также разработаны приемы размножения и укоренения растений [1, 9, 10, 35, 37, 54, 57, 98, 100, 118, 122–125, 150, 171].

Вместе с тем общеизвестно существенное влияние географического фактора на процессы развития и метаболизма культивируемых растений, обусловленное региональными различиями почвенно-климатических условий, что не позволяет использовать в южных районах технологию возделывания вересковых на торфяных выработках, разработанную для севера республики. В связи с этим возникла необходимость в создании подобной технологии для фиторекультивации торфяных выработок в южной части республики, важнейшими элементами которой являлись научное обоснование сортимента растений с учетом темпов их роста и развития, параметров плодоношения и качественных характеристик ягодной продукции, а также оптимизация режима минерального питания на основе внесения доз удобрений, обеспечивающих получение максимальных позитивных эффектов в функционировании формирующихся на этих землях агрофитоценозов. Большие возможности для проведения подобных исследований предоставляет сформированный в ЦБС НАН Беларуси генофонд представителей сем. *Ericaceae*, в последние годы заметно пополнившийся новыми высокопродуктивными сортами и формами голубики высокорослой, голубики узколистной и их межвидовыми гибридами (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*), а также новыми сортами клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus*) и клюквы болотной (*O. palustris*).

Основными оценочными критериями перспективности тех или иных таксонов вересковых для использования в фиторекультивационных целях на территории республики являются их способность к прохождению полного цикла сезонного развития с максимально полной реализацией ростового и биопродукционного потенциалов, а также наиболее высокий уровень питательной и витаминной ценности их плодов.

Анализ отечественного и зарубежного опыта в исследовании процессов развития и метаболизма вересковых показал доста-

точно высокую степень изученности этих вопросов, что нашло отражение в многочисленных публикациях. При этом наряду с оценкой биопродукционных характеристик растений в районах культивирования особо пристальное внимание ученых уделялось исследованию биохимического состава ягодной продукции благодаря чрезвычайно высокому содержанию в ней широкого спектра полезных веществ разной химической природы – органических кислот, углеводов, макро- и микроэлементов, а также фенольных соединений с их разносторонним действием на организм человека. Первые сведения о биохимическом составе плодов клюквы крупноплодной относятся ещё к концу XIX – началу XX в. [202, 204]. Подобная информация для высокорослого и узколистного видов голубики, введение которых в культуру в Нидерландах, Германии, Англии, Дании и Австрии началось лишь в 1920-х гг., появилась позднее, причем в период Второй мировой войны все европейские коллекции вересковых были уничтожены, и их восстановление началось лишь в 1960-е гг. [209]. Лидирующее положение в исследовании биохимического состава плодов основных видов данного семейства занимают США и Канада, поскольку для североамериканского континента данные растения являются аборигенными [182, 184, 195]. Значительное внимание при этом уделяется определению содержания в плодах антоциановых пигментов, растворимых сахаров и органических кислот, определяющих их окраску и вкусовые свойства [239, 252, 254], а также изменению биохимического состава плодов и продуктов их переработки в процессе хранения при разных температурных режимах либо замораживании [180, 181, 194, 215, 228, 241].

Позднее приоритетное значение в этих исследованиях обрели вопросы, связанные с количественной и качественной оценкой биофлавоноидного комплекса плодов и его антиоксидантной активностью [175, 176, 185, 219, 226, 232, 251], что послужило основанием для выявления возможности использования его отдельных компонентов в медицинской практике при лечении ряда заболеваний [207, 208, 221].

При интродукции клюквы крупноплодной и голубики высокорослой на европейском континенте первые сведения о био-

химическом составе их плодов были получены немецкими, а позднее и польскими учёными [216, 234, 243, 244], причем основной акцент в этих исследованиях был сделан на изучение антиоксидантного действия содержащихся в них фенольных соединений и витамина С, ингибирующих процессы окисления органических соединений. В связи с открытием в 1970-х гг. данного явления в странах Северной Америки [193, 200] и Европы [15, 19, 151, 175, 190] началось повсеместное изучение антиоксидантных свойств плодов аборигенных и интродуцированных видов клюквы и голубики. Повышенный интерес к изучению Р-витаминного комплекса плодов вересковых и его антиоксидантных свойств в последние годы проявляют немецкие, итальянские, болгарские, словацкие, хорватские и финские ученые [178, 198, 201, 225, 230, 231].

Однако большинство приведенных работ характеризуется узкой направленностью, в связи с чем особый интерес представляют исследования польских ученых по сравнительной комплексной оценке биохимического состава плодов интродуцированных сортов голубики высокорослой с целью выявления среди них таксонов, наиболее перспективных для плантационного выращивания в местных условиях [220, 224, 233, 242].

Уже на протяжении нескольких десятилетий углубленным изучением биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Ericaceae* по широкому набору показателей занимаются прибалтийские ученые. Ими досконально исследованы параметры накопления в них разных органических соединений [8, 15, 19, 30, 63, 111, 112, 117, 151], выявлены различия между дикорастущими и интродуцированными видами в содержании биофлавоноидов в плодах и продуктах их переработки [179, 191, 197], а в некоторых работах приведены данные о влиянии на накопление Р-витаминов типа болота и вида субстрата [189], а также внесения минеральных удобрений [113].

Большое внимание исследованию биохимического состава плодов вересковых уделяется и в работах российских ученых. Первые сведения о содержании в них основных групп органических соединений и микроэлементов были получены сотруд-

никами Костромской лесной опытной станции для ягодных кустарничков, произрастающих на выщелоченных черноземах [76, 134, 142], а также на дерново-подзолистых и торфяных почвах [85]. При этом значительная часть работ была посвящена оценке питательной и витаминной ценности плодов аборигенного вида клюквы для отбора из природных местообитаний его наиболее перспективных форм для выведения и последующего введения в культуру новых сортов данного вида [91, 93].

Работы по оценке биохимического состава плодов интродуцированных видов сем. *Ericaceae* в условиях Беларуси были начаты еще в конце 70-х годов прошлого столетия сотрудниками Центрального ботанического сада НАН Беларуси [158]. В 1980-е гг., в связи с интродукцией и сортоизучением голубики высокорослой, была дана сравнительная оценка питательной и витаминной ценности плодов 6 сортов высокорослого и аборигенного видов голубики [7, 25, 156, 157]. Наиболее же обстоятельные исследования по данному вопросу были выполнены в начале нынешнего столетия Ж. А. Рупасовой и другими и представлены в монографии [150], в которой обобщены результаты многолетних исследований биохимического состава плодов 30 интродуцированных таксонов сем. *Ericaceae*, в том числе 16 сортов голубики высокорослой, 10 сортов брусники обыкновенной и 4 сортов клюквы крупноплодной по широкому спектру показателей в условиях центральной агроклиматической зоны Беларуси.

Установлены межвидовые, межсортовые и межсезонные различия в содержании представителей данного семейства наиболее ценных в физиологическом плане соединений, определяющих качество ягодной продукции – свободных органических, аскорбиновой, бензойной, фенолкарбоновых и тритерпеновых кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ, биофлавоноидов, фенольных полимеров, растительных липидов и макроэлементов. Определена степень зависимости характеристик биохимического состава плодов интродуцентов от генотипа и гидротермического режима сезона и выявлено соотношение долей влияния данных факторов на их изменчивость в многолетнем

цикле наблюдений. Обозначены показатели биохимического состава плодов, обладающие максимальным количеством сильных корреляционных связей с другими показателями, которые, с учетом видоспецифичности, предложено использовать в качестве признаков-«индикаторов» для прогнозирования возможных изменений в содержании тесно связанных с ними соединений. По результатам анализа сезонных изменений тесных корреляционных связей между показателями биохимического состава плодов интродуцентов и характеристиками гидротермического режима сезона выявлены доминирующие внешние факторы и обозначены наиболее значимые сроки их воздействия на темпы накопления в плодах действующих веществ. Выявлены объекты, наиболее перспективные для практического использования по показателям качества ягодной продукции и устойчивости ее биохимического состава к внешним воздействиям.

Вместе с тем данные исследования, как и большинство других [57], были выполнены главным образом при выращивании вересковых на мелиорированных торфах верхового типа [21, 22, 57, 62, 120], и лишь в единичных случаях подобная информация была получена для растений, возделываемых на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений [33, 37]. В последние десятилетия интерес к вопросам фиторекультивации этих остающихся после торфоразработок бросовых земель существенно возрос не только в Беларуси, но и в ряде стран, имеющих подобные проблемы, о чем уже упоминалось выше. Уже в конце 1990-х гг. белорусскими учеными были начаты исследования по выявлению возможности использования вересковых в фиторекультивационных целях в условиях севера Беларуси, причем в число наиболее важных задач при их выполнении входило исследование биохимического состава плодов интродуцентов с оценкой влияния биотических и абиотических факторов на содержание в них полезных веществ разной химической природы [36, 40, 138–141, 168, 169, 253].

Результаты данных исследований явились надежным ориентиром в нашей работе, поскольку с 2011 г. они осуществляются синхронно с аналогичными исследованиями в Припятском По-

лесье, причем в них участвует несколько общих для обоих районов таксонов рода *Vaccinium*. Поскольку адаптация растений к почвенно-климатическим условиям в территориально удаленных друг от друга районах обычно влечет за собой определенные сдвиги в их развитии и метаболизме, приводящие к изменениям не только ростовых, биопродукционных, но и биохимических параметров, то синхронное проведение исследований данных характеристик у модельных таксонов голубики в южном и северном районах республики позволило оценить влияние на них географического фактора. При этом были внесены соответствующие коррективы в разработанный для севера Беларуси сортимент таксонов рода *Vaccinium* при создании их локальных фитоценозов на торфяных выработках в южных районах республики. Вместе с тем сравнительное исследование физиолого-биохимических особенностей развития и плодоношения тестируемых таксонов голубики в специфических условиях опытной культуры на участке торфяной выработки в Припятском Полесье позволило выявить среди них объекты, наиболее перспективные для фиторекультивации этих земель.

Как было показано выше, важнейшим элементом технологии возделывания вересковых на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси является оптимизация режима их минерального питания, направленная на увеличение урожайности и улучшение качества ягодной продукции. Заметим, что растения данного семейства, несмотря на невысокие потребности в питательных элементах, весьма позитивно отзываются на внесение невысоких доз полного минерального удобрения, что было показано рядом авторов [113, 114, 172, 220]. Наиболее обстоятельно данный вопрос был изучен в условиях севера Беларуси Ж. А. Рупасовой и А. П. Яковлевым [150], показавшими, что внесение минеральных удобрений способствует заметному увеличению в корнеобитаемом слое субстрата содержания доступных форм основных элементов питания, особенно на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$, а также дополнительной мобилизации из органического вещества торфа легкогидролизуемого азота, что, в свою очередь, обуслов-

ливает активизацию ростовых и биопродукционных процессов у культивируемых растений. В связи с тем, что торфяные выработки Припятского Полесья приурочены к другим климатическим условиям и характеризуются иным, нежели на севере республики, ботаническим составом и уровнем плодородия остаточного слоя торфа, представлялось целесообразным осуществить подобные исследования также и в данном регионе, что позволило оптимизировать режим минерального питания таксонов рода *Vaccinium*.

Глава 2

УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика почвенно-климатических условий районов исследований

Выполнение исследований, результаты которых представлены в данной монографии, осуществлялось в 2011–2015 гг. в южной части Белорусского Полесья на территории ОАО «Торфопредприятие Глинка» в Столинском р-не Брестской обл., расположенного в пойме р. Припять. Для установления влияния географического фактора на ростовые, биопродукционные и биохимические характеристики растений цикл аналогичных наблюдений проводили также в условиях опытной культуры на участке торфяной выработки на севере республики в Докшицком р-не Витебской обл., находящемся на расстоянии 400 км.

Первый район исследований входит в зону распространения дерново-подзолистых и пойменно-аллювиальных почв легкого механического состава, сочетающихся с торфяно-болотными почвами, и отличается умеренно теплым и влажным климатом с мягкой зимой и относительно теплым летом. Являясь южным районом республики, он получает более 4100 мДж/м^2 световой энергии в год при продолжительности солнечного сияния около 1800 ч. Годовое количество осадков, составляющее в среднем 500–650 мм, в засушливые годы может снижаться до 400 мм, во влажные – превышать 750 мм. Соответственно, и количество дней с осадками варьируется от 150 до 195 при средней относительной влажности воздуха в мае 55 %, в ноябре – до 80 % [73].

По многолетним данным, число дней с оттепелью здесь достигает 60, со снежным покровом, имеющим толщину 15–20 см, – 70–100 дн. В 30 % случаев зимой не образуется устойчивого

снежного покрова. Запас воды в нем невелик и мало влияет на влагообеспеченность почв. Средняя температура января составляет примерно –4 °С, абсолютный минимум температуры воздуха –22–26 °С, но в отдельные годы он достигает –36 °С. Сумма осадков за год составляет 500–640 мм, в том числе за теплый период – 345–455 мм. Продолжительность вегетационного периода в южном районе исследований составляет 190–210 дн., в том числе с температурой воздуха выше 10 °С – 145–160, выше 15 °С – 95–110 дн. Сумма активных температур варьируется в интервале 1800–3000 °С. Весна, как правило, затяжная, начинающаяся в конце февраля – начале марта, и до третьей декады мая, а в отдельные годы – до июня сопровождается заморозками со снижением температуры на поверхности почвы до –2...–3 °С. Средняя температура наиболее теплого месяца – июля – составляет 19–20 °С, но в отдельные дни может достигать +30–33 °С. Возобновление заморозков обычно начинается в конце сентября – начале октября. Продолжительность безморозного периода составляет 180–210 дн. [73].

Типичными почвами второго, северного, района исследований являются дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, развитые на моренных и озерно-ледниковых глинистых и суглинистых отложениях. В низинах наиболее распространены дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы. По характеру климатических условий он относится к западному району северной агроклиматической зоны, который отличается наименьшей стабильностью зимних условий. Количество дней с оттепелью, по многолетним наблюдениям, составляет 25–30. Продолжительность периода со снежным покровом, максимальная среднедекадная высота которого составляет 20–40 см, достигает 105–110 дней, причем в 5–8 % случаев зимой не образуется устойчивого снежного покрова. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха здесь составляет 31–34 °С, но в отдельные годы отмечено ее снижение до –40 °С. По характеру увлажнения район является умеренно влажным со среднегодовым количеством осадков 550–650 мм. При этом на теплое время года (с апреля по октябрь) приходится примерно 75 % общего

количества осадков, и в течение лета их выпадает в 3–3,5 раза больше, чем за зимний период [73].

Начало вегетации здесь, как правило, приходится на третью декаду апреля. Продолжительность вегетационного периода, заканчивающегося обычно во второй декаде октября, составлет в среднем 160 дн. Сумма активных температур воздуха за период вегетации – 2230–2500 °С, а температур, превышающих +10 °С, – 1880–2140 °С. Заморозки прекращаются весной в период с 3 по 13 мая, а в отдельные годы – в конце мая – первых числах июня, причем возобновляются они в конце сентября, но обычно в первой декаде октября. Безморозный период длится 140–145 дн. [1].

2.1.1. Характеристика торфяного субстрата в районах исследований

В качестве опытного полигона для выполнения комплекса запланированных исследований в южном районе был выбран участок выбывшего из промышленной эксплуатации в 2010 г. торфяного месторождения (рис. 2.1.1, *а*). Опытные посадки растений были сформированы в 2011 г. на полностью лишенном растительности остаточном слое донного торфа, верхняя часть которого представлена преимущественно остатками пушицы влагалищной и в меньшей степени – сфагновых мхов, являющихся здесь основными растениями – торфообразователями (76–82 % и 8–13 % соответственно), а также остатками ряда других болотных видов, в том числе молинии голубой, вахты трехлистной и сабельника болотного, долевое участие которых в составе торфа на разной глубине представлено в табл. 2.1.1.

Остаточный слой донного торфа, строение которого показано на рис. 2.1.2, характеризовался средней степенью разложения, снижающейся с глубиной от 25–30 % до 15–20 % при возрастании зольности от 2,0 до 3,4 %. При закладке полевого эксперимента он отличался сильнокислой обменной реакцией почвенного раствора и низким уровнем естественного плодородия при весьма незначительном содержании подвижных форм фосфора и калия, запасы которых при продвижении в нижние

слои, как и показатель гидролитической кислотности, несколько возрастали на фоне снижения суммы поглощенных оснований (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.1. **Основные характеристики торфяного субстрата в районах исследований**

Горизонт	Глубина, см	Ботанический состав	Долевое участие растений-торфообразователей, %		Степень разложения, %	Зольность, %
Южный район						
$Ат_1$	0–12	Злаково-сфагново-пушицевый	Пушица влагалищная Сфагновые мхи (магелланский, оттопыренный) Молиния голубая Вахта трехлистная Сабельник болотный	75,8 13,1 8,0 2,8 0,3	25–30	2,0
$Ат_2$	12–50	Сфагново-вахтово-пушицевый	Пушица влагалищная Вахта трехлистная Сфагновые мхи (магелланский, оттопыренный) Молиния голубая Сабельник болотный	81,9 8,0 7,6 2,0 0,5	15–20	3,4
Северный район						
$Ат_1$	0–15	Древесно-тростниково-осоковый	Осока волосистоплодная Тростник обыкновенный Древесина сосны Шейхцерия болотная	45 30 20 5	25–30	7,5
$Ат_2$	15–50	Осоково-тростниковый	Осока волосистоплодная Фрагменты древесины сосны	40 60	20–25	5,3

Таблица 2.1.2. **Агрохимические свойства верхнего корнеобитаемого слоя торфяного субстрата на экспериментальных участках**

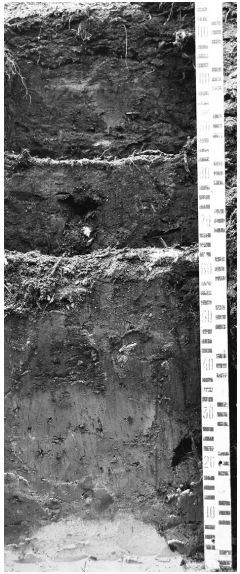
Горизонт, см	pH, KCl	Подвижные формы, мг/кг		Азот общий, %
		P_2O_5	K_2O	
Южный район				
0–12	3,0±0,3	7,7±0,6	13,8±0,9	2,3±0,3
12–25	3,1±0,1	10,8±0,7	22,5±1,2	2,0±0,4
Северный район				
0–15	4,4±0,4	2,9±0,2	14,5±0,6	2,8±0,2
15–25	4,9±0,7	2,1±0,3	12,5±0,8	2,8±0,3

а

б

Рис. 2.1.1. Участок выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в Столинском р-не Брестской обл. (*а*) и Докшицком р-не Витебской обл. (*б*)

Южный район



$Ат_1$ – 0–12 см. Торф темно-коричневый, средней степени разложения, влажный, плотный. Переход хорошо заметен.

$Ат_2$ – 12–50 см. Торф светло-бурого цвета, низкой степени разложения, с высоким содержанием неразложившихся остатков древесины, пушицы и злаков, влажный, плотный. Переход четкий.

$Ат_3$ – 50–80 см. Торф, аналогичный предыдущему слою по внешним признакам, но с меньшей степенью разложения и гумификации. Переход к контактному горизонту хорошо заметен.

G – 80–105 см. Суглинок очень плотный, голубоватого цвета с желтоватыми разводами, светлеющий с глубиной и содержащий редкие включения неразложившихся остатков тростника и древесины. Переход к минеральной подстилающей породе постепенный.

Слой глубже 105 см. Песок сизовато-голубой, тонкозернистый, очень плотный и переувлажненный.

Северный район

$Ат_1$ – 0–15 см. Торф темно-бурый, средней степени разложения. Переход хорошо заметен.

$Ат_2$ – 15–50 см. Торф темно-серого цвета с коричневым оттенком, средней степени разложения, с неразложившимися остатками тростника, влажный, плотный. Переход постепенный.

$Ат_3$ – 50–60 см. Осоково-тростниковый торф темно-серого цвета, плотный, слабой степени разложения, с глубины 58 см полностью залит водой. Хорошо заметны остатки тростника и включения – панцири ракушек.

Слой глубже 60 см. Песок связный, очень плотный, сизого цвета с хорошо заметными ржавыми пятнами.

Рис. 2.1.2. Строение остаточного слоя донного торфа в районах исследований

Опытные посадки растений в северном районе исследований, как и в южном, были сформированы на полностью лишенном растительности остаточном слое донного торфа, верхняя часть которого представлена остатками осоково-тростниковых ассоциаций, являющихся переходными от тростниковой фазы к осоковой (рис. 2.1.1, *б*). Основными растениями-торфообразователями здесь являлись тростник обыкновенный (30–60 %), осока нитевидная (30–45 %) и древесина сосны (10–20 %) (см. табл. 2.1.1). При закладке полевого эксперимента торфяной субстрат характеризовался зольностью 5,3–8,6 %, среднекислой обменной реакцией почвенного раствора, снижающейся с глубиной, причем его верхний горизонт, как и в южном районе исследований, оказался чрезвычайно обедненным подвижными формами фосфора и калия (см. табл. 2.1.2), запасы которых при продвижении в нижние слои заметно сокращались. Отмечено также снижение с глубиной степени разложения торфа с 30 до 15 %, что, на наш взгляд, обусловлено более активной деятельностью микроорганизмов в его поверхностном слое.

Мелиоративная сеть территорий, на которых расположены опытные участки в обоих районах исследований, позволяет поддерживать уровень грунтовых вод на оптимальной для растений сем. *Ericaceae* глубине 35–40 см, обеспечивающей влажность торфяного субстрата в пределах 60–70 % от полной полевой влагоемкости. При этом практически не обнаруживается зависимость колебания уровня грунтовых вод от количества атмосферных осадков.

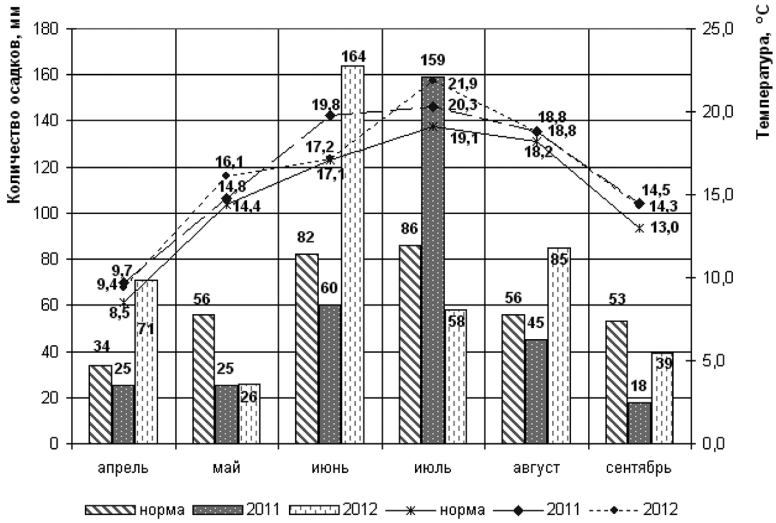
2.1.2. Особенности погодных условий в период исследований

Годичный цикл развития растений рода *Vaccinium* условно можно разделить на два основных периода – вегетации и покоя. Как будет показано ниже, наибольшее влияние на прохождение первого из них оказывают общее количество тепла, поступившее после устойчивого перехода температуры воздуха через нулевую отметку, и количество выпавших атмосферных осадков.

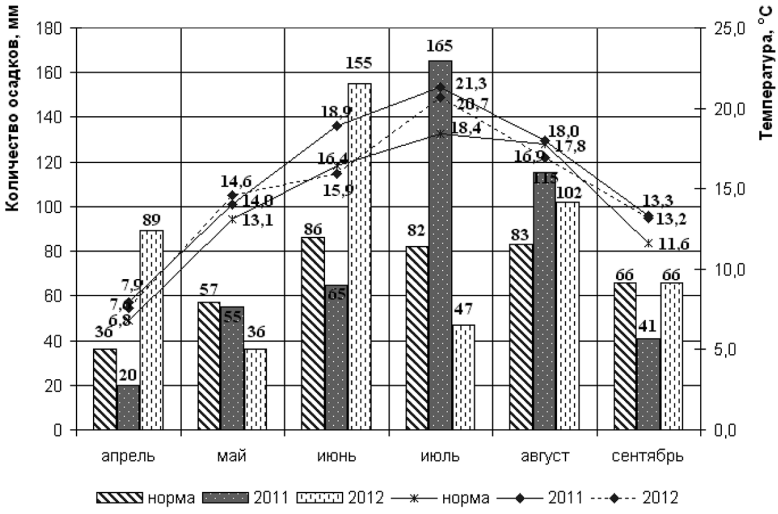
В успешной же перезимовке растений в период покоя приоритетное значение принадлежит перепадам температуры воздуха.

При исследовании особенностей развития интродуцентов в специфических условиях торфяных выработок в районах исследований особое значение обретает анализ погодной ситуации в период формирования и созревания их плодов, обычно приходящийся в Беларуси на июль – август. Вместе с тем немаловажную роль в этом процессе играют погодные условия предшествующих месяцев, когда происходит образование и развитие завязей плодов, в связи с чем в период с апреля по сентябрь в годы основных режимных наблюдений (2011–2015 гг.) был проведен сравнительный анализ гидротермического режима сезонов, выявивший весьма контрастную картину, что наглядно иллюстрирует рис. 2.1.3.

Нетрудно убедиться, что в южном районе исследований начало вегетации растений в апреле в 2011–2012 гг. протекало на фоне повышенных температур воздуха при недостатке влаги в первом сезоне и более чем двукратном превышении ее многолетней нормы во втором. Май в оба сезона характеризовался острым дефицитом влаги при соответствующем многолетней климатической норме количестве тепла и даже некотором ее превышении во второй год наблюдений. При этом июнь 2011 г. был жарким и засушливым, тогда как во втором сезоне характеризовался умеренно теплой и чрезвычайно влажной погодой: при двукратном превышении многолетней климатической нормы по количеству осадков. В июле среднемесячная температура воздуха в оба сезона была на 6–14 % выше обычной. При этом количество атмосферных осадков в первый год наблюдений почти вдвое превышало средние многолетние значения, тогда как во второй – напротив, в 1,5 раза уступало им. Это указывает на то, что июль 2011 г. был жарким и чрезмерно дождливым, тогда как в 2012 г. – жарким и, напротив, весьма засушливым. Температурный фон августа в оба сезона оказался близким к многолетней климатической норме при некотором дефиците влаги в первом сезоне и 1,5-кратном ее избытке во втором. Сентябрь в оба сезона характеризовался более высоким, чем обычно, температурным фоном при дефиците влаги, более выраженном в 2011 г. (рис. 2.1.3, *а*).



а



б

Рис. 2.1.3. Характеристики гидротермического режима вегетационного периода в Столинском р-не Брестской обл. (*а*) и Докшицком р-не Витебской обл. (*б*) в 2011–2012 гг.

В северном районе исследований, как и в южном, погодные условия вегетационного периода в 2012 г. существенно отличались от таковых в 2011 г., что наглядно иллюстрирует рис. 2.1.3, *б*. Во второй год наблюдений погода в июне, в период активного развития вегетативной сферы опытных растений, оказалась прохладней, чем обычно, и при этом чрезмерно дождливой, тогда как годом ранее, напротив, она была теплее нормы при весьма скудном выпадении атмосферных осадков. В июле, в период формирования биохимического состава плодов голубики, среднемесячная температура воздуха в оба сезона на 12–16 % превышала среднюю многолетнюю норму. При этом количество атмосферных осадков в первый год наблюдений вдвое превышало средние многолетние значения, тогда как во второй – напротив, вдвое уступало им.

Это указывает на то, что, как и в южном районе исследований, июль 2011 г. был жарким и чрезмерно дождливым, тогда как в 2012 г. жарким и, напротив, чрезвычайно засушливым. Август 2012 г. оказался несколько прохладней, чем годом ранее, но в оба сезона его среднемесячная температура в целом была близка средней многолетней норме при обильном выпадении атмосферных осадков.

Нетрудно убедиться, что погодные условия в районах исследований в 2011–2012 гг. характеризовались умеренным температурным фоном и относительно благоприятным режимом выпадения атмосферных осадков в течение вегетационного периода при наиболее выразительных межрегиональных температурных контрастах, составлявших 3,1...4,5 °С в осеннее-зимний период года, и наименьших, не превышавших 0,4...0,8 °С, в июле. Межрегиональные различия в режиме увлажнения, напротив, наиболее рельефно проявлялись летом, в период активного формирования вегетативной сферы растений, и в наименьшей степени – зимой. При этом южному району были свойственны в среднем на 1,0–1,8 °С более высокие температуры воздуха в период вегетации при меньшем на 10–70 мм количестве осадков, что не могло не отразиться на темпах развития опытных растений. Вместе с тем весьма выразительные межсезонные контрасты гидро-

термического режима в основные периоды формирования вегетативной и генеративной сфер последних позволили оценить влияние данного фактора на биометрические и биопродукционные параметры растений, а также на биохимический состав их плодов. Заметим, что остаточный слой донного торфа в районах исследований характеризовался сходными водно-физическими свойствами и уровнем естественного плодородия, однако имел разный ботанический состав. Напомним, что в северном районе он был представлен тростниково-осоковой ассоциацией, тогда как в южном – преимущественно остатками пушицы влагалищной и в меньшей степени сфагновых мхов и других болотных видов растений, в том числе молинии голубой, вахты трехлистной и сабельника болотного.

Таблица 2.1.3. **Характеристики гидротермического режима вегетационного периода в районе исследований в 2014–2015 гг.**

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм		
	средняя	норма	% от нормы	max	min	сумма	норма	% от нормы
2014 г.								
Апрель	10,4	8,5	122,4	22,8	–5,3	15	34	44,1
Май	15,3	14,4	106,3	29,3	1,5	104	56	185,7
Июнь	16,7	17,1	97,7	26,9	6,9	48	82	58,5
Июль	21,9	19,1	114,7	33,4	10,1	35	86	40,7
Август	19,4	18,2	106,6	35,4	8,4	100	56	178,6
Сентябрь	13,9	13,0	106,9	26,2	1,1	53	53	100,0
Октябрь	7,8	7,7	101,3	22,4	–7,9	7	44	15,9
2015 г.								
Апрель	8,1	8,5	95,3	27,1	–2,8	26	34	76,5
Май	13,9	14,4	96,5	29,8	2,5	69	56	123,2
Июнь	18,4	17,1	107,6	32,4	6,7	25	82	30,5
Июль	19,9	19,1	104,2	35,3	8,5	40	86	46,5
Август	21,8	18,2	119,8	35,8	7,9	2	56	3,6
Сентябрь	15,5	13,0	119,2	35,5	3,9	103	53	194,0
Октябрь	6,6	7,7	85,7	22,4	–5,6	20	45	44,0

Погодные условия в период активного развития опытных растений в 2014–2015 гг. заметно отличались от средней климатической нормы (табл. 2.1.3). Так, в 2014 г. среднемесячная тем-

пература воздуха на протяжении большей части вегетационного периода на 6–22 % была выше климатической нормы на фоне острого дефицита влаги в апреле, июне, июле и октябре, и лишь для мая и августа было показано обилие атмосферных осадков, количество которых в 1,8–1,9 раза превышало средние многолетние значения. Во второй год наблюдений средние тепературные показатели в апреле и мае незначительно уступали многолетней норме при дефиците влаги в апреле и ее избытке в мае, что было характерно и для предыдущего сезона. Все летние месяцы были заметно теплее обычного на фоне крайне скудного выпадения осадков (31–47 % от нормы). Аномально жарким и засушливым оказался август, в котором среднемесячная температура воздуха на 20 % была выше обычной, а количество осадков не превышало 4 % от многолетней нормы.

2.2. Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований в южном районе были привлечены 11 таксонов рода *Vaccinium*, в том числе аборигенный вид – голубика топяная (*V. uliginosum* L.), принятый в качестве эталона сравнения, клоны голубики узколистной (*V. angustifolium* L.), а также ряд интродуцированных сортов голубики щитковой, или высокорослой (*V. corymbosum* L.), и межвидовых гибридов (*V. corymbosum* L. × *V. angustifolium* L.). Из раннеспелых – *Duke, Reka, Northblue*, *Northcountry*, *Northland*; из среднеспелых – *Jersey, Patriot*; из позднеспелых – *Elizabeth*, *Coville.* Полагая, что они интегрально отражают характерные особенности представителей данного рода, можно считать их достаточно репрезентативными, что допускает экстраполяцию получаемых выводов на другие сорта из этих групп. При оценке влияния геграфического фактора на параметры развития вегетативной сферы таксонов рода *Vaccinium* были выбраны 6 объектов, общих для южного и северного районов исследований: аборигенный вид – голубика топяная, клоны голубики узколистной, а также сорт *Duke* голубики высокорослой и межвидовые гибриды *Northblue*, *Northcountry, Northland.*

С целью получения информации, отражающей различные аспекты жизнедеятельности опытных растений, ежегодно проводили наблюдения за феноритмикой их сезонного развития описательными методами И. Н. Бейдеман [6] и И. Д. Юркевича с соавт. [167]. Отмечали календарные сроки прохождения следующих фенологических фаз: набухание и распускание почек, позеленение и распускание листьев, начало роста побегов, бутонизация, цветение, созревание плодов, изменение окраски листьев и листопад. При этом регистрировали соответствующие им суммы положительных и активных температур, начиная с момента их устойчивого перехода через 0 °С, а также определяли суммы эффективных температур, необходимые для наступления той или иной фенологической фазы [166].

В конце каждого вегетационного сезона проводили замеры опытных растений по высоте и диаметру. Диаметр кроны определяли как среднее арифметическое промеров в двух перпендикулярных направлениях: север – юг, восток – запад. Объем кроны вычисляли по формуле, предложенной немецким исследователем Г. Либстером [217], определяли количество и суммарные значения длины побегов текущего прироста с дифференциацией их на побеги формирования (вегетативные) и ветвления (генеративные). Для вычисления индекса листа определяли среднее количество и усредненные параметры длины и ширины листовых пластинок, сформировавшихся на обеих категориях побегов, с установлением степени облиственности последних, характеризуемой количеством листьев, приходящимся на 10 см длины побега. В период плодоношения растений определяли величину ягодной продукции, среднюю массу плодов, а также их усредненные линейные параметры (длину и диаметр).

Исследование биохимического состава плодов опытных растений осуществляли по широкому спектру показателей, относящихся к разным классам действующих веществ. В свежих усредненных пробах зрелых плодов определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 28561–90 [110]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [95]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [95].

В высушенных при температуре 65 °С усредненных пробах плодов определяли содержание химических элементов: азота, фосфора, калия по методу К. П. Фоменко и Н. Н. Нестерова [148]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [106]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [95]; суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [248] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [130], собственно антоцианов – по методу Л. О. Шнайдмана и В. С. Афанасьевой [165]; суммы флавонолов – спектрофотометрическим методом [95]; суммы катехинов – фотоэлектроколориметрическим методом с использованием ванилинового реактива [66]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [96]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [103]. Антиоксидантную активность спиртовых экстрактов из плодов определяли с помощью распространенного метода, основанного на способности супероксиддисмутазы (СОД) (важнейшего фермента антиоксидантной защиты организма, катализирующего превращение высокореакционного супероксид аниона в перекись водорода и молекулярный кислород) ингибировать супероксидрадикалы в реакции аутоокисления адреналина в щелочной среде [101, 136].

В полевом эксперименте по оптимизации минерального питания голубики, схема которого приведена в разделе 2.1 работы, в начале, середине и в конце каждого вегетационного сезона из зоны распространения корневой системы растений (0–20 см) осуществляли отбор образцов торфяного субстрата, в средней пробе которого определяли pH_{KCl} (потенциометрически) и содержание основных питательных элементов (легкогидролизуемого азота, а также подвижных форм фосфора и калия) по общепринятым методам [2].

Все определения выполнены в 3-кратной биологической и аналитической повторностях. Данные статистически обработаны с использованием программ *Excel* и *Statistica* v.6.0.

Глава 3

ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОЙ КУЛЬТУРЫ

3.1. Фенология сезонного развития растений

Общеизвестно, что основой для заключения об успешности возделывания того или иного вида в условиях новой среды обитания являются результаты фенологических наблюдений, поскольку изменение климатического фона может вызвать определенные сдвиги в феноритмике сезонного развития растений. Известно немало работ по данному вопросу, выполненных преимущественно в странах европейского континента – Латвии, Литве, Германии, Словении, Польше и др. [16, 18, 75, 216, 223, 237]. Результаты исследования фенологии развития ряда промышленных сортов голубики высокорослой в условиях Беларуси приведены в обстоятельных работах Т. В. Курлович, В. Н. Босака, Е. А. Сидоровича и др., Ж. А. Рупасовой и др. [12, 56, 74, 87, 88, 127]. Они убедительно показали, что все интродуцированные сорта *V. corymbosum* успевают пройти здесь полный цикл сезонного развития и сформировать урожай. К подобному заключению пришли также Ж. А. Рупасова и А. П. Яковлев при изучении феноритмики их сезонного развития в условиях опытной культуры на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в одном из северных районов Беларуси [121, 124].

В наших исследованиях фенологии сезонного развития представителей данного рода на остаточном слое донного торфа в Припятском Полесье были выявлены отчетливые временные различия в сроках наступления фенологических фаз в зависимо-

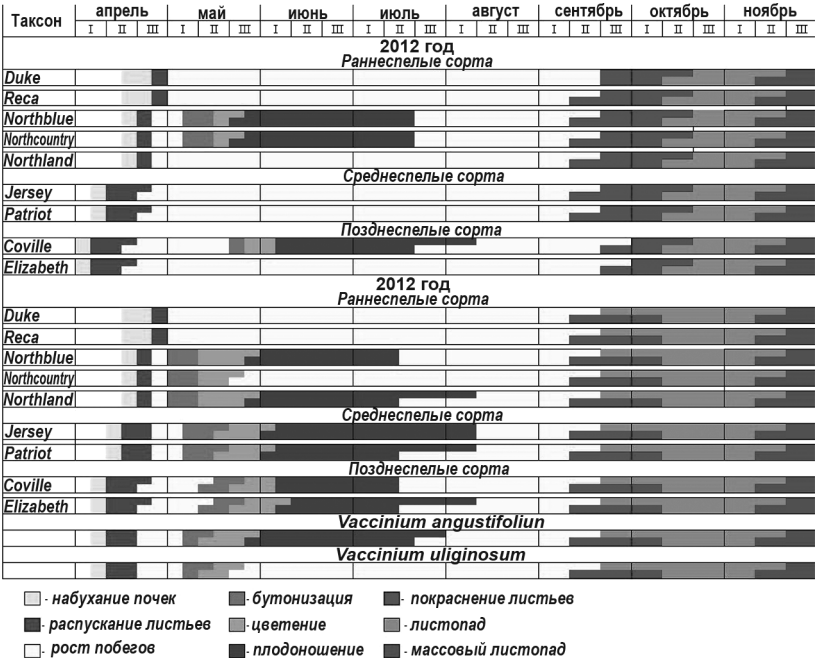


Рис. 3.1.1. Фенoритмика сезонного развития таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы исследований

сти от сроков их созревания (рис. 3.1.1). Так, в условиях сезона 2011 г. у всех раннеспелых сортов голубики начало вегетации, сопряженное с набуханием почек, пришлось на середину второй декады апреля, тогда как у среднеспелых сортов – на середину, а у позднеспелых сортов – на начало первой декады этого месяца. Наиболее ранним, пришедшимся на середину первой декады апреля распусканием листьев, характеризовались оба позднеспелых сорта *V. corymbosum*. Примерно неделей позже началось распускание листьев у среднеспелых сортов и двумя неделями позже – в начале третьей декады апреля – у раннеспелых межвидовых гибридов голубики. Наиболее поздним оно было у обоих раннеспелых сортов.

В аналогичной хронологической последовательности у таксонов рода *Vaccinium* разных сроков созревания происходило

и отрастание побегов первого прироста текущего года – в середине второй декады апреля у позднеспелых сортов, в начале третьей декады – у среднеспелых сортов и в середине третьей декады – у раннеспелых межвидовых гибридов. Наиболее поздним по срокам – в середине первой декады мая – было отрастание побегов у обоих раннеспелых сортов *V. corymbosum – Duke* и *Reca*. Заметим, что у средне- и позднеспелых сортов наблюдалось наложение друг на друга фенологических фаз распускания листьев и первичного роста побегов. Общая же продолжительность фазы вегетативного роста сортов высокорослого вида в условиях сезона 2011 г. составила 32 дня (табл. 3.1.1, 3.1.2) и требовала для своего наступления суммы эффективных температур >5 °С в количестве 53,3 °С.

Как было показано выше, вступление растений рода *Vaccinium* в генеративный период развития в данном сезоне было отмечено лишь у трех таксонов – двух раннеспелых и одного позднеспелого, но это позволило определить сроки прохождения его отдельных этапов. Оказалось, что в отличие от предыдущих фаз сезонного развития растений наступление последних происходило в иной хронологической последовательности – более ранним оно было у раннеспелых гибридов и более поздним – у позднеспелого сорта голубики высокорослой. Для сравнения покажем, что наступление бутонизации в первом случае происходило на 10–12 дн. раньше, чем во втором, соответственно, в конце первой и в начале третьей декад мая. Общая продолжительность фазы бутонизации составила 17 дн. и требовала для своего наступления суммы эффективных температур >5 °С в количестве 303,9 °С.

Спустя 5–7 дн. после завершения фазы бутонизации у данных таксонов голубики отмечено наступление цветения, совмещенное с началом формирования плодов: у раннеспелых гибридов – в начале третьей декады мая, тогда как у позднеспелого сорта *V. corymbosum* – в середине первой декады июня. Фенологические фазы бутонизации и цветения у вступивших в генеративный период развития таксонов голубики существенно не различались по продолжительности, составлявшей 1,5–2 декады.

Таблица 3.1.1. **Календарные сроки прохождения основных фенофаз таксонами рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы исследований**

Фенологическая фаза		Год наблюдений	*V. uliginosum*	*V. angustifolium*	Сорт *V. corymbosum*						Межвидовые гибриды		
					Duke	*Reca*	*Jersey*	*Patriot*	*Coville*	*Elizabeth*	*Northblue*	*Northcountry*	*Northland*
Набухание почек		2011	–	–	14.04	14.04	07.04	07.04	01.04	01.04	14.04	14.04	14.04
		2012	15.04	15.04	21.04	21.04	18.04	18.04	15.04	15.04	21.04	21.04	21.04
Распускание листьев	Начало	2011	–	–	25.04	25.04	10.04	10.04	06.04	06.04	20.04	20.04	20.04
		2012	18.04	18.04	26.04	26.04	22.04	22.04	18.04	18.04	26.04	26.04	26.04
	Конец	2011	–	–	02.05	02.05	25.04	25.04	20.04	20.04	25.04	25.04	25.04
		2012	25.04	25.04	05.05	05.05	01.05	01.05	28.04	28.04	05.05	05.05	05.05
Первичный рост побегов	Начало	2011	–	–	02.05	02.05	22.04	22.04	15.04	15.04	25.04	25.04	25.04
		2012	20.04	20.04	28.04	28.04	24.04	24.04	20.04	20.04	28.04	28.04	28.04
	Конец	2011	–	–	17.05	17.05	07.05	07.05	01.05	01.05	09.05	09.05	09.05
		2012	05.06	05.06	12.06	12.06	09.06	09.06	05.06	05.06	12.06	12.06	12.06
Начало вторичного роста побегов		2011	–	–	30.06	30.06	05.07	05.07	10.07	10.07	29.06	29.06	29.06
		2012	15.07	15.07	01.07	01.07	07.07	07.07	12.07	12.07	02.07	02.07	02.07
Бутонизация	Начало	2011	–	–	–	–	–	–	20.05	–	8.05	8.05	–
		2012	04.05	04.05	–	–	04.05	04.05	10.05	10.05	01.05	01.05	01.05
	Массовая	2011	–	–	–	–	–	–	22.05	–	11.05	11.05	–
		2012	06.05	06.05	–	–	09.05	09.05	15.05	15.05	05.05	05.05	05.05
	Конец	2011	–	–	–	–	–	–	24.05	–	14.05	14.05	–
		2012	15.05	15.05	–	–	12.05	12.05	19.05	19.05	10.05	10.05	10.05

Цветение	Начало	2011	–	–	–	–	–	–	25.05	–	15.05	15.05	–
		2012	08.05	08.05	–	–	12.05	12.05	18.05	18.05	09.05	09.05	08.05
	Массовое	2011	–	–	–	–	–	–	30.05	–	20.05	20.05	–
		2012	12.05	14.05	–	–	18.05	18.05	23.05	23.05	14.05	14.05	14.05
	Конец	2011	–	–	–	–	–	–	05.06	–	23.05	23.05	–
		2012	17.05	19.05	–	–	23.05	23.05	29.05	29.05	19.05	19.05	19.05
Созревание плодов	Начало	2011	–	–	–	–	–	–	03.06	–	21.05	21.05	–
		2012	–	17.05	–	–	21.05	21.05	27.05	27.05	17.05	–	17.05
	Массовое	2011	–	–	–	–	–	–	06.08	–	12.07	12.07	–
		2012	–	10.07	–	–	26.07	26.07	26.07	26.07	10.07	–	26.07
	Конец	2011	–	–	–	–	–	–	11.08	–	19.07	19.07	–
		2012	–	26.07	–	–	10.08	10.08	12.08	12.08	26.07	–	10.08
Покраснение листьев	Начало	2011	–	–	01.09	01.09	01.09	01.09	01.09	01.09	01.09	01.09	01.09
		2012	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09
	Полное	2011	–	–	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	15.10	15.10	15.10
		2012	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09	29.09
Листопад	Начало	2011	–	–	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10	15.10	15.10	15.10
		2012	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10	12.10
	Конец	2011	–	–	25.10	25.10	25.10	25.10	25.10	25.10	25.10	25.10	25.10
		2012	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие фенологической фазы в сезонном развитии таксона.

Таблица 3.1.2. **Продолжительность прохождения основных фенофаз таксонами рода *Vaccinium* в опытной культуре в годы исследований, день**

Фенологическая фаза	Год наблюдений	*V. uliginosum*	*V. angustifolium*	Сорт *V. corymbosum*						Межвидовые гибриды		
				Duke	*Reca*	*Jersey*	*Patriot*	*Coville*	*Elizabeth*	*Northblue*	*Northcountry*	*Northland*
Набухание почек	2011	–	–	8	8	6	6	7	7	8	8	8
	2012	7	7	8	8	8	7	7	7	7	8	8
Распускание листьев	2011	–	–	8	8	16	16	15	15	6	6	6
	2012	–	–	10	10	10	10	11	11	10	10	10
Первичный рост побегов	2011	–	–	16	16	16	16	17	17	16	16	16
	2012	52	52	46	46	47	47	52	52	46	46	46
Вторичный рост побегов	2011	–	–	63	63	57	57	52	52	64	64	64
	2012	57	57	72	72	65	65	60	60	71	71	71
Бутонизация	2011	–	–	–	–	–	–	5	–	7	7	–
	2012	12	12	–	–	9	9	10	10	10	10	10
Цветение	2011	–	–	–	–	–	–	12	–	9	9	–
	2012	12	10	–	–	12	12	12	12	11	11	12
Созревание плодов	2011	–	–	–	–	–	–	70	–	60	60	–
	2012	–	71	–	–	81	81	77	77	71	–	86
Изменение окраски листьев	2011	–	–	40	40	40	40	31	31	45	45	45
	2012	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Массовое опадение листьев	2011	–	–	15	15	20	20	20	20	25	25	25
	2012	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие фенологической фазы в сезонном развитии таксона.

Наиболее растянутым по времени у них оказался период развития плодов до состояния съемной зрелости, продолжительность которого в условиях сезона 2011 г. достигала 83 дня. Завершение фазы плодоношения у раннеспелых гибридов, пришедшееся на конец июля, на две недели опережало таковое у позднеспелого сорта высокорослой голубики.

В начале третьей декады июля отмечено начало вторичного роста побегов у всех таксонов *V. corymbosum*, тогда как у обоих межвидовых гибридов *V. corymbosum* × *V. angustifolium* оно пришлось на середину второй декады августа. Покраснение листьев у ранне- и среднеспелых таксонов голубики наблюдалось уже в самом начале сентября, тогда как у позднеспелых – декадой позже, причем у средне- и позднеспелых сортов *V. corymbosum* оно сочеталось с продолжением вторичного роста побегов, завершившимся у первых в конце первой, у вторых – в конце второй декады этого месяца. Начало опадения листьев у всех таксонов голубики наблюдалось в середине октября, тогда как массовый листопад пришелся на середину ноября. Общая же продолжительность вегетационного периода у растений голубики высокорослой составила 198 дн. Вместе с тем нельзя не отметить, что все таксоны рода *Vaccinium* в специфических условиях возделывания на остаточном слое донного торфа, как и в северной части Беларуси, успевали пройти полный цикл сезонного развития, а половозрелые растения – сформировать урожай плодов.

Особо важное значение в данных исследованиях представляют результаты наблюдений за феноритмикой сезонного развития растений в годы, контрастные по гидротермическому режиму вегетационного периода. Несмотря на более теплый, чем обычно, температурный фон апреля в оба сезона, чрезвычайно дождливая погода во втором из них способствовала существенному замедлению процесса набухания почек и распускания листьев у межвидовых гибридов и всех сортов *V. corymbosum*, изменявшемуся в их ряду в первом случае от 7 дн. у раннеспелых сортов и межвидовых гибридов до 11–14 дн. у среднеспелых и позднеспелых сортов высокорослого вида и, соответственно, от 1–3 до 6–10 дн. – во втором, при наибольшем запаздыва-

нии полного распускания листьев у межвидовых гибридов (см. рис. 3.1.1, табл. 3.1.1). При этом не было выявлено существенных межсезонных различий в продолжительности периода набухания почек, тогда как для фенофазы распускания листьев было показано ее сокращение во втором сезоне на 4–6 дн. у средне- и позднеспелых сортов голубики высокорослой и продление на 2–4 дня у ее раннеспелых сортов и межвидовых гибридов (см. табл. 3.1.2).

Несмотря на более раннее во втором сезоне начало отрастания побегов у раннеспелых сортов *V. corymbosum*, у всех остальных представителей рода, напротив, наблюдалось столь же незначительное (на 2–5 дн.) его запаздывание по сравнению с предыдущим сезоном. Напомним, что чрезвычайно выраженный дефицит влаги в период активного формирования побегов в 2011 г. обусловил завершение их первичного роста у таксонов голубики уже в первой половине мая, тогда как на фоне избыточного увлажнения в июне следующего года наблюдалось увеличение его продолжительности на 26–35 дн. (см. табл. 3.1.2). Заметим, что у аборигенного вида и *V. angustifolium* сроки прохождения всех рассмотренных выше фенологических фаз совпадали с таковыми у обоих позднеспелых сортов *V. corymbosum*.

Начало вторичного роста побегов в оба сезона пришлось примерно на одно и то же время, с разбежкой в 1–3 дня, причем наиболее поздним оно было у *V. uliginosum* и *V. angustifolium*. При этом его продолжительность, как и первичного роста побегов, во втором сезоне оказалась на 7–9 дн. большей, чем в предыдущем (см. табл. 3.1.2).

Обращает на себя внимание отсутствие в оба года наблюдений генеративного этапа в сезонном развитии раннеспелых сортов голубики высокорослой, что согласуется с показанным ниже ингибированием процесса их развития в специфических условиях существования на выработанных торфяных месторождениях Припятского Полесья. Вместе с тем среднеспелые сорта *V. corymbosum*, также характеризовавшиеся отсутствием цветения и плодоношения в предыдущем сезоне, во второй год наблюдений были отмечены вступлением в генеративный этап разви-

тия, но с запаздыванием сроков прохождения его фенофаз на 3–4 дня по сравнению с межвидовыми гибридами *V. uliginosum* и *V. angustifolium* и опережением таковых примерно на неделю относительно позднеспелых сортов высокорослого вида.

Заметим, что более высокий температурный фон мая во втором сезоне, несмотря на наличие в оба года острого дефицита влаги, обусловил на 4–10 дн. более раннее прохождение растениями стадий бутонизации, цветения и начала формирования плодов при отсутствии заметных различий в продолжительности данных этапов в их сезонном развитии (см. табл. 3.1.1, 3.1.2). Обращает на себя внимание отсутствие завязываемости плодов у межвидового гибрида *Northcountry*. Жаркая и чрезвычайно сухая погода в июле 2012 г. способствовала более раннему наступлению массового созревания плодов у межвидового гибрида *Northblue* и особенно у сорта *Coville* по сравнению с предыдущим сезоном, характеризовавшимся в этом месяце, напротив, чрезмерным избытком влаги. При этом все таксоны голубики во втором сезоне были отмечены практически одновременным массовым созреванием плодов в третьей декаде июля, и лишь для межвидового гибрида *Northblue*, как и для *V. angustifolium*, было показано примерно на 2 недели более раннее его наступление. Завершение же созревания плодов у большинства таксонов голубики пришлось на конец первой – начало второй декады августа, и лишь межвидовой гибрид *Northblue* и *V. angustifolium* характеризовались его запаздыванием относительно других таксонов голубики примерно на 2 недели. При этом у таксонов, сформировавших урожай еще в предыдущем сезоне, наблюдалось увеличение продолжительности фазы плодоношения во втором сезоне на 7–11 дн. (см. табл. 3.1.2).

Полуторное превышение многолетней климатической нормы по количеству осадков в августе 2012 г. при благоприятном температурном фоне, на наш взгляд, обусловило у всех объектов синхронное смещение на более поздние сроки по сравнению с предыдущим сезоном, отличавшимся в данный период острым дефицитом влаги, покраснением листьев (примерно на 10 дн.), при сокращении продолжительности данной фенологической

фазы на 12–26 дн., а повышенный температурный фон октября вкупе с достаточным увлажнением обеспечил также запаздывание листопада у голубики в среднем на 6 дн.

3.2. Особенности развития вегетативной сферы растений и влияние на этот процесс географического фактора

Ростовая функция представляет собой интегральный процесс жизнедеятельности растительного организма, тесно связанный с другими физиологическими функциями, с его многочисленными реакциями на воздействие факторов внешней среды и с наследственными свойствами [61]. В связи с обоснованием перспективности использования представителей рода *Vaccinium* для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Припятского Полесья в опытных посадках обозначенных выше таксонов данного рода были проведены двулетние сравнительные исследования биометрических параметров их вегетативных органов, явившиеся основой для суждения о темпах их развития в специфических условиях произрастания.

В условиях южного региона уже в первый год режимных наблюдений, характеризовавшийся, напомним, умеренным температурным фоном, при относительно благоприятном режиме выпадения атмосферных осадков в период вегетации растений были выявлены существенные генотипические различия в формировании их вегетативной сферы, что проявилось в несоизмеримости ее отдельных характеристик. Так, в конце сезона средний показатель высоты растений варьировался в таксономическом ряду от 13 см у *V. angustifolium* и сорта *Reca* до 51 см у сорта *Elizabeth* при изменении диаметра их кроны от 8 до 46 см (табл. 3.2.1). При этом межвидовые гибриды по данному признаку, как и в аналогичных, более ранних исследованиях в условиях севера Беларуси [55], практически не отличались от большинства сортов *V. corymbosum*, тогда как для *V. angustifolium* и особенно *V. uliginosum* были показаны в два-три раза меньшие его значения. При этом в отличие от северного региона здесь не было

Таблица 3.2.1. **Характеристика габитуса растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода в южном и северном районах исследований**

Таксон	Высота куста, см		Диаметр куста, см				Объем куста, дм^3	
			север-юг		запад-восток			
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Южный район								
V. uliginosum	16,0±0,9	–	11,4±1,9	–	9,8±1,5	–	1,7±0,5	–
V. angustifolium	13,0±1,7	–1,6	15,2±1,5	1,5	18,4±4,2	1,9	2,4±1,1	0,6
Duke	14,3±0,5	–1,6	8,1±1,5	–1,3	10,4±1,6	0,3	0,7±0,1	–6,2*
Reca	12,8±0,9	–2,6*	9,6±1,6	–0,7	11,0±1,9	0,5	0,7±0,1	–1,8
Jersey	31,2±2,9	4,9*	32,6±3,6	5,2*	32,4±4,5	4,7*	18,5±3,9	4,3*
Patriot	32,6±3,4	4,6*	27,4±1,4	6,6*	25,8±3,1	4,7*	12,4±2,0	5,1*
Coville	41,0±5,4	4,5*	29,8±4,2	3,9*	29,4±2,2	7,3*	20,4±4,4	4,2*
Elizabeth	50,8±5,0	6,8*	39,4±3,6	6,8*	46,0±3,0	10,7*	50,7±11,2	4,4*
Northblue	23,1±2,7	2,5*	23,0±1,0	5,2*	23,9±1,2	7,5*	6,6±0,6	5,8*
Northcountry	20,3±1,3	2,6*	29,0±3,7	4,2*	27,6±3,1	5,2*	9,2±2,5	2,9*
Northland	32,4±2,3	6,7*	28,2±1,5	6,7*	28,6±3,3	5,3*	14,5±3,3	3,8*
Северный район								
V. uliginosum	17,0±0,9	–	5,2±0,5	–	5,8±0,9	–	0,3±0,1	–
V. angustifolium	24,4±2,8	2,5*	35,0±2,6	11,2*	29,8±3,3	7,0*	14,4±3,4	4,1*
Duke	40,2±2,5	8,6*	53,0±3,3	14,2*	51,6±2,9	15,4*	57,7±6,4	9,0*
Northblue	38,8±5,3	4,1*	46,4±2,8	14,7*	47,6±4,0	10,2*	44,8±7,8	5,7*
Northcountry	36,8±5,3	3,7*	49,6±4,2	10,4*	43,6±2,9	12,5*	42,6±8,8	4,8*
Northland	51,6±6,5	5,3*	50,2±5,0	8,9*	48,4±4,2	9,9*	70,0±17,4	4,0*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

выявлено сколь-либо заметных таксономических различий по диаметру кроны (куста) растений в зависимости от ее ориентации по сторонам света.

Наименьшим же объемом куста (0,7–2,4 дм^3) характеризовались растения двух раннеспелых сортов высокорослой голубики – *Duke* и *Reca*, а также *V. uliginosum* и *V. angustifolium*, тогда как наибольшим (51 дм^3) – сорт *Elizabeth*. Остальные таксоны рода *Vaccinium* по данному признаку занимали промежуточное положение, и в порядке снижения его значений располагались в последовательности:

Coville > *Jersey* > *Northland* > *Patriot* >*Northcountry* > *Northblue*.

Вместе с тем сравнение характеристик габитуса куста у таксонов, одновременно участвовавших в экспериментах в южной и северной частях Беларуси, уже в первый год наблюдений выявило в первой группе заметное отставание всех интродуцентов от их возрастных аналогов во второй группе в 1,6–2,8 раза по высоте растений, в 1,6–6,5 раза по диаметру кроны и в 4,6–82,4 раза по объему куста, наибольшие межрегиональные различия наблюдались у сорта *Duke* (см. табл. 3.2.1). При этом у аборигенного вида голубики не было выявлено подобных различий по высоте растений и, более того, в южном районе отмечены, напротив, в 1,7–2,2 раза большие значения диаметра их кроны и почти в 6 раз большие показатели объема куста.

Анализ данных табл. 3.2.2 показал, что в южном районе исследований в течение сезона 2011 г. таксоны рода *Vaccinium* образовывали от 1–2 (*V. uliginosum*, *V. angustifolium*, сорта *Duke* и *Reca* высокорослой голубики) до 10–11 (гибрид *Northland* и сорт *Elizabeth*) побегов формирования (вегетативных) со средней длиной от 4–5 см у *V. uliginosum*, *V. angustifolium*, сорта *Duke* и гибрида *Northcountry* до 21 см у сорта *Elizabeth* при среднем количестве листьев на одном побеге от 5–8 шт. у сортов *Duke* и *Reca* до 16–18 шт. у сорта *Elizabeth* и гибрида *Northland*. Степень же облиствения побегов формирования, определяемая количеством листьев, приходящимся на 10 см их длины, оказалась наименьшей (9,8) у сорта *Elizabeth*, тогда как наибольшей

(30,8–36,0) – у гибрида *Northcountry* и *V. uliginosum*. При этом размеры листовых пластинок у таксонов рода *Vaccinium* варьировались в среднем от 9 до 50 мм в длину и от 6 до 25 мм в ширину при изменении индекса листа, характеризуемого соотношением данных параметров, в интервале значений от 1,6 до 2,4, что несколько уступало таковому на севере республики [33] и свидетельствовало об изменении формы листовых пластинок в сторону ее расширения в южном регионе.

Количество побегов ветвления (генеративных), сформировавшихся к концу вегетационного периода 2011 г. на одном растении, изменялось в таксономическом ряду в диапазоне значений от 1 шт. у сорта *Duke* до 21–26 шт. у межвидовых гибридов *Northland* и *Northcountry*. При этом генотипические различия средней длины побегов, как и среднего количества образованных на них листьев, при диапазонах варьирования, соответственно, от 1,0 до 5,9 см и от 3 до 8 шт., оказались не столь выразительными, как у побегов формирования (вегетативных), что отмечалось ранее в подобных исследованиях на севере Беларуси [55] и что, разумеется, является биологической особенностью растений рода *Vaccinium*.

Однако степень облиствения побегов ветвления у всех исследуемых объектов, за исключением *V. angustifolium*, была в 1,4–2,8 раза выше, чем у побегов формирования, при наибольших различиях у сортов *Duke*, *Patriot*, *Elizabeth* и гибрида *Northblue* и изменялась от 18,9–19,9 у гибридов *Northland* и *Northcountry*, а также у сортов *Reca* и *Jersey* до 62,4 у *V. uliginosum*. Вместе с тем, если у аборигенного вида, как и у сорта *Duke*, а также гибридов *Northblue* и *Northcountry*, длина листовых пластинок на побегах ветвления заметно превышала таковую на побегах формирования, то у остальных таксонов наблюдалась противоположная этой картина при изменении значений данного признака в таксономическом ряду от 11 до 35 мм. Заметим, что различия побегов ветвления и формирования по ширине листовых пластинок, варьировавшейся у первых от 7 до 19 мм, оказались менее выразительными, чем по их длине. При этом диапазон варьирования индекса листа у побегов ветвления был

Таблица 3.2.2. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода (южный район)**

Таксон	Количество побегов, шт.		Длина, см		Количество листьев, шт.		Степень облиственности		Длина листа, мм		Ширина листа, мм		Индекс листа	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Побеги формирования														
V. uliginosum	2,4±0,2	–	4,3±0,4	–	15,0±1,6	–	36,0±2,3	–	9,4±0,5	–	5,7±0,2	–	1,6±0,1	–
V. angustifolium	2,0±0,8	–0,5	4,8±0,9	0,4	10,3±1,1	–2,3*	25,7±2,6	–2,9*	15,9±1,4	4,5*	6,8±0,5	1,8	2,4±0,1	7,4*
Duke	2,4±0,2	0	3,9±0,4	–0,6	5,0±1,4	–5,9*	17,1±4,4	–3,8*	26,0±2,1	7,7*	14,5±0,9	8,7*	1,8±0,1	1,6*
Reca	1,2±0,4	–2,7*	7,3±0,9	3,2*	8,5±0,8	–3,5*	12,3±1,2	–8,9*	21,3±1,7	6,8*	10,7±0,9	5,4*	2,0±0,1	4,6*
Jersey	6,4±1,1	3,6*	14,5±1,8	5,6*	14,2±1,3	–0,4	12,1±1,4	–9,1*	38,6±1,9	14,5*	22,6±1,4	11,6*	1,8±0,1	1,7
Patriot	7,6±0,7	6,6*	9,7±1,7	3,0*	9,9±1,2	–2,5*	13,5±1,2	–9,6*	41,5±2,5	12,8*	19,3±1,2	11,1*	2,2±0,1	4,4*
Coville	7,0±1,4	3,2*	16,2±2,7	4,3*	16,1±2,6	0,3	10,9±0,7	–10,2*	43,7±2,1	15,9*	24,0±1,3	13,5*	1,8±0,0	2,9*
Elizabeth	10,6±0,9	8,1*	21,2±2,8	5,8*	17,6±1,9	1,0	9,8±0,7	–10,6*	49,9±2,4	16,6*	24,6±1,5	12,4*	2,1±0,1	5,7*
Northblue	3,8±0,8	3,1*	11,7±2,0	3,6*	11,1±0,9	–2,1*	12,5±1,4	–9,1*	25,1±1,6	9,1*	12,6±0,9	7,2*	2,0±0,1	4,6*
Northcountry	5,8±1,1	2,9*	4,6±0,5	0,5	7,2±0,8	–4,9*	16,3±0,8	–7,8*	25,2±1,3	11,5*	11,1±0,8	6,5*	2,4±0,1	6,5*
Northland	10,2±2,6	3,0*	15,9±1,7	6,6*	16,5±1,1	0,8	13,7±2,0	-6,7*	28,8±1,6	11,3*	15,9±0,9	10,0*	1,8±0,1	2,5*
Побеги ветвления														
V. uliginosum	5,4±1,7	–	1,2±0,1	–	6,4±0,6	–	62,4±8,5	–	10,8±0,6	–	6,6±0,4	–	1,6±0,1	–
V. angustifolium	10,8±1,5	2,4*	1,8±0,2	2,1*	3,3±0,3	–4,9*	23,0±3,2	–4,3*	23,3±1,4	8,3*	9,1±0,4	4,2*	2,5±0,1	8,7*

Duke	1,0±0	–2,2*	1,1±0,1	–1,8	2,0±0	–2,9*	40,0±0,0	2,1*	32,5±2,5	9,7*	10,0±2,0	2,2*	3,3±0,4	4,0
Reca	3,8±0,8	–0,8	5,5±1,6	2,7*	5,4±0,4	–1,5	19,9±3,1	–4,7*	21,2±1,8	5,5*	10,6±0,9	3,7*	2,0±0,1	4,3*
Jersey	12,2±2,4	2,3*	3,9±0,4	6,3*	6,3±0,4	–0,1	19,1±1,5	–4,9*	31,5±1,2	15,4*	17,6±0,7	12,0*	1,8±0,1	1,9
Patriot	13,8±2,6	2,7*	2,7±0,3	4,6*	7,9±0,6	1,7	37,3±4,8	–2,6*	34,9±2,2	10,4*	18,8±1,1	10,1*	1,8±0,1	2,5*
Coville	5,4±2,3	0	2,3±0,3	2,9*	5,4±0,4	–1,5	28,5±2,8	–3,8*	29,2±1,4	11,8*	16,7±0,9	9,8*	1,8±0,0	1,4
Elizabeth	10,0±1,1	2,2*	3,3±0,3	6,2*	7,2±0,4	1,1	25,6±2,7	–4,1*	31,3±1,6	11,7*	17,9±0,8	11,4*	1,7±0,0	1,4
Northblue	11,6±1,6	2,7*	5,9±1,3	3,5*	6,6±0,5	0,3	29,5±4,8	–3,7*	31,3±1,7	11,3*	14,3±0,9	7,5*	2,2±0,1	6,3*
North-country	26,0±7,7	2,6*	4,3±0,9	3,4*	5,5±0,4	–1,3	18,9±2,4	–4,9*	27,6±1,8	9,0*	11,3±0,8	4,7*	2,5±0,1	7,9*
Northland	21,2±3,1	4,5*	4,3±0,5	6,2*	7,0±0,6	0,7	19,2±1,6	–4,9*	28,0±1,5	10,7*	15,7±0,8	9,1*	1,8±0,1	1,9*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

сопоставим с таковым у побегов формирования и соответствовал области значений от 1,6 у *V. uliginosum* до 3,3 у сорта *Duke V. corymbosum*. Приведенные значения биометрических показателей вегетативных органов таксонов рода *Vaccinium* в целом соответствовали полученным ранее другими авторами в одном из южных районов Брестской обл. [57].

Обращают на себя внимание существенные межрегиональные различия опытных растений по всем приведенным параметрам. Показанное выше ингибирование развития вегетативной сферы интродуцентов в южном районе исследований относительно северного подтвердилось и при сравнении биометрических показателей структурных компонентов их надземной фитомассы (табл. 3.2.3). Так, в условиях Припятского Полесья по сравнению с северным регионом у всех таксонов рода *Vaccinium*, участвовавших в обоих экспериментах, наблюдалось сокращение количества новообразованных побегов формирования и побегов ветвления в 1,8–15,9 и 1,2–48,8 раза соответственно при наибольших межрегиональных различиях у сорта *Duke* и наименьших – у *V. uliginosum*. Лишь в единичном случае – у межвидового гибрида *Northland* – количество побегов ветвления здесь оказалось выше в 1,2 раза. У большинства таксонов рода *Vaccinium* в южном районе по сравнению с северным отмечено также уменьшение средней длины побегов формирования и ветвления в 1,2–3,9 и 1,2–8,8 раза соответственно при наибольших контрастах в первом случае у *V. angustifolium*, во втором – у сорта *Duke*. Исключением в этом плане явились лишь растения *V. uliginosum* и межвидового гибрида *Northland*, у которых в южном районе средняя длина побегов формирования оказалась больше, чем в северном, в 1,1 раза, а также растения гибрида *Northblue*, у которых отмечено увеличение средней длины побегов ветвления в 1,2 раза.

Наряду с этим все интродуценты в условиях южного региона уступали своим аналогам в северном регионе по среднему количеству новообразованных листьев на побегах формирования в 1,3–2,3 раза, на побегах ветвления – в 1,3–3,8 раза при наибольших различиях в первом случае, как и по средней длине

Таблица 3.2.3. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода (северный район)**

Таксон	Количество побегов, шт.		Длина, см		Количество листьев, шт.		Степень облиственности		Длина листа, мм		Ширина листа, мм		Индекс листа	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Побеги формирования														
V. uliginosum	4,2±0,6	–	3,8±0,3	–	9,4±0,5	–	24,9±0,7	–	11,4±0,7	–	6,6±1,1	–	1,8±0,2	–
V. angustifolium	23,4±3,3	5,7*	18,7±0,9	15,6*	23,5±1,2	10,7*	12,7±0,8	–11,4*	28,8±1,9	8,4*	12,8±1,0	4,2*	2,3±0,1	2,5*
Duke	38,2±3,3	10,0*	12,4±1,0	8,3*	9,8±0,7	0,5	8,0±0,7	–17,6*	41,2±3,3	8,8*	21,6±1,9	6,7*	1,9±0,0	0,4
Northblue	12,6±1,6	4,8*	14,3±1,6	6,6*	14,6±1,1	4,4*	10,4±0,6	–15,8*	47,2±1,2	25,3*	22,2±1,1	9,9*	2,2±0,1	1,4
Northcountry	16,8±2,7	4,5*	12,6±1,1	8,1*	14,8±1,0	4,9*	11,9±0,8	–12,1*	45,0±1,0	26,9*	21,2±1,5	7,7*	2,2±0,1	1,4
Northland	37,0±5,1	6,4*	14,0±0,7	14,2*	12,8±0,4	5,4*	9,2±0,4	–18,9*	53,2±1,2	29,6*	31,4±1,0	16,6*	1,7±0,0	–0,7
Побеги ветвления														
V. uliginosum	6,6±1,0	–	1,4±0,2	–	3,2±0,6	–	23,0±2,9	–	8,8±1,1	–	5,2±0,6	–	1,7±0,1	–
V. angustifolium	20,0±4,6	2,8*	3,7±0,3	6,6*	8,6±0,5	7,0*	23,5±1,0	0,2	22,6±1,7	6,7*	10,4±0,8	5,1*	2,2±0,1	3,9*
Duke	48,8±7,8	5,3*	8,8±0,4	15,4*	7,6±0,4	6,2*	8,9±0,9	–4,6*	47,0±1,5	20,3*	24,6±0,9	18,5*	1,9±0,0	2,0
Northblue	23,4±7,7	2,2*	5,0±0,4	8,8*	10,4±1,5	4,6*	23,8±2,1	0,2	37,8±1,8	13,9*	18,8±0,9	13,1*	2,0±0,1	2,1*
Northcountry	41,2±14,9	2,3*	7,8±0,3	17,9*	9,7±0,9	6,1*	14,2±0,9	–2,9*	41,2±1,3	18,8*	19,8±0,9	13,4*	2,1±0,1	2,7*
Northland	18,0±8,1	1,4	9,7±1,3	6,4*	9,0±0,4	7,9*	11,2±1,5	–3,6*	39,4±1,1	19,8*	24,4±0,9	18,3*	1,6±0,0	–0,5

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

побегов, у *V. angustifolium,* во втором – у сорта *Duke.* При этом среднее количество листьев на побегах формирования у межвидового гибрида *Northland* в южном районе, напротив, оказалось выше, чем в северном, в 1,3 раза.

Обращает на себя внимание подобное увеличение среднего количества листьев на обеих категориях побегов в 1,6 и 2,0 раза у растений *V. uliginosum*. Вместе с тем у всех исследуемых таксонов рода *Vaccinium* в южном районе наблюдалось существенное увеличение по сравнению с северным степени облиствения как побегов формирования, так и побегов ветвления в 1,2–2,6 и 1,2–4,5 раза соответственно.

Что касается размерных параметров листовых пластинок, то у всех исследуемых объектов в южном районе они оказались в 1,1–2,5 раза меньшими, нежели в северном, и лишь на побегах ветвления *V. uliginosum* они были большими в 1,2–1,3 раза. Отмеченное уменьшение размеров ассимилирующих органов растений как в длину, так и в ширину было сравнительно пропорциональным, поскольку существенных межрегиональных различий в показателе листового индекса выявлено не было. Лишь у растений сорта *Duke* и гибрида *Northcountry* его значение у листьев на побегах ветвления в южном районе оказалось выше, чем в северном, соответственно, в 1,7 и 1,2 раза. Но, как и на севере республики, в Припятском Полесье были выявлены существенные таксономические различия опытных растений по всем приведенным параметрам, обусловленные индивидуальным потенциалом их развития, о величине которых можно судить по данным табл. 3.2.4 и 3.2.5.

Нетрудно убедиться, что в южном районе уже в первый год наблюдений большинство исследуемых таксонов рода *Vaccinium* превосходили дикорастущий вид, принятый за эталон сравнения, по высоте куста на 27–218 %, по диаметру кроны – на 101–369 % при наиболее существенных различиях в западно-восточном направлении, а также превосходили его в десятки раз по объему куста. Наиболее выразительные контрасты с *V. uliginosum* по размерным параметрам растений характеризовали сорт *Elizabeth* высокорослой голубики при отсутствии сколь-либо

значимых различий с ней в этом плане у сортов *Duke* и *Reca*, а также у *V. angustifolium*. Лишь в единичных случаях было показано достоверное отставание первого из них от эталонного вида по объему куста, а второго – по его высоте, соответственно, на 59 и 20 % (см. табл. 3.2.4).

Таблица 3.2.4. **Относительные различия с *V. uliginosum* биометрических характеристик габитуса растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода в районах исследований, %**

Таксон	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
		север-юг	запад-восток	
Южный район				
V. angustifolium	–	–	–	–
Duke	–	–	–	–58,8
Reca	–20,0	–	–	–
Jersey	+95,0	+185,9	+230,6	+988,2
Patriot	+103,8	+140,4	+163,3	+629,4
Coville	+156,3	+161,4	+200,0	+1100,0
Elizabeth	+217,5	+245,6	+369,4	+2882,4
Northblue	+44,4	+101,3	+143,9	+288,2
Northcountry	+26,9	+154,4	+181,6	+441,2
Northland	+102,5	+147,4	+191,8	+752,9
Северный район				
V. angustifolium	+43,5	+573,1	+413,8	+4700,0
Duke	+136,5	+919,2	+789,7	+19133,3
Bluecrop	+101,2	+746,2	+634,5	+11533,3
Northblue	+128,2	+792,3	+720,7	+14833,3
Northcountry	+116,5	+853,8	+651,7	+14100,0
Northland	+203,5	+865,4	+734,5	+23233,3

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с эталонным объектом при $p < 0,05$.

В северном районе, как и в южном, большинство исследуемых таксонов рода *Vaccinium* превосходили дикорастущий вид голубики по высоте куста на 44–204 %, по диаметру кроны – на 573–919 % при наиболее существенных различиях в отличие от южного региона в направлении с севера на юг, а также превосходили его в десятки и даже сотни раз по объему куста. При этом

наиболее выразительные контрасты с *V. uliginosum* по размерным параметрам растений характеризовали сорт *Duke* высокорослой голубики и особенно межвидовой гибрид *Northland*. Заметим, что в южном районе исследований подобные различия у всех таксонов голубики проявились заметно слабее, причем у сорта *Duke* и *V. angustifolium* они даже не нашли статистического подтверждения, что указывает на наличие сдерживающих факторов в развитии их вегетативной сферы. Тем не менее нельзя не отметить, что в обоих районах исследований наибольшим габитусом растений характеризовался межвидовой гибрид *Northland*.

Таблица 3.2.5. **Относительные различия с *V. uliginosum* биометрических показателей текущего прироста вегетативной сферы растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода в районах исследований, %**

Таксон	Побеги формирования						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
Южный район							
V. angustifolium	–	–	–31,3	–28,6	+69,1	–	+50,0
Duke	–	–	–66,7	–52,5	+176,6	+154,4	+12,5
Reca	–50,0	+69,8	–43,3	–65,8	+126,6	+87,7	+25,0
Jersey	+166,7	+237,2	–	–66,4	+310,6	+296,5	–
Patriot	+216,7	+125,6	–34,0	–62,5	+341,5	+238,6	+37,5
Coville	+191,7	+276,7	–	–69,7	+364,9	+321,1	+12,5
Elizabeth	+314,7	+393,0	–	–72,8	+430,9	+331,6	+31,3
Northblue	+58,3	+172,1	–26,0	–65,3	+167,0	+121,1	+25,0
Northcountry	+141,7	–	–38,0	–54,7	+168,1	+94,7	+50,0
Northland	+325,0	+269,8	–	–61,9	+206,4	+178,9	+12,5
Северный район							
V. angustifolium	+457,1	+392,1	+150,0	–49,0	+152,6	+93,9	+27,8
Duke	+809,5	+226,3	–	–67,9	+261,4	+227,3	–
Bluecrop	+395,2	+305,3	+51,1	–59,8	+249,1	+266,7	–
Northblue	+200,0	+276,3	+55,3	–58,2	+314,0	+236,4	–
Northcountry	+300,0	+231,6	+57,4	–52,2	+294,7	+221,2	–
Northland	+781,0	+268,4	+36,2	–63,0	+366,7	+375,8	–

Окончание табл. 3.2.5

Таксон	Побеги ветвления						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
Южный район							
V. angustifolium	+100,0	+50,0	–93,9	–63,1	+115,7	+37,9	+56,3
Duke	–81,5	–91,7	–68,8	–35,9	+200,9	+51,5	–
Reca	–	+358,3	–	–68,1	+96,3	+60,6	+25,0
Jersey	+125,9	+225,0	–	–69,4	+191,7	+166,7	–
Patriot	+155,6	+125,0	–	–40,2	+223,1	+184,8	+12,5
Coville	–	+91,7	–	–54,3	+170,4	+153,0	–
Elizabeth	+85,2	+175,0	–	–58,9	+189,8	+171,2	–
Northblue	+114,8	+391,7	–	–52,7	+189,8	+116,7	+37,5
Northcountry	+381,5	+258,3	–	–69,7	+155,6	+71,2	+56,3
Northland	+292,6	+258,3	–	–69,2	+159,3	+137,9	+12,5
Северный район							
V. angustifolium	+203,0	+164,3	+168,8	–	+156,8	+100,0	+29,4
Duke	+639,4	+528,6	+137,5	–61,3	+434,1	+373,1	–
Bluecrop	+248,5	+485,7	+181,2	–52,2	+227,3	+196,2	–
Northblue	+254,5	+257,1	+225,0	–	+329,5	+261,5	+17,6
Northcountry	+524,2	+457,1	+203,1	–38,3	+368,2	+280,8	+23,5
Northland	+172,7	+592,9	+181,2	–51,3	+347,7	+369,2	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с эталонным объектом при $p < 0,05$.

Вместе с тем в южном районе абсолютное большинство тестируемых объектов превосходили эталонный вид не только по габитусу куста, но также и по количеству и биометрическим параметрам новообразованных побегов. Как следует из табл. 3.2.5, относительная величина данных различий по количеству побегов формирования и ветвления изменялась в таксономическом ряду, соответственно, с 50 до 325 % и с 81 до 382 %. Наибольшим количеством побегов формирования были отмечены растения межвидового гибрида *Northland* и сорта *Elizabeth*, тогда как наименьшим, на 50 % уступавшим таковому у эталонного вида – растения сорта *Reca*, а также не обнаружившие достоверных различий с ним по данному признаку растения сорта

Duke и *V. angustifolium*. Лидирующее положение среди тестируемых таксонов рода *Vaccinium* по количеству побегов ветвления принадлежало межвидовому гибриду *Northcountry,* тогда как наименьшим их количеством, на 82 % уступавшим таковому у *V. uliginosum*, характеризовались растения сорта *Duke,* а также не показавшие сколь-либо значимых различий с аборигенным видом по данному признаку растения сортов *Reca* и *Coville.* При этом выразительность различий с ним у *V. angustifolium*, сорта *Duke*, а также межвидовых гибридов *Northblue* и *Northcountry* была более значительной по количеству новообразованных побегов ветвления, тогда как у остальных тестируемых таксонов – по количеству побегов формирования.

Подобные различия с эталонным видом по показателям средней длины побегов формирования и ветвления варьировались в таксономическом ряду в диапазонах значений от 70 до 393 % и от 50 до 392 % соответственно. Заметим, что среди тестируемых таксонов рода *Vaccinium* наиболее длинными побегами формирования характеризовались растения сорта *Elizabeth*, тогда как наиболее короткими, соизмеримыми с таковыми *V. uliginosum,* – растения *V. angustifolium*, гибрида *Northcountry*, а также сорта *Duke*, для которого было показано отставание от эталонного вида более чем на 90 % также и по средней длине побегов ветвления. Наибольшими значениями последней были отмечены растения межвидового гибрида *Northblue*, причем для растений сорта *Reca*, характеризовавшегося весьма незначительными расхождениями с *V. uliginosum* по средней длине побегов формирования, напротив, были показаны одни из наиболее существенных различий с эталонным видом по средней длине побегов ветвления. Как видим, у *V. angustifolium*, сорта *Reca*, а также гибридов *Northblue* и *Northcountry* указанные различия по средней длине новообразованных побегов проявились более контрастно у генеративных побегов, нежели у вегетативных, тогда как у сортов *Coville* и *Elizabeth* наблюдалась обратная этой картина при сходной выразительности данных различий у тех и других побегов у остальных тестируемых объектов.

Вместе с тем, как следует из табл. 3.2.5, большинство из них характеризовались на 26–67 % меньшим, чем у *V. uliginosum*, средним количеством листьев на побегах формирования при сопоставимом с ней их количестве на побегах ветвления у всех тестируемых таксонов, за исключением *V. angustifolium* и сорта *Duke*, уступавших аборигенному виду по данному признаку на 94 и 69 % соответственно. Показанные различия в сочетании с большей, чем у эталонного вида, средней длиной тех и других побегов обусловили на 29–73 % меньшую, по сравнению с ним, степень их облиствения.

В южном районе исследований все тестируемые таксоны рода *Vaccinium* превосходили *V. uliginosum* по длине и ширине листовых пластинок на побегах формирования – на 69–431 и 88–332 %, на побегах ветвления – на 96–223 и 38–185 % соответственно при наибольшей выразительности данных различий у вегетативных побегов. Вместе с тем у *V. angustifolium*, сорта *Duke* и гибрида *Northblue* более контрастная картина данных различий наблюдалась, напротив, у генеративных побегов, что было показано выше и для остальных характеристик текущего прироста вегетативной сферы растений. Наиболее крупными размерами листьев на побегах формирования характеризовались средне- и особенно позднеспелые сорта *V. corymbosum*, причем среднеспелый сорт *Patriot* отличался значительными размерами листьев и на побегах ветвления. При этом листовые пластинки и вегетативных, и генеративных побегов обладали на 12–56 % более высокими, чем у *V. uliginosum,* значениями листового индекса, что свидетельствовало об их более вытянутой форме.

В северном районе относительные размеры различий интродуцентов с аборигенным видом голубики по количеству побегов формирования и ветвления, превышавшие таковые в южном районе в 2–4 раза, изменялись в таксономическом ряду от 200 до 810 % и от 173 до 639 % соответственно. Наибольшим количеством первых были отмечены растения межвидового гибрида *Northland*, что наблюдалось и в южном районе исследований, однако лидирующие позиции по количеству побегов фор-

мирования в северном районе в отличие от последнего занимал сорт *Duke*. Наименьшим же размером превышения эталонных значений по данному признаку, как и в Припятском Полесье, характеризовались растения межвидового гибрида *Northblue* (см. табл. 3.2.4, 3.2.5).

Наиболее выразительными различиями с *V. uliginosum* по количеству побегов ветвления отличались сорт *Duke* и так же, как и в южном районе, межвидовой гибрид *Northcountry*. При этом выразительность различий с эталонным видом у большинства таксонов голубики была более значительной по количеству новообразованных побегов формирования, и лишь у двух из них – межвидовых гибридов *Northblue* и *Northcountry*, как и в южном районе,– по количеству побегов ветвления. Подобные различия с эталонным видом по показателям средней длины побегов формирования и в большей степени побегов ветвления варьировались в таксономическом ряду в диапазонах более высоких, нежели в условиях Припятского Полесья, значений – от 226 до 392 % и от 164 до 593 % соответственно. Заметим, что среди тестируемых таксонов голубики наиболее длинными побегами формирования характеризовались растения сорта *Bluecrop* и особенно узколистной голубики, для которой в южном районе, напротив, были показаны наименьшие их размеры. Наиболее короткими побегами формирования, как и в южном районе, обладали растения гибрида *Northcountry*, а также сорта *Duke*, но при этом они были отмечены наиболее длинными побегами ветвления. При этом у большинства таксонов голубики различия с *V. uliginosum* по средней длине побегов текущего года проявились более контрастно для побегов ветвления, нежели для побегов формирования, и лишь у *V. angustifolium* наблюдалась противоположная этой картина при практически идентичной выразительности данных различий для обеих категорий побегов у межвидового гибрида *Northblue*.

Как следует из табл. 3.2.5, тестируемые таксоны рода *Vaccinium* характеризовались на 36–150 % большим, чем у *V. uliginosum*, средним количеством листьев на побегах формирования и на 138–225 % большим их количеством на побегах ветвления.

Лишь для сорта *Duke* не было выявлено достоверных различий с эталонным видом в первом случае при наименьших их значениях во втором случае. Заметим, что и в условиях Припятского Полесья данный таксон голубики также характеризовался наименьшим средним количеством листьев на обеих категориях побегов, причем существенно уступавшим таковому у аборигенного вида (см. табл. 3.2.5). Наибольшим же средним количеством листьев на побегах формирования в северном районе обладала *V. angustifolium*, на побегах ветвления – межвидовой гибрид *Northblue*. Поскольку показанные выше различия с *V. uliginosum* по этому признаку оказались выраженными в меньшей степени, чем по средней длине тех и других побегов, это обусловило на 49–68 % меньшую по сравнению с ним степень облиствения побегов формирования и на 38–61 % – побегов ветвления. Лишь для *V. angustifolium* и межвидового гибрида *Northblue* во втором случае не было выявлено достоверных различий с *V. uliginosum*.

В северном районе все тестируемые таксоны рода *Vaccinium* превосходили *V. uliginosum* по длине и ширине листовых пластинок, соответственно, на 153–367 % и на 94–376 % на побегах формирования и на 157–434 % и 100–369 % на побегах ветвления при большей выразительности данных различий по сравнению с южным районом исследований. Вместе с тем относительные различия большинства таксонов голубики с эталонным видом по размерным параметрам листьев на побегах формирования и ветвления были вполне сопоставимы между собой, и лишь у сорта *Duke* и гибрида *Northcountry* во втором случае они проявились в заметно большей степени. Заметим, что у сорта *Duke* подобная закономерность была отмечена и в южном районе исследований. Среди тестируемых таксонов голубики наиболее крупными размерами листовых пластинок на побегах формирования характеризовался межвидовой гибрид *Northland*, тогда как на побегах ветвления – сорт *Duke*. Наименьшими же их размерами на обеих категориях побегов обладала *V. angustifolium*, для ассимилирующих органов которой были показаны на 28–30 % более высокие, чем у *V. uliginosum*, значения листового индекса,

что свидетельствовало о более вытянутой их форме. Подобным превышением эталонных значений на 18 и 24 % были отмечены также межвидовые гибриды *Northblue* и *Northcountry.*

Таким образом, в северном районе исследований лидирующее положение в таксономическом ряду растений рода *Vaccinium* по характеристикам габитуса куста принадлежало сорту *Duke* и в большей степени межвидовому гибриду *Northland*. При этом первый из них отличался наибольшими параметрами развития побегов ветвления и размерами образованных на них листьев, тогда как второй – наибольшими значениями данных показателей у побегов формирования. Наименьшими же параметрами развития вегетативной сферы растений, за исключением степени облиствения побегов, характеризовался аборигенный вид голубики *V. uliginosum*.

Сравнительный анализ результатов данных исследований, проводившихся одновременно на участках выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на севере республики и в Припятском Полесье, выявил существенные межрегиональные различия в формировании вегетативной сферы таксонов рода *Vaccinium* уже в первый год режимных наблюдений. Это проявилось в существенно более высоких в первом случае значениях большинства параметров развития их вегетативной сферы при заметно меньшей степени облиствения побегов формирования и побегов ветвления. Поскольку хорошо адаптированный к местным условиям аборигенный вид голубики в обоих районах исследований характеризовался близкими биометрическими параметрами, то нетрудно заключить, что природные условия северного района способствовали более выраженной реализации потенциала развития интродуцентов по сравнению с южным районом. При этом в обоих районах исследований наибольшими различиями с эталонным видом в развитии вегетативной сферы обладали межвидовые гибриды *Northblue*, *Northcountry* и особенно *Northland,* тогда как наименьшими – *V. angustifolium*. Вместе с тем для сорта *Duke* высокорослой голубики в районах исследований были получены прямо противоположные результаты, поскольку в северном ему

принадлежало лидирующее положение по степени различий с аборигенным видом, тогда как в южном он заметно уступал в этом плане большинству таксонов голубики.

С целью выявления интродуцентов, обладающих наиболее высоким интегральным уровнем развития вегетативной сферы растений в районах исследований, был использован предложенный Ж. А. Рупасовой оригинальный методический прием [137], основанный на сопоставлении у тестируемых объектов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных разноориентированных отклонений от эталонного вида *V. uliginosum* 12 биометрических показателей текущего прироста надземных частей растений, приведенных в табл. 3.2.6. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности различий тестируемых объектов с аборигенным видом по совокупности всех анализируемых признаков в районах исследований. Соотношение же суммарных величин относительных размеров положительных и отрицательных различий с *V. uliginosum* являлось интегральным критерием оценки преимуществ каждого интродуцента относительно других тестируемых объектов, в том числе аборигенного вида, в развитии вегетативной сферы. Это позволило провести их ранжирование в порядке снижения данного показателя и выявить среди них объекты с наибольшей реализацией потенциала развития в специфических условиях существования.

Анализ данных, приведенных в табл. 3.2.6, выявил наличие заметных генотипических различий в величине вышеуказанных отклонений, свидетельствующих о разной степени развития вегетативной сферы у тестируемых таксонов рода *Vaccinium* в обоих районах исследований. При этом амплитуда относительных величин данных отклонений, указывающая на степень проявления различий с *V. uliginosum* по совокупности анализируемых признаков независимо от их знака, в южном районе варьировалась в диапазоне значений от 589,6 % у *V. angustifolium* до 2223,1 % у сорта *Elizabeth V. corymbosum*. Это позволило расположить тестируемые таксоны голубики в порядке

снижения степени контрастности с эталонным объектом в развитии вегетативных частей растений следующим образом:

Elizabeth > *Northland* > *Jersey* > *Patriot* > *Coville* > *Northblue* > *Northcountry* > *Reca* > *Duke* > *V. angustifolium* > ***V. uliginosum.***

В северном же районе исследований для сходного с южным набора таксонов голубики амплитуда относительных величин рассматриваемых отклонений варьировалась в диапазоне более высоких значений – от 2087,6 % у *V. angustifolium* до 3606,1–3766,4 % у межвидового гибрида *Northland* и сорта *Duke V. corymbosum*.

Поскольку для некоторых признаков (среднего количества листьев на побегах и степени их облиственности) у тестируемых интродуцентов были получены меньшие, чем у эталонного вида, значения, то наиболее объективное представление о степени преимуществ каждого из них в сезонном развитии вегетативной сферы в целом можно составить на основании соотношения относительных размеров положительных и отрицательных различий с ним по совокупности анализируемых признаков.

Таблица 3.2.6. **Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий интродуцированных таксонов рода *Vaccinium* с *V. uliginosum* по биометрическим параметрам текущего прироста вегетативной сферы растений, 2011 г., %**

Таксон	Относительные размеры сдвигов			
	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/ отрицательные
Южный район				
V. angustifolium	372,7	216,9	589,6	1,7
Duke	583,4	397,1	980,5	1,5
Reca	799,3	227,2	1026,5	3,5
Jersey	1720,3	135,8	1856,1	12,7
Patriot	1610,9	136,7	1747,6	11,8
Coville	1569,5	97,6	1667,1	16,1
Elizabeth	2091,4	131,7	2223,1	15,9
Northblue	1331,5	144,0	1475,5	9,2
Northcountry	1271,1	107,7	1378,8	11,8
Northland	1828,2	131,1	1959,3	13,9

Окончание табл. 3.2.6

Таксон	Относительные размеры сдвигов			
	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/ отрицательные
Северный район				
V. angustifolium	2038,6	49,0	2087,6	41,6
Duke	3637,2	129,2	3766,4	28,2
Northblue	2409,6	58,2	2467,8	41,4
Northcountry	2938,3	90,5	3028,8	32,5
Northland	3491,8	114,3	3606,1	30,6

Таким образом, наибольшей выразительностью различий с аборигенным видом голубики в развитии вегетативной сферы растений в условиях сезона 2011 г. на юге республики характеризовались средне- и позднеспелые сорта *V. corymbosum*, а также межвидовой гибрид *Northland,* тогда как наименьшими различиями были отмечены *V. angustifolium* и раннеспелые сорта голубики высокорослой. В северном же районе наименее выразительно данные различия проявились у *V. angustifolium,* тогда как наиболее контрастными они оказались у гибрида *Northland* и особенно у сорта *Duke*.

Как следует из табл. 3.2.6, в южном районе диапазон изменения указанного соотношения в таксономическом ряду рода *Vaccinium* охватывал область значений от 1,5 до 16,1, что однозначно указывало на выраженные генотипические различия в развитии вегетативной сферы интродуцентов. При этом была обозначена нижеприведенная последовательность тестируемых объектов в порядке снижения степени их преимуществ по данному признаку:

Coville= Elizabeth > Northland > Northcountry = Jersey = Patriot > Northblue > Reca > V. angustifolium > Duke > ***V. uliginosum.***

Таким образом, наиболее значительными и весьма схожими параметрами развития вегетативных частей растений рода *Vaccinium* в опытной культуре на остаточном слое донного торфа в условиях Припятского Полесья уже в первый год наблюдений характеризовались позднеспелые сорта *V. corymbosum* – *Coville* и *Elizabeth*, а также межвидовой гибрид *Northland,* тогда

как наименьшими – раннеспелые сорта высокорослой голубики *Reca* и особенно *Duke,* а также *V. angustifolium*.

В северном районе исследований величина соотношения относительных размеров положительных и отрицательных различий интродуцентов с аборигенным видом голубики по совокупности анализируемых признаков варьировалась в диапазоне от 28,2 у сорта *Duke* до 41,4–41,6 у межвидового гибрида *Northblue* и *V. angustifolium,* что позволило расположить интродуценты в следующем порядке снижения степени их преимуществ в развитии вегетативной сферы по совокупности анализируемых признаков:

V. angustifolium = Northblue > Northcountry= Northland > Duke > ***V. uliginosum.***

Наиболее успешными в этом плане, причем в равной степени, оказались *V. angustifolium* и межвидовой гибрид *Northblue*, тогда как наименьшим интегральным показателем развития надземной сферы, уступавшим данным объектам в 1,5 раза, – сорт *Duke* высокорослой голубики при промежуточном положении межвидовых гибридов *Northland* и *Northcountry*, отстававших от лидирующих таксонов по совокупности анализируемых признаков в 1,3 раза.

Как видим, в обоих районах исследований межвидовые гибриды голубики характеризовались сравнительно высокими темпами развития вегетативной сферы, но степень реализации их потенциала в этом плане в южном районе оказалась в 2,2–4,5 раза меньшей, чем в северном. При этом наибольшими межрегиональными различиями параметров развития надземной сферы растений были отмечены сорт *Duke V. corymbosum* и особенно *V. angustifolium*, отстававшие в развитии от своих аналогов на севере республики, соответственно, в 18,8 и 24,5 раза. Вместе с тем наиболее значительными и весьма схожими биометрическими параметрами текущего прироста вегетативных органов в условиях Припятского Полесья уже в первый год наблюдений характеризовались позднеспелые сорта *V. corymbosum – Coville* и *Elizabeth*, а также межвидовой гибрид *Northland,* тогда как наименьшими – раннеспелые сорта высокорослой голубики *Reca* и особенно *Duke,* а также *V. angustifolium*.

Обращает на себя внимание факт, что все интродуцированные объекты, одновременно участвовавшие в данных исследованиях в южном и северном районах, в первом из них характеризовались существенно меньшими значениями большинства параметров развития вегетативной сферы при более высокой степени облиствения как побегов формирования, так и побегов ветвления.

При сходстве водно-физических свойств и уровня естественного плодородия остаточного слоя донного торфа в районах исследований причиной этого явления, на наш взгляд, могли явиться региональные особенности микробиоты корнеобитаемой зоны, обусловленные разным ботаническим составом торфяной залежи. Не исключено, что в условиях повышенной инсоляции на юге республики могла активизироваться деятельность микроорганизмов, ингибирующих развитие микоризы, в симбиозе с которой осуществляется корневое питание всех вересковых, что могло оказать негативное влияние на формирование вегетативной сферы интродуцентов.

3.3. Возрастные изменения параметров текущего прироста вегетативной сферы растений

С целью выявления возрастных изменений параметров развития надземных органов таксонов рода *Vaccinium* в южном районе исследований в конце сезона 2012 г. были продолжены наблюдения за биометрическими характеристиками текущего прироста трехлетних растений. Вместе с тем определенное влияние на его формирование могли оказать и погодные условия вегетационного периода, что предполагает интегральный характер изменений анализируемых признаков, обусловленный совокупным влиянием биотических и абиотических факторов. В связи с этим уместно напомнить, что сезоны 2011 и 2012 гг. при сходном, несколько превышавшем многолетнюю климатическую норму температурном фоне в основном различались по режиму выпадения осадков и количеству ясных, солнечных дней. Так, первый из них на всем протяжении был весьма засуш-

ливым, и лишь июль был отмечен почти двойной нормой выпавших осадков, тогда как второй сезон характеризовался весьма неравномерным режимом увлажнения с избытком влаги в апреле, июне и августе и ее выраженным дефицитом в мае и июле, в основной период формирования вегетативной и генеративной сфер растений, что не могло не повлиять на темпы их развития.

Вместе с тем, как и годом ранее, были выявлены существенные таксономические различия в формировании вегетативной сферы опытных растений, что проявилось в несоизмеримости ее отдельных характеристик (табл. 3.3.1). Так, в конце сезона средняя высота кустов голубики варьировалась в таксономическом ряду от 13 см у *V. uliginosum* до 50–56 см у позднеспелых сортов *Elizabeth* и *Coville V. corymbosum* при изменении диаметра их кроны от 11 до 52 см в направлении с севера на юг и от 14 до 44 см с запада на восток и объема куста от 2 до 110 дм^3. При этом наибольшим габитусом растений наряду с позднеспелыми сортами высокорослой голубики характеризовались ее среднеспелые сорта *Jersey* и *Patriot*.

Таблица 3.3.1. **Характеристика габитуса растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода 2012 г.**

Таксон	Высота куста, см		Диаметр куста, см				Объем куста, дм^3	
			север-юг		запад-восток			
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	12,6±2,1	–	10,8±1,2	–	14,0±2,0	–	1,7±0,4	–
V. angustifolium	18,8±2,5	1,9	21,0±3,8	2,6*	20,8±3,3	1,8	4,7±1,6	2,2
Duke	22,0±4,0	2,1	23,2±3,0	3,8*	13,8±1,2	–0,1	6,4±1,4	3,2*
Reca	28,2±3,3	3,9*	17,6±1,9	3,0*	15,8±1,9	0,7	7,0±1,7	3,1*
Jersey	46,4±6,0	5,3*	42,0±5,1	5,9*	42,8±5,3	5,1*	81,3±25,4	3,1*
Patriot	49,2±9,1	3,9*	40,6±4,3	6,7*	35,0±4,4	4,4*	68,2±18,3	3,6*
Coville	56,4±7,2	5,8*	43,6±5,5	5,8*	37,8±4,6	4,7*	85,2±26,5	3,1*
Elizabeth	50,4±10,1	3,6*	51,6±9,2	4,4*	44,2±7,9	3,7*	109,6±33,8	3,2*
Northblue	32,2±3,6	3,7*	37,1±2,2	10,4*	28,3±2,4	3,8*	32,3±6,3	4,8*
Northcountry	19,7±3,7	1,8	32,0±3,5	6,9*	23,3±4,4	2,2*	14,6±7,0	1,8*
Northland	31,4±3,4	4,7*	34,4±4,7	4,9*	26,0±3,1	3,2*	26,9±8,1	3,1*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

Особый интерес вызывают возрастные изменения размерных параметров опытных растений, представленные в табл. 3.3.2. Нетрудно убедиться в определенном сходстве относительных изменений высоты трехлетних растений по сравнению с двулетними у *V. angustifolium*, у большинства таксонов *V. corymbosum* и у межвидового гибрида *Northblue* в диапазоне значений от 39 до 54 %. Наиболее существенным ее увеличением (на 120 %) характеризовался один из самых низкорослых в эксперименте раннеспелый сорт высокорослой голубики *Reca*. При этом нельзя не обратить внимания на отсутствие статистически достоверных возрастных изменений данного параметра у аборигенного вида, сорта *Elizabeth V. corymbosum* и двух межвидовых гибридов *Northcountry* и *Northland*. Выявленные возрастные изменения высоты растений сопровождались увеличением диаметра их кроны, имевшим наиболее выразительный характер у большинства таксонов в направлении с севера на юг (на 31–186 %), и лишь у *V. uliginosum* более результативным в этом плане оказалось западно-восточное направление (табл. 3.3.1). При этом оба среднеспелых сорта *V. corymbosum* были отмечены сравнительно равномерным развитием кроны в обоих направлениях. Вместе с тем наиболее существенные возрастные изменения характеризовали объемные параметры опытных растений, диапазон которых охватывал область значений от 96–116 % у *V. angustifolium* и сорта *Elizabeth* до 814–900 % у наиболее маломерных таксонов – обоих раннеспелых сортов *V. corymbosum*. Заметим, что для межвидовых гибридов *Northcountry* и *Northland* не было выявлено сколь-либо значимых возрастных изменений ни по высоте растений, ни по диаметру кроны, ни по объему куста.

Таблица 3.3.2. **Возрастные изменения габитуса растений рода *Vaccinium* в опытной культуре (2012/2011 гг.), %**

Таксон	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
		север-юг	запад-восток	
V. uliginosum	–	–	+42,9	–
V. angustifolium	+44,6	+38,2	–	+95,8
Duke	+53,8	+186,4	+32,7	+814,3

Окончание табл. 3.3.2

Таксон	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
		север-юг	запад-восток	
Reca	+120,3	+83,3	+43,6	+900,0
Jersey	+48,7	+28,8	+32,1	+339,5
Patriot	+50,9	+48,2	+35,7	+450,0
Coville	+37,6	+46,3	+28,6	+317,6
Elizabeth	–	+31,0	–	+116,2
Northblue	+39,4	+61,3	+18,4	+389,4
Northcountry	–	–	–	–
Northland	–	–	–	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента возрастных различий при $p < 0,05$.

Таким образом, большинство таксонов рода *Vaccinium* характеризовались довольно близкими относительными размерами возрастных изменений в сторону увеличения высоты, диаметра кроны (преимущественно в направлении с севера на юг) и особенно объема куста при наибольшей выразительности выявленных эффектов у раннеспелых сортов *Duke* и *Reca* и весьма слабом их проявлении и даже полном отсутствии у *V. uliginosum,* сорта *Elizabeth*, а также у межвидовых гибридов *Northcountry* и *Northland*.

Вместе с тем на основании табл. 3.3.3 можно заключить, что, несмотря на показанные выше возрастные и генотипические различия размерных параметров опытных растений, в оба сезона наименьшими их значениями характеризовались растения двух раннеспелых сортов *V. corymbosum* – *Duke* и *Reca*, но особенно *V. uliginosum* и *V. angustifolium*, тогда как наибольшими – сорт *Elizabeth* высокорослой голубики. Остальные таксоны рода *Vaccinium* по данному признаку занимали промежуточное положение, и в порядке снижения его значений располагались в последовательности:

Coville > *Jersey* > *Patriot* > *Northblue* > *Northland* > *Northcountry.*

Обращает на себя внимание ослабление в приведенном ряду, по сравнению с предыдущим сезоном, позиций межвидового гибрида *Northland* и их усиление у гибрида *Northblue*.

Таблица 3.3.3. **Относительные различия с *V. uliginosum* биометрических характеристик габитуса растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода 2012 г., %**

Таксон	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
		север-юг	запад-восток	
V. angustifolium	–	+94,4	–	–
Duke	–	+114,8	–	+276,5
Reca	+123,8	+63,0	–	+311,8
Jersey	+268,3	+288,9	+205,7	**+4682,4**
Patriot	+290,5	+275,9	+150,0	**+3911,8**
Coville	+347,6	+303,7	+170,0	**+4911,8**
Elizabeth	+300,0	+377,8	+215,7	**+6347,1**
Northblue	+155,6	+243,5	+102,1	+1800,0
Northcountry	–	+196,3	+66,4	+758,8
Northland	+149,2	+218,5	+85,7	+1482,4

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента возрастных различий при $p < 0,05$.

Анализ данных табл. 3.3.4 показал, что в течение сезона 2012 г. таксоны рода *Vaccinium* в рамках текущего прироста надземных органов образовывали от 2–4 шт. (*V. uliginosum*, сорта *Duke* и *Reca*, межвидовые гибриды *Northblue* и *Northcountry*) до 12 шт. (сорт *Jersey*) побегов формирования со средней длиной от 3–6 см у *V. uliginosum* и *V. angustifolium* до 17–19 см у всех межвидовых гибридов и сортов *Patriot*, *Coville* и *Elizabeth* при среднем количестве листьев на одном побеге от 11–12 шт. у *V. uliginosum* и сорта *Duke* до 16–19 шт. у межвидовых гибридов, а также сортов *Reca* и *Elizabeth*. Степень же облиственности побегов формирования, определяемая количеством листьев, приходящимся на 10 см их длины, во втором сезоне оказалась наименьшей (менее 10) у средне- и позднеспелых сортов *V. corymbosum*, тогда как наибольшей (30–38) – у *V. uliginosum* и *V. angustifolium*. При этом размеры листовых пластинок у исследуемых таксонов голубики варьировались в сходных с предыдущим сезоном диапазонах – в среднем от 6 до 57 мм в длину и от 4 до 29 мм в ширину при изменении индекса листа, характеризуемого соотношением данных параметров, в интервале значений от 1,8 до 2,2.

Таблица 3.3.4. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода 2012 г.**

Таксон	Побеги формирования													
	количество, шт.		длина, см		количество листьев, шт.		степень облиствения		длина листа, мм		ширина листа, мм		индекс листа	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	4,4±1,2	–	3,5±0,4	–	11,9±1,4	–	38,1±3,9	–	6,4±0,3	–	3,6±0,2	–	1,8±0,1	–
V. angustifolium	6,4±2,0	0,8	5,9±0,7	2,9*	14,2±1,4	1,2	30,5±4,5	–1,3	15,4±0,7	12,2*	7,2±0,3	11,7*	2,2±0,04	4,9*
Duke	1,8±0,3	–2,1	9,7±1,1	6,5*	10,7±1,8	–0,4	10,9±1,1	–6,8*	37,1±1,1	27,3*	18,7±0,8	19,4*	2,0±0,1	3,5*
Reca	3,0±0,5	–1,0	13,3±1,3	7,2*	16,8±1,5	2,4*	14,3±2,3	–5,3*	38,7±1,0	30,0*	18,9±0,6	26,1*	2,1±0,03	4,9*
Jersey	11,8±1,9	3,2*	15,2±1,6	7,2*	13,4±1,5	0,8	9,1±0,6	–7,4*	49,2±1,6	26,3*	25,9±0,9	25,5*	1,9±0,03	2,2*
Patriot	6,8±1,1	1,5	18,6±2,1	7,2*	14,6±1,5	1,4	8,2±0,6	–7,7*	51,5±1,9	23,3*	23,6±0,9	22,3*	2,2±0,04	6,7*
Coville	6,0±1,3	0,9	18,7±1,7	8,5*	15,2±1,1	1,9	8,8±0,7	–7,5*	57,1±1,8	27,4*	29,3±1,1	23,2*	1,9±0,03	3,5*
Elizabeth	6,4±1,7	0,9	18,4±1,8	8,2*	16,6±1,8	2,1*	9,3±0,7	–7,4*	45,8±1,7	23,2*	24,4±0,9	22,9*	1,9±0,05	1,6
Northblue	3,6±0,3	–0,6	17,3±1,0	13,0*	17,9±1,4	2,9*	10,5±0,6	–7,1*	34,9±1,7	16,3*	17,4±0,9	14,8*	2,1±0,1	4,0*
Northcountry	3,3±0,9	–0,6	17,9±1,2	11,1*	18,9±1,1	4,1*	10,8±0,7	–6,9*	34,4±1,4	18,9*	16,8±0,7	19,2*	2,1±0,1	3,3*
Northland	6,0±2,6	0,6	16,6±1,5	8,6*	15,2±1,3	1,7	9,8±0,7	–7,2*	45,3±1,7	22,7*	26,3±1,1	20,5*	1,8±0,03	–0,6

Таксон	Побеги ветвления													
	количество, шт.		длина, см		количество листьев, шт.		степень облиствения		длина листа, мм		ширина листа, мм		индекс листа	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	2,2±0,5	–	1,9±0,2	–	6,5±0,4	–	40,2±5,0	–	6,0±0,3	–	3,5±0,2	–	1,8±0,1	–
V. angustifolium	2,6±0,9	0,4	1,4±0,3	–1,0	5,2±0,4	–2,1*	51,0±7,2	1,2	10,1±0,6	5,7*	4,8±0,2	4,3*	2,1±0,1	4,1*
Duke	7,0±1,2	3,6*	3,7±0,6	2,8*	5,6±0,5	–1,4	18,9±1,7	–4,0*	34,5±1,3	20,9*	18,2±0,6	24,6*	1,9±0,1	2,1*
Reca	5,8±0,5	5,2*	4,2±0,6	3,6*	8,3±1,0	1,6	24,6±3,0	–2,8*	32,8±1,4	18,9*	15,6±0,8	14,3*	2,2±0,1	5,5*
Jersey	18,2±2,9	5,3*	5,6±0,6	6,2*	7,6±0,7	1,2	15,2±1,7	–4,7*	40,3±1,2	28,5*	20,2±0,6	24,6*	2,0±0,04	4,1*
Patriot	25,0±6,2	3,7*	8,7±1,2	5,6*	7,3±0,5	1,0	10,3±0,9	–5,9*	43,4±1,6	23,2*	20,4±0,6	26,0*	2,1±0,05	5,2*
Coville	27,3±6,1	4,1*	6,3±0,5	8,0*	6,5±0,4	–0,1	11,3±1,0	–5,7*	48,5±0,9	43,6*	24,6±0,6	34,8*	2,0±0,03	3,8*
Elizabeth	37,2±8,5	4,1*	6,7±0,6	7,4*	7,8±0,6	1,6	12,9±0,9	–5,3*	42,7±1,1	33,1*	22,2±0,6	30,6*	1,9±0,03	2,9*
Northblue	15,7±1,6	8,1*	4,8±0,4	6,6*	5,2±0,4	–2,2*	11,9±0,8	–5,6*	41,2±1,6	22,0*	21,1±0,9	19,3*	2,0±0,1	3,3*
Northcountry	20,0±3,5	5,0*	5,1±0,5	5,7*	8,0±0,6	1,9	17,7±1,9	-4,2*	31,8±1,2	19,9*	14,8±0,6	17,0*	2,2±0,1	5,3*
Northland	26,4±5,7	4,2*	6,0±0,6	6,6*	7,6±0,6	1,4	13,7±0,8	-5,2*	33,7±1,3	20,2*	19,0±1,0	15,9*	1,8±0,04	1,0

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

Количество побегов ветвления, сформировавшихся в рамках текущего прироста у трехлетних растений, изменялось в таксономическом ряду в диапазоне от 2–3 шт. у *V. uliginosum* и *V. angustifolium* до 25–37 шт. у сортов *Patriot*, *Coville* и *Elizabeth*, а также у гибрида *Northland*. При этом генотипические различия средней длины побегов ветвления, как и среднего количества образованных на них листьев, при диапазонах варьирования в области более высоких, нежели у двулетних растений, значений, соответственно, от 1,4 до 8,7 см и от 5 до 8 шт., также оказались не столь выразительными, как у побегов формирования, что объясняется, скорее всего, большей генетической детерминированностью размерных параметров генеративных побегов у представителей данного рода. При этом степень их облиствения у всех исследуемых объектов, за исключением *V. uliginosum* и межвидового гибрида *Northblue*, превосходила таковую побегов формирования не более чем в 1,3–1,7 раза против 1,4–2,8 раза в предыдущем сезоне при наибольших различиях у *V. angustifolium*, а также у сортов *Duke*, *Reca* и *Jersey* и изменялась от 10,3–11,3 у сортов *Patriot* и *Coville* до 40,2–51,0 у *V. uliginosum* и *V. angustifolium*. Вместе с тем, аналогично с двулетними растениями, размерные параметры листовых пластинок на побегах ветвления у большинства таксонов голубики, составлявшие 6–48 мм в длину и 4–25 мм в ширину, уступали таковым на побегах формирования, и лишь для межвидового гибрида *Northblue*, как и годом ранее, была показана противоположная этой картина. При этом диапазон варьирования индекса листа у побегов ветвления был сопоставим с таковым у побегов формирования и соответствовал области значений от 1,8 у *V. uliginosum* и межвидового гибрида *Northland* до 2,2 у сорта *Reca* и межвидового гибрида *Northcountry*.

Несмотря на острый дефицит влаги в июле 2012 г., существенный ее избыток в июне и августе при умеренном температурном фоне должен был создать более благоприятные условия для развития вегетативной сферы растений голубики, нежели в предыдущем сезоне, характеризовавшемся в эти месяцы сухой и чрезвычайно жаркой погодой. В связи с этим воз-

растные изменения биометрических параметров вегетативной сферы растений рода *Vaccinium* в рамках текущего прироста, как было показано выше, должны были интегрировать в себе не только генотипические различия темпов развития ее структурных компонентов, но и характер ответной реакции разных таксонов голубики на изменение гидротермического режима сезона.

Как следует из табл. 3.3.5, на третьем году развития лишь 4 таксона голубики – *V. uliginosum*, *V. angustifolium* и два сорта *V. corymbosum* – *Reca* и *Jersey* – были отмечены активизацией на 83–220 % процесса новообразования побегов формирования по сравнению с двулетними растениями. У такого же количества экспериментальных объектов возрастных различий по данному признаку выявлено не было, а растения сорта *Elizabeth*, как и межвидовые гибриды *Northcountry* и *Northland*, образовали на третьем году жизни даже на 40–43 % меньшее количество вегетативных побегов. При этом у более чем половины таксонов голубики не было выявлено достоверных различий между разновозрастными растениями по средней длине последних. Вместе с тем для обоих раннеспелых сортов *V. corymbosum* и ее среднеспелого сорта *Patriot,* а также межвидовых гибридов *Northblue* и *Northcountry* было показано весьма значительное увеличение данного показателя на 48–289 %, сопровождавшееся у сортов *Duke*, *Patriot* и гибрида *Northcountry* менее выразительным увеличением среднего количества листьев на этих побегах, что привело к снижению степени их облиствения на 34–39 % на фоне отсутствия возрастных различий по данному признаку у остальных объектов. При этом трехлетние растения интродуцированных таксонов голубики, за исключением *V. angustifolium* и сорта *Elizabeth,* характеризовались существенно большими по сравнению с двулетними размерами листовых пластинок на побегах формирования как в длину (на 24–82 %), так и в ширину (на 22–77 %), без изменения их формы. Более выразительными, чем у побегов формирования, оказались возрастные изменения биометрических параметров новообразованных побегов ветвления (табл. 3.3.5).

Таблица 3.3.5. **Возрастные изменения биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов растений рода *Vaccinium* в опытной культуре (2012/2011 гг.), %**

Таксон	Побеги формирования						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
V. uliginosum	+83,3	–	–	–	–31,9	–36,8	–
V. angustifolium	+220,0	–	+37,9	–	–	–	–
Duke	–	+148,7	+114,0	–36,3	+42,7	+29,0	–
Reca	+150,0	+82,2	+97,6	–	+81,7	+76,6	–
Jersey	+84,4	–	–	–	+27,5	+14,6	–
Patriot	–	+91,8	+47,5	–39,3	+24,1	+22,3	–
Coville	–	–	–	–	+30,7	+22,1	–
Elizabeth	-39,6	–	–	–	–	–	–
Northblue	–	+47,9	+61,3	–	+39,0	+38,1	–
Northcountry	–43,1	+289,1	+107,7	–33,7	+36,5	+51,4	–
Northland	–41,2	–	–	–	+57,3	+65,4	–
Таксон	Побеги ветвления						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
V. uliginosum	–59,3	+58,3	–	–35,6	–44,4	–47,0	–
V. angustifolium	–75,9	–	+57,6	+121,7	–56,7	–47,3	–16,0
Duke	+250,0	+270,0	+180,0	–52,8	–	+82,0	–42,4
Reca	+52,6	–	+53,7	+23,6	+54,7	+47,2	–
Jersey	+49,2	+43,6	+20,6	–20,4	+27,9	+14,8	–
Patriot	+81,2	+222,2	–	–72,4	+24,4	–	+16,7
Coville	+405,6	+173,9	+20,4	–60,4	+66,1	+47,3	–
Elizabeth	+272,0	+103,0	–	–49,6	+36,4	+24,0	–
Northblue	+35,3	–	–21,2	–59,7	+31,6	+47,6	–
Northcountry	–	+18,6	+45,5	+27,3	+15,2	+31,0	–
Northland	–	+39,5	–	–28,6	+20,4	+21,0	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента возрастных различий при $p < 0,05$.

Для абсолютного большинства интродуцентов было показано увеличение среднего количества последних на одном растении на 35–406 % при наибольшем проявлении данного

эффекта у сортов *Duke*, *Elizabeth* и особенно *Coville*. При этом у межвидовых гибридов *Northcountry* и *Northland* не было выявлено достоверных различий между разновозрастными растениями по данному признаку, а у аборигенного вида *V. uliginosum*, как и у *V. angustifolium*, количество новообразованных побегов ветвления у трехлетних растений уступало таковому у двулетних на 59 и 76 % соответственно. Возрастная активизация процесса новообразования генеративных побегов у большинства таксонов голубики сопровождалась увеличением их средней длины на 19–270 %, особенно у сортов *Duke*, *Patriot* и *Coville*. Лишь у *V. angustifolium*, сорта *Reca* и межвидового гибрида *Northblue* не было выявлено возрастных различий по данному показателю. Вместе с тем в большинстве случаев у трехлетних растений темпы формирования листьев на генеративных побегах отставали от темпов удлинения последних, что обусловило достоверное снижение степени их облиственности на 20–72 %, и лишь у трех таксонов – сорта *Reca*, гибрида *Northcountry* и особенно *V. angustifolium* – наблюдалась противоположная этой картина.

В то же время, как и на побегах формирования, листовые пластинки на побегах ветвления у большинства интродуцентов заметно превосходили таковые у двулетних растений как по длине (на 15–66 %), так и по ширине (на 15–82 %), и лишь для аборигенного и узколистного видов голубики был показан обратный эффект. При этом в большинстве случаев возрастные изменения линейных размеров листовых пластинок не сопровождались изменением их формы. На третьем году жизни опытных растений были выявлены сходные по ориентации, но выраженные в существенно большей степени, нежели у двулеток, генотипические различия биометрических параметров текущего прироста вегетативных органов, о величине которых можно судить по данным табл. 3.3.6.

Исключением в этом плане явилось практически полное нивелирование данных различий по количеству новообразованных за вегетационный период побегов формирования, однако относительные различия интродуцентов с аборигенным видом

голубики, принятым за эталон сравнения, по показателю средней длины данных побегов возросли до 69–434 % при наибольших и примерно одинаковых размерах данного увеличения у сортов *Patriot*, *Coville*, *Elizabeth* и межвидового гибрида *Northcountry* и наименьших – у *V. angustifolium* и обоих раннеспелых сортов высокорослой голубики, характеризовавшихся и в предыдущем сезоне минимальными значениями данного параметра. При этом, как и годом ранее, весьма слабо проявились различия тестируемых таксонов голубики с *V. uliginosum* по среднему количеству сформированных на них листьев, но в отличие от двулеток, в большинстве своем незначительно отстававших от него по данному признаку, для трехлетних растений сортов *Reca* и *Elizabeth*, а также межвидовых гибридов *Northblue* и *Northcountry* было показано превышение его эталонного уровня на 40–59 % при отсутствии достоверных различий с ним у остальных тестируемых таксонов голубики. Несмотря на это, сохранилось установленное годом ранее, но заметно усилившееся во втором сезоне отставание интродуцентов от аборигенного вида на 63–79 % в степени облиствения побегов формирования.

Таблица 3.3.6. **Относительные различия с *V. uliginosum* биометрических показателей текущего прироста вегетативной сферы растений рода *Vaccinium* в опытной культуре в конце вегетационного периода 2012 г., %**

Таксон	Побеги формирования						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
V. angustifolium	–	+68,6	–	–	+140,6	+100,0	+22,2
Duke	–	+177,1	–	–71,4	+479,7	+419,4	+11,1
Reca	–	+280,0	+41,2	–62,5	+504,7	+425,0	+16,7
Jersey	+168,2	+334,3	–	–76,1	+668,8	+619,4	+5,6
Patriot	–	+431,4	–	–78,5	+704,7	+555,6	+22,2
Coville	–	+434,3	–	–76,9	+792,2	+713,9	+5,6
Elizabeth	–	+425,7	+39,5	–75,6	+615,6	+577,8	–
Northblue	–	+394,3	+50,4	–72,4	+445,3	+383,3	+16,7
Northcountry	–	+414,4	+58,8	–71,4	+437,5	+366,7	+16,7
Northland	–	+374,3	–	–74,3	+607,8	+630,6	–

Окончание табл. 3.3.6

Таксон	Побеги ветвления						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
V. angustifolium	–	–	–20,0	–	+68,3	+37,1	+16,7
Duke	+ 218,2	+94,7	–	–53,0	+475,0	+420,0	+5,6
Reca	+ 163,6	+121,0	–	–38,8	+446,7	+345,7	+22,2
Jersey	+ 727,3	+194,7	–	–62,2	+571,7	+477,1	+11,1
Patriot	+1036,4	+357,9	–	–74,4	+623,3	+482,9	+16,7
Coville	+1140,9	+231,6	–	–71,9	+708,3	+602,9	+11,1
Elizabeth	+ 90,9	+252,6	–	–67,9	+611,7	+534,3	+5,6
Northblue	+ 613,6	+152,6	–20,0	–70,4	+586,7	+502,9	+11,1
Northcountry	+ 809,1	+168,4	–	–56,0	+430,0	+322,9	+22,2
Northland	+1100,0	+215,8	–	–65,9	+461,7	+442,9	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с эталонным объектом при $p < 0,05$.

На фоне показанного выше ослабления генотипических различий у трехлетних растений по сравнению с двулетними, в том числе с аборигенным видом, в количестве новообразованных вегетативных побегов наблюдалось существенное усиление подобных различий в количестве сформированных за сезон генеративных побегов, что обусловлено разной степенью реализации репродуктивных возможностей у опытных растений при их вступлении в период плодоношения (см. табл. 3.3.6). Исключением в этом плане явилась лишь *V. angustifolium*, характеризовавшаяся на данном этапе развития полным нивелированием различий с *V. uliginosum* как по количеству новообразованных побегов ветвления, так и по их средней длине.

Лидирующее положение среди тестируемых таксонов рода *Vaccinium* по количеству генеративных побегов принадлежало позднеспелым сортам *Coville* и особенно *Elizabeth* и несколько отстававшим от них в этом плане сорту *Patriot* и межвидовому гибриду *Northland*, характеризовавшимся на порядок большим, чем у аборигенного вида, количеством данных побегов. При этом наименьшим размером данного превышения в таксономическом ряду (в пределах 164–218 %) были отмечены оба раннеспелых со-

рта высокорослой голубики. Вместе с тем возрастные изменения у интродуцентов степени различий с *V. uliginosum* по средней длине побегов ветвления были не столь однозначными. Так, при диапазоне их варьирования в таксономическом ряду трехлетних растений в диапазоне от 95 до 358 % усилением данных различий по сравнению с двулетками были отмечены лишь несколько сортов *V. corymbosum*, в том числе *Duke*, *Patriot*, *Coville* и *Elizabeth*, тогда как в остальных случаях, напротив, имело место их заметное ослабление. Но, как и у двулетних растений, практически не было выявлено сколь-либо значимых генотипических различий, в том числе и с аборигенным видом, по среднему количеству листьев на новообразованных побегах ветвления, что обусловило, в свою очередь, соизмеримое с предыдущим сезоном отставание от *V. uliginosum* по степени облиствения последних на 40–74 %, что, впрочем, наблюдалось и у вегетативных побегов.

Из табл. 3.3.6 следует, что, как и годом ранее, все тестируемые таксоны голубики превосходили *V. uliginosum* по длине и ширине листовых пластинок – на 141–792 % и 100–714 % на побегах формирования и на 68–708 % и 37–603 % соответственно на побегах ветвления. Обращает на себя внимание заметное нивелирование выявленных у двулетних растений различий между вегетативными и генеративными побегами в степени расхождений с аборигенным видом по данным признакам. На фоне показанных выше неоднозначных возрастных изменений в степени проявления подобных различий с *V. uliginosum* по количеству и биометрическим характеристикам самих побегов весьма существенными оказались изменения в проявлении подобных различий по размерным параметрам сформированных на них листьев. И на вегетативных, и на генеративных побегах трехлетних растений наблюдалось существенное увеличение по сравнению с двулетними относительных различий с *V. uliginosum* как по длине (в 1,4–4,6 раза), так и по ширине (в 1,7–8,2 раза) листовых пластинок, наиболее выраженное у сортов *Duke*, *Reca*, *Coville*, а также у межвидовых гибридов при наименьших различиях с эталонным видом у *V. angustifolium*. При этом наблюдалось заметное ослабление подобных различий по индексу листа.

С целью выявления таксонов рода *Vaccinium,* обладающих наиболее высоким интегральным уровнем развития вегетативной сферы у трехлетних растений, как и годом ранее, было проведено сопоставление у тестируемых объектов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных разноориентированных отклонений от эталонных значений 14 биометрических показателей текущего прироста надземных частей растений, приведенных в табл. 3.3.6.

Таблица 3.3.7. **Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий интродуцированных таксонов рода *Vaccinium* с *V. uliginosum* по биометрическим параметрам текущего прироста вегетативной сферы трехлетних растений, 2012 г., %**

Таксон	Относительные размеры сдвигов			
	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/ отрицательные
V. angustifolium	453,5	20,0	473,5	22,7
Duke	2300,8	124,4	2425,2	18,5
Reca	2366,8	101,3	2468,1	23,4
Jersey	3778,2	138,3	3916,5	27,3
Patriot	4231,1	152,9	4384,0	27,7
Coville	4640,8	148,8	4789,6	31,2
Elizabeth	4653,7	143,5	4797,2	32,4
Northblue	3156,9	162,8	3319,7	19,4
Northcountry	3046,7	127,7	3174,4	23,9
Northland	3833,1	140,2	3973,3	27,3

Анализ данных, представленных в табл. 3.3.7, выявил еще более выразительные, чем в предыдущем сезоне, генотипические различия в величине вышеуказанных отклонений, свидетельствующие о явной несоизмеримости темпов развития вегетативных органов тестируемых таксонов голубики. При этом амплитуда относительных величин данных отклонений, указывающая на степень различий с *V. uliginosum* по совокупности анализируемых признаков, независимо от их ориентации, варьировалась в более широком, чем у двулетних растений, диапазоне значений от 473,5 % у *V. angustifolium* до 4797,2 % у сорта

Elizabeth при увеличении в 2,0–2,9 раза разрыва между аборигенным видом и тестируемыми таксонами голубики в темпах формирования текущего прироста вегетативных органов трехлетних растений по сравнению с двулетними. В наибольшей степени это проявилось у сорта *Coville*. Исключением из этого правила явилась лишь *V. angustifolium*, для которой, напротив, было показано сокращение данного разрыва в 1,5 раза, что свидетельствовало о сближении темпов развития вегетативной сферы у половозрелых растений данного и аборигенного видов голубики. При этом в порядке снижения степени контрастности с эталонным объектом в развитии вегетативных частей трехлетних растений тестируемые таксоны голубики расположились следующим образом:

Elizabeth = Coville > Patriot > Jersey = Northland > Northblue > Northcountry > Reca = Duke > V. angustifolium > ***V. uliginosum.***

Обращает на себя внимание заметное сходство с аналогичным рядом, полученным годом ранее для двулетних растений при выраженном сближении темпов развития вегетативной сферы у обоих позднеспелых сортов *V. corymbosum*, характеризовавшихся в условиях Припятского Полесья наибольшей степенью реализации ростового потенциала. Лишь незначительным отставанием от них по данному признаку характеризовались оба среднеспелых сорта высокорослой голубики и межвидовой гибрид *Northland*. При этом гибриды *Northblue*, *Northcountry* и еще в большей степени раннеспелые сорта *V. corymbosum* отличались заметно меньшими, чем у последних, темпами формирования текущего прироста вегетативных органов. Наименьшими же их значениями, как и в предыдущем сезоне, были отмечены *V. angustifolium* и особенно *V. uliginosum*.

О степени же преимуществ в сезонном развитии вегетативной сферы каждого тестируемого таксона голубики относительно аборигенного вида мы судили по величине соотношения относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с ним. Соответственно, значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии указанных преимуществ, тогда как значения ниже 1, напротив,

позволяли сделать вывод об их отсутствии. В нашем же случае диапазон изменения размеров указанного соотношения в таксономическом ряду трехлетних растений рода *Vaccinium* соответствовал области более высоких, чем у двулетних, значений – от 18,5 до 32,4, что однозначно указывало на наращивание в возрастном ряду потенциала развития вегетативных частей интродуцентов, обусловившее усиление различий в этом плане с аборигенным видом. При этом была обозначена сходная с наблюдавшейся у более молодых растений последовательность тестируемых объектов в порядке снижения степени их преимуществ относительно последнего по данному признаку:

Elizabeth = Coville > Patriot = Jersey= Northland > Northcountry = Reca > V. angustifolium > Northblue > Duke > ***V. uliginosum.***

Ориентируясь на нее, можно заключить, что независимо от возраста растений рода *Vaccinium* специфические условия торфяных выработок в Припятском Полесье обеспечивают наибольшую степень реализации потенциала развития у среднеспелых и особенно позднеспелых сортов *V. corymbosum*, а также у межвидовых гибридов *Northland* и *Northcountry*, что указывает на перспективность создания на их основе локальных фитоценозов ягодных растений на этих малоплодородных землях. При этом низкие темпы развития вегетативной сферы *V. angustifolium* и раннеспелых сортов *V. corymbosum* делают их малоперспективными для использования в фиторекультивационных целях в данном регионе.

3.4. Продукционные и морфометрические параметры плодов

Общеизвестно, что вступление растений рода *Vaccinium* в период плодоношения, как и других ягодных кустарничков сем. *Ericaceae*, происходит на 3-м году жизни, соответствующем переходному от ювенильного этапа развития к генеративному, на котором реализуется лишь незначительная часть их репродуктивных возможностей. Поскольку экспериментальные посадки были сформированы двулетними растениями, то в первый год

наблюдений плодоношение наблюдалось лишь в единичных случаях – у отдельных экземпляров двух межвидовых гибридов *Northblue* и *Northcountry*. При этом, как следует из табл. 3.4.1, их урожайность оказалась крайне незначительной, не превышавшей 8–17 г на растение, причем размерные параметры плодов первого из них превосходили таковые второго в 1,7 раза по длине, в 1,9 раза по ширине и в 3 раза по средней массе.

Заметим, что и во втором сезоне исследуемые таксоны голубики находились еще на переходном от ювенильного к генеративному этапе развития. В связи с этим плодоношение было отмечено не у всех таксонов, что не позволило осуществить запланированные исследования в полном объеме. Тем не менее большинство объектов (8 из 11) уже вступили в фазу плодоношения, и это позволило дать предварительную оценку их продукционным параметрам в специфических условиях существования.

Таблица 3.4.1. **Урожайность и морфометрические параметры плодов растений рода *Vaccinium* в опытной культуре, 2011 г.**

Таксон	Урожайность, г/куст	Длина ягоды, см		Ширина ягоды, см		Масса одной ягоды, г	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northblue	17,3±1,7	1,2±0,03	–	1,6±0,04	–	1,5±0,1	–
Northcountry	6,7±2,5	0,7±0,01	–	0,8±0,02	–	0,3±0	–

Даже при условии неполной реализации потенциала плодоношения у опытных растений, как следует из табл. 3.4.2, отчетливо проявились генотипические различия исследуемых характеристик их ягодной продукции, подтверждаемые значительной шириной диапазонов варьирования в таксономическом ряду. Вместе с тем размерные параметры плодов (0,7–1,2 см в длину и 0,8–1,6 см в ширину) изменялись в более узком диапазоне значений, нежели их весовые и продукционные характеристики. Наибольшей средней массой, достигавшей 2,0 г, характеризовались плоды сорта *Coville V. corymbosum*, тогда как наименьшей, не превышавшей 0,3 г, – плоды *V. angustifolium*. Столь же выразительными оказались генотипические различия и по урожайности ягодной продукции, варьировавшейся в диапазоне

значений от 1,6–1,9 г с одного куста у *V. uliginosum*, *V. angustifolium* и сорта *Patriot* до 55,8 г с одного куста у сорта *Coville*. В этом случае при практикуемой плотности посадки голубики в количестве 3000 кустов на га урожайность ягодной продукции в первый год плодоношения опытных растений составила бы лишь 4,8–167,4 кг/га. Однако при полной реализации ими потенций плодоношения, начиная с 5–7-го годов жизни, следует ожидать существенного увеличения данных показателей примерно до 4–5 кг с одного куста, или 12–15 т/га.

Таблица 3.4.2. **Параметры плодоношения таксонов рода *Vaccinium* на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в Припятском Полесье, 2012 г.**

Таксон	Длина ягоды, см		Ширина ягоды, см		Масса одной ягоды, г		Урожайность, г/куст	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	0,8±0,2	–	0,9±0,1	–	0,41±0,09	–	1,6±0,4	–
V. angustifolium	0,7±0,1	–3,2*	0,7±0,1	–3,4*	0,25±0,09	–5,9*	1,9±0,1	0,8
Northblue	1,0±0,1	5,3*	1,4±0,2	15,6*	1,59±0,59	11,5*	9,3±2,1	8,8*
Northland	0,8±0,2	–0,7	1,1±0,2	5,1*	0,72±0,37	3,2*	10,9±0	2,8*
Jersey	1,1±0,1	3,5*	1,4±0,1	13,4*	1,39±0,36	6,6*	8,3±0	2,3*
Patriot	1,0±0,2	2,1*	1,4±0,4	3,5*	1,59±1,06	7,4*	1,9±0,2	1,8
Elizabeth	1,1±0,1	4,6*	1,5±0,2	9,1*	1,65±0,60	5,8*	13,2±0	3,2*
Coville	1,2±0,1	11,9*	1,6±0,2	31,8*	1,99±0,54	29,6*	55,8±4,1	29,5*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

Об относительных размерах выявленных генотипических различий по урожайности ягодной продукции голубики можно судить по данным табл. 3.4.3.

Нетрудно убедиться, что при сходстве у *V. angustifolium* и *V. uliginosum* параметров продуктивности все морфометрические характеристики плодов интродуцента оказались существенно (на 12–39 %) ниже, чем у аборигенного вида. Все же остальные тестируемые таксоны рода *Vaccinium*, напротив, в той или иной мере превосходили последний по размеру плодов, причем в большей степени по их ширине, нежели по длине, при диапа-

зонах варьирования в таксономическом ряду относительных величин выявленных различий от 22 до 78 % в первом случае и от 25 до 50 % во втором. При этом наименьшими размерами плодов, сопоставимыми с таковыми *V. uliginosum* по длине и незначительно превосходящими их по ширине, был отмечен межвидовой гибрид *Northland*, тогда как их наибольшими размерами характеризовался сорт *Coville*. Остальные же сорта *V. corymbosum* и межвидовой гибрид *Northblue* обладали несколько большими, чем у *V. uliginosum*, и примерно одинаковыми размерами плодов. Более отчетливо проявились различия тестируемых таксонов голубики с эталонным видом по средней массе одного плода (см. табл. 3.4.3). При этом лишь у наиболее мелкоплодной *V. angustifolium* она была в 1,6 раза меньшей, чем у него. Во всех же остальных случаях ее значения в 1,8–4,8 раза превосходили эталонный уровень при наибольших различиях у самого крупноплодного сорта *Coville* и наименьших у межвидового гибрида *Northland*.

Таблица 3.4.3. **Относительные различия с *V. uliginosum* урожайности и морфометрических параметров плодов растений рода *Vaccinium* на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в Припятском Полесье, 2012 г., %**

Таксон	Морфометрические параметры плодов			Урожайность
	длина	ширина	масса одного плода	
V. angustifolium	–12,5	–22,2	–39,0	–
Northblue	+25,0	+55,6	+287,8	+481,2
Northland	–	+22,2	+75,6	+581,2
Jersey	+37,5	+55,6	+239,0	+418,8
Patriot	+25,0	+55,6	+287,8	–
Elizabeth	+37,5	+66,7	+302,4	+725,0
Coville	+50,0	+77,8	+385,4	+3387,5

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $p < 0,05$.

Вместе с тем в первый год плодоношения наиболее выразительными оказались различия тестируемых таксонов голубики с эталонным видом по параметрам продуктивности. Так, средняя

урожайность их плодов с одного куста, за исключением *V. angustifolium* и сорта *Patriot V. corymbosum*, обладавших сходными с *V. uliginosum* значениями, превосходила таковую аборигенного вида в среднем в 5,2–8,2 раза, а у сорта *Coville* достигала даже 35-кратной величины. Следует заметить, что весьма продуктивным в этом ряду оказался также еще один позднеспелый сорт *V. corymbosum – Elizabeth,* средняя урожайность которого, хотя и уступала таковой сорта *Coville* в 4,2 раза, но все же была заметно выше, чем у остальных интродуцентов. Вместе с тем сравнительно неплохими показателями урожайности плодов характеризовались также межвидовые гибриды *Northblue* и особенно *Northland*. Это дает основание для предварительного заключения о наибольшей перспективности использования в фиторекультивационных целях на торфяных выработках в Припятском Полесье по параметрам плодоношения преимущественно позднеспелых сортов голубики высокорослой и в первую очередь наиболее урожайного и крупноплодного сорта *Coville*, а также межвидовых гибридов *Northblue* и *Northland*. При этом наименее интересными в этом плане следовало признать *V. angustifolium* и сорт *Patriot* высокорослой голубики, обнаруживших наименьшие параметры продуктивности в опытной культуре в первый год плодоношения.

Глава 4

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ

Результаты успешной интродукции представителей рода *Vaccinium* в условиях Беларуси послужили предпосылкой для углубленного изучения разных аспектов их жизнедеятельности, включая исследование биохимического состава ассимилирующих и генеративных органов, результаты которого приведены в значительном количестве публикаций, в том числе в нескольких научных монографиях [57, 74, 120, 150].

За рубежом исследования биохимического состава плодов голубики проводятся главным образом в США, Канаде и Германии и направлены на решение разных вопросов, связанных либо с определением оптимальных сроков съема плодов голубики для последующего их хранения [212], либо с отработкой параметров газового состава атмосферы, а также температурного режима хранения и замораживания ягодной продукции, обеспечивающих наибольшую сохранность в ней биологически активных соединений [214, 245], либо с сортоизучением [183, 206, 246] и установлением зависимости качества ягодной продукции от погодных условий вегетационного периода [218], либо с оптимизацией режима минерального питания [240]. Особое внимание в работах зарубежных исследователей занимают вопросы изучения фенольного комплекса плодов голубики, поскольку его компоненты и в первую очередь биофлавоноиды с их выраженным Р-витаминным и антиоксидантным действием обеспечивают основную ценность ягодной продук-

ции данного вида, как, впрочем, и других видов сем. *Ericaceae.* Неслучайно в ряде работ, посвященных оценке химического состава плодов сортовой голубики, основной акцент сделан на изучение параметров накопления и качественного состава полифенолов, преимущественно антоцианов [176, 182, 235], а также на исследование их антиоксидантной активности [191, 203, 255]. В последние годы изучением биохимического состава ягод голубики высокорослой начали заниматься и наши российские коллеги [77, 86].

Несмотря на то обстоятельство, что голубика высокорослая является сравнительно новым для Беларуси интродуцентом, биохимический состав ее плодов представляется весьма хорошо изученным, благодаря обстоятельным исследованиям, выполненным Центральным ботаническим садом НАН Беларуси. Еще в 80-е годы прошлого столетия, в связи с интродукцией и сортоизучением данного вида в местных условиях, была дана сравнительная оценка питательной и витаминной ценности плодов шести сортов высокорослого и аборигенного видов голубики [7, 156, 157]. Наибольший же интерес к изучению данного вопроса в нашей республике проявился в последнее десятилетие. В ряде работ Ж. А. Рупасовой с соавт. [57, 142, 150] установлены межвидовые, межсортовые и межсезонные различия в содержании в плодах *V. corymbosum* наиболее ценных в физиологическом плане соединений, определяющих качество ягодной продукции – свободных органических, аскорбиновой, бензойной, фенолкарбоновых и тритерпеновых кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ, биофлавоноидов, фенольных полимеров, растительных липидов и макроэлементов. Надо отметить, что большинство исследований биохимического состава плодов *V. corymbosum* в нашей республике было выполнено на мелиорированных землях, тогда как информация о качественном составе ее плодов на торфяных выработках начала появляться лишь в последние годы, причем в основном для северных районов Беларуси [27, 28, 37, 38, 41, 51, 52, 100, 105, 121, 124, 125, 138, 139, 141, 172].

4.1. Генотипические особенности биохимического состава плодов

Одной из задач исследований являлось установление генотипических различий таксонов рода *Vaccinium* по содержанию в плодах наиболее ценных в физиологическом плане соединений, определяющих качество и органолептические свойства ягодной продукции – свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, пектиновых и дубильных веществ, биофлавоноидов и макроэлементов. Сравнительное исследование биохимического состава плодов голубики было выполнено в опытной культуре на участке торфяной выработки в условиях сезонов 2011 и 2012 гг., характеризовавшихся в период их созревания повышенным температурным фоном при умеренном и даже избыточном увлажнении в первом сезоне и остром дефиците влаги во втором, что должно было оказать определенное влияние на темпы биосинтеза в них полезных веществ разной химической природы.

По нашим оценкам, приведенным в табл. 4.1.1, содержание свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот в сухой массе плодов голубики варьировалось в таксономическом ряду в диапазонах значений 3,0–15,8 %, 237,9–728,5 мг % и 966,7–1915,8 мг % соответственно. Значительная ширина приведенных диапазонов свидетельствует о выраженных генотипических различиях в содержании данных соединений, представление о которых можно составить на основе сопоставления параметров их накопления в плодах интродуцентов и аборигенного вида голубики, принятого за эталон сравнения (рис. 4.1.1).

Нетрудно убедиться, что все интродуценты, особенно сорта *Elizabeth* и *Jersey*, характеризовались на 22–60 % более высоким, чем у *V. uliginosum*, содержанием в плодах сухих веществ, указывавшим на их более плотную консистенцию, а также на 17–96 % более значительным накоплением в них фенолкарбоновых кислот при максимальных различиях у межвидовых гибридов *Northblue* и *Northland*. Лишь в единичном случае – у *V. angustifolium* – достоверных различий с эталонным видом по второму признаку

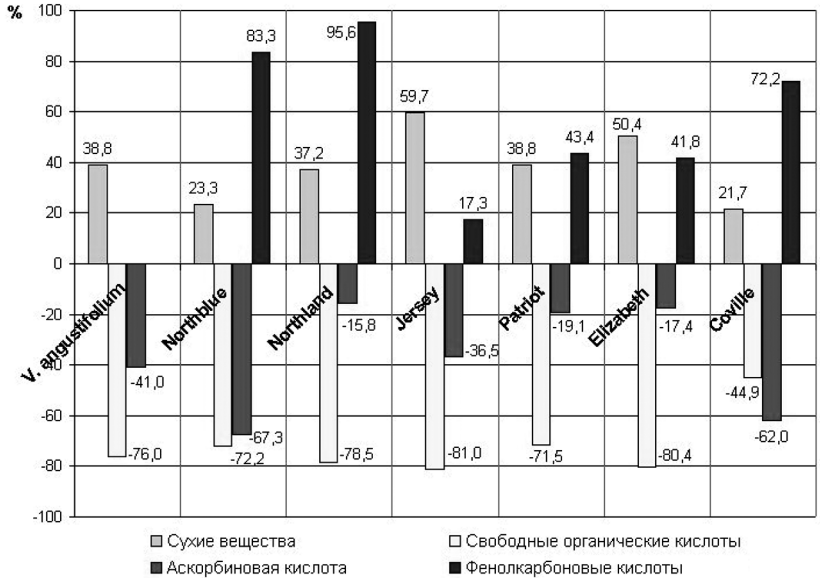


Рис. 4.1.1. Статистически достоверные относительные различия с *V. uliginosum* в содержании сухих веществ и органических кислот в плодах интродуцентов рода *Vaccinium* в опытной культуре, %

Таблица 4.1.1. **Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре**

Таксон	Сухие вещества, %		Свободные органические кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг %		Фенолкарбоновые кислоты, мг %	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	12,9±0,2	–	15,8±0,1	–	728,5±12,9	–	979,6±34,1	–
V. angustifolium	17,9±0,1	20,2*	3,8±0,1	–98,7*	430,1±7,2	–15,8*	966,7±69,4	–0,2
Northblue	15,9±0,1	11,9*	4,4±0,1	–126,4*	237,9±4,2	–36,3*	1795,8±48,1	13,8*
Northland	17,7±0,1	17,6*	3,4±0,1	–99,3*	613,3±4,3	–8,5*	1915,8±57,4	14,0*
Jersey	20,6±0,1	28,5*	3,0±0,1	–113,9*	462,8±9,8	–16,4*	1148,9±21,4	4,2*
Patriot	17,9±0,1	20,4*	4,5±0,1	–92,9*	589,5±5,8	–11,5*	1404,4±24,6	10,1*
Elizabeth	19,4±0,1	25,8*	3,1±0,1	–107,8*	601,8±6,8	–8,7*	1389,6±31,2	8,9*
Coville	15,7±0,2	9,0*	8,7±0,1	-93,0*	276,7±4,2	-33,4*	1686,8±18,4	18,3*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с эталонным видом при $p < 0,05$.

выявлено не было. Вместе с тем все тестируемые таксоны голубики на 16–67 % уступали *V. uliginosum* в содержании в плодах аскорбиновой кислоты и еще в большей степени (на 45–81 %) отставали от нее в накоплении титруемых кислот, что косвенно свидетельствовало об их лучших органолептических свойствах. При этом в таксономическом ряду интродуцентов наименьшим содержанием в плодах витамина С характеризовались межвидовой гибрид *Northblue* и сорт *Coville*, тогда как наибольшим – гибрид *Northland*, а также сорта *Patriot* и *Elizabeth*. Наименьшим же содержанием в них титруемых кислот были отмечены сорта *Jersey* и *Elizabeth*, тогда как наибольшим – самый урожайный позднеспелый сорт *Coville.*

Поскольку для межвидового гибрида *Northblue* мы располагаем информацией о биохимическом составе плодов в предыдущем, столь же жарком, но вместе с тем более влажном сезоне, то это предоставило возможность на его примере оценить степень влияния гидротермического режима на питательную и витаминную ценность ягодной продукции. В частности, было установлено, что экстремальный характер погодных условий второго сезона способствовал увеличению содержания в его плодах сухих веществ и фенолкарбоновых кислот на 49 и 72 % на фоне снижения на 45 и 31 % содержания в них аскорбиновой и свободных органических кислот.

Как и следовало ожидать, плоды исследуемых таксонов голубики характеризовались весьма высоким содержанием углеводов, в первую очередь растворимых сахаров, суммарное содержание которых в их сухой массе варьировалось в таксономическом ряду в диапазоне 38,0–52,7 % при значениях сахарокислотного индекса 2,5–16,8 (табл. 4.1.2). О степени выразительности генотипических различий по этим признакам можно судить по данным табл. 4.1.3. Нетрудно убедиться, что все интродуценты, за исключением межвидового гибрида *Northland*, превосходили *V. uliginosum* в содержании в плодах растворимых сахаров на 4–33 % при наибольших размерах данного превышения у позднеспелого сорта *Elizabeth*, характеризовавшегося в 6,7 раза более высоким, чем у аборигенного вида, значением сахарокислотного индек-

са плодов, а следовательно, и более сладким их вкусом. Вместе с тем весьма сладкими оказались также плоды *V. angustifolium* и сорта *Jersey*, превосходившие таковые аборигенного вида по данному признаку в 5,0–5,7 раза. Наименее же сладкими в ряду интродуцентов следовало признать плоды сорта *Patriot*, у которого размер подобного превышения составил лишь 3,7 раза.

Таблица 4.1.2. **Содержание углеводов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре, %**

Таксон	Растворимые сахара		Сахарокислотный индекс		Гидропектин	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	39,7±0,2	–	2,5±0	–	3,22±0,03	–
V. angustifolium	46,7±0,7	10,2*	12,5±0,4	26,6*	2,67±0,03	–12,7*
Northblue	49,0±1,0	9,2*	11,0±0,1	69,5*	3,08±0,01	–4,3*
Northland	38,0±0,6	–2,8*	11,1±0,5	19,0*	2,75±0,04	–9,5*
Jersey	42,0±0,5	4,4*	14,2±0,3	39,2*	3,09±0,02	–3,6*
Patriot	41,3±0,3	4,5*	9,3±0,2	44,9*	2,34±0,02	–23,1*
Elizabeth	52,7±2,0	6,4*	16,8±1,5	9,4*	3,16±0,05	–1,0
Coville	45,3±0,7	8,2*	5,2±0,1	28,1*	2,67±0,01	–12,7*
Таксон	Протопектин		Сумма пектиновых веществ		Протопектин/ Гидропектин	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	3,61±0,05	–	6,83±0,02	–	1,1±0,03	–
V. angustifolium	4,23±0,05	8,4*	6,90±0,02	2,3	1,6±0,04	10,2*
Northblue	3,15±0,06	–5,9*	6,23±0,06	–8,9*	1,0±0,02	–3,1*
Northland	3,53±0,06	–1,0	6,28±0,02	–17,2*	1,3±0,04	3,4*
Jersey	4,20±0,04	9,0*	7,29±0,06	7,5*	1,4±0,01	8,6*
Patriot	3,52±0,05	–1,2	5,87±0,07	–13,8*	1,5±0,01	13,6*
Elizabeth	3,54±0,06	–1,0	6,70±0,04	–1,6	1,1±0,03	–0,1
Coville	3,83±0,01	3,9*	6,50±0,05	–5,8*	1,4±0,01	11,2*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным видом при $p < 0,05$.

Столь выразительные различия органолептических свойств плодов интродуцентов и аборигенного вида голубики были обусловлены главным образом намного меньшим содержанием в первом случае свободных органических кислот и в меньшей степени более активным накоплением растворимых сахаров.

Вместе с тем на примере межвидового гибрида *Northblue* было показано, что экстремально жаркий и засушливый период созревания плодов голубики во втором сезоне не способствовал накоплению в них не только титруемых кислот, но и растворимых сахаров при снижении их содержания на 24 %.

Таблица 4.1.3. **Относительные различия с *V. uliginosum* в содержании углеводов в плодах таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре, %**

Таксон	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Протопектин/ Гидропектин
V. angustifolium	+17,6	+400,0	–17,1	+17,2	–	+45,4
Northblue	+23,4	+340,0	–4,3	–12,7	–8,8	–9,1
Northland	–4,3	+344,0	–14,6	–	–8,1	+18,2
Jersey	+5,8	+468,0	–4,0	+16,3	+6,7	+27,3
Patriot	+4,0	+272,0	–27,3	–	–14,1	+36,4
Elizabeth	+32,7	+572,0	–	–	–	–
Coville	+14,1	+108,0	–17,1	+6,1	–4,8	+27,3

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с эталонным видом при $p < 0,05$.

В значительной мере это было обусловлено их расходованием на показанный ниже чрезвычайно активизировавшийся в этих условиях, по сравнению с предыдущим сезоном, биосинтез антоциановых пигментов и флавонолов. Однако из-за более высоких темпов снижения при этом содержания титруемых кислот, нежели растворимых сахаров, показатель сахарокислотного индекса, характеризующий вкус плодов, оказался на 10 % выше, чем годом ранее.

Общее содержание пектиновых веществ в сухой массе плодов голубики, как и растворимых сахаров, варьировалось в диапазоне весьма высоких значений – от 5,9 до 7,3 %, в том числе гидропектина от 2,3 до 3,2 % и протопектина от 3,3 до 4,2 % (см. табл. 4.1.2). При этом плоды *V. uliginosum*, межвидового гибрида *Northblue* и сорта *Elizabeth* характеризовались сходным долевым участием обеих фракций в составе их пектинового комплекса. Для остальных же интродуцентов, особенно для *V. angustifolium*,

было показано существенное преобладание в нем нерастворимого пектина, содержание которого в 1,3–1,6 раза превышало таковое гидропектина. Заметим, что повышенный температурный фон в период созревания плодов голубики во втором сезоне в сочетании с дефицитом влаги оказал стимулирующее влияние на накопление в них лишь растворимого пектина, что можно проиллюстрировать на примере гибрида *Northblue*, у которого содержание последнего в предыдущем сезоне, характеризовавшемся повышенным температурным фоном при обилии атмосферных осадков, было ниже на 74 %, т. е. более чем в 1,7 раза при отсутствии межсезонных различий в содержании протопектина.

Более половины интродуцентов незначительно (не более чем на 5–14 %) уступали *V. uliginosum* по суммарному количеству в плодах пектиновых веществ при наибольших различиях у сорта *Patriot* (см. табл. 4.1.3). При этом для двух таксонов – *V. angustifolium* и сорта *Elizabeth* – подобных различий выявлено не было, и лишь в единичном случае – у сорта *Jersey* – отмечено на 7 % более высокое, чем у эталонного вида, содержание в плодах пектиновых веществ. Все интродуценты, за исключением сорта *Elizabeth,* в разной степени (на 4–27 %) уступали аборигенному виду в содержании в плодах гидропектина при наибольших различиях у сорта *Patriot*, но вместе с тем некоторые из них, в том числе *V. angustifolium*, а также сорта *Jersey* и *Coville* превосходили его на 6–17 % в накоплении протопектина на фоне отсутствия подобных различий у сортов *Patriot*, *Elizabeth* и межвидового гибрида *Northland*, а также отставания от него межвидового гибрида *Northblue* по содержанию в плодах и растворимого, и нерастворимого пектинов.

Особый научный и практический интерес в данных исследованиях представляют результаты сравнительной оценки содержания биофлавоноидов в плодах голубики благодаря оказываемому ими на человеческий организм Р-витаминному действию [5]. Общеизвестно, что полифенолы обладают высокой антиоксидантной и противоопухолевой активностью, противоязвенным, желчегонным, диуретическим, спазмолитическим, гипо-

тензивным, антиаритмическим, седативным, антибактериальным, противовирусным и фунгицидным эффектами [164]. Среди биофлавоноидов наиболее выраженным физиологическим действием отличаются антоциановые пигменты, катехины и флавонолы [72]. К примеру, антоцианы способны образовывать комплексы с ионами некоторых металлов, которые сравнительно быстро выводятся из организма. Это их свойство используется для минимизации последствий воздействия радиоактивных элементов на человеческий организм, что особенно важно для нашей республики в постчернобыльской ситуации.

Катехины обладают мощной Р-витаминной активностью, а также повышают устойчивость антоцианов. Флавонолы, среди которых в растительном мире наиболее распространены кверцетин и его гликозид рутин, оказывают стабилизирующее влияние на витамин С, подавляя действие фермента аскорбатоксидазы путем блокирования меди в его составе [146, 147].

Общеизвестно, что плоды представителей рода *Vaccinium* являются природными источниками этих чрезвычайно ценных биологически активных соединений многостороннего фармакологического и лечебно-профилактического действия. Исследованиями ученых Центрального ботанического сада НАН Беларуси, выполненными в разные годы во всех агроклиматических зонах республики, была подтверждена повышенная способность интродуцированных сортов голубики высокорослой к биосинтезу биофлавоноидов в плодах, но вместе с тем была показана выраженная зависимость параметров их накопления от генотипа растений и абиотических факторов [7, 29, 51, 53, 57, 64, 70, 104, 118, 139, 140–142, 150].

Плоды исследуемых таксонов голубики в специфических условиях произрастания на участке торфяной выработки в Припятском Полесье характеризовались весьма высоким общим содержанием биофлавоноидов, изменявшимся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 8117 мг % сухой массы у *V. angustifolium* до 28 440 мг % у *V. uliginosum* (табл. 4.1.4). Крайние позиции расходились в 3,5 раза, что было сопоставимо с данными Ж. А. Рупасовой и др. для плодов голубики при выращивании ее на

мелиорированных землях на юге республики [57], а также убедительно свидетельствовало о значительных генотипических различиях в накоплении данных соединений. Доминирующее положение в составе биофлавоноидного комплекса плодов всех таксонов голубики принадлежало антоциановым пигментам, общая доля которых в нем (при содержании 4073–22 622 мг %) достигала 77–84 %, и лишь у *V. angustifolium* она не превышала 50 %. Превалирующей фракцией данных соединений являлись собственно антоцианы, содержание которых, составлявшее 1253–12 813 мг %, превосходило таковое лейкоантоцианов в 1,3–1,7 раза, и лишь в плодах *V. angustifolium* наблюдалась противоположная этой картина, свидетельствующая, напротив, о более активном (в 2,3 раза) накоплении лейкоформ антоциановых пигментов. Наряду с этим данный вид голубики характеризовался значительно большим, чем у остальных таксонов рода *Vaccinium*, долевым участием в биофлавоноидном комплексе плодов также флавонолов (36 % против 13–19 %) и катехинов (14 % против 3–4 %), содержание которых варьировалось в таксономическом ряду в диапазонах значений 2400–4863 мг % и 559–1144 мг % соответственно.

Как видим, несмотря на существенные генотипические различия в содержании биофлавоноидов в плодах исследуемых таксонов голубики, для абсолютного большинства из них было выявлено заметное сходство в составе Р-витаминного комплекса, определяемое подобием соотношения в нем отдельных компонентов. Вместе с тем обращает на себя внимание чрезвычайно высокое содержание в плодах голубики антоциановых пигментов. На примере межвидового гибрида *Northblue* было показано, что в условиях чрезвычайно жаркого и засушливого сезона 2012 г. их суммарное содержание оказалось почти на 70 % выше, чем в предыдущем, достаточно увлажненном сезоне, в том числе содержание собственно антоцианов на 56 %, лейкоантоцианов – на 90 %.

Причина столь выраженного сдвига в фенольном метаболизме (предположительно, и у большинства других таксонов голубики) во втором сезоне в пользу накопления антоцианов,

Таблица 4.1.4. **Содержание биофлавоноидов (мг % сухой массы) и уровень антиоксидантной активности этанольных извлечений (% ингибирования аутоокисления адреналина) из плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре**

Таксон	Собственно антоцианы		Лейкоантоцианы		Сумма антоциановых пигментов		Катехины	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	12812,6±93,0	–	9809,2±97,0	–	22621,8±58,0	–	955,1±29,0	–
V. angustifolium	1253,3±26,7	–119,5*	2820,0±87,3	–53,5*	4073,3±113,7	–145,3*	1144,0±60,0	2,8*
Northblue	10334,0±72,8	–21,0*	7578,2±275,2	–7,6*	17912,2±238,0	–19,2*	712,7±8,2	–8,0*
Northland	10758,8±130,8	–12,8*	7938,8±156,4	–10,2*	18697,6±42,5	–54,5*	625,7±21,2	–9,2*
Jersey	9352,8±64,7	–30,5*	5456,3±106,8	–30,2*	14809,1±42,1	–109,0*	561,7±13,1	–12,4*
Patriot	5599,0±113,1	–49,3*	4484,7±196,7	–24,3*	10083,7±83,8	–123,0*	568,3±32,0	–9,0*
Elizabeth	10108,3±59,6	–24,5*	6541,2±295,2	–10,5*	16649,5±236,5	–24,5*	558,7±11,2	–12,7*
Coville	8423,5±84,9	–34,9*	5809,5±220,5	–16,6*	14233,0±165,5	–47,8*	744,8±47,8	–3,8*
Таксон	Флавонолы		Флавонолы/Катехины		Сумма биофлавоноидов		Антиоксидантная активность	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	4863,1±29,2	–	5,1±0,2	–	28440,1±57,9	–	30,5±0,9	–
V. angustifolium	2899,5±17,5	–57,6*	2,5±0,1	–11,2*	8116,8±176,0	–109,7*	47,3±0,6	15,0*
Northblue	2944,1±36,4	–41,1*	4,1±0,1	–4,6*	21569,0±248,4	–26,9*	34,9±1,0	3,3*
Northland	3183,5±22,3	–45,7*	5,1±0,2	0	22506,8±37,4	–86,1*	22,0±0,8	–6,9*
Jersey	2681,5±21,2	–60,4*	4,8±0,1	–1,4	18052,2±42,7	–144,4*	38,8±2,3	3,4*
Patriot	2400,2±24,4	–64,7*	4,3±0,2	–2,9*	13052,2±94,4	–138,9*	22,0±1,2	–5,5*
Elizabeth	2578,6±29,8	–54,7*	4,6±0,1	–2,0	19786,7±217,3	–38,5*	31,4±1,3	0,6
Coville	2696,2±13,9	–66,9*	3,6±0,2	–5,1*	17673,9±112,8	–84,9*	29,8±4,0	–0,2

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным видом при $p < 0,05$.

скорее всего, связана с особой физиологической ролью этих соединений. Общеизвестно, что при неблагоприятном воздействии абиотических факторов в растении срабатывает ряд защитных механизмов, одним из которых является активизация дыхательного процесса, в котором антоциановые пигменты принимают непосредственное участие в качестве переносчиков электронов от дыхательного материала (жиров, сахаров и др.) на кислород воздуха [72]. На наш взгляд, в условиях аномальной жары, при недостатке влаги в целях получения дополнительной энергии для поддержания метаболизма созревающих плодов у исследуемых растений возникла необходимость в ускорении переработки дыхательных субстратов. Можно предположить, что данное обстоятельство потребовало активизации терминальных оксидаз, обеспечиваемой усилением биосинтеза антоциановых пигментов. Это положение согласуется с показанным выше существенным снижением во второй год наблюдений в плодах гибрида *Northblue* содержания свободных органических и аскорбиновой кислот, а также растворимых сахаров. В пользу высказанного предположения свидетельствует также тот факт, что наименьшим среди интродуцентов содержанием в плодах антоциановых пигментов, более чем на порядок уступавшим таковому у других таксонов голубики, характеризовалась *V. angustifolium*, отличавшаяся наиболее ранним их созреванием, пришедшимся на последнюю декаду июня – первую декаду июля, отмеченными преобладанием умеренных температур при отсутствии дефицита влаги.

Вместе с тем межсезонные различия в накоплении в плодах гибрида *Northblue* флавонолов оказались менее выразительными по сравнению с выявленными для антоциановых пигментов, поскольку их содержание в экстремальных условиях 2012 г. лишь на 28 % превышало установленное годом ранее. Что касается катехинов, то сколь-либо заметного влияния гидротермического режима сезона на их накопление у данного таксона выявлено не было. Тем не менее из-за активизации биосинтеза в его плодах флавонолов и особенно антоциановых пигментов общее содержание в них биофлавоноидов во втором сезоне оказалось почти

на 60 % выше, чем в первом, что, учитывая важное физиологическое значение данных соединений, представляется нам весьма позитивным явлением.

Общеизвестно, что в медицинской практике фармакологическая коррекция окислительного стресса осуществляется с помощью биологически активных веществ – антиоксидантов, прерывающих нарастающие процессы окисления с образованием малоактивных радикалов, легко выводящихся из организма. По мнению ряда исследователей [32, 109], одной из наиболее перспективных групп природных антиоксидантов являются растительные полифенолы. Поскольку плоды вересковых, в том числе представителей рода *Vaccinium*, чрезвычайно богаты данными соединениями, то особый научный и практический интерес представляло сравнительное исследование их антиоксидантной активности, что позволяло выявить наиболее перспективные в этом плане таксоны голубики. При этом применили один из наиболее широко используемых методов определения данного показателя, основанный на способности супероксиддисмутазы (СОД) (важнейшего фермента антиоксидантной защиты организма, катализирующего превращение высокореакционного супероксид аниона в перекись водорода и молекулярный кислород), ингибировать супероксидрадикалы в реакции аутоокисления адреналина в щелочной среде [101, 136].

По нашим оценкам, приведенным в табл. 4.1.4, уровень антиоксидантной активности этанольных извлечений из плодов исследуемых таксонов голубики, выраженный в процентах ингибирования аутоокисления адреналина (ИАА), варьировался в весьма широком диапазоне значений – от 22,0 % у межвидового гибрида *Northland* и сорта *Patriot* до 47,3 % у *V. angustifolium*. Для сравнения покажем, что в работе наших румынских коллег [190], использовавших аналогичный метод определения антиоксидантной активности, для таксономического ряда голубики приведены близкие нашим значения данного показателя, тогда как у литовских исследователей [191] они оказались существенно выше и достигали у некоторых таксонов 82 %, причем для сорта *Coville* и межвидового гибрида *Northland* были получены

в 1,7 и 2,4 раза более высокие, чем в наших исследованиях, значения данного признака. На наш взгляд, данные различия могут быть обусловлены влиянием географического фактора, существенная роль которого в формировании биохимического состава плодов вересковых, в том числе в накоплении отдельных групп биологически активных соединений, нашла подтверждение в нашей работе [150].

Наиболее отчетливое представление об относительных размерах различий интродуцентов рода *Vaccinium* с *V. uliginosum* в содержании в плодах биофлавоноидов можно составить по данным табл. 4.1.5 и рис. 4.1.2. Как видим, все они существенно, но в разной степени (от 16 до 90 %) уступали аборигенному виду в содержании всех групп данных соединений при наиболее выраженных генотипических различиях в накоплении собственно антоцианов. Наиболее значительное отставание от эталонного объекта в содержании последних выявлено у сорта *Patriot* и особенно у *V. angustifolium* (на 56 и 90 % соответственно), тогда как наименьшим (не более чем на 16–19 %) оно оказалось у обоих межвидовых гибридов, что позволяет предположить наличие у них сходного с *V. uliginosum* уровня Р-витаминного действия биофлавоноидного комплекса плодов.

Таблица 4.1.5. **Относительные различия с *V. uliginosum* в содержании биофлавоноидов в плодах таксонов рода *Vaccinium*, %**

Таксон	Собственно антоцианы	Лейкоантоцианы	Катехины	Флавонолы
V. angustifolium	–90,2	–71,2	+19,8	–40,4
Northblue	–19,3	–22,7	–25,4	–39,5
Northland	–16,0	–19,1	–34,5	–34,5
Jersey	–27,0	–44,4	–41,2	–44,9
Patriot	–56,3	–54,3	–40,5	–50,6
Elizabeth	–21,1	–33,3	–41,5	–47,0
Coville	–34,3	–40,8	–22,0	–44,6

Вместе с тем в отличие от антоциановых пигментов для катехинов и особенно для флавонолов при диапазонах варьирования в таксономическом ряду их содержания в сухой массе плодов, соответственно, 559–1144 мг % и 2400–4863 мг % уста-

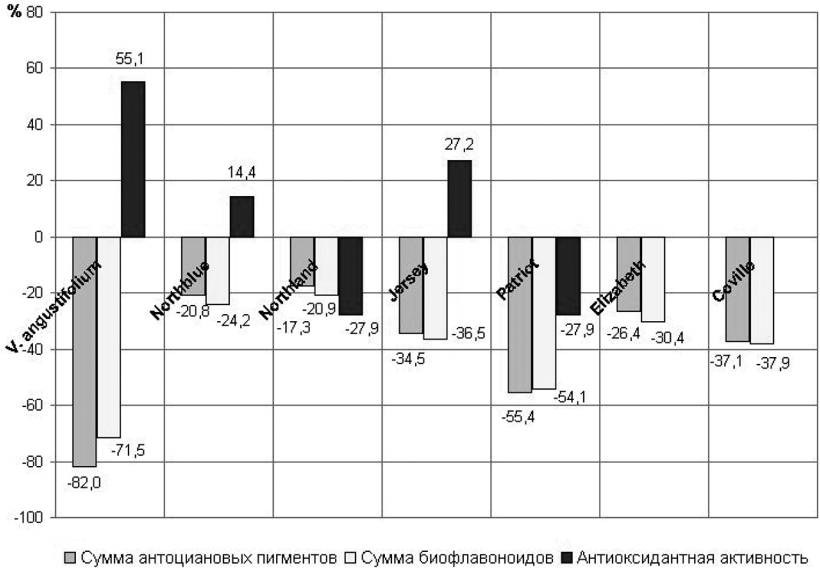


Рис. 4.1.2. Статистически достоверные относительные различия с *V. uliginosum* в содержании биофлавоноидов и в уровне антиоксидантной активности этанольных экстрактов из плодов таксонов рода *Vaccinium*, %

новлены менее выразительные генотипические различия в их накоплении. Так, все интродуценты уступали *V. uliginosum* на 22–41 % в первом случае и на 35–51 % – во втором. При этом лишь для *V. angustifolium* было показано на 20 % более высокое, чем у эталонного вида, содержание в плодах катехинов. Заметим, что наименьшим отставанием от него по данному признаку (не более чем на 22–25 %) были отмечены межвидовой гибрид *Northblue* и сорт *Coville* голубики высокорослой, тогда как наибольшим, причем одинаковым (на 41 %) – все остальные сорта данного вида.

Что касается флавонолов, то наименьшими различиями с аборигенным видом в их содержании в плодах (на 34–40 %), как, впрочем, и антоциановых пигментов, характеризовались оба межвидовых гибрида голубики, что и обусловило в результате наименее выраженное в таксономическом ряду отставание от него (на 21–24 %) также в общем накоплении биофлавоноидов.

Наиболее же выразительно различия с *V. uliginosum* в содержании флавонолов (на 51 %) проявились у сорта *Patriot*, для которого, как и для *V. angustifolium*, было показано также наибольшее отставание от аборигенного вида и в общем накоплении в плодах биофлавоноидов.

Таким образом, на фоне погодных условий сезона 2012 г. в таксономическом ряду рода *Vaccinium* наиболее высоким содержанием в плодах Р-витаминов характеризовался аборигенный вид голубики. Среди же интродуцентов наибольшими, лишь незначительно уступавшими ему параметрами их накопления были отмечены межвидовые гибриды *Northblue* и *Northland*, тогда как наименьшими – сорт *Patriot* и особенно *V. angustifolium*.

Возвращаясь к табл. 4.1.5, можно увидеть, что среди тестируемых таксонов голубики наиболее высоким уровнем антиоксидантной активности этанольных экстрактов из плодов, на 14–55 % превышавшим таковой аборигенного вида, были отмечены межвидовой гибрид *Northblue,* сорт *Jersey* и особенно *V. angustifolium*, характеризовавшаяся, как ни странно, наименьшим содержанием в них биофлавоноидов и в первую очередь антоциановых пигментов, являющихся общепризнанными антиоксидантами [177]. Это наводит на мысль, что в отличие от остальных тестируемых таксонов голубики столь высокий уровень антиоксидантной активности ее плодов обусловлен присутствием в них антоцианов с иной молекулярной структурой, содержащих большее, чем у них, количество парадиоксигруппировок, обеспечивающих антирадикальные свойства данных веществ [47], а также других биологически активных соединений. Ведь в биологических системах в качестве антиоксидантов могут выступать вещества разной химической природы, способные ингибировать процессы свободнорадикального окисления, в том числе и каротиноиды, и белки, и органические кислоты, и даже пектиновые вещества [68].

Для выявления компонентов биохимического состава плодов исследуемых таксонов голубики, обусловливающих наиболее высокий уровень антиоксидантной активности, были определены значения коэффициентов парной корреляции между данным при-

знаком и содержанием в плодах органических соединений, предположительно обладающих данной способностью. При анализе корреляционных связей мы ориентировались исключительно на наиболее тесные из них, определяемые абсолютными значениями коэффициента корреляции $r > 0{,}70$ и представленные в табл. 4.1.6.

Таблица 4.1.6. **Коэффициенты парной корреляции ($R_{x,y}$) между содержанием органических соединений в плодах таксонов родов *Vaccinium* и *Oxycoccus* и уровнем их антиоксидантной активности**

Таксон	Собственно антоцианы	Лейкоантоцианы	Катехины	Флавонолы
род *Vaccinium*				
V. uliginosum	**0,88**	–0,43	**0,98**	–0,98
V. angustifolium	**0,84**	–0,98	–0,99	–0,05
Northblue	–0,07	**0,95**	–0,42	0,69
Northland	–0,96	**0,87**	**0,71**	–0,88
Jersey	**0,70**	–0,70	**0,87**	–0,98
Patriot	–0,22	0,26	**0,99**	0,21
Elizabeth	**0,75**	–0,84	–0,31	0,61
Coville	0,02	0,02	0,49	–0,02
род *Oxycoccus*				
O. palustris	–0,45	0,55	**–0,99**	0,27
Ben Lear	**–0,99**	0,59	–0,41	0,23
род *Vaccinium*				
V. uliginosum	0,62	–0,76	–0,68	–0,84
V. angustifolium	–0,98	–0,88	–0,99	–0,99
Northblue	0,99	0,91	0,90	0,90
Northland	–0,65	**0,70**	0,43	0,51
Jersey	**0,83**	–0,06	–0,91	–0,93
Patriot	–0,12	–0,06	0,23	0,28
Elizabeth	–0,31	–0,95	0,22	–0,67
Coville	0,51	**0,99**	–0,73	–0,62
род *Oxycoccus*				
O. palustris	–0,61	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Ben Lear	**–0,98**	Не опр.	Не опр.	Не опр.

Можно предположить, что в обеспечении наиболее высокого уровня антиоксидантной активности плодов у представителей разных видов и межвидовых гибридов голубики ключевую роль играли разные соединения. Так, наиболее сильные прямые

связи с данным признаком установлены для содержания в плодах *V. uliginosum* собственно антоцианов и катехинов, у сортов *V. corymbosum: Jersey* – собственно антоцианов, катехинов и фенолкарбоновых кислот, *Patriot* – катехинов, *Elizabeth* – собственно антоцианов, *Coville* – аскорбиновой кислоты.

Наиболее широким спектром соединений, обнаруживших сильную положительную корреляцию с антиоксидантной активностью плодов и включающих лейкоантоцианы, аскорбиновую и фенолкарбоновые кислоты, а также обе фракции пектиновых веществ, характеризовался межвидовой гибрид *Northblue,* тогда как у гибрида *Northland* он оказался значительно уже и включал лейкоантоцианы, катехины и аскорбиновую кислоту. При этом для плодов *V. angustifolium*, отличавшихся максимальной в таксономическом ряду антиоксидантной активностью, была выявлена ее наиболее тесная прямая связь с содержанием гидропектина и собственно антоцианов, характеризовавшихся, напомним, минимальными в данном ряду параметрами накопления. Очевидно, именно сочетанием растворимого пектина и собственно антоцианов с предположительно иной, нежели у других таксонов голубики, молекулярной структурой и был обусловлен наиболее высокий уровень антиоксидантной активности плодов данного вида. На возможность подобного эффекта есть указания в работе А. А. Злобина и др. [68].

Обращает на себя внимание выраженная видо- и сортоспецифичность спектра органических соединений в составе этанольных экстрактов из плодов таксонов рода *Vaccinium*, для содержания которых была выявлена наиболее тесная прямая корреляционная связь с антиоксидантной активностью при наиболее частом проявлении данного эффекта у собственно антоцианов, катехинов и аскорбиновой кислоты и наименьшем и даже полном его отсутствии у протопектина и флавонолов. Более того, у ряда объектов обнаружена сильная обратная связь с содержанием последних, что, на наш взгляд, также может быть обусловлено присутствием в составе биофлавоноидного комплекса плодов данных соединений, не содержащих в своей молекулярной структуре парадиоксигруппировок.

Подобные исследования, выполненные нами для сравнения на плодах представителей рода *Oxycoccus* – аборигенного вида *O. palustris* L. и сорта *Ben Lear O. macrocarpus* (Ait.) Pers., выявили в фенольном комплексе плодов в первом случае наиболее сильную положительную связь антиоксидантной активности с общим содержанием антоциановых пигментов при тесной отрицательной связи с таковым катехинов, тогда как во втором случае была показана сильная обратная связь с содержанием собственно антоцианов и фенолкарбоновых кислот при отсутствии подобной прямой связи с накоплением какой-либо фракции биофлавоноидов, что косвенно свидетельствовало о видоспецифичности обнаруженных эффектов и вместе с тем позволяло предположить существование у интродуцента ключевых источников антиоксидантной активности иной химической природы (см. табл. 4.1.6). Вместе с тем у обоих таксонов клюквы была обнаружена положительная связь средней силы с содержанием в плодах лейкоантоцианов.

Напомним, что особенностью примененного в наших исследованиях метода определения антиоксидантной активности этанольных экстрактов из плодов вересковых является использование в нем быстро протекающей реакции аутоокисления адреналина, сопровождающейся образованием продукта его окисления, имеющего поглощение при 347 нм и накопление которого, достаточное для количественной оценки определяемого показателя, происходит в течение 1–3 мин от момента добавления в щелочной раствор низких концентраций адреналина (230 мкМ). При этом наиболее высокий уровень антиоксидантной активности этанольных экстрактов регистрируется спустя 30 с от начала реакции с последующим снижением к ее окончанию через 3 мин. В связи с этим определенный научный интерес представляло сравнение у исследуемых таксонов вересковых динамики данного показателя в течение указанного промежутка времени, представление о которой можно составить по данным табл. 4.1.7.

Представители рода *Oxycoccus* в оба вышеобозначенных срока обнаружили более высокий, чем таксоны рода *Vaccinium*, уровень антиоксидантной активности этанольных экстрактов

из плодов (88 % против 40–73 % спустя 30 с и 73–75 % против 22–47 % спустя 3 мин). При этом темпы его снижения в течение данного промежутка времени у первых, составлявшие лишь 15–17 %, практически не зависели от генотипа растений и оказались существенно ниже, чем у вторых, у которых они заметно варьировались в таксономическом ряду в пределах от 19 % у *V. angustifolium* до 50–55 % у межвидовых гибридов *Northblue* и *Northland*, а также у сорта *Coville V. corymbosum*.

Таблица 4.1.7. **Уровень антиоксидантной активности этанольных извлечений из плодов интродуцентов родов *Vaccinium* и *Oxycoccus* в зависимости от продолжительности реакции аутоокисления адреналина, %**

Таксон	Через 30 с	Через 3 мин	Относительные различия, %
род *Vaccinium*			
V. uliginosum	50,2	30,5	–39,2
V. angustifolium	58,2	47,3	–18,7
Northblue	73,2	34,9	–52,3
Northland	48,3	22,0	–54,5
Jersey	54,1	38,8	–28,3
Patriot	39,7	22,0	–44,6
Elizabeth	48,1	31,4	–34,7
Coville	58,9	29,8	–49,4
род *Oxycoccus*			
O. palustris	87,6	73,0	–16,7
Ben Lear	88,1	75,1	–14,8

Исследуемые таксоны рода *Vaccinium* характеризовались весьма высоким содержанием в сухой массе плодов макроэлементов, в том числе азота – 0,49–0,73 %, фосфора – 0,13 – 0,15 %, калия – 0,57–0,74 % (табл. 4.1.8).

Таблица 4.1.8. **Содержание макроэлементов в сухой массе плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре, %**

Таксон	Азот		Фосфор		Калий	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
V. uliginosum	0,73±0,01	–	0,14±0,01	–	0,74±0,01	–
V. angustifolium	0,52±0,01	–12,0*	0,14±0,01	–1,4	0,68±0,01	–4,4*
Northblue	0,49±0,02	–10,9*	0,13±0,01	–3,5*	0,64±0,01	–8,0*

Окончание табл. 4.1.8

Таксон	Азот		Фосфор		Калий	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northland	0,61±0,02	–5,5*	0,14±0,01	0	0,61±0,01	–10,4*
Jersey	0,64±0,02	–3,4*	0,15±0,01	2,8*	0,58±0,01	–12,8*
Patriot	0,57±0,02	–6,5*	0,14±0,01	0	0,57±0,02	–8,9*
Elizabeth	0,54±0,03	–6,4*	0,14±0,01	–1,7	0,62±0,01	–11,3*
Coville	0,65±0,02	–2,8*	0,13±0,01	–3,5*	0,68±0,01	–4,4*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным видом при $p < 0,05$.

Наиболее выразительный характер генотипических различий был установлен для параметров накопления в плодах азота и калия. При этом все интродуценты уступали аборигенному виду голубики в содержании в них азота на 11–33 % и калия на 8–23 % на фоне практически полного отсутствия различий с ним в содержании фосфора (рис. 4.1.3).

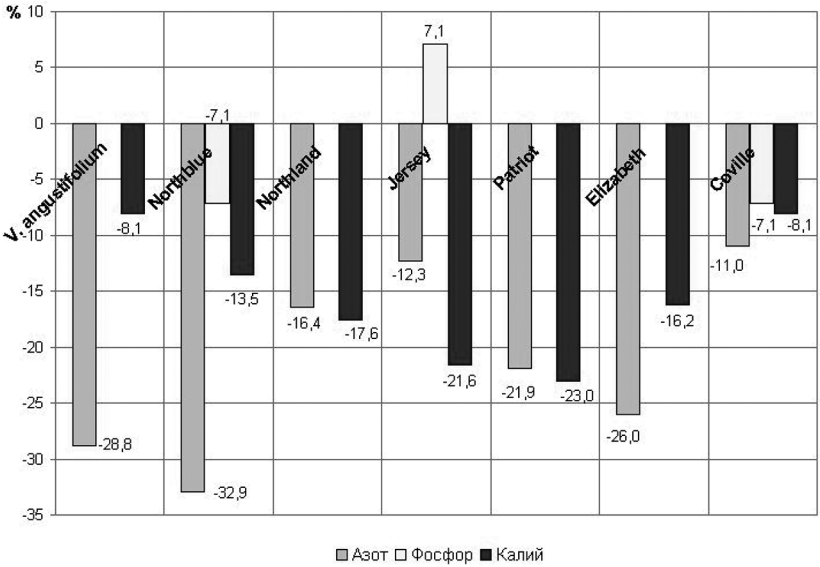


Рис. 4.1.3. Статистически достоверные относительные различия с *V. uliginosum* в содержании макроэлементов в плодах таксонов рода *Vaccinium*, %

Таким образом, результаты сравнительного исследования биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* в условиях аномально жаркого и засушливого сезона 2012 г. выявили значительное отставание интродуцентов от аборигенного вида в содержании в них большинства полезных веществ, в том числе на 11–33 % азота, на 8–23 % калия, на 45–81 % свободных органических кислот, на 16–67 % аскорбиновой кислоты, на 4–27 % гидропектина и на 8–14 % пектиновых веществ в целом, на 17–82 % антоциановых пигментов, в том числе на 16–90 % собственно антоцианов и на 19–71 % лейкоантоцианов, на 22–42 % катехинов, на 34–51 % флавонолов и на 21–72 % биофлавоноидов в целом, обнаружив более высокое содержание весьма ограниченного набора веществ, в том числе на 17–96 % фенолкарбоновых кислот, на 22–60 % сухих веществ и на 4–33 % растворимых сахаров при более высоких (на 108–572 %) значениях сахарокислотного индекса. При этом для *V. angustifolium*, межвидового гибрида *Northblue* и сорта *Jersey V. corymbosum* был показан более высокий, чем у аборигенного вида, уровень антиоксидантной активности Р-витаминного комплекса плодов.

На основании результатов биохимического скрининга таксонов рода *Vaccinium* были выявлены объекты с наибольшими и, соответственно, наименьшими параметрами накопления в плодах действующих веществ разной химической природы (табл. 4.1.9). При этом наиболее высоким содержанием в них сухих веществ отличался сорт *Jersey*; свободных органических и аскорбиновой кислот – *V. uliginosum*; фенолкарбоновых кислот – межвидовой гибрид *Northland*; растворимых сахаров – межвидовой гибрид *Northblue* и сорт *Elizabeth*, обладавший максимальным в таксономическом ряду значением сахарокислотного индекса; пектиновых веществ – сорт *Jersey*, в том числе гидропектина – *V. uliginosum*, сорт *Jersey* и межвидовой гибрид *Northblue*, протопектина – сорт *Jersey* и *V. angustifolium*; всех групп биофлавоноидов – *V. uliginosum*, катехинов – *V. angustifolium*, обладавшая, как и сорт *Jersey*, наиболее высоким в таксономическом ряду уровнем антиоксидантной активности этанольных извлечений из плодов; азота и калия – *V. uliginosum*; фосфора – сорт *Jersey*.

Таблица 4.1.9. **Таксоны рода *Vaccinium* с наибольшим (max) и наименьшим (min) содержанием в плодах полезных веществ в опытной культуре**

Показатель	*V. uliginosum*	*V. angustifolium*	*Northblue*	*Northland*	*Jersey*	*Patriot*	*Elizabeth*	*Coville*
Сухие вещества	min				max			
Свободные органические кислоты	max				min		min	
Аскорбиновая кислота	max		min					min
Фенолкарбоновые кислоты	min	min		max				
Сумма растворимых сахаров	min		max	min			max	
Сахарокислотный индекс	min						max	min
Гидропектин	max		max		max	min		
Протопектин		max	min		max			
Сумма пектиновых веществ					max	min		
Антоцианы	max	min						
Лейкоантоцианы	max	min						
Сумма антоциановых пигментов	max	min						
Катехины	max	max			min	min	min	
Флавонолы	max					min		
Сумма биофлавоноидов	max	min						
Антиоксидантная активность		max		min.	max	min		
Азот	max	min	min					
Фосфор			min		max			min
Калий	max				min	min		

Наименьшим содержанием в плодах сухих веществ отличалась *V. uliginosum*; свободных органических кислот – сорта *Jersey* и *Elizabeth*; аскорбиновой кислоты – сорт *Coville* и межвидовой гибрид *Northblue*; фенолкарбоновых кислот – *V. uliginosum* и *V. angustifolium*; растворимых сахаров – *V. uliginosum* и межвидовой гибрид *Northland* при наиболее низких значениях сахарокислотного индекса у *V. uliginosum* и сорта *Coville*; пектиновых веществ, том числе гидропектина – сорт *Patriot*, протопектина – межвидовой гибрид *Northblue*; биофлавоноидов – *V. angustifolium*, обладавшая минимальным содержанием в плодах антоциановых пигментов; катехинов – сорта *Jersey*, *Patriot* и *Elizabeth*; флавонолов – сорт *Patriot*; азота – *V. angustifolium* и межвидовой гибрид *Northblue*; фосфора – сорт *Coville* и межвидовой гибрид *Northblue*; калия – сорта *Jersey* и *Patriot*.

Следовательно, аборигенный вид голубики характеризовался выраженным преимуществом перед большинством интродуцентов в накоплении в плодах ряда действующих веществ, в том числе аскорбиновой кислоты и биофлавоноидов. Вместе с тем подавляющее большинство интродуцентов характеризовалось более активным накоплением в ягодной продукции сухих веществ, фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров и существенно лучшими, по сравнению с *V. uliginosum*, вкусовыми свойствами, а также более высоким либо сопоставимым с аборигенным видом уровнем антиоксидантной активности Р-витаминного комплекса плодов.

Вместе с тем представляется целесообразным провести ранжирование интродуцированных таксонов голубики по уровню питательной и витаминной ценности плодов. В этих целях нами был использован тот же, что и при исследовании параметров текущего прироста вегетативной сферы растений, методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых объектов количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений качественных характеристик плодов. При этом величина соотношения количеств положительных и отрицательных различий, превышавшая 1, указы-

вала на преобладание у того или иного таксона частоты проявления преимуществ в их биохимическом составе относительно аборигенного вида голубики, тогда как его величина, уступавшая 1, указывала на преобладание в нем случаев проявления отрицательных различий с последним. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности различий каждого тестируемого таксона с эталонным объектом по совокупности всех анализируемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с ним являлось критерием степени преимуществ каждого тестируемого объекта относительно других сравниваемых с ним таксонов голубики в биохимическом составе плодов в целом.

Представленные в табл. 4.1.10 данные, характеризующие количество, направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе плодов интродуцированных таксонов рода *Vaccinium* относительно *V. uliginosum* по 20 признакам в условиях сезона 2012 г., показали наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о различиях питательной и витаминной ценности их плодов. При этом количество отклонений от эталонных значений со знаком «плюс» у всех без исключения тестируемых объектов в 1,4–4,7 раза уступало таковому со знаком «минус», что в целом свидетельствовало о большей частоте проявления у интродуцентов отрицательных сдвигов в биохимическом составе плодов относительно аборигенного вида, нежели положительных, и в наибольшей степени характеризовало межвидовой гибрид *Northland* и в наименьшей – *V. angustifolium* и сорт *Jersey V. corymbosum*. Амплитуда относительных величин выявленных различий интродуцентов с эталонным видом по совокупности анализируемых признаков, указывающая на степень их проявления независимо от ориентации, варьировалась в таксономическом ряду в весьма широком диапазоне значений: от 593,8 % у сорта *Coville* до 1074,8 % у *V. angustifolium*. Вместе

с тем данный признак не может служить критерием преимуществ каждого тестируемого объекта относительно других в содержании в плодах полезных веществ, поскольку указывает лишь на размах выявленных расхождений с аборигенным видом в ту и другую стороны.

Таблица 4.1.10. **Значения количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных различий тестируемых таксонов рода *Vaccinium* с *V. uliginosum* в биохимическом составе плодов в опытной культуре**

Таксон	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	положительные	отрицательные	положительные/отрицательные	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/отрицательные
V. angustifolium	6	10	0,6	548,5	526,3	1074,8	1,0
Northblue	5	14	0,4	484,4	370,7	855,1	1,3
Northland	3	14	0,2	476,8	325,5	802,3	1,5
Jersey	8	11	0,7	608,1	383,9	992,0	1,6
Patriot	4	13	0,3	358,2	516,0	874,2	0,7
Elizabeth	4	10	0,4	696,9	339,7	1036,6	2,1
Coville	5	13	0,4	222,1	371,7	593,8	0,6

Наиболее же объективное представление в этом плане может дать кратный размер соотношения относительных величин совокупностей достоверных положительных и отрицательных сдвигов в биохимическом составе их плодов относительно *V. uliginosum*, варьировавшийся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 0,6 у сорта *Coville* до 2,1 у сорта *Elizabeth*. На основании сопоставления значений данного признака у тестируемых объектов было проведено их ранжирование в пределах таксономического ряда по интегральному уровню питательной и витаминной ценности плодов, позволившее расположить их в данной последовательности:

Elizabeth> Jersey> Northland> Northblue> V. angustifolium = ***V. uliginosum****> Patriot> Coville.*

Как видим, наибольшими преимуществами в этом плане характеризовался весьма урожайный позднеспелый сорт *Elizabeth*, благодаря, главным образом, чрезвычайно высокому содер-

жанию в его плодах растворимых сахаров при минимальном содержании свободных органических кислот, что обусловило их наиболее сладкий вкус. Наименее же привлекательным среди интродуцентов по богатству биохимического состава плодов, заметно уступавшему аборигенному виду, оказались сорта *Patriot* и наиболее урожайный *Coville*, а также незначительно опередившая их в приведенном выше ряду *V. angustifolium*, которая лишь незначительно уступала лидирующему таксону по органолептическим свойствам плодов и вместе с тем характеризовалась наиболее высоким содержанием в них катехинов при наибольшем уровне антиоксидантной активности. Это указывает на относительную условность проведенного ранжирования тестируемых объектов в плане оценки их перспективности для использования в фиторекультивационных целях, которую следует проводить с учетом не только биохимических, но и других критериев, рассмотренных в предыдущей главе.

4.2. Генотипическая изменчивость биохимического состава плодов и влияние географического фактора на накопление в них полезных веществ

Из предыдущего раздела монографии следует, что содержание в плодах таксонов рода *Vaccinium* органических соединений разной химической природы в значительной степени определялось систематической принадлежностью растений, что указывает на их выраженную зависимость от данного фактора. При этом в таксономическом ряду голубики ширина диапазонов варьирования количественных характеристик биохимического состава плодов оказалась весьма различной. Несопоставимость размеров приведенных диапазонов, обусловленная генотипическими особенностями параметров накопления в них отдельных соединений, косвенно свидетельствует о разной степени генетической детерминированности анализируемых признаков, что необходимо учитывать в селекционном процессе при выведении новых сортов голубики.

С целью установления степени зависимости от генотипа количественных характеристик биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* в районах исследований было проведено сравнение уровней их изменчивости в таксономическом ряду. При этом мы ориентировались на значения коэффициентов вариации (*V*, %) рассматриваемых признаков, указывающие на уровень их зависимости от генотипа растений, т. е. чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость, а следовательно, ниже уровень генетической детерминированности признака и наоборот. Для оценки уровня изменчивости исследуемых показателей мы придерживались шкалы, предложенной для биологических объектов Г. Н. Зайцевым [65] и предусматривающей их распределение на 5 групп: с очень низким уровнем изменчивости (V <7 %), низким (V = 8–12 %), средним (V = 13–20 %), повышенным (V = 21–40 %) и очень высоким (V >41 %).

Анализ этих данных для района Припятского Полесья выявил весьма широкие диапазоны изменений коэффициентов вариации 20 показателей биохимического состава плодов голубики – от 4,6 до 75,8 %, что свидетельствовало о разном уровне их генетической детерминированности и позволяло обозначить признаки, обладающие наибольшей и, соответственно, наименьшей степенью зависимости от генотипа (табл. 4.2.1).

Таблица 4.2.1. **Усредненные в таксономическом ряду представителей рода *Vaccinium* значения коэффициентов вариации (*V*, %) количественных характеристик биохимического состава плодов в южном и северном районах Припятского Полесья**

Показатель	Южный район		Северный район	
	V, %	Позиция показателя в ряду снижения уровня генетической детерминированности	*V*, %	Позиция показателя в ряду снижения уровня генетической детерминированности
Сухие вещества	13,9	8	13,5	6
Свободные органические кислоты	75,8	20	40,2	18
Аскорбиновая кислота	35,0	15	25,6	15
Сумма растворимых сахаров	11,3	6	6,4	1
Сахарокислотный индекс	45,0	19	49,3	19

Окончание табл. 4.2.1

Показатель	Южный район		Северный район	
	V, %	Позиция показателя в ряду снижения уровня генетической детерминированности	*V*, %	Позиция показателя в ряду снижения уровня генетической детерминированности
Гидропектин	10,8	5	19,4	10
Протопектин	9,9	4	18,5	9
Сумма пектиновых веществ	6,8	2	15,6	8
Протопектин/Гидропектин	16,4	9	22,0	13
Собственно антоцианы	42,1	18	60,2	20
Лейкоантоцианы	39,6	17	27,9	16
Сумма антоциановых пигментов	38,3	16	29,3	17
Катехины	29,0	13	19,6	11
Флавонолы	25,7	11	9,2	3
Флавонолы/Катехины	20,6	10	25,2	14
Сумма биофлавоноидов	32,9	14	8,8	2
Фенолкарбоновые кислоты	25,9	12	21,2	12
Азот	13,3	7	12,8	5
Фосфор	4,6	1	14,5	7
Калий	9,0	3	10,8	4

По нашим данным, большинству признаков был присущ повышенный уровень вариабельности (40 % показателей), для 15 % – средний, для 15 – очень высокий, для 20 – низкий и лишь для 10 % – очень низкий. При этом наименее выразительные генотипические различия установлены для показателей накопления в плодах азота, фосфора, калия, растворимых сахаров, сухих и пектиновых веществ, обладавших преимущественно низким и очень низким уровнями изменчивости в таксономическом ряду, тогда как наиболее существенные различия выявлены для содержания в них свободных органических кислот, антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов, а также для показателя их сахарокислотного индекса, обладавших в основном повышенным и очень высоким уровнями вариабельности.

В более ранних многолетних исследованиях Ж. А. Рупасовой с соавт. [150], связанных с оценкой генотипической измен-

чивости биохимического состава плодов в таксономическом ряду представителей рода *Vaccinium* в другие годы в северной части Припятского Полесья (Ганцевичский р-н Брестской обл.), для ряда показателей были получены значения коэффициентов вариации, сходные с приведенными нами для его южной части (см. табл. 4.2.1), что свидетельствовало о слабой зависимости от географического и метеорологических факторов уровня генетической детерминированности таких признаков, как содержание в плодах азота и калия, сухих веществ и фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров и показателя сахарокислотного индекса, а также соотношения количества флавонолов и катехинов. В то же время для некоторых признаков (содержание аскорбиновой и свободных органических кислот, лейкоантоцианов, катехинов, флавонолов и биофлавоноидов в целом) в южной части Белорусского Полесья был выявлен более низкий, чем в его северной части, уровень генетической детерминированности, тогда как для всех характеристик пектинового комплекса, а также для содержания фосфора и собственно антоцианов – напротив, более высокий, что указывало на их явную зависимость от обозначенных выше абиотических факторов.

Показанная выше зависимость от географического фактора уровня вариабельности ряда показателей биохимического состава плодов в таксономическом ряду рода *Vaccinium* косвенно свидетельствует об определенном его влиянии на содержание в них большинства определявшихся соединений. Для установления степени данного влияния в условиях сезонов 2011 и 2012 гг., характеризовавшихся при повышенном температурном фоне выраженными контрастами в количестве осадков (первый – достаточно увлажненный, второй – чрезмерно засушливый), было проведено сравнение количественных характеристик биохимического состава плодов ряда таксонов голубики, одновременно участвовавших в данных исследованиях на выработанных торфах в двух географически удаленных друг от друга (на 400 км) районах Беларуси – в Припятском Полесье и на севере республики в Витебской обл. Несмотря на относительное сходство метеорологических и эдафических условий (высокий уровень

кислотности при низком естественном плодородии субстратов) в районах исследований, значительная удаленность их друг от друга, на наш взгляд, предопределила, главным образом, различия в радиационно-световом режиме сравниваемых территорий.

Как следует из табл. 4.2.2, в условиях сезона 2011 г., характеризовавшегося, напомним, близким к многолетней климатической норме гидротермическим режимом, плоды межвидовых гибридов *Northblue* и *Northcountry*, особенно второй из них, в южном районе характеризовались существенно меньшим, нежели в северном, содержанием свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот (на 39–74, 12–34 и 41–52 % соответственно), но на 16–34 % более высоким содержанием сухих веществ, что согласовывалось с результатами исследований Ж. А. Рупасовой и др. [57], связанных с оценкой адаптивного потенциала голубики высокорослой на мелиорированных землях при интродукции в условиях Беларуси.

Весьма выразительными оказались также межрегиональные различия характеристик углеводного пула плодов данных гибридов. Как и следовало ожидать, в южном районе исследований они были более насыщены растворимыми сахарами, нежели в северном, что объясняется наличием общеизвестной прямой связи между их накоплением и количеством поступившего тепла. При этом наиболее выразительными контрастами был отмечен гибрид *Northcountry*, содержание сахаров в плодах которого почти на 40 % превышало установленное на севере республики. Показанное выше в южном районе ингибирование в них биосинтеза свободных органических кислот обусловило существенные межрегиональные различия и в значениях их сахарокислотного индекса, достигавшие у гибрида *Northcountry* 440 %.

Вместе с тем плоды обоих гибридов, особенно *Northcountry*, в южном районе характеризовались меньшим (на 6 и 29 %) общим содержанием пектиновых веществ по сравнению с северным районом, что было обусловлено аналогичными по знаку, но еще более выразительными межрегиональными различиями (в пределах 12 и 38 %) в содержании их доминирующей фракции – протопектина. В отличие от последнего для гидропектина

Таблица 4.2.2. **Межрегиональные различия в биохимическом составе плодов таксонов рода *Vaccinium* на участках выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений в южной и северной частях Беларуси (юг/север) в годы исследований, %**

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Пектиновые вещества
2011 г.									
Northblue	**+16,4**	–39,0	–11,9	–41,4	**+8,3**	**+78,6**	**+9,3**	–11,8	–5,5
Northcountry	**+34,0**	–74,4	–34,2	–51,7	**+38,4**	**+439,4**	**+4,0**	–38,5	–29,3
2012 г.									
V. uliginosum	–	**+14,5**	**+69,4**	**+25,1**	–	–10,7	–9,6	**+ 7,1**	–
V. angustifolium	**+7,8**	–34,5	**+89,2**	–6,5	–	**+60,3**	**+117,1**	–9,2	**+17,1**
Northblue	**+50,0**	–59,3	–28,1	**+53,9**	**+6,5**	**+155,8**	**+59,6**	–31,2	–
Таксон	Собственно антоцианы	Лейкоантоцианы	Антоциановые пигменты	Катехины	Флавонолы	Биофлавоноиды	Азот	Фосфор	Калий
2011 г.									
Northblue	**+26,7**	**+13,9**	**+21,5**	–9,4	–7,1	**+13,5**	**+42,9**	–33,3	**+11,1**
Northcountry	–31,1	–19,1	–25,7	–9,6	**+9,6**	–18,7	**+84,1**	–16,7	–
2012 г.									
V. uliginosum	**+150,7**	**+145,8**	**+148,6**	–48,8	**+7,1**	**+83,4**	**+12,3**	–30,0	**+23,3**
V. angustifolium	–57,7	–23,4	–38,7	–34,4	–9,2	–29,9	–20,0	–26,3	**+6,2**
Northblue	**+80,7**	**+99,6**	**+88,2**	–18,9	**+8,0**	**+64,4**	–	–18,8	–7,2

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий при $p < 0,05$.

была показана слабовыраженная, причем обратная закономерность, свидетельствующая о более активном (на 4–9 %) его накоплении уже в южном районе исследований. Разноориентированные сдвиги в составе пектинового комплекса плодов голубики при продвижении с юга на север обусловили, в свою очередь, существенное (на 21–39 %) расширение в нем соотношения количеств прото- и гидропектина.

При этом независимо от местоположения района исследований плоды обоих межвидовых гибридов голубики были отмечены весьма высоким содержанием биофлавоноидов, доминирующее положение в составе которых принадлежало антоциановым пигментам. Межрегиональные различия в содержании в плодах отдельных групп полифенолов у данных таксонов носили индивидуальный характер. Так, для гибрида *Northblue* в Припятском Полесье было показано на 22 % более активное, чем в северном районе, накопление в плодах антоциановых пигментов, что, несмотря на некоторое отставание в накоплении флавонолов и катехинов (на 7 и 9 % соответственно), обусловило на 14 % более высокое общее содержание в них Р-витаминов. В отличие от данного таксона у гибрида *Northcountry* наблюдалась противоположная этой картина: на 19 % меньшее, чем в северном районе, содержание в плодах биофлавоноидов, обусловленное на 26 % менее активным накоплением антоциановых пигментов и на 10 % катехинов, на фоне более активного (на 10 %) накопления в них флавонолов. Содержание дубильных веществ в плодах данных таксонов голубики в условиях Припятского Полесья протекало также менее активно (на 14–41 %), но в отличие от органических кислот при наиболее выраженных межрегиональных различиях в накоплении танинов у гибрида *Northblue.*

Исследование макроэлементного состава плодов межвидовых гибридов голубики в географически удаленных частях Белорусского региона также выявило весьма выразительные различия главным образом в содержании фосфора и в большей степени азота при незначительных различиях в содержании калия, особенно у гибрида *Northcountry.* У обоих таксонов были установлены сходные по знаку изменения параметров накопления

в плодах данных элементов, заключавшиеся в увеличении в южном районе по сравнению с северным содержания в них азота на 42 и 84 % на фоне ослабления аккумуляции фосфора на 17 и 33 % при более выразительных различиях в первом случае у гибрида *Northcountry*, тогда как во втором – у гибрида *Northblue*, отмеченного также на 11 % более высоким содержанием калия.

Во втором сезоне, характеризовавшемся в период формирования плодов голубики в обоих районах острым дефицитом влаги, исследования были продолжены на примере трех таксонов – *V. uliginosum, V. angustifolium* и межвидового гибрида *Northblue*. Возвращаясь к табл. 4.2.2, нетрудно убедиться не только в существенном влиянии географического фактора на содержание в их плодах действующих веществ, но и в заметной видоспецифичности выявленных эффектов. Так, с продвижением в южном направлении в плодах *V. angustifolium* и межвидового гибрида *Northblue* наблюдалось увеличение содержания сухих веществ на 8 и 50 % соответственно, гидропектина на 117 и 60 %, а также показателя сахарокислотного индекса, характеризующего вкусовые свойства плодов, на 60 и 156 % при одновременном снижении в них на 9 и 31 % содержания протопектина и на 35 и 59 % свободных органических кислот. Для *V. uliginosum* была показана прямо противоположная картина этих изменений, выраженных значительно слабее при величине межрегиональных различий в пределах 7–15 %. При этом по сравнению с северным районом отмечено весьма существенное (на 69 и 89 % соответственно) обогащение плодов *V. uliginosum* и *V. angustifolium* аскорбиновой кислотой и обеднение ею на 28 % плодов межвидового гибрида *Northblue*.

Вместе с тем в характере межрегиональных различий в содержании в плодах биофлавоноидов и фенолкарбоновых кислот установлено выраженное сходство между *V. uliginosum* и межвидовым гибридом *Northblue*. Так, в условиях Припятского Полесья у данных таксонов наблюдалось на 149 и 88 % соответственно более высокое, чем в северном районе, содержание в плодах антоциановых пигментов и значительно менее выраженное

(лишь на 7–8 %) усиление накопления флавонолов, обусловившее на 83 и 64 % больший выход Р-витаминов при более значительном (на 25 и 54 %) содержании фенолкарбоновых кислот, тогда как у *V. angustifolium* в накоплении данных соединений был выявлен противоположный по знаку и слабее выраженный (в пределах 7–39 %) эффект. При этом у всех трех таксонов голубики с продвижением на юг установлено существенное, причем проявившееся в разной степени обеднение плодов катехинами на 19–49 % при отсутствии заметных межрегиональных различий в содержании растворимых сахаров. Что касается макроэлементов, то, как и годом ранее, в южном районе наблюдалось обеднение плодов всех таксонов голубики по сравнению с северным районом фосфором на 19–30 % при обогащении их калием на 6–23 % у *V. uliginosum* и *V. angustifolium* и неоднозначных изменениях в содержании азота.

На примере межвидового гибрида *Northblue*, участвовавшего в данных исследованиях в контрастные по режиму увлажнения сезоны 2011 и 2012 гг., в характере межрегиональных различий в биохимическом составе плодов в эти годы выявлено заметное сходство большинства выявленных эффектов. Так, независимо от погодных условий вегетационного периода в южном районе по сравнению с северным наблюдалось усиление накопления в плодах сухих веществ, растворимых сахаров, гидропектина, антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов, обеспечившее увеличение в плодах общего количества биофлавоноидов на фоне заметного обеднения их фосфором, аскорбиновой и титруемыми кислотами, протопектином и катехинами (см. табл. 4.2.2). При этом в характере межрегиональных различий в содержании в плодах азота и калия, фенолкарбоновых кислот и флавонолов в годы наблюдений были выявлены неоднозначные тенденции.

Вместе с тем независимо от ориентации межрегиональных различий в накоплении определявшихся соединений в большинстве случаев в условиях острого дефицита влаги во втором сезоне отмечено существенное усиление данных различий (в 1,5–7,2 раза) по сравнению с достаточно увлажненным пре-

дыдущим сезоном при наиболее выраженных межсезонных контрастах в содержании в плодах гидропектина и лейкоантоцианов и наименьших в таковом титруемых кислот. Лишь для весьма ограниченного набора показателей – общего содержания в плодах пектиновых веществ и трех определявшихся макроэлементов во втором сезоне, напротив, было показано ослабление межрегиональных различий при изменении их ориентации для содержания калия, фенолкарбоновых кислот и флавонолов. Заметим, что погодные условия вегетационного периода не оказали влияния на степень проявления межрегиональных различий в содержании в плодах растворимых сахаров.

При исследовании во втором сезоне изменений в биохимическом составе плодов трех таксонов рода *Vaccinium* при продвижении с севера на юг было выявлено сходство у всех объектов в направленности данных изменений лишь для содержания фосфора и катехинов. Для остальных же определявшихся показателей выраженное сходство в этом плане прослеживалось только у двух объектов. В частности, у *V. uliginosum* и *V. angustifolium* сходной ориентацией характеризовались межрегиональные различия в содержании в плодах лишь калия и аскорбиновой кислоты, тогда как у *V. uliginosum* и межвидового гибрида *Northblue* общей направленностью характеризовались подобные различия, выраженные в большей степени у аборигенного вида, в содержании фенолкарбоновых кислот, антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов, флавонолов и биофлавоноидов в целом. У *V. angustifolium* и межвидового гибрида *Northblue* одновекторная направленность межрегиональных различий, наиболее значительных во втором случае, установлена для содержания в плодах сухих веществ, титруемых кислот, гидро- и протопектина, а также показателя сахарокислотного индекса.

Глава 5

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДКОРМОК И ИНОКУЛЯЦИИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ МИКОРИЗОЙ НА РАЗВИТИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ СФЕРЫ ТАКСОНОВ РОДА *VACCINIUM*

Важнейшим элементом технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на основе возделывания растений сем. *Ericaceae* является оптимизация режима их минерального питания. Выполненные в нашей стране и за рубежом исследования в данном направлении свидетельствуют не только о малой потребности вересковых в удобрениях, но и о чувствительности к их избытку, особенно в первый год внесения. Тем не менее большинство исследователей склоняются к заключению о целесообразности внесения под эти ягодные культуры невысоких доз полного минерального удобрения, гарантирующего комплексное удовлетворение их потребностей в основных элементах питания [34, 224, 240, 249, 250]. При этом на органогенных типах субстрата, как в нашем случае, несмотря на высокое содержание в них находящегося в связанном виде азота, так же, как и на минеральных почвах, в состав подкормок обязательно должны входить азотные удобрения. Это связано с медленным прогреванием торфа в начале вегетационного периода из-за его высокой увлажненности, ингибирующим микробиологические процессы, а следовательно, тормозящим перевод азота в доступные растениям формы.

В исследованиях Ж. А. Рупасовой и А. П. Яковлева с *V. uliginosum* на участке торфяной выработки на севере Беларуси [124] было установлено более выраженное позитивное влияние полного минерального удобрения с добавкой Mg, S, B и Cu в срав-

нении с фосфорно-калийным на параметры развития вегетативной сферы, функцию плодоношения и биохимический состав ее ягодной продукции. Это послужило основанием отдать предпочтение полному комплексному минеральному удобрению «Кемира – универсал» также при выполнении исследований по оптимизации минерального питания вересковых в условиях Припятского Полесья.

Вместе с тем общеизвестно, что ассимиляция из субстрата питательных веществ (в основном фосфор- и азотсодержащих) у всех видов вересковых осуществляется на основе симбиоза арбутроидных микоризных грибов с их корневыми системами, что способствует поддержанию метаболизма растений в неблагоприятных условиях среды. В свою очередь, растения обеспечивают арбутроидные микоризные грибы углеводами и липидами [49, 161, 178].

В Северной Америке популяции *Vaccinium* как дикие, так и коммерческие, колонизируются микоризными грибами со степенью инфицирования от 31 до 93 % [187]. При этом уровень колонизации ими определяется обеспеченностью почвы биогенными элементами питания. Исследования показали, что дикие виды *Vaccinium* имеют более высокий уровень колонизации грибами, нежели интродуцированные [187, 210].

Эрикоидный тип микоризы образуется у представителей сем. *Ericacea*, имеющих стелющуюся корневую систему, где на боковых корнях отсутствуют корневые волоски, но их недостаток восполняется так называемыми волосковыми корнями, в которые легко проникает грибной симбионт. Подобной корневой системой обладают представители родов *Erica, Rhododendron* и *Vaccinium* [236].

Известно также, что подземные органы растений сем. *Ericaceae* колонизируются микоризой эрикоидного и арбутроидного типов [236]. Исследование Г. И. Булавко степени микоризации корней *V. uliginosum* в опытной культуре на остаточном слое донного торфа в Припятском Полесье в конце июня 2011 г. показало, что микоризными грибами колонизировано до 30 % корней при преимущественном развитии грибной инфекции

в более крупных корнях II порядка, что соответствовало данным, полученным для вересковых другими авторами [28, 122, 187].

В последнее десятилетие появились сообщения о позитивном влиянии микоризации семян и инокуляции эндомикоризными грибами ряда сельскохозяйственных культур на их урожайность, устойчивость к абиотическим факторам и биохимический состав конечной продукции [3, 57]. Исходя из этого, мы сочли целесообразным осуществить подобные исследования и на таксонах рода *Vaccinium*, что позволило выявить штаммы микоризных грибов, наиболее подходящие для оптимизации их минерального питания в условиях Припятского Полесья, и тем самым повысить урожайность и качество ягодной продукции объектов, рекомендованных нами для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений.

Для реализации обозначенных задач в контрастные по гидротермическому режиму сезоны 2011 и 2012 гг. было проведено исследование влияния минеральных подкормок и инокуляции корневой системы растений штаммами микоризы на параметры развития вегетативной сферы представителей данного рода на примере *V. uliginosum* (2011–2012 гг.) и сорта *Bluecrop V. corymbosum* (2012 г.) в рамках полевого эксперимента с 6-вариантной схемой: **1** – контроль, **2** – использование штамма 1 микоризы, выделенного из эксплантов межвидового гибрида *Northland* (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*); **3** – использование штамма 2 микоризы, выделенного из эксплантов сорта *Blujei V. corymbosum*; **4** – использование штаммов 1 и 2 микоризы в соотношении 1:1; **5** – внесение $N_{12}P_8K_{14}$; **6** – внесение $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с использованием смеси штаммов микоризы. Обозначенные штаммы микоризы были получены и любезно предоставлены для исследований сотрудниками УО «Полесский государственный университет» кандидатами биологических наук А. А. Волотовичем и О. А. Кудряшовой. Площадь каждой опытной делянки составляла 3,75 м^2, повторность опыта – трехкратная. В эксперименте использовали гранулированное полное комплексное минеральное удобрение «Кемира – универсал» с соотношением компонентов N: P_2O_5: K_2O = 12:8:14, которое вносили из расчета 4,5 г/ м^2.

В первый год исследований высота растений *V. uliginosum* в рамках полевого эксперимента изменялась в диапазоне от 11,3 до 18,5 см при диаметре кроны 4,7–11,4 см и объеме куста 0,3–1,7 дм^3 (табл. 5.1.1). При этом растения тестируемых вариантов в основном уступали контрольным по своим размерным параметрам, но далеко не во всех случаях выявленные различия нашли статистическое подтверждение. Так, только в 5-м варианте опыта имело место достоверное снижение по сравнению с контролем высоты и диаметра кроны растений в обоих направлениях, тогда как подобные различия по объему куста проявились уже во всех тестируемых вариантах опыта, за исключением 4-го с использованием смеси штаммов микоризы.

Таблица 5.1.1. **Характеристика габитуса куста *V. uliginosum* в полевом опыте, 2011 г.**

Вариант опыта	Высота, см		Диаметр, см				Объем, дм^3	
			север-юг		запад-восток			
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
1. Контроль	16,0±0,9	–	11,4±1,9	–	9,8±1,5	–	1,7±0,5	–
2. Микориза, штамм 1	16,0±4,0	0	7,0±1,0	–1,3	7,0±1,0	–1,1	0,7±0,2	–3,7*
3. Микориза, штамм 2	15,4±1,9	–0,3	8,1±1,3	–1,4	8,4±3,0	–0,4	1,2±0,7	–5,3*
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	18,5±1,5	1,5	6,0±1,0	–1,6	8,0±2,0	–0,7	0,8±0,4	–1,3
5. $N_{12}P_8K_{14}$	11,3±1,7	–2,4*	4,7±0,3	–3,3*	4,7±1,3	–2,6*	0,3±0,2	–2,6*
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	14,0±1,2	–1,8	7,0±1,5	–1,4	5,0±1,3	–1,2	0,4±0,1	–2,6*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с эталонным объектом при $p < 0,05$.

Сравнительный анализ биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов растений *V. uliginosum* также выявил весьма широкие диапазоны изменений их усредненных значений в рамках полевого опыта (табл. 5.1.2). Так, количество у них побегов формирования (вегетативных) варь-

Таблица 5.1.2. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов растений *V. uliginosum* в полевом опыте, 2011 г.**

Вариант опыта	Количество, шт.		Длина, см		Количество листьев, шт.		Степень облиствения		Длина листа, мм		Ширина листа, мм		Индекс листа	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Побеги формирования														
1. Контроль	2,4±0,2	–	4,3±0,4	–	15,0±1,6	–	36,0±2,3	–	9,4±0,5	–	5,7±0,2	–	1,6±0,1	–
2. Микориза, штамм 1	1,0±0	–3,4*	3,5±0	–0,4	13,0±0	–0,5	37,14±0	0,2	14,0±0,5	4,2*	7,4±0,5	3,2*	1,9±0,1	2,1*
3. Микориза, штамм 2	3,5±0,3	2,9*	4,4±0,5	0,1	12,6±0,6	–1,4	31,6±1,0	–1,7	11,8±0,6	3,1*	6,9±0,4	2,5*	1,8±0,1	1,3
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	2,0±0	–0,8	2,8±0,3	–3,0*	9,0±1,2	–2,9*	35,3±3,3	–0,2	10,6±0,2	2,2*	5,8±0,2	0,1	1,8±0,1	1,5
5. $N_{12}P_8K_{14}$	2,0±1,0	–0,6	2,0±0,5	–2,8*	7,5±0,5	–4,4*	43,7±2,1	2,4*	11,8±0,6	2,8*	8,0±0,7	3,1*	1,5±0,1	–1,1
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	2,0±1,0	–0,6	2,7±0,5	–2,1*	8,2±0,7	–3,8*	31,9±1,7	–1,0	14,8±1,7	4,2*	11,6±1,2	4,7*	1,3±0,1	–2,8*
Побеги ветвления														
1. Контроль	5,4±1,7	–	1,2±0,1	–	6,4±0,6	–	62,4±8,5	–	10,8±0,6	–	6,6±0,4	–	1,6±0,1	–
2. Микориза, штамм 1	3,5±0,5	–0,6	1,4±0,3	0,4	5,4±1,1	–0,9	43,1±4,2	–2,0*	13,3±0,9	2,2*	7,4±0,7	0,9	1,9±0,1	2,2*
3. Микориза, штамм 2	7,0±2,0	0,6	1,1±0,2	–0,6	5,6±0,5	–1,0	78,7±1,4	3,3*	10,5±0,7	–0,3	6,3±0,4	–0,7	1,7±0,03	0,5
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	7,5±0,5	1,2	1,0±0,2	–1,0	6,5±0,6	0,1	81,9±2,7	2,2*	11,6±1,3	0,6	7,0±0,7	0,4	1,7±0,1	0,2
5. $N_{12}P_8K_{14}$	6,0±3,0	0,2	1,0±0,1	–0,9	4,6±0,6	–1,9*	51,9±10,4	–0,7	7,8±0,4	–4,3*	6,1±0,5	–0,8	1,3±0,1	–3,3*
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	3,5 ±0,5	–0,6	1,0±0	–0,2	5,0±0	–0,6	50,0±0,3	–1,1	10,8±1,1	0	9,8±1,1	3,1*	1,1±0,03	–8,5*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

ировалось от 1,0 до 3,5 шт. при средней длине 2,0–4,5 см, количестве листьев от 7,5 до 15 шт. и степени их облиствения от 31,6 до 43,7.

Размерные параметры листовых пластинок изменялись от 9,4 до 14,8 мм в длину и от 5,7 до 11,6 мм в ширину при значениях листового индекса от 1,3 до 1,9. Обращает на себя внимание противоположная направленность тенденций в изменении биометрических параметров побегов и листьев под действием испытывавшихся агроприемов. Так, если в первом случае они имели преимущественно отрицательную направленность, то во втором – положительную.

Количество побегов ветвления (генеративных) у опытных растений варьировалось в рамках полевого опыта от 3,5 до 7,5 шт. при средней длине 1,0–1,4 см, среднем количестве листьев на них от 4,6 до 6,4 шт. и степени облиствения от 43,1 до 81,9. Размерные параметры листовых пластинок изменялись от 7,8 до 13,3 мм в длину и от 6,3 до 9,8 мм в ширину при значениях листового индекса от 1,1 до 1,9.

Как видим, уже в первый год наблюдений обозначились заметные различия между вегетативными и генеративными побегами по основным биометрическим параметрам текущего прироста. Так, количество побегов ветвления примерно вдвое превышало таковое побегов формирования при меньших значениях их средней длины и большей степени облиствения.

Таблица 5.1.3. **Относительные различия с контролем биометрических характеристик габитуса куста *V. uliginosum* в полевом опыте, 2011 г., %**

Вариант опыта	Высота	Диаметр		Объем
		север-юг	запад-восток	
2. Микориза, штамм 1	–	–	–	–58,8
3. Микориза, штамм 2	–	–	–	–29,4
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–	–	–	–
5. $N_{12}P_8K_{14}$	-29,4	–58,8	–52,0	–82,4
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	-	–	–	–76,4

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Как следует из табл. 5.1.3, во всех вариантах опыта с предпосадочной инокуляцией корневой системы растений культурой микоризы не было выявлено достоверных различий с контролем ни по высоте, ни по диаметру куста, тогда как на фоне внесения одного полного минерального удобрения наблюдалось снижение данных показателей на 29–59 %. При этом во всех вариантах опыта, за исключением варианта с использованием смеси штаммов микоризы, имело место уменьшение объема куста на 29–82 %.

Вместе с тем в большинстве случаев испытывавшиеся агроприемы не оказали достоверного влияния на количество побегов у обоих видов растений голубики (табл. 5.1.4). Лишь во 2-м и 3-м вариантах опыта с дифференцированным использованием 1-го и 2-го штаммов микоризы отмечены противоположные по знаку, причем весьма выразительные (в пределах 46–58 %) различия с контролем по количеству побегов формирования при отсутствии различий с ним по показателям их длины, количеству листьев и степени облиствения. В остальных же вариантах опыта, особенно на фоне $N_{12}P_8K_{14}$, наблюдалось существенное (на 37–54 %) снижение, относительно контроля, средних показателей длины побегов формирования и количества образованных на них листьев при увеличении на 21 % степени их облиствения. При этом совместное использование минеральных удобрений и культуры микоризы способствовало ослаблению данного эффекта.

В отличие от самих побегов формирования для размерных параметров их листовых пластинок в большинстве случаев наблюдалось доминирование положительных изменений по сравнению с контролем. Так, на фоне испытывавшихся агроприемов, особенно в 6-м варианте опыта с совместным использованием $N_{12}P_8K_{14}$ и смеси штаммов микоризы, имело место их достоверное увеличение на 13–57 % в длину и на 21–104 % в ширину при преимущественном отсутствии изменений листового индекса. Лишь во 2-м и 6-м вариантах опыта отмечено изменение на 19 % формы листа в сторону удлинения и расширения соответственно.

Таблица 5.1.4. **Относительные различия с контролем биометрических показателей текущего прироста вегетативной сферы *V. uliginosum* в полевом опыте, 2011 г., %**

Вариант опыта	Побеги формирования						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
2. Микориза, штамм 1	–58,3	–	–	–	+48,9	+29,8	+18,8
3. Микориза, штамм 2	**+45,8**	–	–	–	**+25,5**	**+21,1**	–
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–	–37,2	–40,0	–	**+12,8**	–	–
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–	–53,5	–50,0	+21,4	+25,5	+40,4	–
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	–	–37,2	–45,3	–	**+57,4**	**+103,5**	–18,8
Вариант опыта	Побеги ветвления						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
2. Микориза, штамм 1	–	–	–	–30,9	+23,1	–	+18,8
3. Микориза, штамм 2	–	–	–	**+5,0**	–	–	–
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–	–	–	**+31,3**	–	–	–
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–	–	–28,1	–	–27,8	–	–18,8
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	–	–	–	–	–	**+48,5**	–31,3

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

В отличие от характеристик вегетативных побегов различия биометрических характеристик генеративных побегов в контроле и тестируемых вариантах опыта проявились лишь в единичных случаях. Так, в 5-м варианте с внесением $N_{12}P_8K_{14}$ отмечено снижение на 28 % количества и средней длины сформированных на них листьев, а во 2-м и 4-м вариантах с использованием микоризы имели место сходные по величине, но противоположные по знаку изменения в степени облиствения данных побегов. При этом позитивные изменения размерных параметров листьев наблюдались лишь во 2-м (по показателю длины) и в 6-м (по показателю ширины) вариантах опыта с соответствующей транс-

формацией их формы, аналогичной установленной в этих вариантах для листьев побегов формирования.

Как видим, дифференцированное и совместное использование минеральных подкормок и штаммов микоризы при выращивании в опытной культуре *V. uliginosum* в условиях сезона 2011 г. способствовало уменьшению, по сравнению с контролем, объема куста и оказывало неоднозначное влияние на биометрические параметры побегов и ассимилирующих органов растений – отрицательное (особенно на фоне $N_{12}P_8K_{14}$) в первом случае и положительное (особенно на фоне совместного применения $N_{12}P_8K_{14}$ и смеси штаммов микоризы) – во втором при наиболее выраженном проявлении выявленных эффектов у побегов формирования.

Таблица 5.1.5. **Характеристика габитуса куста *V. uliginosum* в полевом опыте, 2012 г.**

Вариант опыта	Высота, см		Диаметр, см				Объем, дм³	
			север-юг		запад-восток			
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
1. Контроль	12,6±2,1	–	10,8±1,2	–	14,0±2,0	–	1,7±0,4	–
2. Микориза, штамм 1	16,5±4,5	0,9	7,5±0,5	–1,6	8,5±0,5	–2,7*	0,9±0,2	–1,1
3. Микориза, штамм 2	10,8±1,1	–0,7	11,8±3,8	0,2	12,0±2,8	–0,6	1,8±1,2	0,1
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	11,0±1,0	–0,4	7,5±0,5	–1,6	7,0±0,5	–3,5*	0,5±0,1	–1,7
5. $N_{12}P_8K_{14}$	10,2±1,1	–1,0	10,4±1,5	–0,2	15,8±2,2	0,6	1,7±0,5	–0,01
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	21,0±3,0	2,1*	11,0±1,0	0,1	8,5±0,5	–2,7*	1,7±0,5	–0,01

*Обозначает статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Как и годом ранее, в условиях сезона 2012 г. для ряда биометрических характеристик вегетативной сферы опытных растений были выявлены заметные межвариантные различия. Как следует из табл. 5.1.5, во втором сезоне высота и объемные параметры кустов голубики варьировались в рамках полевого экс-

перимента в сходных с прошлогодними диапазонах значений от 10,2 до 21,0 см и 0,5–1,8 дм^3 при увеличении диаметра кроны до 7,0–15,8 см.

Сравнительный анализ биометрических параметров текущего прироста вегетативных органов растений *V. uliginosum* также выявил весьма широкие диапазоны изменений их усредненных значений в рамках полевого опыта (табл. 5.1.6). Так, количество побегов формирования у них варьировалось от 1,5 до 5,4 шт. при средней длине 2,4–3,6 см, количестве листьев от 9,2 до 13,0 шт. и степени облиствения побегов от 35,5 до 62,8. Размерные параметры листовых пластинок на вегетативных побегах изменялись от 6,4 до 9,6 мм в длину и от 3,6 до 6,1 мм в ширину при значениях листового индекса от 1,5 до 2,0. Как и в предыдущем сезоне, в изменении биометрических параметров побегов и листьев под действием испытывавшихся агроприемов наблюдались противоположные по знаку тенденции – преимущественно отрицательные в первом случае и положительные во втором.

Количество новообразованных побегов ветвления у опытных растений варьировалось в рамках полевого опыта от 1,0 до 2,2 шт. при средней длине 0,8–1,9 см, количестве листьев от 2,5 до 6,5 шт. и степени облиствения от 35,0 до 69,6. Размерные параметры их листовых пластинок изменялись от 3,8 до 6,8 мм в длину и от 2,6 до 4,6 мм в ширину при значениях листового индекса от 1,5 до 1,8. При этом в отличие от предыдущего во втором сезоне количество генеративных побегов уже не превышало, а в 1,2–3,0 раза уступало таковому вегетативных, что, скорее всего, связано с ингибирующим их новообразование влиянием погодных условий вегетационного периода. Поэтому представляется необходимым дать оценку степени влияния последних на формирование текущего прироста надземных частей опытных растений на фоне испытывавшихся агроприемов.

Повариантный анализ межсезонных различий биометрических показателей надземных органов *V. uliginosum*, приведенных в табл. 5.1.7, показал, что повышенный температурный фон при остром дефиците осадков в июле 2012 г. оказал негативное влияние на процессы наиболее активного вторичного роста побегов.

Таблица 5.1.6. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов растений *V. uliginosum* в полевом опыте, 2012 г.**

Вариант опыта	Количество, шт.		Длина, см		Количество листьев, шт.		Степень облиствения		Длина листа, мм		Ширина листа, мм		Индекс листа	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
	Побеги формирования													
1. Контроль	4,4±1,2	–	3,5±0,4	–	11,9±1,4	–	38,1±3,9	–	6,4±0,3	–	3,6±0,2	–	1,8±0,1	–
2. Микориза, штамм 1	1,5±0,5	–1,4*	3,0±0,3	–0,4	12,0±1,0	0,03	40,2±2,1	0,5	6,8±0,2	1,1	3,6±0,1	0,1	1,9±0,1	1,5
3. Микориза, штамм 2	3,3±0,8	–0,7	2,9±0,4	–0,9	9,2±1,3	–1,3	35,5±5,4	–0,4	6,5±0,3	0,3	4,0±0,2	1,7	1,6±0,04	–2,2*
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	1,5±0,5	–1,4*	2,4±0,5	–1,8*	13,0±2,1	0,3	62,8±22,8	1,1*	9,6±0,4	6,6*	6,1±0,3	6,8*	1,6±0,1	–2,0*
5. $N_{12}P_8K_{14}$	5,4±1,4	0,5	2,7±0,3	–1,6*	10,9±2,2	–0,6	41,2±2,4	0,7	8,0±0,3	3,8*	4,2±0,2	2,5*	2,0±0,1	2,4*
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	2,0±1,0	–1,1	3,6±0,8	0,1	12,3±1,7	0,1	44,3±18,6	0,5	6,6±0,4	0,5	4,6±0,3	3,2*	1,5±0,1	–4,2*
Вариант опыта	**Побеги ветвления**													
1. Контроль	2,2±0,5	–	1,9±0,2	–	6,5±0,4	–	40,2±5,0	–	6,0±0,3	–	3,5±0,2	–	1,8±0,1	–
2. Микориза, штамм 1	1,0±0,5	–0,8	0,8±0,3	–3,3*	4,0±1,0	–2,3*	55,0±5,0	1,2*	6,8±1,3	0,5	4,6±1,0	1,0	1,7±0,2	–0,3
3. Микориза, штамм 2	1,3±0,3	–1,2	1,2±0,1	–2,7*	4,5±0,6	–2,5*	38,3±4,4	–0,2	5,4±0,4	–1,2	3,5±0,2	0,03	1,5±0,04	–3,5*
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	1,0±0,5	–0,8	0,8±0,3	–3,3*	2,5±0,5	–3,8*	35,0±5,0	–0,4	3,8±0,4	–4,4*	2,6±0,2	–2,9*	1,5±0,1	–3,7*
5. $N_{12}P_8K_{14}$	1,8±0,2	–0,8	1,0±0,1	–3,1*	6,2±0,4	–0,5	69,6±10,8	2,5*	5,9±0,3	–0,1	3,5±0,1	–0,2	1,7±0,04	–0,6
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	1,5±0,5	–0,8	1,3±0,1	–2,2*	4,7±0,7	–2,1*	39,1±10,5	–0,1	5,5±0,4	–1,0	3,4±0,2	–0,5	1,7±0,1	–0,9

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Таблица 5.1.7. **Межсезонные различия биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов растений *V. uliginosum* в полевом опыте, 2012 /2011 гг., %**

Вариант опыта	Побеги формирования						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
1. Контроль	+83,3	–18,6	–20,7	–	–31,9	–36,8	+12,5
2. Микориза, штамм 1	–	–14,3	–	–	–51,4	–51,4	–
3. Микориза, штамм 2	–	–34,1	–27,0	–	–44,9	–42,0	–11,1
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–	–14,3	+44,4	+77,9	–9,4	–	–11,1
5. $N_{12}P_8K_{14}$	+170,0	+35,0	+45,3	–	–32,2	–47,5	+33,3
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	–	+33,3	+50,0	+38,9	–55,4	–60,3	+15,4
Вариант опыта	Побеги ветвления						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
1. Контроль	–59,3	+58,3	–	–35,6	–44,4	–47,0	+12,5
2. Микориза, штамм 1	–71,4	–42,9	–25,9	+27,6	–48,9	–37,8	–10,5
3. Микориза, штамм 2	–81,4	–	–19,6	–51,3	–48,6	–44,4	–11,8
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–86,7	–20,0	–61,5	–57,3	–67,2	–62,9	–11,8
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–70,0	–	+34,8	+ 34,1	–24,4	–42,6	+30,8
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	–57,1	+30,0	–	–21,8	–49,1	–65,3	+54,5

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

При этом во всех вариантах опыта с использованием штаммов микоризы не было выявлено сколь-либо значимых межсезонных различий в количестве новообразованных вегетативных побегов, и лишь в контроле и в большей степени в варианте с внесением $N_{12}P_8K_{14}$ оно возросло на 83–170 % относительно предыдущего сезона. Вместе с тем в большинстве вариантов опыта отмечено уменьшение средней длины побегов на 14–34 %, тогда как в двух вариантах с использованием полного минерального удобрения – раздельным и в сочетании с инокуляцией корней смесью штаммов микоризы, напротив, имело место их удли-

нение на 33–35 % при увеличении среднего количества сформированных на них листьев на 45–50 %.

Заметим, что и при инокуляции корней смесью штаммов микоризы также отмечено сходное по величине с этими вариантами опыта возрастание количества листьев на одном побеге, причем в контроле и в варианте с применением штамма 2 микоризы, напротив, наблюдалось его уменьшение на 21–27 % при отсутствии межсезонных различий по данному признаку с использованием штамма 1 микоризы.

Поскольку во втором сезоне активизация новообразования листьев на побегах формирования в обоих вариантах опыта с использованием смеси штаммов микоризы – раздельным и совместным с внесением $N_{12}P_8K_{14}$ – опережало таковую линейного роста данных побегов, то только в этих вариантах наблюдалось увеличение по сравнению с предыдущим сезоном степени их облиствения на фоне отсутствия межсезонных различий по данному признаку в остальных вариантах опыта. Нетрудно убедиться, что, несмотря на неблагоприятный характер погодных условий второго сезона, использование в эксперименте полного минерального удобрения и смеси штаммов микоризы способствовало активизации развития побегов формирования у *V. uliginosum*.

Вместе с тем во втором сезоне во всех вариантах опыта имело место существенное уменьшение по сравнению с предыдущим сезоном размерных параметров листьев как в длину (на 9–55 %), так и в ширину (на 37–60 %), причем наиболее выразительным оно оказалось на фоне раздельного применения штамма 1 микоризы и особенно совместного использования штаммов микоризы и полного минерального удобрения (см. табл. 5.1.7). Заметим, что в варианте с инокуляцией корневой системы смесью штаммов микоризы ингибирующий эффект оказался минимальным в эксперименте и не превысил 9 % по длине листовых пластинок при отсутствии межсезонных различий по их ширине. При этом диспропорция в изменении размерных параметров листьев в рамках полевого эксперимента обусловила достоверные межсезонные различия их формы в сторону удлинения на

13–33 % в контроле, а также в обоих вариантах с использованием полного минерального удобрения и в сторону расширения на 11 % в остальных вариантах опыта.

В отличие от побегов формирования количество новообразованных в условиях сезона 2012 г. побегов ветвления во всех вариантах опыта существенно (на 57–87 %) уступало таковому в предыдущем сезоне, что свидетельствовало об ингибирующем процесс их формирования действии погодных факторов (см. табл. 5.1.7). При этом наиболее значительные межсезонные различия отмечены в вариантах опыта с использованием штамма 2 микоризы и его смеси со штаммом 1. Наименее же выразительными они оказались в контроле и на фоне внесения $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с инокуляцией корней смесью штаммов микоризы, причем в этих обоих вариантах опыта наблюдалось увеличение по сравнению с предыдущим сезоном средней длины генеративных побегов на 30–58 % при сопоставимом в годы исследований среднем количестве сформированных на них листьев. В остальных же вариантах опыта преобладало снижение значений данных характеристик у побегов ветвления. Как видим, в варианте опыта с внесением полного минерального удобрения в сочетании с инокуляцией корневых систем смесью штаммов микоризы отрицательное влияние погодных факторов на процессы новообразования и развития последних оказалось наименее выраженным в эксперименте, что свидетельствовало о смягчающем их влиянии на действие данного агроприема. При этом, как и у побегов формирования, размерные параметры листьев на побегах ветвления в условиях второго сезона оказались существенно меньшими, чем годом ранее, – на 24–67 % в длину и на 38–65 % в ширину при идентичном с побегами формирования изменении их формы в соответствующих вариантах опыта (см. табл. 5.1.7).

Как и в предыдущем сезоне, растения тестируемых вариантов опыта в основном уступали контрольным по своим размерным параметрам, однако статистическое подтверждение выявленных различий отмечено лишь в нескольких случаях при отсутствии их совпадения с эффектами, выявленными годом ранее. В частности, имело место достоверное снижение по срав-

нению с контролем на 39–50 % диаметра кроны в западно-восточном направлении во 2-м, 4-м и 6-м вариантах опыта, общим для которых являлось использование штамма 1 микоризы (табл. 5.1.8). При этом лишь в единичном случае – в 6-м варианте опыта с совместным применением минеральных подкормок и обоих штаммов микоризы – был показан позитивный эффект в виде достоверного превышения контрольного значения высоты растений.

Таблица 5.1.8. **Относительные различия с контролем биометрических характеристик габитуса куста *V. uliginosum* в полевом опыте, 2012 г., %**

Вариант опыта	Высота	Диаметр		Объем
		север-юг	запад-восток	
2. Микориза, штамм 1	–	–	–39,3	–
3. Микориза, штамм 2	–	–	–	–
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–	–	–50,0	–
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–	–	–	–
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	**+66,7**	–	–39,3	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Как и в предыдущем сезоне, испытывавшиеся агроприемы в основном не оказали сколь-либо значимого влияния на количество новообразованных побегов у растений голубики. Лишь во 2-м и 4-м вариантах опыта (с использованием штамма 1 и смеси двух штаммов микоризы) установлено сходное по величине снижение относительно контроля количества вегетативных побегов при нивелировании в остальных вариантах опыта установленных в предыдущем сезоне различий с ним по показателям их длины и количеству сформированных на них листьев (табл. 5.1.9).

Одновременно в ряде вариантов опыта подтвердились установленные в предыдущем сезоне позитивные изменения размеров листовых пластинок по сравнению с контролем, имевшие наиболее выраженный характер на фоне инокуляции корневых

систем смесью штаммов микоризы при существенном ослаблении подобного эффекта при использовании последней в сочетании с внесением полного минерального удобрения и его сведении на нет в вариантах с дифференцированным применением обоих штаммов микоризы.

Таблица 5.1.9. **Относительные различия с контролем биометрических показателей текущего прироста вегетативной сферы *V. uliginosum* в полевом опыте, 2012 г., %**

Вариант опыта	Побеги формирования						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
2. Микориза, штамм 1	–65,9	–	–	–	–	–	–
3. Микориза, штамм 2	–	–	–	–	–	–	–11,1
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–65,9	–	–	+64,8	+50,0	+69,4	–11,1
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–	–	–	–	+25,0	+16,7	**+11,1**
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	–	–	–	–	–	**+27,8**	–16,7
Вариант опыта	**Побеги ветвления**						
	количество	длина	количество листьев	степень облиствения	длина листа	ширина листа	индекс листа
2. Микориза, штамм 1	–	–	–38,5	**+36,8**	–	–	–
3. Микориза, штамм 2	–	–36,8	–30,8	–	–	–	–16,7
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	–	–	–61,5	–	–36,7	–25,7	–16,7
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–	–47,4	–	**+73,1**	–	–	–
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	–	–	–27,7	–	–	–	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

В условиях сезона 2012 г. заметно усилилось по сравнению с предыдущим сезоном влияние испытывавшихся агроприемов на параметры развития побегов ветвления у опытных растений. Так, в 3-м и 5-м вариантах опыта наблюдалось достоверное снижение, относительно контроля, показателя их средней длины на 37–47 %, а также во всех вариантах, кроме 5-го ($N_{12}P_8K_{14}$), снижение на 28–62 % среднего количества сформированных на них листьев, имевшее наиболее выраженный характер при использовании смеси штаммов микоризы, обусловившем также уменьшение размеров листовых пластинок в длину и ширину на 37 и 26 % соответственно. При этом в ряде вариантов опыта наблюдалось нивелирование установленных годом ранее различий с контролем биометрических характеристик ассимилирующих органов на побегах ветвления.

Направленность и степень выразительности выявленных эффектов от испытывавшихся агроприемов заметно различались в годы исследований, что свидетельствовало об их выраженной зависимости от гидротермического режима вегетационного периода. В связи с этим для получения наиболее объективной картины ответной реакции опытных растений на их применение мы ориентировались на интегральный результат, полученный в двулетнем цикле наблюдений. С целью установления агроприема с наиболее выраженной ответной реакцией на него *V. uliginosum* был использован методический прием, основанный на сопоставлении в тестируемых вариантах опыта количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от контрольных значений 7 биометрических показателей текущего прироста надземных органов растений. При этом величина соотношения количеств положительных и отрицательных различий, превышавшая 1, указывала на преобладание в тестируемых вариантах опыта частоты проявления положительных различий с контролем, тогда как его величина, уступавшая 1, указывала на преобладание таковой отрицательных различий с ним. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о степени различий

каждого варианта опыта с контролем по совокупности исследуемых признаков, что позволяло выявить варианты с наиболее и наименее выраженной ответной реакцией растений на испытывавшиеся агроприемы. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с контролем являлось критерием наличия либо отсутствия преимуществ каждого варианта по сравнению с ним в развитии надземной сферы растений в целом. Соответственно, значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод об их отсутствии.

Представленные в табл. 5.1.10 данные, полученные в двулетнем цикле наблюдений, показали наличие заметных межвариантных различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о различиях ответной реакции опытных растений на испытывавшиеся агроприемы.

Таблица 5.1.10. **Значения количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных различий тестируемых вариантов опыта с контролем по биометрическим показателям текущего прироста вегетативной сферы *V. uliginosum* в полевом опыте**

Вариант опыта	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	положительные	отрицательные	положительные/отрицательные	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/отрицательные
Побеги формирования							
2. Микориза, штамм 1	3	2	1,5	97,5	124,2	221,7	0,8
3. Микориза, штамм 2	3	1	3,0	92,4	11,1	103,5	8,3
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	4	4	1,0	197,0	154,2	351,2	1,3
5. $N_{12}P_8K_{14}$	6	2	3,0	140,1	103,5	243,6	1,4
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	3	4	0,8	188,7	118,0	306,7	1,6
Побеги ветвления							
2. Микориза, штамм 1	3	2	1,5	78,7	69,4	148,1	1,1

Окончание табл. 5.1.10

Вариант опыта	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	положительные	отрицательные	положительные/ отрицательные	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/ отрицательные
3. Микориза, штамм 2	1	3	0,3	5,0	84,3	89,3	0,1
4. Микориза, смесь штаммов 1 и 2	1	4	0,2	31,3	140,6	171,9	0,2
5. $N_{12}P_8K_{14}$	1	4	0,2	73,1	122,1	195,2	0,6
6. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	1	2	0,5	48,5	59,0	107,5	0,8

При этом весьма отчетливо обозначились различия между побегами формирования и ветвления в характере и степени проявления установленных эффектов, оказавшимися у первых более выраженными, нежели у вторых. Так, если у побегов формирования амплитуда относительных величин выявленных отклонений, независимо от их знака, варьировалась в диапазоне от 103,5 % в 3-м варианте до 351,2 % в 4-м варианте, то у вторых она была существенно меньшей и охватывала диапазон от 89,3 % опять же в 3-м варианте до 195,2 % в в 5-м варианте. Это позволяло заключить, что инокуляция корневой системы *V. uliginosum* штаммом 2 микоризы обусловила наименьшие в эксперименте различия с контролем по совокупности анализируемых признаков и у побегов формирования, и у побегов ветвления, тогда как наибольшими они были на фоне применения смеси штаммов микоризы (у первых) и внесения полного минерального удобрения (у вторых).

Вместе с тем степень контрастности различий с контролем не может служить критерием преимуществ в развитии надземной сферы растений в тестируемых вариантах опыта, поскольку указывает лишь на размах выявленных отклонений в ту и другую стороны. Для выявления же наиболее успешного варианта опыта с максимальным преобладанием позитивных изменений в развитии надземной сферы *V. uliginosum* под действием испытывавшихся агроприемов мы ориентировались на соотношения

относительных размеров разнонаправленных отклонений от контроля совокупности 7 анализируемых признаков. Было установлено, что в большинстве тестируемых вариантов опыта относительные размеры положительных отклонений от контроля в развитии побегов формирования превышали таковые отрицательных и заметно коррелировали с соотношениями количеств разноориентированных сдвигов в их развитии относительно контроля, что указывало на позитивный ответ растений в этом плане на использование данных агроприемов. При этом наиболее выразительный интегральный позитивный эффект был получен на фоне инокуляции корневых систем растений штаммом 2 микоризы с более чем 8-кратным размером указанного соотношения, тогда как при использовании штамма 1 был получен отрицательный результат, поскольку его значения были ниже 1,0.

При этом была обозначена нижеприведенная последовательность тестируемых вариантов опыта в порядке снижения степени их преимуществ в развитии побегов формирования, относительно контроля, по совокупности анализируемых признаков:

вариант 3 > вариант 6 > вариант 5 > вариант 4 > вариант 2.

На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения в рамках эксперимента было установлено, что позитивные изменения в развитии побегов формирования у растений голубики в 6-м варианте оказались слабее, чем в наиболее эффективном 3-м, в 5,2 раза, в 5-м – в 5,9, в 4-м – в 6,4, во 2-м – в 10,4 раза.

В отличие от побегов формирования для побегов ветвления в большинстве тестируемых вариантов опыта был показан отрицательный интегральный эффект в их развитии, на что указывало доминирование отрицательных отклонений анализируемых признаков от контрольных значений, и лишь во 2-м варианте с использованием штамма 1 микоризы соотношение относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных отклонений составило 1,1. Во всех же остальных вариантах опыта оно в разной степени уступало 1,0, что указывало на негативный интегральный характер влияния соответствующих агроприемов на развитие генеративных побегов растений и косвенно свидетельствовало об ингибировании их репродуктивной функции

в целом. При этом наименее выраженный ингибирующий эффект был выявлен в 6-м варианте опыта на фоне внесения $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с инокуляцией корневых систем смесью штаммов микоризы.

Как видим, инокуляция корневых систем растений *V. uliginosum* штаммами микоризы, как и внесение невысоких доз полного минерального удобрения, в основном оказала позитивное влияние на развитие вегетативных и негативное – на развитие генеративных побегов. Наиболее выраженный интегральный положительный эффект в первом случае был получен на фоне инокуляции корневых систем растений штаммом 2 микоризы, тогда как во втором (единично) – при использовании штамма 1 микоризы. Минимальный ингибирующий эффект был получен при внесении $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с использованием смеси штаммов микоризы.

Обращают на себя внимание различия ответной реакции растений аборигенного вида *V. uliginosum* на инокуляцию корневых систем штаммами микоризы, выделенными из эксплантов двух интродуцентов – межвидового гибрида *Northland* (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*) и сорта *Blujei V. corymbosum*. Это наводит на мысль о специфичности их физиологического действия на культивируемые растения иного вида, обусловленной генетическими причинами. Логично также предположить, что эффекты, полученные при испытании данных штаммов микоризы на растениях *V. corymbosum*, могут оказаться более выразительными, нежели у аборигенного вида голубики.

Исходя из этих данных, в 2012 г. на растениях сорта *Bluecrop V. corymbosum* был заложен полевой эксперимент с 4-вариантной схемой: **1** – контроль; **2** – инокуляция корневой системы культурой микоризных грибов (штамм 1, выделенный из эксплантов межвидового гибрида голубики *Northland*); **3** – инокуляция корневой системы растений культурой микоризных грибов (штамм 2, выделенный из эксплантов сорта *Blujei V. corymbosum*); **4** – инокуляция корневой системы растений культурой микоризных грибов (штаммы 1 и 2 в соотношении 1:1) + внесение $N_{12}P_8K_{14}$. В данном эксперименте, как и в предыдущем с *V. uliginosum*, было

использовано гранулированное полное комплексное минеральное удобрение «Кемира–универсал» с соотношением компонентов N: P_2O_5: K_2O = 12:8:14, которое вносили с учетом большего, чем у аборигенного вида, габитуса кустов из расчета 15 г/ м^2.

Результаты этих исследований, приведенные в табл. 5.1.11, показали, что растения высокорослой голубики в вариантах опыта с дифференцированным использованием обоих штаммов микоризы заметно уступали контрольным по объему куста и диаметру кроны в том же, что и у растений *V. uliginosum*, западно-восточном направлении, тогда как в варианте с внесением полного минерального удобрения в сочетании с инокуляцией корней смесью штаммов микоризы, напротив, существенно превышали контрольные показатели по всем характеристикам габитуса куста. Маловыразительными оказались также изменения биометрических показателей побегов формирования у опытных растений на фоне дифференцированного использования штаммов микоризы (табл 5.1.12).

Таблица 5.1.11. **Характеристика габитуса куста сорта *Bluecrop* в полевом опыте с минеральными подкормками и инокуляцией корневой системы штаммами микоризы, 2012 г.**

Вариант опыта	Высота куста, см		Диаметр куста, см				Объем куста, дм^3	
			север-юг		запад-восток			
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
1. Контроль	6,5±0,5	–	6,0±2,0	–	9,0±3,0	–	0,4±0,2	–
2. Микориза, штамм 1	8,7±2,2	0,8	4,3±0,9	–0,9	4,3±0,9	–1,5*	0,2±0,1	–0,8*
3. Микориза, штамм 2	7,0±0,6	0,3	4,7±0,7	–0,8	5,0±0,6	–1,6*	0,1±0,03	–1,0*
4. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	13,2±2,2	1,8*	10,0±1,9	1,2*	13,2±2,8	1,6*	2,4±1,5	1,3*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Статистическое подтверждение нашли лишь показатели снижения количества новообразованных побегов при использовании штамма 1, а также уменьшения их средней длины при

Таблица 5.1.12. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных побегов растений сорта *Bluecrop* в полевом опыте с минеральными подкормками и инокуляцией корневой системы штаммами микоризы, 2012 г.**

Вариант опыта	Количество, шт.		Длина, см		Количество листьев, шт.		Степень облиствения		Длина листа, мм		Ширина листа, мм		Индекс листа	
	X±*st*	*t*	*X*±*st*	*t*	*X*±*st*	*t*	*X*±*st*	*t*	*X*±*st*	*t*	*X*±*st*	*t*	*X*±*st*	*t*
1. Контроль	4,0±1,0	–	3,2±0,6	–	6,1±0,8	–	23,1±3,6	–	9,9±0,6	–	6,3±0,6	–	1,6±0,1	–
2. Микориза, штамм 1	2,0±0,6	–1,6*	3,3±0,2	0,3	7,5±0,8	1,2	22,7±2,0	–0,1	10,3±0,6	0,5	6,3±0,4	–0,1	1,7±0,1	0,3
3. Микориза, штамм 2	4,3±1,9	0,1	1,8±0,2	–2,2*	4,9±0,4	–1,5	30,0±2,8	1,5	9,3±0,9	–0,6	6,0±0,4	–0,4	1,5±0,1	–0,9
4. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	5,6±0,2	1,8*	5,6±1,2	1,9*	10,0±1,2	2,7*	35,9±5,3	1,6*	14,4±1,0	3,7*	9,5±0,6	3,1*	1,5±0,1	–1,1

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Таблица 5.1.13. **Относительные различия с контролем биометрических характеристик габитуса куста сорта *Bluecrop* в полевом опыте с минеральными подкормками и инокуляцией корневой системы штаммами микоризы, 2012 г., %**

Вариант опыта	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
		север-юг	запад-восток	
2. Микориза, штамм 1	–	–	–52,2	–50,0
3. Микориза, штамм 2	–	–	–44,4	–75,0
4. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	**+103,1**	**+66,7**	**+46,7**	**+500,0**

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

использовании штамма 2 микоризы. Вместе с тем на фоне внесения $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с использованием смеси штаммов микоризы количество новообразованных вегетативных побегов и их биометрические параметры оказались существенно выше, чем в контроле, что указывает на позитивный характер воздействия данного агроприема на растения.

О степени же выразительности выявленных эффектов можно судить по данным табл. 5.1.13 и 5.1.14, которые показывают сопоставимость относительных размеров снижения размерных параметров куста по диаметру и объему в вариантах опыта с раздельным использованием штаммов микоризы по сравнению с контролем.

Таблица 5.1.14. **Относительные различия с контролем биометрических показателей текущего прироста вегетативных побегов сорта *Bluecrop* в полевом опыте с минеральными подкормками и инокуляцией корневой системы штаммами микоризы, 2012 г., %**

Вариант опыта	Количество	Длина	Количество листьев	Степень облиствения	Длина листа	Ширина листа	Индекс листа
2. Микориза, штамм 1	–50,0	–	–	–	–	–	–
3. Микориза, штамм 2	–	–43,8	–	–	–	–	–
4. $N_{12}P_8K_{14}$ + смесь штаммов 1и 2	**+40,0**	**+75,0**	**+63,9**	**+55,4**	+45,5	**+50,8**	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

При этом в варианте с совместным использованием полного минерального удобрения и смеси штаммов микоризы относительные размеры превышения контрольных значений всех характеристик габитуса куста высокорослой голубики оказались намного большими, чем у *V. uliginosum*, и варьировались от 47–67 % для диаметра кроны до 500 % для объема куста. Как и у дикорастущего вида, раздельное использование штаммов микоризы не оказало существенного влияния на биометрические показатели вегетативных побегов интродуцента (см. табл. 5.1.9).

Лишь при инокуляции его корней штаммом 1 наблюдалось сходное по относительным размерам уменьшение по сравнению с контролем количества побегов формирования, свидетельствующее об ингибировании процесса побегообразования, но в отличие от *V. uliginosum* при использовании штамма 2 наблюдалось снижение на 44 % показателя средней длины данных побегов. Вместе с тем позитивные изменения всех биометрических параметров вегетативных побегов на фоне внесения $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с использованием смеси штаммов микоризы оказались намного значительнее, чем у дикорастущей голубики, и варьировались в диапазоне от 40 до 75 %, что свидетельствовало о более выраженной ответной реакции интродуцента на данный агроприем.

Особый интерес в данных исследованиях представляет оценка влияния искусственной микоризации корней опытных растений на агрохимические свойства торфяного субстрата, характеризовавшегося, напомним, весьма низким содержанием основных элементов питания. Несмотря на то, что потенциальные запасы в нем последних, особенно азота и фосфора, чрезвычайно высоки, они недоступны для растений в связи с нахождением их в органическом веществе торфа в прочносвязанном состоянии, и лишь в процессе его минерализации они могут быть высвобождены из него и пополнить запасы легкоусвояемых форм питательных элементов.

Вместе с тем общеизвестно, что с помощью разных агроприемов можно интенсифицировать переработку растительных остатков в корнеобитаемом слое торфа. В связи с этим логично предположить, что искусственная инокуляция микоризой корневых систем опытных растений голубики могла оказать определенное влияние на агрохимические свойства субстрата. В результате сравнительного исследования содержания в нем основных элементов питания в контроле и в вариантах опыта с внесением полного минерального удобрения и с использованием смеси штаммов микоризы под культурой *V. uliginosum*, результаты которого представлены в табл. 5.1.15, установлены весьма выразительные межвариантные различия по анализируемым признакам, о величине которых можно судить по данным табл. 5.1.16.

Таблица 5.1.15. **Содержание основных питательных элементов в корнеобитаемом слое торфа в полевом опыте с минеральными подкормками и инокуляцией корневой системы *V. uliginosum* штаммами микоризы, май 2012 г.**

Вариант опыта	$N\text{-}NO_3$, мг/кг	$N\text{-}NH_4$, мг/кг	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг
1. Контроль	12,8±0,5	1045,9±35,8	63,8±2,9	132,9±2,4
5. $N_{12}P_8K_{14}$	12,2±0,2	1050,9±6,5	118,5±2,3	97,6±7,6
4. Микориза, смесь штамм 1 и 2	11,6±0,3	1314,5±90,0	98,0±6,5	99,7±3,9

Таблица 5.1.16. **Относительные различия с контролем содержания основных питательных элементов в корнеобитаемом слое торфа в полевом опыте с минеральными подкормками и инокуляцией корневой системы *V. uliginosum* штаммами микоризы, %, май 2012 г.**

Вариант опыта	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	P_2O_5	K_2O
5. $N_{12}P_8K_{14}$	–	–	**+85,7**	–26,6
4. Микориза, смесь штамм 1 и 2	–9,4	**+25,7**	**+53,6**	–25,0

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Таким образом, инокуляция корневых систем опытных растений смесью штаммов микоризы способствовала увеличению на 26 % содержания в субстрате аммонийного азота при незначительном (в пределах 10 %) снижении весьма скудных запасов его нитратной формы, тогда как на фоне $N_{12}P_8K_{14}$ сколь-либо значимых изменений в содержании данного элемента выявлено не было. Вместе с тем в обоих тестируемых вариантах опыта установлено обогащение на 54–86 % корнеобитаемого слоя торфа подвижными формами фосфора, более выраженное при внесении одного минерального удобрения, а также сходное по относительным размерам его обеднение на 25–27 % обменным калием.

Глава 6

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ТАКСОНОВ РОДА *VACCINIUM* НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

В процессе исследований возникло предположение, что одним из эффективных приемов оптимизации режима минерального питания растений голубики в специфических условиях существования на малоплодородных субстратах выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Припятского Полесья может явиться использование некоторых комплексных удобрений с ростстимулирующим и фунгицидным действием. Была испытана серия подобных стимуляторов – препарата **«Альбит»**, созданного учеными Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрябина РАН на основе группы почвенных бактерий PGPR; препарата **«Элегум-комплекс»** (ТУ BY 100289079.023–2008), разработанного учеными Института природопользования НАН Беларуси на основе гуминовых веществ (ГВ) и микроэлементов и являющегося жидким комплексным микроудобрением, включающим следующие количества действующих веществ (г/л): медь – 2,0, марганец – 2,0, цинк – 2,5, бор – 2,5; хелатного удобрения **«КомплеМет – СО»** с содержанием макро- и микроэлементов (в %): N – 4,5, P_2O_5 – 9,9, K_2O – 9,2, S – 0,2, Zn – 1,5, Cu – 0,9, B – 0,45, Mn – 1,0, Mo – 0,015, Co – 0,005, а также нового, разработанного и запатентованного В. А. Шапиро препарата **«Сок Земли»**, представляющего собой водную вытяжку из продуктов жизнедеятельности круглых почвенных червей и обладающего абсолютной экологической чистотой.

Предварительные испытания препарата **«Сок Земли»** на культуре голубики высокорослой в одном из фермерских хозяйств Беларуси показали, что его применение способствует улучшению общего состояния растений, что проявляется в увеличении их кустистости, усилении иммунитета к болезням и повышении содержания в созревших плодах биологически активных соединений. Данный препарат может применяться совместно с органическими и неорганическими удобрениями, так как он повышает их эффективность и тем самым снижает расход последних. Рекомендуемое разработчиком препарата разведение раствора при комнатной температуре составляет 1:50. При обработке растений расход рабочего раствора составляет 5 л на 1 сотку.

Полевой опыт по оптимизации режима минерального питания голубики высокорослой (*V. corymbosum*) на примере модельных сортов *Northcountry* и *Elizabeth*, а также одного из клонов голубики узколистной (*V. angustifolium*) с применением серии рострегулирующих препаратов проводился в 2014–2015 гг. на территории ОАО «Торфопредприятия Глинка» в Столинском р-не Брестской обл. на участке сильнокислого (pH_{Kcl} 3,0) малоплодородного (содержание P_2O_5 и K_2O не более 8–11 и 14–22 мг/кг соответственно) остаточного слоя донного торфа средней степени разложения. Исследования проводили на одно- и двулетних растениях *V. corymbosum* и двулетних растениях *V. angustifolium* в рамках долгосрочного полевого эксперимента с 5-вариантной схемой: **1** – контроль без обработки; **2** – некорневая обработка раствором препарата «Элегум-комплекс» (50 мл на 1 л воды); **3** – некорневая обработка раствором препарата «КомплеМет» (5 мл на 1 л воды); **4** – некорневая обработка раствором препарата «Сок Земли» (20 мл на 1 л воды); **5** – некорневая обработка раствором препарата «Альбит».

С целью выявления наиболее эффективного варианта полевого опыта в плане активизации развития надземной сферы опытных растений голубики под действием испытывавшихся рострегулирующих препаратов в конце вегетационного периода осуществляли повариантное исследование габитуса и биометрических параметров вегетативных органов опытных растений.

6.1. Формирование вегетативной сферы растений на фоне применения стимуляторов роста

Исследование ответной реакции однолетних растений голубики высокорослой на испытывавшиеся рострегулирующие препараты показало неоднозначное влияние последних на габитус куста в зависимости от их сортовой принадлежности (табл. 6.1.1). Обращает на себя внимание отсутствие статистически значимых межвариантных различий размерных параметров растений сорта *Northcountry*, что указывает на отсутствие сколь-либо выраженного влияния на них испытывавшихся препаратов. Вместе с тем для позднеспелого сорта *Elizabeth* было показано заметное позитивное влияние препаратов «Альбит» и особенно «Сок Земли» на высоту, объем и диаметр куста в направлении с севера на юг, о величине которого можно судить по данным табл. 6.1.2. При этом обработка препаратом «Элегум-комплекс» способствовала лишь достоверному увеличению объема куста данного сорта, тогда как применение «КомплеМета» в плане изменения габитуса растений оказалось и вовсе неэффективным.

Как известно, растения голубики характеризуются наличием двух типов побегов – вегетативных (формирования) и генеративных (ветвления). В связи с этим представляет интерес исследование ответной реакции каждого типа побегов модельных сортов на применение испытуемых препаратов. Как следует из табл. 6.1.3, однолетние растения сорта *Northcountry* формировали за сезон, в зависимости от вида препарата, в среднем от 7,8 до 10,0 вегетативных побегов длиной 4,5–6,3 см и количеством листьев от 8,3 до 10,5 шт. длиной 17,9–28,5 мм и шириной 9,5–13,5 мм при средней площади листовой пластинки от 140,0 до 309,3 мм^2. При этом степень облиствения побегов составляла 18,1–23,2. Количество новообразованных за сезон вегетативных побегов у растений сорта *Elizabeth* было существенно большим, чем у предыдущего сорта, и варьировалось по вариантам опыта от 8,8 до 17,8 шт. при их средней длине от 10,8 до 14,2 см и количестве листьев от 13,2 до 17,7 шт. длиной 20,0–29,8 мм и ши-

риной 13,1–19,4 мм при средней площади листовой пластинки от 214,1 до 469,5 мм^2. При этом степень облиствения побегов составляла 12,3–13,4.

Таблица 6.1.1. **Характеристика габитуса однолетних растений *V. corymbosum* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода**

Сорт	Вариант опыта	Высота куста, дм		Диаметр куста, дм				Объем куста, дм^3	
				север-юг		запад-восток			
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northcountry	Контроль	1,4±0,2	–	1,3±0,1	–	1,2±0,1	–	1,1±0,2	–
	Элегум-комплекс	1,0±0,1	–1,8	1,5±0,2	0,9	1,3±0,2	0,4	1,2±0,4	0,2
	КомплеМет	1,2±0,1	–0,9	1,2±0,1	–0,7	1,0±0,2	–0,9	0,8±0,2	–1,1
	Сок Земли	1,4±0,1	0,0	1,6±0,2	1,3	1,4±0,2	0,9	1,7±0,4	1,3
	Альбит	1,5±0,03	0,5	1,5±0,2	0,9	1,4±0,1	1,4	1,6±0,3	1,4
Elizabeth	Контроль	2,0±0,1	–	1,4±0,1	–	1,7±0,1	–	2,4±0,2	–
	Элегум-комплекс	2,2±0,03	1,9	2,0±0,3	1,9	1,9±0,1	1,4	4,2±0,6	2,8*
	КомплеМет	2,1±0,1	0,7	1,4±0,2	0,0	1,5±0,1	–1,4	2,4±0,6	0,0
	Сок Земли	2,5±0,2	2,2*	2,2±0,2	3,6*	2,1±0,2	1,8	6,5±1,6	2,5*
	Альбит	2,3±0,1	2,1*	2,1±0,2	3,1*	1,9±0,1	1,4	4,9±0,6	4,0*

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Как видим, сорт *Northcountry* характеризовался в целом менее активным по сравнению с сортом *Elizabeth* новообразованием менее крупных, но более облиственных побегов формирования, что, очевидно, является его биологической особенностью. Вместе с тем количество образованных за сезон побегов ветвления у раннеспелого сорта, напротив, оказалось значительно большим, чем у позднеспелого, и изменялось в рамках полевого эксперимента в среднем от 2,6 до 5,0 шт/раст. против 1,4–2,6 шт/раст. (см табл. 6.1.3). Значения средней длины одного генеративного побега и количества листьев на нем у сорта *Northcountry* варьировались в зависимости от вида испытывавшегося препарата в более широких диапазонах значений, чем у сорта *Elizabeth*, составлявших, соответственно, 0,8–3,9 см

Таблица 6.1.2. **Относительные различия с контролем характеристик габитуса однолетних растений *V. corymbosum* (сорт *Elizabeth*) в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода, %**

Вариант опыта	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
		север-юг	запад-восток	
Элегум-комплекс	–	–	–	**+75,0**
КомплеМет	–	–	–	–
Сок Земли	**+20,0**	+57,1	–	**+170,8**
Альбит	**+15,0**	**+50,0**	–	+104,2

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Таблица 6.1.3. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов однолетних растений *V. corymbosum* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода**

Сорт	Вариант опыта	**Побеги формирования**													
		количество, шт.		длина, см		количество листьев, шт.		степень облиствения		длина листа (*d*), мм		ширина листа (*l*), мм		площадь листа, мм^2	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*
Northcountry	Контроль	10,0±2,2	–	5,6±0,6	–	10,2±0,8	–	19,1±1,4	–	20,8±0,8	–	10,2±0,4	–	172,5±12,0	–
	Элегум-комплекс	9,8±1,6	–0,1	4,6±0,6	–1,2	10,0±0,9	–0,2	23,2±1,6	1,9	23,8±0,7	2,8*	11,8±0,3	3,2*	223,8±11,8	3,0*
	КомплеМет	7,8±1,9	–0,8	4,1±0,7	–1,6	8,3±1,0	–1,5	23,0±2,0	1,6	17,9±1,2	–2,0*	9,5±0,6	–1,0	140,0±15,3	–1,7
	Сок Земли	9,2±1,6	–0,3	6,3±0,8	0,7	10,5±0,7	0,3	18,1±1,7	–0,5	27,5±1,6	3,7*	13,5±1,0	3,1*	309,3±38,8	3,4*
	Альбит	9,8±0,5	–0,1	4,5±0,6	–1,3	8,3±0,9	–1,6	18,9±1,5	–0,1	28,5±0,7	7,2*	12,7±0,4	4,4*	285,1±14,6	6,0*

Elizabeth	Контроль	10,4±1,4	–	10,8±0,5	–	13,2±0,7	–	12,3±0,6	–	20,0±0,8	–	13,1±0,5	–	214,1±16,5	–
	Элегум-комплекс	13,4±1,4	1,5	12,4±0,7	1,9	16,5±0,9	2,9*	13,4±0,6	1,3	29,8±0,8	8,7*	19,4±0,6	8,1*	469,5±26,1	8,3*
	КомплеМет	8,8±1,4	–0,8	11,4±1,0	0,5	14,5±1,2	0,9	13,2±1,1	0,7	26,3±0,9	5,2*	17,4±0,6	5,5*	372,2±25,5	5,2*
	Сок Земли	17,8±1,4	3,7*	14,2±0,7	4,0*	17,7±0,8	4,2*	12,7±0,6	0,5	25,7±0,6	5,7*	16,5±0,5	4,8*	335,2±18,1	4,9*
	Альбит	15,6±1,7	2,4*	13,4±1,1	2,2*	15,6±0,3	3,2*	12,5±1,2	0,1	20,3±0,9	0,2	14,1±0,6	1,3	233,6±19,1	0,8

Сорт	Вариант опыта	**Побеги ветвления**													
		количество, шт.		длина, см		количество листьев, шт.		степень облиствения		длина листа (*d*), мм		ширина листа (*l*), мм		площадь листа, мм^2	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*
Northcountry	Контроль	2,6±0,4	–	3,9±1,3	–	3,8±0,6	–	24,1±9,0	–	13,1±0,8	–	6,3±0,3	–	66,3±7,4	–
	Элегум-комплекс	4,2±1,2	1,3	1,9±0,6	–1,4	4,5±0,4	1,0	34,8±8,0	0,9	12,0±0,6	–1,1	5,3±0,3	–2,4*	53,5±6,5	–1,3
	КомплеМет	5,0±1,1	2,1*	0,8±0,1	–2,4*	2,7±0,3	–1,6	37,8±11,8	0,9	11,8±1,1	–1,0	6,5±0,7	0,3	64,1±11,6	–0,2
	Сок Земли	4,6±1,2	1,6	1,0±0,2	–2,2*	3,7±0,4	–0,1	41,7±4,6	1,7	15,8±2,12	1,2	7,2±1,2	0,7	106,2±28,9	1,3
	Альбит	3,8±0,6	1,7	0,9±0,1	–2,3*	6,3±0,9	2,3*	70,0±15,3	2,6*	25,2±0,9	10,0*	12,1±0,4	11,6*	242,4±17,5	9,3*
Elizabeth	Контроль	1,6±0,4	–	2,4±0,3	–	6,4±0,4	–	28,4±2,4	–	14,0±1,2	–	8,5±0,4	–	95,2±11,5	–
	Элегум-комплекс	1,4±0,4	–0,4	3,7±0,3	3,1*	6,8±0,8	0,4	19,0±2,5	–2,7*	15,3±0,8	0,9	8,9±0,4	0,7	113,7±12,1	1,1
	КомплеМет	1,6±0,4	0,0	2,3±0,3	–0,2	4,4±0,7	–2,5*	19,2±1,9	–3,0*	17,8±1,8	1,8	12,0±1,2	2,8*	184,0±32,2	2,6*
	Сок Земли	1,6±0,2	0,0	3,8±0,4	2,8*	6,3±0,6	–0,1	17,1±1,6	–3,9*	13,7±0,7	–0,2	9,5±0,4	1,8	105,8±10,3	0,7
	Альбит	2,6±0,6	1,4	2,2±0,3	–0,5	5,8±0,3	–2,3*	25,9±0,9	–2,8*	14,3±1,11	0,2	9,0±0,6	0,7	102,9±12,5	0,5

*Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

против 2,2–3,8 см и 2,7–6,3 шт. против 4,4–6,8 шт. При этом степень облиствения данных побегов, как, впрочем, и побегов формирования, у сорта *Northcountry* была выше, чем у сорта *Elizabeth*, и составляла в среднем 24,1–70,0 против 17,1–28,4 соответственно. Размерные параметры листовых пластинок на генеративных побегах у раннеспелого сорта в основном были меньше, чем у позднеспелого, и изменялись в длину от 11,8 до 25,2 мм против 13,7–17,8 мм и в ширину от 5,3 до 12,1 мм против 8,5–12,0 мм при изменении площади листа от 53,5 до 242,4 мм^2 против 95,2–184,0 мм^2. Это показывает не только различия биометрических параметров вегетативных органов модельных сортов голубики, обусловленных особенностями их генотипа, но и различия данных параметров, связанных со спецификой сортовой реакции на применение испытывавшихся препаратов.

Наиболее отчетливое представление о степени влияния последних на исследуемые характеристики текущего прироста однолетних растений голубики можно составить на основании табл. 6.1.4. Как видим, в плане формирования вегетативных побегов ответная реакция позднеспелого сорта на некорневые обработки препаратами проявилась более выразительно, нежели у раннеспелого. Так, если у сорта *Northcountry* ни один из испытывавшихся препаратов не оказал достоверного влияния ни на количество новообразованных побегов формирования, ни на их длину и степень облиствения, то у сорта *Elizabeth* под действием препаратов «Альбит» и «Сок Земли» наблюдалось увеличение по сравнению с контролем количества данных побегов на 50–71 % их средней длины на 24–32 % и количества сформированных на них листьев на 18–34 % при наиболее выразительных различиях в варианте опыта с обработкой препаратом «Сок Земли». При этом из-за пропорциональности изменений двух последних параметров не было выявлено достоверных различий с контролем в степени облиствения вегетативных побегов. Что касается препаратов «Элегум-комплекс» и «КомплеМет», то их влияние на обозначенные характеристики стелющихся побегов было столь незначительным, что не нашло статистического подтверждения. Лишь в варианте опыта с использованием первого

из них имело место увеличение количества листьев на 25 % относительно контроля, и несмотря на то, что увеличение средней длины побегов здесь было незначительным, достоверного влияния на степень их облиствения это не оказало.

Вместе с тем испытывавшиеся препараты оказали весьма существенное позитивное влияние на размерные параметры листьев вегетативных побегов. Как следует из табл. 6.1.4, у сорта *Northcountry* во всех вариантах опыта с обработками, кроме варианта с применением препарата «КомплеМет», наблюдалось увеличение по сравнению с контролем размеров листовых пластинок на 14–37 % в длину и на 16–32 % в ширину при увеличении площади листовой поверхности на 30–79 %, что можно рассматривать как весьма позитивное явление, способствующее активизации процесса фотосинтеза. Наиболее выразительно данный эффект проявился на фоне обработки препаратом «Сок Земли». При этом абсолютно безуспешным оказалось применение препарата «КомплеМет». Более того, данный агроприем способствовал уменьшению длины листовых пластинок в среднем на 14 % по сравнению с контролем.

Влияние испытывавшихся препаратов на размерные параметры листьев вегетативных побегов у сорта *Elizabeth* оказалось более выразительным, нежели у сорта *Northcountry.* Возвращаясь к табл. 6.1.4, нетрудно заметить, что на фоне применения всех препаратов, кроме «Альбита», наблюдалось увеличение относительно контроля длины листовых пластинок на 29–49 % и ширины на 26–48 % при увеличении площади ассимилирующей поверхности на 57–119 % при наиболее выраженном эффекте от обработок препаратом «Элегум-комплекс». При этом влияние испытывавшихся препаратов на формирование генеративных побегов оказалось не столь выразительным и однозначным, как на таковое вегетативных побегов. Так, практически не было выявлено достоверных различий с контролем в количестве новообразованных побегов ветвления, и лишь на фоне обработки «КомплеМетом» наблюдалось его увеличение вдвое у растений сорта *Northcountry*, тогда как во всех остальных случаях ни у того, ни у другого сорта наметившаяся активизация этого про-

Таблица 6.1.4. **Относительные различия с контролем биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов однолетних растений *V. corymbosum* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода, %**

Сорт	Вариант опыта	Количество побегов	Длина побегов	Количество листьев	Степень облиствения	Длина листа	Ширина листа	Площадь листа
		Побеги формирования						
North-country	Элегум-комплекс	–	–	–	–	**+14,4**	**+15,7**	**+29,7**
	КомплеМет	–	–	–	–	–13,9	–	–
	Сок Земли	–	–	–	–	**+32,2**	**+32,4**	**+79,3**
	Альбит	–	–	–	–	**+37,0**	**+24,5**	**+65,3**
Elizabeth	Элегум-комплекс	–	–	**+25,0**	–	**+49,0**	**+48,1**	**+119,3**
	КомплеМет	–	–	–	–	**+31,5**	**+32,8**	**+73,8**
	Сок Земли	**+71,2**	**+31,5**	**+34,1**	–	**+28,5**	**+26,0**	**+56,6**
	Альбит	**+50,0**	**+24,1**	**+18,2**	–	–	–	–
		Побеги ветвления						
North-country	Элегум-комплекс	–	–	–	–	–	–15,9	–
	КомплеМет	**+92,3**	–79,5	–	–	–	–	–
	Сок Земли	–	–74,4	–	–	–	–	–
	Альбит	–	–76,9	**+65,8**	**+190,5**	**+92,4**	**+92,1**	**+265,6**
Elizabeth	Элегум-комплекс	–	**+54,2**	–	–33,1	–	–	–
	КомплеМет	–	–	–31,3	–32,4	—	**+41,2**	**+93,3**
	Сок Земли	–	**+58,3**	–	–39,8	–	–	–
	Альбит	–	–	-9,4	–8,8	–	–	–

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

цесса не нашла статистического подтверждения. При этом у сорта *Northcountry*, на фоне обработок всеми испытывавшимися препаратами, за исключением «Элегум-комплекса», было показано сходное по относительным размерам уменьшение на 75–80 % по сравнению с контролем средней длины генеративных побегов. Заметим, что только применение препарата «Альбит» обусловило увеличение среднего количества листьев и степени облиствения последних, соответственно, на 66 и 191 %, сочетавшееся с увеличением на 92 % размеров листовых пластинок в длину и ширину при возрастании площади листа на 266 % по сравнению с контролем. Во всех же остальных вариантах опыта с обработками достоверных различий с последним по параметрам развития ассимиляционного аппарата выявлено не было.

В отличие от раннеспелого сорта голубики у сорта *Elizabeth* в вариантах опыта с использованием «Элегум-комплекса» и «Сока Земли» имело место увеличение по сравнению с контролем средней длины побегов ветвления на 54–58 % при отсутствии достоверного влияния на данный показатель обработок «КомплеМетом» и «Альбитом». При этом применение двух последних препаратов оказало ингибирующее влияние на среднее количество листьев на данных побегах. Следствием разной направленности тенденций изменения средней длины последних и количества сформированных на них листьев стало снижение степени облиствения побегов ветвления под действием всех испытывавшихся препаратов по сравнению с контролем на 32–40 %. Вместе с тем обработки препаратами не оказали сколь-либо заметного влияния на размерные параметры листовых пластинок генеративных побегов и площадь их ассимилирующей поверхности. Лишь на фоне применения «КомплеМета» наблюдалось увеличение ширины и площади листа, соответственно, на 41 % и 93 % по сравнению с контролем.

С целью выявления варианта полевого опыта с наиболее выраженной позитивной реакцией однолетних растений модельных сортов голубики на некорневые обработки испытывавшимися препаратами, что должно было проявиться в максимальном увеличении параметров развития их вегетативной сферы

относительно контроля, как и в исследованиях с клюквой крупноплодной, нами был использован тот же, что и в остальных исследованиях, методический прием [137], основанный на сопоставлении у тестируемых объектов в вариантах с обработками относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от контроля 14 биометрических характеристик текущего прироста вегетативных органов. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности различий каждого тестируемого варианта опыта с контролем по совокупности исследуемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с контролем являлось критерием наличия либо отсутствия преимуществ по сравнению с ним в развитии вегетативной сферы каждого тестируемого варианта опыта. Соответственно, значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод об их отсутствии.

Представленные в табл. 6.1.5 данные, характеризующие направленность и степень выразительности сдвигов в развитии вегетативных органов модельных сортов голубики в вариантах с применением обработок относительно контроля, показали наличие заметных межвариантных различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о различиях ответной реакции растений на некорневые обработки испытывавшимися препаратами.

Выраженная сортоспецифичность в характере ответной реакции опытных растений на действие последних проявилась, прежде всего, в разной степени выразительности различий с контролем по совокупности анализируемых признаков независимо от ориентации данных различий, оцениваемой величиной их амплитуды. По нашим оценкам, она варьировалась в рамках эксперимента у растений раннеспелого сорта в более широком

диапазоне значений, нежели у позднеспелого, – от 75,7 до 910,1 % против 110,5–346,0 %. Это свидетельствовало о более выраженных контрастах между вариантами опыта в формировании текущего прироста вегетативных органов первого из них и позволило расположить препараты в порядке снижения восприимчивости к ним однолетних растений сорта *Northcountry* следующим образом:

Альбит > Сок Земли > КомплеМет > Элегум-комплекс.

Подобный ряд препаратов для однолетних растений сорта *Elizabeth* выглядел несколько иначе:

Сок Земли = КомплеМет = Элегум-комплекс > Альбит.

Следует заметить, что степень различий с контролем исследуемых параметров текущего прироста позднеспелого сорта голубики на фоне применения первых трех препаратов оказалась практически одинаковой, приблизительно втрое превосходящей таковую при использовании «Альбита». Ответная же реакция данного сорта на применение первых трех препаратов превышала таковую сорта *Northcountry* в 4,3, 1,8 и 1,6 раза соответственно, но при этом была в 8,2 раза слабее, чем при использовании «Альбита».

Таблица 6.1.5. **Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с контролем параметров текущего прироста вегетативной сферы однолетних растений рода *Vaccinium* в вариантах опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %**

Сорт голубики	Вариант опыта	Относительные размеры сдвигов, %			
		положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/отрицательные
North-country	Элегум-комплекс	59,8	15,9	75,7	3,8
	КомплеМет	92,3	93,4	185,7	1,0
	Сок Земли	143,9	74,4	218,3	1,9
	Альбит	833,2	76,9	910,1	10,8
Elizabeth	Элегум-комплекс	295,6	33,1	328,7	8,9
	КомплеМет	272,6	63,7	336,3	4,3
	Сок Земли	306,2	39,8	346,0	7,7
	Альбит	92,3	18,2	110,5	5,1

Однако данный показатель не может служить критерием преимуществ в развитии вегетативных органов растений в вариантах с обработками по сравнению с контролем, поскольку указывает лишь на размах выявленных отклонений от него в ту и другую стороны. Наиболее же объективное представление в этом плане может дать размер соотношения относительных величин сумм положительных и отрицательных различий с контролем совокупности анализируемых признаков в обработанных вариантах опыта. При этом оказалось, что у обоих сортов голубики в большинстве тестируемых вариантов размер данного соотношения превышал 1,0, что свидетельствовало о преобладании позитивных изменений в развитии вегетативных частей растений под действием испытывавшихся препаратов и давало основание для заключения о стимулирующем эффекте от их использования. Лишь в единичном случае – у сорта *Northcountry* – на фоне применения «КомплеМета» относительные размеры положительных и отрицательных расхождений с контролем были схожими, в результате чего размер указанного соотношения был равен 1,0.

На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения в рамках полевого эксперимента была дана количественная оценка межвариантных различий в проявлении позитивной реакции растений на испытывавшиеся препараты. В порядке ослабления позитивного эффекта, оказываемого на развитие вегетативных частей однолетних растений сорта *Northblue*, препараты были расположены следующим образом:

Альбит > Элегум-комплекс > Сок Земли > КомплеМет.

При этом по эффективности «Элегум-комплекс» уступал лидирующему в этом ряду «Альбиту» в 2,8 раза, «Сок Земли» – в 5,7 раза, а «КомплеМет» – в 10,8 раз.

Аналогичный ряд препаратов для однолетних растений сорта *Elizabeth* выглядел несколько иначе:

Элегум-комплекс > Сок Земли > Альбит > КомплеМет.

При этом по эффективности «Сок Земли» уступал лидирующему в данном ряду «Элегум-комплексу» в 1,2 раза, «Альбит» – в 1,7 раза, а «КомплеМет» – в 2,1 раза. Позитивный эффект от при-

менения препаратов «Элегум-комплекс», «КомплеМет» и «Сок Земли» на однолетних растениях позднеспелого сорта проявился сильнее, чем на растениях раннеспелого, соответственно, в 2,3, 4,3 и 4,1 раза, тогда как при использовании «Альбита» он, напротив, оказался слабее в 2,1 раза.

Как видим, ответная реакция однолетних растений голубики высокорослой на применение испытывавшихся препаратов в плане стимуляции развития вегетативных органов в значительной степени определялась их сортовой принадлежностью. Однако независимо от последней одним из наиболее эффективных препаратов оказался «Элегум-комплекс», а наименее успешным был «КомплеМет».

Особый интерес в данных исследованиях представляло изучение влияния возраста растений на проявление их ответной реакции на испытывавшиеся препараты. Как следует из табл. 6.1.6 и 6.1.7, в ряду исследуемых объектов двулетнего возраста – модельных сортов *V. corymbosum* и *V. Angustifolium*, наиболее выразительной она была у сорта *Elizabeth*, что, впрочем, наблюдалось и у однолетних растений.

Так, на фоне обработок всеми испытывавшимися препаратами у позднеспелого сорта наблюдалось увеличение по сравнению с контролем высоты растений на 35–79 %, диаметра куста на 96–137 % в направлении с севера на юг и на 41–126 % с запада на восток, а также объема куста на 219–747 % при наиболее выразительных различиях при использовании препаратов «Сок Земли» и особенно «Элегум-комплекс». При этом ни для раннеспелого сорта высокорослой голубики, ни для голубики узколистной не было выявлено сколь-либо заметного влияния испытывавшихся препаратов на габитус растений. Более того, у сорта *Northcountry* голубики высокорослой на фоне применения препарата «Сок Земли» было показано достоверное уменьшение на 13 % относительно контроля диаметра куста в направлении «запад-восток», а у узколистной голубики аналогичное снижение данного показателя на 28 % в сочетании с уменьшением объема куста на 57 % отмечено при использовании «Альбита». Заметим, что уменьшение объема куста у *V. angustifolium*

Таблица 6.1.6. **Характеристика габитуса двулетних растений *V. corymbosum* и *V. angustifolium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода**

Таксон	Вариант опыта	Высота куста, см		Диаметр куста, см				Объем куста, дм^3	
				север-юг		запад-восток			
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northcountry	Контроль	2,5±0,2	–	5,2±0,3	–	5,4±0,2	–	38,9±7,0	–
	Элегум-комплекс	3,0±0,3	1,4	5,4±0,4	0,4	5,5±0,4	0,2	50,6±11,3	0,9
	КомплеМет	2,8±0,2	1,1	5,9±0,1	2,2*	5,2±0,3	–0,6	45,4±3,5	0,8
	Сок Земли	3,0±0,2	1,8	5,0±0,5	–0,3	4,7±0,2	–2,5*	38,1±7,1	–0,1
	Альбит	2,7±0,2	0,7	5,3±0,2	0,3	4,9±0,2	–1,8	36,2±2,7	–0,4
Elizabeth	Контроль	2,9±0,3	–	2,7±0,2	–	2,7±0,3	–	11,9±3,3	–
	Элегум-комплекс	5,2±0,7	3,0*	6,4±0,3	10,3*	5,5±0,5	4,8*	100,8±23,1	3,8*
	КомплеМет	3,6±0,2	1,9	5,3±0,6	4,1*	3,8±0,4	2,2*	38,0±6,2	3,7*
	Сок Земли	4,3±0,4	2,8*	5,8±0,7	4,3*	6,1±1,0	3,3*	85,0±23,4	3,1*
	Альбит	3,9±0,4	2,0*	6,0±0,6	5,2*	5,4±0,3	6,4*	68,0±13,4	4,1*
V. angustifolium	Контроль	2,1±0,2	–	3,0±0,5	–	2,9±0,3	–	9,2±1,5	–
	Элегум-комплекс	2,5±0,2	1,4	2,8±0,2	–0,4	2,6±0,1	–0,9	9,0±1,1	–0,1
	КомплеМет	2,3±0,2	0,7	3,7±0,4	1,1	3,6±0,5	1,2	15,6±2,2	2,4*
	Сок Земли	1,9±0,2	–0,7	2,3±0,3	–1,2	2,4±0,2	–1,4	5,9±1,6	–1,5
	Альбит	1,6±0,2	–1,8	2,3±0,3	–1,2	2,1±0,1	–2,5*	4,0±0,7	–3,1*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

на 36 % имело место также при обработке растений «КомплеМетом». На наш взгляд, наиболее информативным все же представляется сравнительный анализ биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов растений на фоне применения ростстимулирующих препаратов. Как следует из табл. 6.1.8, двулетние растения *V. corymbosum* в сравнении с однолетними формировали за сезон в среднем вдвое-втрое большее количество вегетативных и на порядок большее количество генеративных побегов. При этом средняя длина побегов формирования была в 2–4 раза большей, чем у однолетних растений, тогда как для побегов ветвления существенных возрастных различий по данному признаку выявлено не было.

Таблица 6.1.7. **Относительные различия с контролем характеристик габитуса двулетних растений *V. corymbosum* и *V. angustifolium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода, %**

Таксон	Вариант опыта	Высота куста	Диаметр куста		Объем куста
			север-юг	запад-восток	
North-country	Элегум-комплекс	**–**	**–**	**–**	**–**
	КомплеМет	–	+13,5	–	–
	Сок Земли	–	–	–13,0	–
	Альбит	**–**	**–**	**–**	**–**
Elizabeth	Элегум-комплекс	**+79,3**	+137,0	**+103,7**	**+747,1**
	КомплеМет	**–**	**+96,3**	**+40,7**	**+219,3**
	Сок Земли	**+48,3**	**+114,8**	**+125,9**	**+614,3**
	Альбит	**+34,5**	**+122,2**	**+100,0**	**+471,4**
V. angusti-folium	Элегум-комплекс	**–**	**–**	**–**	**–**
	КомплеМет	–	–	–	–35,9
	Сок Земли	**–**	**–**	**–**	**–**
	Альбит	–	–	–27,6	–56,5

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Применение препаратов оказало преимущественно стимулирующее действие на исследуемые характеристики текущего прироста вегетативных органов голубики. Подобно однолетним, у двулетних растений оно значительно сильнее проявилось

Таблица 6.1.8. **Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов двулетних растений *V. corymbosum* и *V. angustifolium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода**

Таксон	Вариант опыта	Побеги формирования													
		количество, шт.		длина, см		количество листьев		степень облиствения		длина листа (*d*), мм		ширина листа (*l*), мм		площадь листа, мм²	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	*t*
Northcountry	Контроль	20,6±3,7	–	21,2±6,7	–	20,9±1,7	–	13,4±1,3	–	20,8±0,8	–	10,2±0,4	–	172,5±12,0	–
	Элегум-комплекс	27,2±4,8	1,1	13,0±1,2	–1,2	17,1±2,1	–1,4	13,0±0,5	–0,3	23,8±0,7	2,8*	11,8±0,3	3,2*	223,8±11,8	3,0*
	Компле-Мет	20,8±3,2	0,0	14,6±1,9	–0,9	22,3±2,0	0,5	16,0±1,1	1,5	18,9±1,2	–1,5	9,5±0,6	–1,0	140,0±15,3	–1,7
	Сок Земли	19,0±3,1	–0,3	13,2±1,0	–1,2	18,7±2,7	–0,7	13,9±1,1	0,3	27,5±1,6	3,7*	13,5±1,0	3,1*	309,3±38,8	3,4*
	Альбит	18,0±4,3	–	13,7±1,3	–1,1	21,0±1,6	0,0	15,7±0,9	1,5	28,5±0,7	7,2*	12,7±0,4	4,4*	285,1±14,6	6,0*
Elizabeth	Контроль	11,4±1,7	–	15,3±1,2	–	16,4±1,4	–	10,9±0,7	–	20,4±0,7	–	13,6±0,5	–	222,6±13,8	–
	Элегум-комплекс	34,0±3,8	5,4*	23,1±1,9	3,5*	20,4±1,7	1,8	8,9±0,5	–2,3*	30,1±1,0	7,9*	19,2±0,7	6,5*	468,0±28,4	7,8*
	Компле-Мет	16,8±4,6	1,1	20,7±2,2	2,2*	17,9±1,2	0,8	9,1±0,7	–1,8	32,4±1,1	9,2*	19,9±0,9	6,1*	522,5±43,9	6,5*
	Сок Земли	30,0±9,1	2,0*	22,1±2,3	2,6*	18,0±2,0	0,7	8,3±0,5	–3,0*	29,0±1,4	5,5*	18,1±0,8	4,8*	437,6±40,0	5,1*
	Альбит	29,2±5,0	3,4*	17,0±1,6	0,9	18,3±1,4	1,0	11,3±1,1	0,3	21,7±0,7	1,3	14,9±0,5	1,8	259,2±15,4	1,8
V. angustifolium	Контроль	12,0±1,6	–	10,0±1,2	–	20,4±2,4	–	20,7±1,7	–	19,3±0,6	–	8,5±0,3	–	132,1±8,6	–
	Элегум-комплекс	15,0±1,1	1,5	13,7±1,3	2,1*	24,5±0,5	2,1*	18,7±1,1	–1,0	24,9±0,8	5,6*	11,1±0,5	4,5*	222,0±15,9	5,0*
	Компле-Мет	31,2±4,1	4,4*	15,3±0,9	3,5*	28,9±1,2	3,2*	19,2±1,0	–0,8	32,5±1,1	10,5*	19,9±1,0	10,9*	525,4±44,3	8,7*
	Сок Земли	21,0±3,6	2,3*	13,5±0,6	2,3*	24,3±0,4	2,3*	19,3±1,8	–0,6	29,1±1,4	6,4*	18,2±0,8	11,4*	440,4±41,1	7,3*
	Альбит	21,2±2,2	3,4*	10,8±0,9	0,5	23,5±1,4	1,1	23,2±2,4	0,9	21,7±0,7	2,6*	14,9±0,5	11,0*	259,2±15,4	7,2*

Таксон	Вариант опыта	Побеги ветвления													
		количество, шт.		длина, см		количество листьев		степень облиствения		длина листа (d), мм		ширина листа (l), мм		площадь листа, мм^2	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northcountry	Контроль	45,6±4,7	–	1,1±0,1	–	5,8±0,7	–	58,4±6,9	–	18,4±1,0	–	8,6±0,4	–	130,0±15,2	–
	Элегум-комплекс	63,0±2,4	3,3*	1,9±0,2	3,6*	5,4±0,4	–0,5	34,2±6,5	–2,6*	18,8±1,1	0,3	8,6±0,5	0,0	137,6±16,1	0,3
	Компле-Мет	49,0±4,8	0,5	1,0±0,1	–0,7	5,7±0,4	–0,1	62,3±7,3	0,4	14,9±0,6	–3,0*	7,2±0,3	–2,8*	86,8±7,8	–2,5*
	Сок Земли	49,8±3,7	0,7	1,2±0,2	0,4	6,0±0,8	0,2	61,2±11,1	0,2	18,7±1,0	0,2	8,9±0,5	0,5	137,1±13,7	0,3
	Альбит	54,8±1,0	2,6*	3,1±0,6	3,3*	6,8±0,6	1,1	27,8±4,2	–3,8*	16,9±0,7	–1,2	8,5±0,2	–0,2	116,1±7,4	–0,8
Elizabeth	Контроль	8,0±2,8	–	3,2±0,3	–	5,8±0,8	–	18,5±2,3	–	20,8±1,1	–	13,8±0,9	–	234,2±25,6	–
	Элегум-комплекс	37,4±3,9	6,1*	4,5±0,3	2,9*	5,6±0,5	–0,2	15,0±2,9	–0,9	15,3±0,5	–4,6*	9,0±0,3	–5,1*	111,9±7,6	–4,6*
	Компле-Мет	28,0±4,0	4,1*	2,3±0,5	–1,5	5,9±0,7	0,1	31,6±6,6	1,9	17,4±1,2	–2,1*	9,4±0,6	–4,1*	134,9±17,6	–3,2*
	Сок Земли	28,8±6,3	3,0*	3,2±0,6	0,0	6,1±0,7	0,3	24,5±4,7	1,1	22,8±1,0	1,3	14,7±0,6	0,8	268,1±21,8	1,0
	Альбит	35,6±4,8	5,0*	3,1±0,3	–0,2	6,2±0,7	0,4	20,3±1,5	0,7	17,2±1,3	–2,1*	11,2±0,6	–2,9*	165,8±16,5	–3,3*
V. angustifolium	Контроль	22,2±3,8	–	1,2±0,3	–	6,5±1,1	–	65,0±7,3	–	14,1±0,5	–	6,4±0,2	–	72,2±4,5	–
	Элегум-комплекс	6,8±1,1	–3,9*	1,3±0,1	0,3	5,3±0,3	–1,1	46,8±6,7	–1,8	12,5±0,4	–2,5*	5,9±0,2	–1,8	59,2±3,0	–2,4*
	Компле-Мет	36,8±5,5	2,2*	1,3±0,2	0,3	8,6±0,9	1,5	68,8±7,5	0,4	17,4±1,2	2,5*	9,5±0,6	4,9*	135,5±17,5	3,5*
	Сок Земли	10,4±2,9	–2,5*	1,3±0,2	0,3	5,8±1,0	–0,5	48,6±7,9	–1,5	23,7±1,2	7,4*	14,3±0,7	10,9*	272,5±23,8	8,4*
	Альбит	8,8±3,1	–2,7*	1,4±0,2	0,6	7,0±0,9	0,4	53,5±5,9	–1,2	17,8±1,3	2,7*	11,4±1,0	4,9*	175,9±27,9	3,7*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

на развитии вегетативных, нежели генеративных побегов, что подтверждают данные табл. 6.1.9. При этом из двух сортов *V. corymbosum*, как и в эксперименте на более молодых растениях, наиболее выразительные эффекты наблюдались у сорта *Elizabeth*. Если у раннеспелого сорта обработки препаратами не оказали сколь-либо заметного влияния на количество, длину и степень облиствения новообразованных вегетативных побегов, то у позднеспелого сорта в большинстве вариантов опыта с обработкой отмечено увеличение по сравнению с контролем количества данных побегов и их средней длины, соответственно, на 156–198 % и 35–51 % при снижении степени их облиствения в вариантах с использованием препаратов «Элегум-комплекс» и «Сок Земли» на 18 и 24 % соответственно. Заметим, что использование «КомплеМета» не оказало достоверного влияния на количество новообразованных побегов формирования, а применение «Альбита» не повлияло на показатель их средней длины.

Заметный стимулирующий эффект на развитии данных побегов под действием большинства препаратов установлен и на растениях *V. angustifolium*. Однако у данного вида наибольшее их количество, превышавшее таковое в контроле на 160 %, наблюдалось на фоне обработок «КомплеМетом». Примерно вдвое меньшими относительными размерами данного превышения характеризовались варианты опыта с использованием «Сока Земли» и «Альбита», и вовсе неэффективным в этом плане оказался вариант с использованием «Элегум-комплекса». Тем не менее у голубики узколистной, как и у сорта *Elizabeth* голубики высокорослой, применение данного препарата, а также «КомплеМета» и «Сока Земли» способствовало увеличению по сравнению с контролем средней длины вегетативных побегов на 35–53 % без изменения степени их облиствения за счет пропорционального увеличения среднего количества сформированных на них листьев, тогда как на фоне обработки «Альбитом» не было выявлено достоверных изменений обоих этих признаков (табл. 6.1.9).

У всех исследуемых таксонов голубики применение испытывавшихся препаратов способствовало выраженному в разной степени увеличению размерных параметров листьев вегетативных

Таблица 6.1.9. **Относительные различия с контролем биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов двулетних растений *V. corymbosum* и *V. angustifolium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами в конце вегетационного периода, %**

Таксон	Вариант опыта	Количество побегов	Длина побегов	Количество листьев	Степень облиствения	Длина листа	Ширина листа	Площадь листа
		Побеги формирования						
Northcountry	Элегум-комплекс	–	–	–	–	**+14,4**	**+15,7**	**+29,7**
	КомплеМет	–	–	–	–	–	–	–
	Сок Земли	–	–	–	–	**+32,2**	**+32,4**	**+79,3**
	Альбит	–	–	–	–	**+37,0**	**+24,5**	**+65,3**
Elizabeth	Элегум-комплекс	**+198,2**	**+51,0**	–	–18,3	**+47,5**	**+41,2**	**+110,2**
	КомплеМет	–	**+35,3**	–	–	**+58,8**	**+46,3**	**+134,7**
	Сок Земли	**+163,2**	**+44,4**	–	–23,9	**+42,2**	**+33,1**	**+96,6**
	Альбит	**+156,1**	–	–	–	–	–	–
V. angustifolium	Элегум-комплекс	–	**+37,0**	**+20,1**	–	**+29,0**	**+30,6**	**+68,1**
	КомплеМет	**+160,0**	**+53,0**	**+41,7**	–	**+68,4**	**+134,1**	**+297,7**
	Сок Земли	**+75,0**	**+35,0**	**+19,1**	–	**+50,8**	**+114,1**	**+233,4**
	Альбит	**+76,7**	–	–	–	**+12,4**	**+75,3**	**+96,2**
		Побеги ветвления						
Northcountry	Элегум-комплекс	**+38,2**	**+72,7**	–	–41,4	–	–	–
	КомплеМет	–	–	–	–	–19,0	–16,3	–33,2
	Сок Земли	–	–	–	–	–	–	–
	Альбит	**+20,2**	**+181,8**	–	–52,4	–	–	–
Elizabeth	Элегум-комплекс	**+367,5**	**+40,6**	–	**-**	–26,4	–34,8	–52,2
	КомплеМет	**+250,0**	–	–	**-**	–16,3	–31,9	–42,4
	Сок Земли	**+260,0**	–	–	**-**	–	–	–
	Альбит	**+345,0**	–	–	**-**	–17,3	–18,8	–29,2
V. angustifolium	Элегум-комплекс	–69,4	–	–	–	–11,3	–	–18,0
	КомплеМет	**+65,8**	–	–	–	**+23,4**	**+48,4**	**+87,7**
	Сок Земли	–53,2	–	–	–	**+68,1**	**+123,4**	**+277,4**
	Альбит	–60,4	–	–	–	**+26,2**	**+78,1**	**+143,6**

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

побегов и средней площади их поверхности при наиболее выраженном эффекте у *V. angustifolium*. По нашим оценкам, у данного вида наблюдалось увеличение относительно контроля средней длины листовой пластинки на 12–68 %, ширины на 31–134 % и ее площади на 68–298 % при наиболее выраженных изменениях при использовании «КомплеМета» и «Сока Земли». Намного слабее обозначенные эффекты проявились на таксонах *V. corymbosum*, особенно на сорте *Northcountry*, что, впрочем, было характерно и для однолетних растений. Так, увеличение размерных параметров листьев вегетативных побегов позднеспелого сорта на фоне обработок препаратами варьировалось от 42–59 % в длину до 33–46 % в ширину при увеличении средней площади листа на 97–135 % и наибольших изменениях при использовании «КомплеМета», оказавшегося, как было показано выше, наиболее эффективным в этом плане и для *V. angustifolium*. Вместе с тем применение данного препарата не было эффективным для раннеспелого сорта *Northcountry*, для которого были установлены наименьшие в таксономическом ряду изменения размеров листьев вегетативных побегов также под действием других препаратов, особенно «Элегум-комплекса». Наиболее же результативным в этом плане оказалось применение «Сока Земли» и «Альбита».

По данным табл. 6.1.9 можно сделать вывод, что влияние испытывавшихся препаратов на развитие побегов ветвления у двулетних растений исследуемых таксонов голубики проявилось слабее, нежели на развитие побегов формирования. При этом у раннеспелого сорта высокорослого вида достоверное увеличение их количества на 20 и 38 %, а также их средней длины на 182 и 73 % относительно контроля при снижении степени облиствения на 52 и 41 % имело место лишь на фоне обработок «Альбитом» и «Элегум-комплексом», тогда как у позднеспелого сорта, характеризовавшегося большей восприимчивостью к воздействию препаратов, увеличение количества новообразованных генеративных побегов на 250–345 % отмечено во всех без исключения вариантах полевого опыта, в то время как увеличение их средней длины – лишь в единичном случае при использовании «Элегум-комплекса». При этом у сорта *Elizabeth* во всех

вариантах с обработкой препаратами, за исключением «Сока Земли», наблюдалось достоверное уменьшение размерных параметров листовых пластинок на 16–26 % в длину и на 19–35 % в ширину при сокращении площади листа на 29–52 % и наибольшем проявлении данных изменений на фоне применения «Элегум-комплекса». У сорта *Northcountry* подобный эффект наблюдался лишь в варианте с использованием «КомплеМета».

Противоположная этой картина влияния препаратов на развитие генеративных побегов установлена у *V. angustifolium*. Так, если у таксонов *V. corymbosum* обработки ими в большинстве случаев оказывали стимулирующее действие на новообразование побегов ветвления при отрицательном влиянии на размеры ассимилирующих органов, то у *V. angustifolium* наблюдался обратный эффект – ингибирование новообразования побегов ветвления на 53–69 % относительно контроля при увеличении размеров листовых пластинок на 23–68 % в длину и на 48–123 % в ширину и увеличении площади листа на 88–277 %, наиболее выраженных на фоне обработок «Соком Земли». Лишь в варианте опыта с применением «КомплеМета» отмечено увеличение количества генеративных побегов на 66 %, а в варианте с использованием «Элегум-комплекса» – уменьшение длины листовых пластинок на 11 % и сокращение площади листа на 18 %.

Как видим, у двулетних растений исследуемых таксонов голубики в основных чертах подтвердились характерные особенности их ответной реакции на применение ростстимулирующих препаратов, установленные на однолетних растениях. Прежде всего это проявилось в их более выраженном влиянии на новообразование и развитие вегетативных побегов и их ассимилирующих органов по сравнению с генеративными побегами и их листовым аппаратом. Установлена выраженная сорто- и видоспецифичность в проявлении обнаруженных эффектов при более значительном влиянии испытывавшихся препаратов на формирование текущего прироста вегетативных органов у *V. angustifolium*, нежели у *V. corymbosum*, и при их более существенном воздействии на данный процесс у позднеспелого сорта *V. corymbosum* по сравнению с раннеспелым.

С целью выявления варианта полевого опыта с наиболее выраженной позитивной реакцией двулетних растений *V. angustifolium* и модельных сортов *V. corymbosum* на некорневые обработки испытывавшимися препаратами, что должно было проявиться в максимальном увеличении параметров развития их вегетативной сферы относительно контроля, нами был использован тот же самый методический прием, что и в исследованиях с однолетними растениями. Представленные в табл. 6.1.10 данные, характеризующие направленность и степень выразительности сдвигов в развитии вегетативных органов исследуемых таксонов голубики в вариантах с обработками относительно контроля, показали наличие заметных межвариантных различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о различиях ответной реакции растений на данный агроприем. Так, амплитуда различий тестируемых вариантов опыта с контролем по совокупности анализируемых признаков, независимо от их ориентации, характеризующая сортоспецифичность в степени ответной реакции двулетних растений высокорослой голубики на действие последних в плане формирования текущего прироста надземной сферы, варьировалась в рамках полевого опыта у раннеспелого сорта в диапазоне 83,4–381,2 %, у позднеспелого – 566,4–987,9 %, у узколистной голубики – 283,5–1049,5 %. Это позволило расположить препараты в порядке снижения восприимчивости к ним двулетних растений сорта *Northcountry* следующим образом:

Альбит > Элегум-комплекс > Сок Земли > КомплеМет.

Подобный ряд препаратов для двулетних растений сорта *Elizabeth* выглядел несколько иначе:

Элегум-комплекс > Сок Земли => КомплеМет = > Альбит.

Аналогичная последовательность препаратов для двулетних растений *V. angustifolium* имела следующий вид:

Сок Земли => КомплеМет > Альбит > Элегум-комплекс.

Можно сделать вывод о существовании как меж-, так и внутривидовых различий в степени отзывчивости растений голубики на применение того или иного препарата, приведенные ряды которых для двулетних растений *V. corymbosum* практически не

отличались от таковых однолетних. В частности, у обоих сортов высокорослой голубики с увеличением возраста растений произошло лишь усиление их отзывчивости на обработку «Элегум-комплексом». При этом наряду с последним наиболее сильное воздействие на формирование текущего прироста вегетативной сферы раннеспелого сорта оказывал препарат «Альбит», тогда как позднеспелого – «Сок Земли». В отличие от высокорослого вида узколистная голубика в этом плане оказалась наименее отзывчивой на обработку «Элегум-комплексом» при наибольшей отзывчивости на применение «Сока Земли» и «КомплеМета». Вместе с тем, как и у однолетних растений *V. corymbosum*, чувствительность позднеспелого сорта к воздействию испытывавшихся препаратов оказалась существенно выше, чем у раннеспелого. При этом кратный размер данного превышения при использовании «КомплеМета» достигал 7,4 раза, «Элегум-комплекса» и «Сока Земли» – 4,6 раза, «Альбита» – 1,5 раза.

Таблица 6.1.10. **Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с контролем параметров текущего прироста вегетативной сферы двулетних растений рода *Vaccinium* в вариантах опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %**

Таксон	Вариант опыта	Относительные размеры сдвигов, %			
		положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/отрицательные
Northcountry	Элегум-комплекс	170,7	41,4	212,1	4,1
	КомплеМет	1,0	82,4	83,4	0,01
	Сок Земли	143,9	1,0	144,9	143,9
	Альбит	328,8	52,4	381,2	6,3
Elizabeth	Элегум-комплекс	856,2	131,7	987,9	6,5
	КомплеМет	525,1	90,6	615,7	5,8
	Сок Земли	639,5	23,9	663,4	26,8
	Альбит	501,1	65,3	566,4	7,7
V. angustifolium	Элегум-комплекс	184,8	98,7	283,5	1,9
	КомплеМет	980,2	1,0	981,2	980,2
	Сок Земли	996,3	53,2	1049,5	18,7
	Альбит	508,5	60,4	568,9	8,4

Обращает на себя внимание тот факт, что соотношение относительных величин сумм положительных и отрицательных различий с контролем совокупности анализируемых признаков в тестируемых вариантах опыта, являющийся критерием преимуществ в формировании текущего прироста надземной сферы двулетних растений голубики, практически во всех вариантах с обработками превышал 1,0, что свидетельствовало о преобладании позитивных изменений в развитии их вегетативных органов под действием испытывавшихся препаратов и давало основание для заключения о стимулирующем эффекте от их использования. Лишь в единичном случае – у сорта *Northcountry* – на фоне применения «КомплеМета» размер указанного соотношения составлял лишь 0,01, что свидетельствовало о выраженном ингибирующем действии данного препарата.

На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения в рамках полевого эксперимента была дана количественная оценка межвариантных различий в проявлении позитивной реакции растений на испытывавшиеся препараты. В порядке ослабления позитивного эффекта, оказываемого на развитие вегетативных частей двулетних растений сортов *Northcountry* и *Elizabeth*, препараты следовало расположить следующим образом:

Сок Земли > Альбит > Элегум-комплекс > КомплеМет.

Как видим, наиболее эффективным среди них в плане стимуляции развития вегетативных органов высокорослой голубики оказался «Сок Земли», тогда как наименее эффективным – «КомплеМет».

При этом по степени позитивного действия на вегетативную сферу растений раннеспелого сорта «Альбит» уступал лидирующему в этом ряду «Соку Земли» в 23 раза, «Элегум-комплекс» – в 35 раз, а «КомплеМет» – более чем на порядок. Данные же различия для растений позднеспелого сорта составляли 3,5, 4,1 и 4,6 раза соответственно. Вместе с тем было установлено увеличение степени данных различий по мере взросления растений *V. corymbosum* на фоне исчезновения межсортовых различий в ряду снижения эффективности испытывавшихся препаратов.

Приведенная ниже на основании табл. 6.1.10 последовательность испытывавшихся препаратов в ряду снижения позитивного действия на формирование текущего прироста надземной сферы двулетних растений *V. angustifolium* практически не отличалась от установленной для *V. corymbosum*:

КомплеМет > Сок Земли > Альбит > Элегум-комплекс.

Исключением явилось лишь перемещение в данном ряду «КомплеМета» на лидирующую позицию, свидетельствующее о наиболее высокой его эффективности среди испытывавшихся препаратов, по степени которой «Сок Земли» уступал ему в 52 раза, «Альбит» – в 117 раз и «Элегум-комплекс» – в 516 раз.

6.2. Продукционные, морфометрические и биохимические характеристики плодов на фоне применения стимуляторов роста

Поскольку полевой эксперимент с применением рострегулирующих препаратов проводился с молодыми растениями, только вступившими в период плодоношения в 2015 г., то их урожайность была весьма незначительной. Тем не менее межвариантные различия параметров плодоношения у опытных растений голубики проявились довольно отчетливо. Обращает на себя внимание отсутствие плодов в варианте опыта с обработкой «Альбитом». Как следует из табл. 6.2.1, урожайность двух заплодоносивших в данном сезоне таксонов голубики – сорта *Northcountry* и *V. angustifolium* – была еще весьма незначительной и варьировалась в рамках эксперимента в диапазонах 138,1–205,0 г/растение и 103,3–260,2 г/растение соответственно. При этом размерные характеристики плодов первого таксона изменялись по вариантам опыта в длину от 0,96 до 1,12 см, второго – от 0,84 до 1,20 см, в ширину – от 0,71 до 0,79 см и от 0,76 до 1,05 см соответственно. Средняя масса одного плода составляла 0,46–0,68 г и 0,34–0,95 г соответственно.

Значительная ширина приведенных диапазонов варьирования обозначенных признаков свидетельствует о существенном влиянии на них испытывавшихся препаратов, о степени кото-

Таблица 6.2.1. **Урожайность и морфометрические параметры плодов растений рода *Vaccinium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, 2015 г.**

Таксон	Вариант опыта	Урожайность, г/куст		Длина ягоды, см		Ширина ягоды, см		Масса одной ягоды, г	
		$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
North-country	Контроль	205,0±17,8	–	1,12±0,02	–	0,79±0,02	–	0,68±0,03	–
	Элегум-комплекс	138,1±15,4	–2,8*	0,96±±0,01	–7,4*	0,71±0,01	–4,2*	0,46±0,02	–6,9*
	КомплеМет	172,6±12,5	–3,5*	1,07±0,02	–2,0	0,78±0,01	–0,6	0,58±0,03	–2,9*
	Сок Земли	153,7±10,1	–4,1*	0,99±0,02	–4,4*	0,75±0,01	–2,0	0,51±0,03	–4,2*
V. angus-tifolium	Контроль	103,3±15,9	–	0,84±0,02	–	0,76±0,02	–	0,34±0,02	–
	Элегум-комплекс	202,5±22,0	3,7*	1,08±0,03	6,9*	0,91±0,01	7,2*	0,68±0,04	7,6*
	КомплеМет	202,1±25,4	3,3*	1,05±0,04	4,6*	0,93±0,02	6,0*	0,67±0,04	6,8*
	Сок Земли	260,2±20,6	6,0*	1,20±0,04	9,0*	1,05±0,03	8,9*	0,95±0,08	7,8*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

рого можно судить по данным табл. 6.2.2. Обращает на себя внимание прямо противоположный по знаку характер ответной реакции разных видов голубики на применение ростовых стимуляторов. Так, у сорта *Northcountry* высокорослой голубики все испытывавшиеся препараты способствовали снижению урожайности плодов на 13–33 % по сравнению с контролем, тогда как у узколистной голубики, напротив, отмечено достоверное ее увеличение на 96–152 %.

Таблица 6.2.2. **Относительные различия с контролем урожайности и морфометрических параметров плодов таксонов рода *Vaccinium* в вариантах полевого опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %. 2015 г.**

Вариант опыта	Урожайность	Длина ягоды	Ширина ягоды	Масса одной ягоды
Northcountry				
Элегум-комплекс	–32,6	–14,3	–10,1	–32,4
КомплеМет	–15,8	–	–	–14,7
Сок Земли	–25,0	–11,6	–5,1	–25,0
V. angustifolium				
Элегум-комплекс	**+96,0**	**+28,6**	**+19,7**	**+100,0**
КомплеМет	**+95,6**	**+25,0**	**+22,4**	**+97,1**
Сок Земли	**+151,9**	**+42,9**	**+38,2**	**+179,4**

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Сходные межвидовые различия установлены также в характере влияния ростовых стимуляторов на морфометрические характеристики плодов голубики. Так, у сорта *Northcountry* на фоне обработок «Элегум-комплексом» и «Соком земли» имело место уменьшение размерных и весовых параметров плодов на 5–32 % по сравнению с контролем, более выраженное в первом случае. При этом обработки «КомплеМетом» не оказали достоверного влияния на размерные характеристики плодов этого сорта при минимальном в эксперименте снижении их средней массы. В отличие от сорта *Northcountry* у *V. angustifolium* во всех без исключения вариантах с обработками было показано досто-

Таблица 6.2.3. **Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах растений рода *Vaccinium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, 2015 г.**

Вариант опыта	Сухие вещества, %		Свободные органические кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг %		Фенолкарбоновые кислоты, мг %	
	$X \pm st$	t	$X \pm st$	t	$X \pm st$	t	$X \pm st$	t
Northcountry								
Контроль	19,1±0		1,93±0,02		211,4±9,4		730,0±11,0	
Элегум-комплекс	20,0±0,2	4,6*	1,89±0,03	–1,2	152,7±5,0	–5,5*	711,0±4,0	–1,6
КомплеМет	19,7±0,1	2,9*	2,55±0,05	10,7*	145,2±3,3	–6,7*	713,2±14,0	–0,9
Сок Земли	21,2±0,2	12,5*	1,79±0,03	–4,2*	142,4±4,8	–6,6*	687,8±6,0	–3,4*
V. angustifolium								
Контроль	24,0±0		3,38±0,04		143,2±5,5		1371,3±5,4	
Элегум-комплекс	19,3±0,3	–14,9*	1,91±0,05	–23,3*	168,1±5,2	3,3*	904,2±3,9	–70,2*
КомплеМет	19,8±0,1	–62,6*	2,70±0,05	–10,0*	161,8±0,9	3,3*	1063,0±8,1	–31,7*
Сок Земли	19,4±0,1	–69,6*	3,38±0,05	0	182,9±3,4	6,1*	844,5±8,3	–53,4*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

верное увеличение относительно контроля морфометрических параметров плодов на 20–43 % и их средней массы на 97–179 % при наиболее выраженном эффекте на фоне применения «Сока Земли».

Некорневые обработки голубики ростовыми стимуляторами оказали также весьма заметное влияние на биохимический состав ее плодов, причем в характере данного влияния также проявились заметные межвидовые различия. Как следует из табл. 6.2.3 и 6.2.4, применение всех испытывавшихся препаратов способствовало активизации накопления сухих веществ в плодах высокорослого вида голубики на 3–11 % по сравнению с контролем, тогда как для узколистной голубики было показано, напротив, снижение их содержания на 18–20 %. У данных видов были отмечены также прямо противоположные изменения в содержании в плодах аскорбиновой кислоты – снижение на 28–33 % у сорта *Northcountry* и увеличение на 13–28 % у *V. angustifolium*, наиболее выразительно проявившиеся на фоне обработок «Соком Земли».

Таблица 6.2.4. **Относительные различия с контролем в содержании сухих веществ и органических кислот в плодах таксонов рода *Vaccinium* в вариантах полевого опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %. 2015 г.**

Вариант опыта	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
Northcountry				
Элегум-комплекс	**+4,7**	–	–27,8	–
КомплеМет	**+3,1**	**+32,1**	–31,3	–
Сок Земли	**+11,0**	–7,3	–32,6	–5,8
V. angustifolium				
Элегум-комплекс	–19,6	–43,5	**+17,4**	–34,1
КомплеМет	–17,5	–20,1	**+13,0**	–22,5
Сок Земли	–19,2	–	**+27,7**	–38,4

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Весьма неоднозначным было влияние испытывавшихся ростовых стимуляторов на содержание в плодах свободных орга-

нических кислот. Так, обработка растений препаратом «Элегум-комплекс» способствовала обеднению ими плодов узколистной голубики на 44 % по сравнению с контролем, но вместе с тем не оказала достоверного влияния на их содержание в плодах сорта *Northcountry* ее высокорослого вида. На фоне обработок растений «КомплеМетом» наблюдалось обогащение данными соединениями плодов сортовой голубики на 32 % при одновременном снижении их содержания на 20 % у *V. angustifolium*. При этом наименее выраженным влиянием на накопление титруемых кислот в плодах обоих таксонов голубики характеризовался «Сок Земли». Что касается фенолкарбоновых кислот, то использование ростовых стимуляторов практически не повлияло на их содержание в плодах сорта *Northcountry*. Лишь в варианте опыта с применением «Сока Земли» наблюдалось незначительное, хотя и достоверное его снижение (не более чем на 6 %) относительно контроля. В отличие от сортовой голубики для узколистного вида было показано весьма заметное ингибирование биосинтеза в плодах фенолкарбоновых кислот под действием всех испытывавшихся препаратов, на что указывало снижение их содержания на 23–38 % по сравнению с контролем, наиболее выраженное на фоне обработок «Соком Земли».

Межвидовые различия ответной реакции опытных растений на применение рострегулирующих препаратов проявились и при формировании углеводного пула плодов. Так, если у сорта *Northcountry* содержание в них растворимых сахаров варьировалось в рамках эксперимента в сравнительно узком диапазоне значений – от 55,0 до 60,7 % сухой массы, что указывало на относительно слабое влияние испытывавшихся агроприемов на их накопление, то у *V. angustifolium* данный диапазон оказался значительно шире – от 45,3 до 65,0 % (табл. 6.2.5). Подобные диапазоны для показателя сахарокислотного индекса плодов охватывали области значений 21,6–32,1 и 13,4–33,5 соответственно. Значительно более широким у узколистного вида голубики был и диапазон варьирования в эксперименте содержания в плодах пектиновых веществ, составлявший 9,7–13,5 % против 7,6–8,1 % у высокорослого вида.

Нетрудно убедиться, что изменения в углеводном комплексе плодов узколистного вида в вариантах с обработками проявились намного выразительнее, чем у сортовой голубики, что также следует из табл. 6.2.5.

Таблица 6.2.5. **Содержание углеводов в сухой массе плодов растений рода *Vaccinium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, 2015 г.**

Вариант опыта	Растворимые сахара, %		Сахарокислотный индекс		Пектиновые вещества, %	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northcountry						
Контроль	57,0±1,0	–	29,5±0,6	–	8,1±0,1	–
Элегум-комплекс	60,7±0,7	3,1*	32,1±0,4	3,6*	7,6±0,1	–4,5*
КомплеМет	55,0±0	–2,0	21,6±0,5	–10,5*	7,7±0,1	–3,6*
Сок Земли	57,0±1,0	0	31,8±0,1	3,9*	7,6±0,1	–2,9*
V. angustifolium						
Контроль	45,3±0,7	–	13,4±0,2	–	9,7±0,2	–
Элегум-комплекс	64,0±1,0	15,5*	33,5±0,4	42,7*	12,9±0,1	14,7*
КомплеМет	65,0±0	29,5*	24,1±0,5	20,6*	13,5±0,2	16,1*
Сок Земли	65,0±0	29,5*	19,2±0,3	17,3*	11,9±0,2	9,3*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Так, если у плодов сорта *Northcountry* наблюдалось весьма незначительное (в пределах 7 %) увеличение содержания в них растворимых сахаров лишь на фоне применения препарата «Элегум-комплекс» при отсутствии достоверного влияния на их накопление остальных стимуляторов роста, то у *V. angustifolium* имела место значительная, причем сходная по величине активизация биосинтеза данных углеводов во всех вариантах опыта с обработками, обусловившая увеличение их содержания в плодах на 41–44 % по сравнению с контролем.

Испытывавшиеся препараты оказали преимущественно позитивное влияние на органолептические свойства плодов голубики. При этом наиболее существенное улучшение их вкуса отмечено у *V. angustifolium*, у которой наиболее выразительно данный эффект проявился на фоне применения «Элегум-ком-

плекса», обусловившего в эксперименте максимальное ингибирование биосинтеза свободных органических кислот. В сочетании же со значительной активизацией накопления в плодах растворимых сахаров в данном варианте опыта это привело к увеличению показателя их сахарокислотного индекса на 150 % по сравнению с контролем. Использование препарата «КомплеМет» оказало примерно вдвое меньшее позитивное влияние на органолептические свойства плодов узколистной голубики, и наименьший эффект был получен на фоне применения «Сока Земли».

В отличие от *V. angustifolium* незначительное (не более чем на 8–9 % относительно контроля) улучшение вкуса плодов сорта *Northcountry* отмечено лишь в вариантах опыта с обработками «Элегум-комплексом» и «Соком Земли». Показанная выше значительная активизация биосинтеза в них титруемых кислот под действием «КомплеМета» при отсутствии его влияния на накопление растворимых сахаров обусловила существенное ухудшение вкусовых свойств плодов данного сорта, что подтверждалось снижением показателя их сахарокислотного индекса почти на 27 % по сравнению с контролем.

Таблица 6.2.6. **Относительные различия с контролем в содержании углеводов в плодах таксонов рода *Vaccinium* в вариантах полевого опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %. 2015 г.**

Вариант опыта	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Пектиновые вещества
Northcountry			
Элегум-комплекс	**+6,5**	**+8,8**	–6,2
КомплеМет	–	–26,8	–5,0
Сок Земли	–	**+7,8**	–6,2
V. angustifolium			
Элегум-комплекс	**+41,3**	**+150,0**	**+33,0**
КомплеМет	**+43,5**	**+79,9**	**+39,2**
Сок Земли	**+43,5**	**+43,3**	+22,7

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Испытывавшиеся препараты оказали противоположное по знаку влияние на содержание в плодах разных видов голубики и пектиновых веществ (табл. 6.2.6). Так, если у сорта *Northcountry* во всех вариантах опыта с обработками имело место сходное по величине, хотя и незначительное (в пределах 5–6 %) снижение данного показателя относительно контроля, то у *V. angustifolium*, напротив, под действием препаратов наблюдалось обогащение плодов данными соединениями на 23–39 % при наибольшем эффекте на фоне применения «КомплеМета».

Весьма выразительным оказалось влияние ростовых стимуляторов и на содержание в плодах голубики отдельных групп биофлавоноидов. Как следует из табл. 6.2.7, общее содержание Р-витаминов в их сухой массе варьировалось в рамках эксперимента: у сорта *Northcountry* от 9108,6 до 11626,2 мг %, в том числе антоциановых пигментов – от 5960,5 до 8432,7 мг % (из них собственно антоцианов – 2765,0–4853,3 мг %, лейкоатоцианов – 2366,0–3579,3 мг %), катехинов – от 748,2 до 1023,8 мг %, флавонолов – от 2124,4 до 2445,3 мг %. У *V. angustifolium* аналогичные диапазоны составляли: для суммы биофлавоноидов – 9427,4–12852,1 мг %, антоциановых пигментов – 6324,5–9120,2 мг % (из них собственно антоцианов – 3495,1–4760,0 мг %, лейкоатоцианов – 2614,5–4360,2 мг %), катехинов – 947,9–1069,3 мг %, флавонолов – 2009,8–2771,4 мг %.

Было установлено, что некорневые обработки растений всеми испытывавшимися препаратами оказали выраженное ингибирующее действие на накопление биофлавоноидов в плодах обоих видов голубики (табл. 6.2.8). В частности, в плодах сорта *Northcountry* высокорослого вида во всех тестируемых вариантах опыта, особенно в обработанном «Соком Земли», наблюдалось снижение общего количества полифенолов на 16–22 % по сравнению с контролем. Относительные размеры подобного снижения у узколистной голубики составили 7–27 % при наиболее выраженном эффекте на фоне применения «Элегум-комплекса». Поскольку доминирующее положение в Р-витаминном комплексе плодов голубики принадлежит антоциановым пигментам, доля которых в нем достигает 73 %, то столь значительное обеднение ягодной про-

Таблица 6.2.7. **Содержание биофлавоноидов (мг %) и дубильных веществ (%) в сухой массе плодов растений рода *Vaccinium* в полевом опыте с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, 2015 г.**

Вариант опыта	Собственно антоцианы		Лейкоантоцианы		Сумма антоциановых пигментов		Катехины	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northcountry								
Контроль	4853,3±53,9		3579,3±16,2		8432,7±70,1		748,2±20,2	
Элегум-комплекс	3655,2±80,3	–12,4*	2881,7±121,3	–5,7*	6536,8±80,3	–17,8*	985,8±20,1	8,3*
КомплеМет	4049,5±52,5	–10,7*	2366,0±105,1	–11,4*	6415,5±52,5	–23,0*	978,3±13,1	9,5*
Сок Земли	2765,0±40,4	–31,0*	3195,5±93,0	–4,1*	5960,5±52,5	–28,2*	1023,8±13,1	11,4*
V. angustifolium								
Контроль	4760,0±53,9		4360,2±15,2		9120,2±53,5		960,5±15,6	
Элегум-комплекс	3710,0±40,4	–15,6*	2614,5±80,7	–21,2*	6324,5±52,5	–37,3*	947,9±20,1	–0,5
КомплеМет	4573,3±30,9	–3,0*	4102,0±66,8	–3,8*	8675,3±109,4	–3,7*	1054,1±20,1	3,7*
Сок Земли	3495,1±45,6	–17,9*	3542,3±125,7	–6,5*	7037,3±80,3	–21,6*	1069,3±13,1	5,3*

Вариант опыта	Флавонолы		Флавонолы/Катехины		Сумма биофлавоноидов		Дубильные вещества	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
Northcountry								
Контроль	2445,3±35.3		3,3±0,1		11626,2±64,4		2,62±0,01	
Элегум-комплекс	2254,3±20,2	–4,7*	2,3±0,1	–7,8*	9777,0±60,1	–21,0*	2,62±0,02	0,0
КомплеМет	2319,2±25,0	–2,9*	2,4±0,1	–7,3*	9713,0±58,7	–22,0*	2,54±0,03	–2,9*
Сок Земли	2124,4±33,3	–6,6*	2,1±0	–10,2*	9108,6±54,7	–29,8*	2,66±0,03	1,5
V. angustifolium								
Контроль	2771,4±53,9		2,9±0,1		12852,1±38,3		1,29±0,02	
Элегум-комплекс	2155,0±13,2	–11,1*	2,3±0,1	–5,5*	9427,4±53,1	–52,3*	2,58±0	55,9*
КомплеМет	2231,4±27,6	–8,9*	2,1±0	–7,4*	11960,8±79,8	–10,1*	3,04±0,03	50,2*
Сок Земли	2009,8±33,3	–12,0*	1,9±0	–9,7*	10116,3±73,0	–33,2*	1,54±0,02	7,7*

*Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

дукции опытных растений биофлавоноидами в вариантах с обработками было связано в первую очередь с подавлением биосинтеза собственно антоцианов и лейкоантоцианов. В плодах обоих видов голубики наибольшее снижение содержания первых (на 27 и 43 %) наблюдалось в варианте опыта с применением «Сока Земли». При этом у сорта *Northcountry* наибольшее обеднение плодов лейкоантоцианами (на 34 %) установлено при использовании «КомплеМета», тогда как у *V. angustifolium* (на 40 %) – «Элегум-комплекса». Определенный вклад в общую картину ослабления Р-витаминной активности плодов обоих видов голубики под действием испытывавшихся препаратов внесли и флавонолы, для которых было показано снижение содержания в вариантах с обработками, особенно «Соком Земли», на 5–28 % при наиболее выраженной реакции узколистного вида. В отличие от данных соединений для катехинов, напротив, под действием испытывавшихся препаратов была показана активизация на 10–37 % накопления в плодах обоих видов голубики относительно контроля, наиболее выраженная на фоне обработок «Соком Земли». При этом сорт *Northcountry* оказался более отзывчивым, нежели *V. angustifolium*, на применение всех ростовых стимуляторов.

Таблица 6.2.8. **Относительные различия с контролем в содержании биофлавоноидов и дубильных веществ в плодах таксонов рода *Vaccinium* в вариантах полевого опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %. 2015 г.**

Вариант опыта	Собственно антоцианы	Лейкоантоцианы	Сумма антоциановых пигментов	Катехины	Флавонолы	Сумма биофлавоноидов	Дубильные вещества
Northcountry							
Элегум-комплекс	–24,7	–19,5	–22,5	**+31,8**	–7,8	–15,9	–
КомплеМет	–16,6	–33,9	–23,9	**+30,8**	–5,2	–16,4	–3,1
Сок Земли	–43,0	–10,7	–29,3	**+36,8**	–13,1	–21,7	–
V. angustifolium							
Элегум-комплекс	–22,1	–40,0	–30,7	–	–22,2	–26,6	**+100,0**
КомплеМет	–3,9	–5,9	–4,9	**+9,7**	–19,5	–6,9	**+135,7**
Сок Земли	–26,6	–18,8	–22,8	**+11,3**	–27,5	–21,3	**+19,4**

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Из данных табл. 6.2.7 следует, что плоды узколистного вида голубики характеризовались более широким, чем у сорта *Northcountry*, диапазоном варьирования в рамках эксперимента содержания дубильных веществ, являющихся продуктами конденсации катехинов и лейкоантоцианов [72] (1,29–3,04 % против 2,54–2,66 %), что свидетельствовало о более выраженной ответной реакции первого из них на применение испытывавшихся препаратов. Как следует из табл. 6.2.8, во всех вариантах опыта с обработками имело место увеличение содержания этих соединений в плодах *V. angustifolium* на 20–136 % относительно контроля при наибольшем эффекте на фоне использования «КомплеМета». Вместе с тем только данный препарат оказал крайне незначительное ингибирующее действие на накопление дубильных веществ в плодах высокорослой голубики при отсутствии достоверного влияния на этот процесс двух других препаратов.

В обобщенном виде межвариантные и межвидовые различия крайних эффектов, выявленные в рамках полевого опыта, представлены в табл. 6.2.9. Нетрудно убедиться в разной степени влияния испытывавшихся агроприемов на отдельные характеристики плодов высокорослой и узколистной голубики. Так, все без исключения рострегулирующие препараты, особенно «Элегум-комплекс», оказывали отрицательное влияние на продукционные и морфометрические параметры плодов сорта *Northcountry*, тогда как для *V. angustifolium*, напротив, было показано их позитивное влияние на данные показатели, наиболее выраженное на фоне применения «Сока Земли».

Вместе с тем применение рострегулирующих препаратов способствовало ингибированию по сравнению с контролем биосинтеза большинства полезных веществ в плодах высокорослой голубики, в том числе аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, пектиновых веществ, флавонолов и антоциановых пигментов, что косвенно указывало на снижение уровня их антиоксидантной активности. При этом наибольшие потери этих соединений наблюдались на фоне обработок «Соком Земли», обеспечивших вместе с тем максимальные в эксперименте показатели накопления катехинов, сухих и дубильных веществ. Некорневые обра-

Таблица 6.2.9. **Варианты полевого опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами с наибольшими (max) и наименьшими (min) значениями продукционных, биометрических и биохимических характеристик плодов таксонов рода *Vaccinium*, 2015 г.**

Показатель	***Northcountry***				***V. angustifolium***			
	Контроль	Элегум-комплекс	Компле-Мет	Сок Земли	Контроль	Элегум-комплекс	Компле-Мет	Сок Земли
Урожайность	**max**	**min**			min			**max**
Длина ягоды	**max**	**min**			min			**max**
Ширина ягоды	**max**	**min**			min			**max**
Масса одной ягоды	**max**	**min**			min			**max**
Сухие вещества	**min**			max	max	min		**min**
Свободные органические кислоты			max	min	max	min		**max**
Аскорбиновая кислота	**max**		min	min	min			**max**
Фенолкарбоновые кислоты	**max**			min	max			**min**
Растворимые сахара		max	min		min		**max**	**max**
Сахарокислотный индекс		max	min		min	max		
Пектиновые вещества	**max**	**min**		min	min		max	
Собственно антоцианы	**max**			min	max			**min**
Лейкоантоцианы	**max**		min		max	min		
Сумма антоциановых пигменты	**max**			min	max	min		
Катехины	**min**			max	min	min		**max**
Флавонолы	**max**			min	max			**min**
Сумма биофлавоноидов	**max**			min	max	min		
Дубильные вещества			min	max	min		max	

ботки «КомплеМетом» сорта *Northcountry* обусловили в эксперименте наибольшее увеличение в плодах содержания свободных органических кислот при максимальном снижении такового лейкоантоцианов, дубильных веществ, аскорбата и растворимых сахаров, что способствовало наиболее выраженному в полевом опыте ухудшению их вкусовых свойств. На фоне применения препарата «Элегум-комплекс», напротив, установлено максимальное увеличение в плодах данного сорта содержания растворимых сахаров и улучшение их органолептических свойств при наибольшем снижении содержания пектиновых веществ.

Применение рострегулирующих препаратов на растениях узколистного вида голубики способствовало выраженному в разной степени ослаблению накопления в плодах сухих веществ, свободных органических и, как и у высокорослой голубики, фенолкарбоновых кислот, антоциановых пигментов и флавонолов. При этом наиболее выразительные позитивные сдвиги в накоплении титруемых и аскорбиновой кислот, растворимых сахаров и катехинов при наибольшем ингибировании биосинтеза собственно антоцианов и флавонолов наблюдались на фоне обработок «Соком Земли». Применение же «КомплеМета» обеспечивало максимальное в эксперименте увеличение содержания в плодах растворимых сахаров, пектиновых и дубильных веществ, тогда как обработки препаратом «Элегум-комплекс» способствовали наиболее существенному улучшению вкусовых свойств плодов на фоне наибольшего подавления биосинтеза катехинов и лейкоантоцианов.

С целью выявления рострегулирующего препарата с наиболее выраженным позитивным влиянием на продукционные, морфометрические и биохимические характеристики плодов высокорослой и узколистной голубики нами был использован тот же самый методический прием, что и в аналогичных исследованиях с вегетативной сферой растений. Направленность и степень выразительности сдвигов в изменении данных характеристик в вариантах с обработками относительно контроля отражены в табл. 6.2.10. На основании этих данных было опреде-

лено количество, а также суммарные значения относительных величин положительных и отрицательных различий с контролем каждого варианта опыта с некорневыми обработками, представленные в табл. 6.2.11, что позволило оценить интегральный эффект от воздействия каждого испытывавшегося препарата на представителей разных видов голубики.

Таблица 6.2.10. **Количество, относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с контролем продукционных, морфометрических и биохимических характеристик плодов таксонов рода *Vaccinium* в вариантах опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %**

Вариант опыта	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	положительные	отрицательные	положительные/отрицательные	положительные	отрицательные	амплитуда	положительные/отрицательные
Northcountry							
Элегум-комплекс	4	11	0,4	51,8	213,8	265,6	0,2
КомплеМет	3	11	0,3	66,0	192,7	258,7	0,3
Сок Земли	3	13	0,2	55,6	236,4	292,0	0,2
V. angustifolium							
Элегум-комплекс	9	8	1,1	586,0	238,8	824,8	2,5
КомплеМет	10	8	1,3	561,1	101,2	662,3	5,5
Сок Земли	10	7	1,4	580,3	174,6	754,9	3,3

На основании полученных данных можно сделать вывод, что применение всех ростстимулирующих препаратов обусловило в 2–3 раза большее количество статистически достоверных позитивных изменений в комплексе анализируемых показателей у растений *V. angustifolium* по сравнению с контролем, нежели у сорта *Northcountry* высокорослой голубики, но при этом в 1,5–2 раза меньшее количество отрицательных сдвигов, что однозначно свидетельствовало о преобладании положительного влияния испытывавшихся стимуляторов на формирование генеративной сферы в первом случае, отрицательного – во втором. При этом амплитуда различий тестируемых вариантов опыта с контролем по совокупности анализируемых признаков, независимо от их знака, характеризующая степень воздействия препаратов на

Таблица 6.2.11. **Относительные различия с контролем продукционных и биохимических характеристик плодов таксонов рода *Vaccinium* в вариантах полевого опыта с некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами, %. 2015 г.**

Показатель	*Northcountry*			*V. angustifolium*		
	Элегум-комплекс	КомплеМет	Сок Земли	Элегум-комплекс	КомплеМет	Сок Земли
Урожайность	–32,6	–15,8	–25,0	**+96,0**	**+95,6**	**+151,9**
Длина ягоды	–14,3	–	–11,6	**+28,6**	**+25,0**	**+42,9**
Ширина ягоды	–10,1	–	–5,1	**+19,7**	**+22,4**	**+38,2**
Масса одной ягоды	–32,4	–14,7	–25,0	**+100,0**	**+97,1**	**+179,4**
Сухие вещества	**+4,7**	**+3,1**	**+11,0**	–19,6	–17,5	–19,2
Свободные органические кислоты	–	**+32,1**	–7,3	–43,5	–20,1	–
Аскорбиновая кислота	–27,8	–31,3	–32,6	**+17,4**	**+13,0**	**+27,7**
Фенолкарбоновые кислоты	–	–	–5,8	–34,1	–22,5	–38,4
Растворимые сахара	**+6,5**	–	–	**+41,3**	**+43,5**	**+43,5**
Сахарокислотный индекс	**+8,8**	–26,8	**+7,8**	**+150,0**	**+79,9**	**+43,3**
Пектиновые вещества	–6,2	–5,0	–6,2	**+33,0**	**+39,2**	**+22,7**
Собственно антоцианы	–24,7	–16,6	–43,0	–22,1	–3,9	–26,6
Лейкоантоцианы	–19,5	–33,9	–10,7	–40,0	–5,9	–18,8
Сумма антоциановых пигментов	–22,5	–23,9	–29,3	–30,7	–4,9	–22,8
Катехины	**+31,8**	**+30,8**	**+36,8**	–	**+9,7**	**+11,3**
Флавонолы	–7,8	–5,2	–13,1	–22,2	–19,5	–27,5
Сумма биофлавоноидов	–15,9	–16,4	–21,7	–26,6	–6,9	–21,3
Дубильные вещества	–	–3,1	–	**+100,0**	**+135,7**	**+19,4**

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

комплекс исследуемых характеристик генеративных органов голубики, варьировалась в рамках полевого опыта в диапазонах: у сорта *Northcountry* – 258,7–292,0 %, у *V. angustifolium* – 662,3–824,8 %, что позволяло расположить препараты в порядке снижения восприимчивости к ним растений высокорослой голубики следующим образом:

Сок Земли > Элегум-комплекс > КомплеМет.

Подобный ряд препаратов для растений узколистной голубики выглядел несколько иначе:

Элегум-комплекс > Сок Земли > КомплеМет.

Существуют межвидовые различия в степени восприимчивости генеративной сферы растений голубики к воздействию препаратов при существенно большей чувствительности к ним *V. angustifolium*, нежели сорта *Northcountry* высокорослой голубики. При этом превышение величины амплитуды у узколистного вида над таковой высокорослого вида на фоне применения «Элегум-комплекса» составляло 3,1 раза, «КомплеМета» и «Сока Земли» – 2,6 раза.

Обращает на себя внимание, что соотношение относительных величин сумм положительных и отрицательных различий с контролем совокупности анализируемых признаков в тестируемых вариантах опыта, являющееся критерием преимуществ в развитии генеративной сферы растений, у высокорослого вида во всех вариантах с обработками существенно, причем в сходной степени, уступало 1,0. Это свидетельствовало о преобладании негативных изменений по сравнению с контролем совокупности анализируемых признаков плодов данного вида под действием испытывавшихся препаратов и давало основание для заключения об отрицательном эффекте от их использования. Незначительное смягчение негативного действия на формирование генеративных органов сорта *Northcountry* отмечено в варианте опыта с применением «КомплеМета», в котором размер указанного соотношения составлял 0,3 против 0,2 в двух других тестируемых вариантах опыта.

Диаметрально противоположный характер влияния испытывавшихся препаратов на параметры развития и биохимический

состав плодов установлен у узколистного вида голубики. Преобладание позитивных сдвигов в этом процессе над негативными при их больших относительных размерах обусловило заметное улучшение комплекса анализируемых показателей в тестируемых вариантах опыта по сравнению с контролем, на что указывает превышающий 1,0 размер соотношения суммарных величин данных сдвигов, варьирующийся в рамках эксперимента в диапазоне от 2,5 до 5,5. Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что использование всех испытывавшихся препаратов при промышленном возделывании узколистной голубики является целесообразным. В порядке снижения интегрального уровня результативности воздействия на ее генеративную сферу препараты располагались следующим образом:

КомплеМет > Сок Земли > Элегум-комплекс.

Как видим, наибольший положительный результат был достигнут на фоне применения «КомплеМета», эффективность которого превышала таковую «Сока Земли» в 1,7 раза, «Элегум-комплекса» – в 2,2 раза. Нетрудно убедиться также в абсолютном сходстве приведенного ряда препаратов с установленным выше для вегетативной сферы растений голубики, что указывает на целесообразность преимущественного использования препарата «КомплеМет» для стимуляции развития и вегетативных, и генеративных органов *V. angustifolium*.

Вместе с тем сопоставление размеров соотношения относительных величин положительных и отрицательных изменений в генеративной сфере узколистного и высокорослого видов голубики по сравнению с контролем в вариантах опыта с некорневыми подкормками испытывавшимися препаратами показало, что их эффективность в первом случае была существенно выше, в том числе «Элегума» – в 12,5 раза, «Комплемета» – в 18,3 раза, «Сока Земли» – в 16,5 раза.

Глава 7

ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ТОРФЯНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ОСНОВЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОЛУБИКИ

7.1. Технологические основы проведения фиторекультивационных мероприятий

В предыдущих разделах монографии было дано научное обоснование основных элементов технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Припятского Полесья путем создания локальных фитоценозов интродуцированных таксонов голубики с учетом климатических особенностей региона, а также сортовых особенностей ответной реакции растений на влияние эдафических условий и отдельных агротехнических приемов при их культивировании на этих малоплодородных землях. В данном же разделе работы будет представлен комплекс практических мероприятий при осуществлении биологического этапа рекультивации торфяных выработок верхового или переходного типов в южной части республики.

Подбор участков, отвечающих критериям для проведения данного вида работ, должен проводиться в соответствии с требованиями разработанного нами технического кодекса установившейся практики ТКП 17.12–07–2014 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Порядок и правила фиторекультивации выработанных площадей торфяных месторождений на основе культивирования ягодных растений». Наиболее подходящими для этих целей представляются место-

рождения, отработанные фрезерным способом. На территории, где продолжается добыча торфа, в проектах рекультивации освобождающихся площадей следует предусматривать их вторичное освоение сразу же по окончании работ с целью недопущения разрушения осушительной и дорожной сети и неэффективного самозарастания. Рекомендуемый период для проведения фиторекультивационных мероприятий, как правило, не должен превышать пяти лет после завершения добычи торфа.

При этом на отведенных для этих целей участках торфяных выработок с уровнем грунтовых вод 0,2–0,7 м должен обеспечиваться сброс воды самотечным способом с использованием существующей осушительной сети и возможностью поддержания в течение вегетационного периода влажности субстрата в пределах 60–70% от полной влагоёмкости. Мощность остаточного слоя донного торфа, подстилаемого песками, супесями и суглинками, должна быть не менее 0,5 м и иметь уровень кислотности от 2,5 до 5,0 единиц pH.

Разработанная нами технология фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на основе возделывания сортовой голубики представляет систему мероприятий, направленных на защиту от дефляции и минерализации этого маломощного, сильнокислого и малоплодородного слоя торфа, а также на получение высоковитаминной ягодной продукции. Ее основой является комплекс высокоэффективных агротехнических мероприятий, отвечающих биологии данного вида и максимально способствующих реализации генетического потенциала его продуктивности. Выполнение всех видов работ рассчитано на использование отечественных образцов машин и механизмов, приспособленных к промышленной эксплуатации торфяных месторождений.

Разработанные технологические пооперационные карты (табл. 7.1.1) предлагаются специалистам и растениеводам-практикам в качестве ориентировочного нормативно-справочного материала, который может быть скорректирован с учетом конкретных условий и экономических возможностей заинтересованных субъектов хозяйствования.

Таблица 7.1.1. **Нормативно-технологическая карта закладки, содержания и ухода за посадками сортовой голубики на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения (расчет на 1 га в ценах на 01.09.2015 г.)**

Технологическая операция	Объем работ	Состав агрегата	Требуется		Использование рабочих			Расход материалов		
			агрег.-смен	чел.-дней	разряд работ	норма выработки, ед. изм.	затраты труда, тыс. руб.	наименование материала	единица измерения	количество
Первый год										
Раскорчевка площади	1 га	Трактор С100, корчеватель	0,83	0,83	5	1,2	51,1	Дизтопливо	л	55,0
Сбор, погрузка пней	1,5 т	Вручную	1,07	1,07	2	1,4	63,0	Дизтопливо	л	11,0
Вывоз и складирование пней	1,5 т	Беларус 2103, МТП-24Б	0,5	0,5	3	3,0	29,7	Дизтопливо	л	18,75
Профилирование и планировка поверхности торфяного субстрата в два следа	2 га	Беларус 2103, реечный планировщик	1,23	1,23	3	1,63	73,1	Дизтопливо	л	17,25
Маркировка площади посадки, установка вешек, обозначение мест копки ямок	га	Вручную	–	1,16	3	0,86	69,0	–	–	–
Посадка с подноской саженцев под лопату при количестве высаживаемых растений 4,0–7,0 тыс. шт. на 1 га	тыс. шт.	Вручную	–	4,26	4	0,775	257,0	–	–	–
Подкормка минеральными удобрениями	тыс. м^2	Вручную	–	5,46	4	1,83	329,4	–	–	–

Продолжение табл. 7.1.1

Технологическая операция	Объем работ	Состав агрегата	Требуется		Использование рабочих			Расход материалов		
			агрег.-смен	чел.-дней	разряд работ	норма выработки, ед. изм.	затраты труда, тыс. руб.	наименование материала	единица измерения	количество
Приготовление и обработка рабочими растворами										
микроудобрений	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
гербицидов	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
Дополнение посадок	100 шт. саженцев	Вручную	–	0,01	4	9,46	0,6	–	–	–
Второй год										
Весенняя оправка растений от выпирания из субстрата	тыс. шт.	Вручную	–	0,26	2	12,5	15,3	–	–	–
Дополнение посадок растений голубики в местах выпада	100 шт. саженцев	Вручную	–	0,01	4	9,46	0,6	–	–	–
Подкормка минеральными удобрениями	тыс. $м^2$	Вручную	–	5,46	4	1,83	329,4	–	–	–
Приготовление и обработка рабочими растворами										
микроудобрений	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
гербицидов	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
Формовочная обрезка крон	тыс. шт.	Вручную	–	3,84	4	0,86	231,7	–	–	–
Нарезка черенков для укоренения	тыс. шт.	Вручную	–	0,54	4	2,8	32,6	–	–	–

Третий год										
Весенняя оправка растений от выпирания из субстрата	тыс. шт.	Вручную	–	0,26	2	12,5	15,3	–	–	–
Дополнение посадок растений голубики в местах выпада	100 шт. саженцев	Вручную	–	0,01	4	9,46	0,6	–	–	–
Подкормка минеральными удобрениями	тыс. м^2	Вручную	–	5,46	4	1,83	329,4	–	–	–
Приготовление и обработка рабочими растворами										
микроудобрений	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
гербицидов	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
Формовочная обрезка крон	тыс. шт.	Вручную	–	3,84	4	0,86	231,7	–	–	–
Нарезка черенков для укоренения	тыс. шт.	Вручную	–	0,54	4	2,8	32,6	–	–	–
Сбор урожая	300 кг	Вручную	–	10,0	3	30,0	594,6	–	–	–
Погрузочно-разгрузочные работы	0,3 т	Вручную	–	0,08	3	3,8	4,8	–	–	–
Транспортировка ягод на склад	0,3 т	ГАЗ 53	0,1	0,1	3	3,5	5,9	Бензин	л	16,5
Четвертый год										
Дополнение посадок растений голубики в местах выпада	100 шт. саженцев	Вручную	–	0,01	4	9,46	0,6	–	–	–
Подкормка минеральными удобрениями	тыс. м^2	Вручную	–	5,46	4	1,83	329,4	–	–	–

Окончание табл. 7.1.1

Технологическая операция	Объем работ	Состав агрегата	Требуется		Использование рабочих			Расход материалов		
			агрег.-смен	чел.-дней	разряд работ	норма выработки, ед. изм.	затраты труда, тыс. руб.	наименование материала	единица измерения	количество
Приготовление и обработка рабочими растворами										
микроудобрений	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
гербицидов	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
Формовочная обрезка крон	тыс. шт.	Вручную	–	3,84	4	0,86	231,7	–	–	–
Сбор урожая	3 т	Вручную	–	75,0	3	0,04	4459,2	–	–	–
Погрузочно-разгрузочные работы	3 т	Вручную	–	0,79	3	3,8	47,0	–	–	–
Транспортировка ягод на склад	3 т	ГАЗ 53	0,86	0,86	3	3,5	51,1	Бензин	л	16,5
Пятый год										
Дополнение посадок растений голубики в местах выпада	100 шт. саженцев	Вручную	–	0,01	4	9,46	0,6	–	–	–
Подкормка минеральными удобрениями	тыс. м^2	Вручную	–	5,46	4	1,83	329,4	–	–	–
Приготовление и обработка рабочими растворами										
микроудобрений	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
гербицидов	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
Формовочная обрезка крон	тыс. шт.	Вручную	–	3,84	4	0,86	231,7	–	–	–
Сбор урожая	6 т	Вручную	–	150,0	3	0,04	8918,4	–	–	–

Погрузочно-разгрузочные работы	6 т	Вручную	–	1,58	3	3,8	93,9	–	–	–
Транспортировка ягод на склад	6 т	ГАЗ 53	1,71	1,71	3	3,5	101,7	Бензин	л	33,0
Шестой год										
Подкормка минеральными удобрениями	тыс. м^2	Вручную	–	5,46	4	1,83	329,4	–	–	–
микроудобрений	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
гербицидов	1 га	Вручную	–	4,76	5	0,21	292,9	–	–	–
Формовочная обрезка крон	тыс. шт.	Вручную	–	3,84	4	0,86	231,7	–	–	–
Сбор урожая	6 т	Вручную	–	160,0	3	0,05	9513,0	–	–	–
Погрузочно-разгрузочные работы	6 т	Вручную	–	2,1	3	3,8	124,9	–	–	–
Транспортировка ягод на склад	6 т	ГАЗ 53	2,3	2,3	3	3,5	136,7	Бензин	л	33,0

Подготовка нарушенных земель для проведения фиторекультивационных мероприятий включает технический и биологический этапы, первый из которых подразделяется на три части: одна предусматривает создание осушительно-увлажнительной системы, обеспечивающей отвод воды с площадей при избытке влаги и увлажнение корнеобитаемой зоны в засушливые периоды. Вторая часть технического этапа рекультивации включает проведение планировочных работ и строительство подъездных путей, третья же часть направлена на выполнение культуртехнических работ (расчистка площадей от древесно-кустарниковой растительности, корчевание, выравнивание и фрезерование территории).

После фрезерования площади вспахивают и прикатывают водоналивными катками с целью оптимизации водного режима и предотвращения дефляции. Наиболее дорогостоящий вид работ – выравнивание рекультивируемой поверхности, включающее срезку подштабельных полос, засыпку старой осушительной сети на фрезерных полях, разравнивание продольных и поперечных перемычек и дамб, торфяных карьеров, засыпку ям, западин и глубоких понижений, после чего проводят качественное выравнивание поверхности, способствующее организации поверхностного стока, обеспечению равномерного увлажнения корнеобитаемой зоны, улучшению условий применения широкозахватной и скоростной сельскохозяйственной техники. Качественное выравнивание поверхности выполняют длиннобазовыми планировщиками, с помощью которых засыпают понижения глубиной до 0,25 м и шириной до 20–30 м (рис. 7.1.1).

По завершении технических этапов рекультивации торфяных выработок осуществляют их биологическую рекультивацию, включающую предварительное определение уровня кислотности, водно-физических, физико-химических свойств субстрата, а также содержания в нем основных элементов питания, первичную обработку почвы, формирование сортимента растений голубики для создания агроценоза, внесение мелиорантов и прикатывание с целью уплотнения грунта и выравнивания поверхности. Как показали наши исследования, выращивание

Рис. 7.1.1. Технологическая операция по выравниванию участка выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения реечным планировщиком

ягодных растений на рекультивируемых площадях приводит к усадке и уплотнению торфа, а в результате активизации микробиологических процессов – и к его меньшей минерализации.

При возделывании голубики на малоплодородных торфяных выработках необходимо внесение макро- и микроудобрений в виде подкормок трижды за вегетацию: ранней весной, в середине лета и в начале осени. Расчет доз удобрений основан на данных о содержании основных элементов питания в торфяном субстрате на основании балансового метода и корректируется с помощью метода листовой диагностики с использованием разработанной нами «Диалоговой программы оптимизации режима минерального питания вересковых при культивировании на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси». Мероприятия по содержанию и уходу за растениями голубики от посадки до вступления в период устойчивого плодоношения включают ручную и химическую прополку, уничтожение древесно-кустарниковых и травянистых растений вдоль картовых каналов, сбор урожая и его транспортировку, складирование и реализацию.

Известно, что сортовая голубика достаточно хорошо размножается вегетативным путем, т. е. черенками. Нами получены

Рис. 7.1.2. Черенкование растений голубики «рулонным способом»

положительные результаты при выращивании посадочного материала в рулонах (рис. 7.1.2), в связи с чем представляется целесообразным производство посадочного материала собственными силами непосредственно на торфопредприятиях, что позволит значительно снизить себестоимость фиторекультивационных мероприятий. Организация собственного производства посадочного материала не только уменьшит затраты, но и обеспечит дополнительный доход, так как появится возможность его реализации в рыночных условиях.

Проведение фиторекультивационных мероприятий на торфяных выработках Припятского Полесья на основе возделывания сортовой голубики имеет не только важное экономическое, но и экологическое и социальное значение, поскольку вносит существенный вклад в развитие новой экспортоориентированной и импортозамещающей отрасли народного хозяйства республики – нетрадиционного промышленного ягодоводства и направлено на решение следующих проблем:

возвращение в землепользование антропогенно нарушенных земель и использование их для получения ценной ягодной продукции;

восстановление плодородия остаточной торфяной залежи без наращивания плодородного слоя;

частичная механизация технологического этапа рекультивации;

борьба с дефляцией и замедление темпов минерализации органического вещества остаточного слоя торфяной залежи;

увеличение занятости населения и создание новых рабочих мест;

существенное увеличение экспортного потенциала республики за счет реализации за рубежом ягодной продукции сортовой голубики.

Таким образом, разработанная нормативно-технологическая карта содержания работ по фиторекультивации участка торфяной выработки на основе возделывания сортовой голубики включает перечень ключевых технологических операций по тиражированию, содержанию и уходу за интродуцированными североамериканскими растениями при выращивании в течение первых 5–6 лет (до момента вступления культуры в период устойчивого плодоношения). В соответствии с нормативными документами произведен расчет норм выработки агрегатов, механизмов и людских ресурсов при производстве фиторекультивационных работ. При этом выполнение операций рассчитано на использование отечественных машин и механизмов. Долговечность созданных на рекультивируемых площадях посадок голубики составляет более 40 лет.

7.2. Эколого-экономическая эффективность биологического этапа рекультивации торфяных выработок на основе культивирования сортовой голубики

Оценка экономической эффективности предлагаемой системы рекультивационных мероприятий на основе возделывания сортовой голубики североамериканского происхождения базируется на сопоставлении ожидаемого или достигнутого эффекта (прибыли) с инвестированными затратами на осуществление данных мероприятий. В основу метода оценки положена величина разности между достигнутыми результатами в стоимостном выражении и затратами, обеспечившими этот результат и обоснованными в ряде нормативных правовых актов и методических материалов. Указанные материалы соответствуют международным стандартам оценки результативности исследований и разработок, а также требованиям ЮНИДО, в связи

с чем расчеты экономической эффективности, выполненные на их основе, вполне сопоставимы с аналогичными показателями, полученными за рубежом.

В соответствии с международной и отечественной практикой оценка годового экономического эффекта в наших исследованиях базировалась на сопоставлении ожидаемого дохода от внедрения технологии с инвестициями на текущие расходы и капитальные вложения в организацию производства продукции на ее основе. Прогнозная оценка результатов проекта, планируемого для использования в течение десяти лет, предполагала сопоставление ожидаемого чистого дисконтированного дохода от реализации инновационного проекта с инвестированным капиталом.

Расчет показателей экономической эффективности – чистого дисконтированного дохода, коэффициента эффективности и срока окупаемости инвестиций – осуществлялся на основе определения чистого денежного потока (чистой прибыли). Оценка эффективности организации производства голубики основывалась на данных нормативно-технологических карт укрупненных расчетных показателей. При этом учитывалось определение финансовых потоков с включением всех денежных поступлений и расходов в ходе его осуществления; изменение стоимости денег и экономической среды во времени.

Оценка экономического эффекта от использования технологии определялась за расчетный период – десять лет.

Экономический эффект (Э) от использования результатов технологии выращивания голубики определялся по формуле:

$$Э = Р_Т – З_Т, \qquad (1)$$

где $Р_Т$ – стоимостная оценка использования результатов технологии (ожидаемое поступление средств) за расчетный период; $З_Т$ – стоимостная оценка издержек на создание и использование результатов технологии за расчетный период.

Издержки на создание и коммерциализацию разработок включали в себя текущие и инвестиционные расходы. Текущие

расходы на разработки рассчитывали, исходя из технологии производств в соответствии с нормативными документами по их калькулированию.

Дисконтированием издержек и результатов (денежных потоков) называется приведение их разновременных значений к их ценности на определенный момент времени, который называется моментом приведения.

Коэффициент дисконтирования ($К'_Д$) издержек и результатов для приведения результатов к началу осуществления проекта определялся по формуле:

$$К'_Д = 1 / (1 + E)^{t'}, \qquad (2)$$

где E – ставка дисконтирования (норма дисконта), t' – порядковый номер года проекта (для начала проекта принимается $t = 0$).

Норма дисконта определялась разработчиком инновационного проекта самостоятельно с учетом рекомендаций, приведенных в упомянутых Правилах по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов. В нашем случае она составила 20 % для расчетов в белорусских рублях и 5 % для расчетов в долларах США (табл. 7.2.1 и 7.2.2).

Таблица 7.2.1. **Коэффициент дисконтирования разновременных издержек и результатов к расчетному году (норма дисконта 5 %)**

Число лет, предшествующих расчетному году	$К_{Д''}$	Число лет, следующих за расчетным годом	$К_{Д'}$
10	1,6289	1	0,9524
9	1,5513	2	0,9070
8	1,4775	3	0,8638
7	1,4071	4	0,8227
6	1,3401	5	0,7835
5	1,2763	6	0,7462
4	1,2155	7	0,7107
3	1,1576	8	0,6768
2	1,1025	9	0,6446
1	1,050	10	0,6139
0	1,0000		

Таблица 7.2.2. **Коэффициент дисконтирования разновременных издержек и результатов к расчетному году (норма дисконта 20 %)**

Число лет, предшествующих расчетному году	$К_{Д''}$	Число лет, следующих за расчетным годом	$К_{Д'}$
10	6,1917	1	0,8333
9	5,1598	2	0,6944
8	4,2998	3	0,5787
7	3,5832	4	0,4823
6	2,9860	5	0,4019
5	2,4883	6	0,3349
4	2,0736	7	0,2791
3	1,7280	8	0,2326
2	1,4400	9	0,1938
1	1,2000	10	0,1615
0	1,0000		

Показателями экономической эффективности от использования технологии выращивания сортовой голубики являлись эффективность вложенных инвестиций и период их окупаемости.

Эффективность издержек на выращивание голубики (вложенных инвестиций) ($Э_И$) определялась по формуле:

$$Э_И = Э/З_Т. \quad (3)$$

Период окупаемости инвестиций в разработку ($Р_{Ин}$) определялся по формуле:

$$Р_{Ин} = З_Т/Э. \quad (4)$$

Расчет стоимости работ по фиторекультивации выработанной площади торфяного месторождения выполняли поэтапно путем составления нормативно-технологических карт. Показатели оплаты труда устанавливали на основе нормативных документов Министерства лесного и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. При этом учитывали рост ставки I тарифного разряда, цены на ГСМ, технику и механизмы, удобрение и пестициды в ценах на твердую дату – сентябрь 2015 г.

В 2013 г. средняя урожайность плодов трехлетних растений голубики сорта *Northblue* в условиях опытной культуры составила 100 г/растение; в 2014 г. – 830, а в 2015 г. (пятилетние растения) – 1330 г/растение. Полученные усредненные показатели мы использовали для расчета величины ожидаемого урожая плодов при выполнении биологического этапа рекультивации данных земель, учитывая, что на третьем году посадки голубики по схеме 2,0 × 1,0 м он составил 0,3 т/га, на четвертом – 2,5 т/га, на пятом – 4,0 т/га. При этом предполагалось, что на шестом и в последующие годы развития растений урожайность плодов будет не ниже 5,0 т/га.

Рыночная цена ягод сортовой голубики, как и любого другого товара, формируется на основе спроса и предложения, причем в настоящее время спрос на них значительно превышает возможности производителей по их поставке. Наряду с этим потребность в этом ценнейшем ягодном ресурсе сопредельных государств (Россия, Украина) и их покупательная способность значительно превышают отечественные показатели, в результате чего рыночная стоимость свежих ягод голубики в июле 2015 г. уже достигала 75–100 тыс. бел. руб. за 1 кг. В связи с этим выручка от реализации ягодной продукции голубики формировалась нами, исходя из оптовых цен на ягоды сортовой голубики в 2015 г., составлявших в среднем 35 тыс. бел. руб. за 1 кг. Калькуляция расходов на возделывание растений голубики в условиях опытной культуры, а также прогнозные поступления от реализации ее ягодной продукции приведены в табл. 7.2.3–7.2.6.

Положительный эффект от фиторекультивации 1 га выработанной площади торфяного месторождения и эксплуатации посадок сортовой голубики будет получен уже на 4-й год после посадки саженцев. Чистый доход с учетом дисконтирования за весь период (10 лет) составит **211857,9** тыс. бел. руб., при дисконтированных расходах – **372968,2** тыс. бел. руб. Проект может стать окупаемым уже на 5-й год его реализации, а в последующие 5 лет эффективность вложенных средств (текущих расходов) должна превысить 150 %.

Таблица 7.2.3. **Смета расходов на производство работ по фиторекультивации выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения на основе возделывания сортовой голубики**

Статья расходов	Затраты, тыс. руб.					
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й–10-й годы
Сырье и основные материалы	68013,9	5681,3	8703,3	3449,7	5337,8	4567,8
Основная и дополнительная заработная плата	2625,7	2151,7	3241,3	10268,6	18470,7	19658,7
Налоги на заработную плату	906,1	742,6	1118,6	3543,7	6374,2	6784,2
Накладные расходы	2363,1	1936,5	–	–	–	–
Расходы на аренду машин и механизмов	3500,0	–	–	–	–	–
Цеховые расходы	–	–	3765,8	4815,5	8045,7	8252,7
Общехозяйственные расходы	–	–	3012,6	3852,4	6436,5	6602,1
Прочие расходы	2000,0	2000,0	2000,0	2000,0	2000,0	2000,0
Расходы на реализацию	–	–	–	1995,1	3266,5	3350,6
Итого	79408,8	12512,1	21841,6	29925,0	49931,4	51216,1
Налоги	–	–	6552,5	8977,5	14979,4	15364,8
Всего	**79408,8**	**12512,1**	**28394,1**	**38902,5**	**64910,8**	**66580,9**

Таблица 7.2.4. **Исходные данные для определения экономического эффекта от использования технологии фиторекультивации выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения на основе возделывания сортовой голубики**

Показатель	Стоимостные выражения, тыс. руб.					
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й–10-й год
Выручка от реализации	–	–	10500,0	87500,0	140000,0	175000,0
Расходы: всего	79408,8	12512,1	28394,1	38902,5	64910,8	66580,9
Прибыль (+) Убыток (-)	–79408,8	–12512,1	–17894,1	48597,5	75089,2	108419,1
Налог на прибыль	–	–	–	8747,6	13516,1	19515,4
Чистая прибыль (+) Убыток (–)	–79408,8	–12512,1	–17894,1	39850,0	61573,1	88903,7

Таблица 7.2.5. **Расчет чистого дисконтированного дохода от производства голубики, тыс. руб.**

Год	Доход (+) Убыток (–)	Расходы, всего	Предполагаемый рост цен	Коэффициент дисконтирования	Расходы с учетом дисконтирования	Чистый доход с учетом дисконтирования
1-й	–79408,8	79408,8	1,0000	1,0000	79408,8	–79408,8
2-й	–12512,1	12512,1	1,1000	0,8333	11469,0	–11469,0
3-й	–17894,1	28394,1	1,2100	0,6944	23857,4	–15035,1
4-й	39850,0	38902,5	1,3310	0,5787	29964,6	30694,5
5-й	61573,1	64910,8	1,4641	0,4823	45835,8	43478,9
6-й	88903,7	66580,9	1,6105	0,4019	43095,2	57543,8
7-й	88903,7	66580,9	1,7716	0,3349	39503,0	52747,4
8-й	88903,7	66580,9	1,9487	0,2791	36212,2	48353,1
9-й	88903,7	66580,9	2,1436	0,2326	33197,3	44327,5
10-й	88903,7	66580,9	2,3579	0,1938	30424,9	40625,5
Всего	×	×	×	×	372968,2	211857,9

Таблица 7.2.6. **Себестоимость проведения фиторекультивации участка выработанного торфяного месторождения «Морочно» при возделывании сортовой голубики**

Статья расходов	Затраты, тыс. руб.	
	на 1 га ягодной плантации	на 1 кг ягод голубики
Сырье и основные материалы	114025,0	9,66
Основная и дополнительная заработная плата	135051,5	11,45
Налоги на заработную плату	46606,2	3,95
Расходы на аренду и эксплуатацию машин	3500,0	0,30
Цеховые расходы	57890,5	4,91
Общехозяйственные расходы	46312,0	3,92
Прочие расходы	20000,0	1,69
Всего	**423385,2**	**35,88**

В целом эффективность проекта, рассчитанная по формуле 3, составляет 0,57 (**211857,9**: **372968,2**). При заложенном 20 %-ном уровне инфляции проект экономически целесообразен для практической реализации. Напомним также, что в расчете экономического эффекта от производства и реализации ягод голубики были использованы оптовые цены, уступавшие коммер-

ческим в 1,2–1,7 раза. Себестоимость производства ягод голубики сопоставима с оптовыми закупочными ценами на плоды.

Проведение фиторекультивационных мероприятий на торфяных выработках имеет не только высокую экономическую, но и социальную и экологическую значимость. Определение последней на основе рентного метода при вступлении растений в стадию устойчивого плодоношения показало получение дополнительного ежегодного дохода в размере 27,7 млн руб./га. Социальные результаты фиторекультивации, которые не были оценены системой прямых стоимостных показателей, должны рассматриваться как источники косвенных (дополнительных) эффектов и учитываться при принятии решений о реализации и (или) государственной поддержке рекультивационных работ.

Ориентируясь на прогнозную эффективность фиторекультивационных работ в расчете на 1 га, можно определить ее потенциальную величину в расчете на общую площадь выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на территории Брестской и Гомельской областей. При этом площадь таких земель в Припятском Полесье на сегодняшний день составляет около 50 тыс. га, пятая часть из которых представлена торфами верхового и переходного типов.

Работы по инвентаризации торфяных месторождений Республики Беларусь, пригодных для комплексного освоения на ближайшую и отдаленную перспективу, выполнены сотрудниками Института природопользования НАН Беларуси [4, 92]. Для районных исполнительных комитетов Брестской и Гомельской областей предложен комплекс мероприятий по рациональному использованию площадей выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений верхового и переходного типов. Согласно проведенным исследованиям, в Брестской и Гомельской областях, соответственно, 698 и 694 га подобных земель рекомендованы для использования в лесном хозяйстве и для повторного заболачивания. При этом более чем на 1300 га нарушенных в процессе добычи торфа площадях может быть применена разработанная нами технология.

В связи с этим прогнозная эффективность работ по фиторекультивации выработанных торфяных месторождений Припятского Полесья на основе возделывания голубики может быть оценена в 208,0 млрд бел. руб. при вступлении растений в генеративный этап развития (стадия промышленного плодоношения). Это окажется более чем в 10 раз эффективнее, нежели попытка получить деловую древесину при ведении лесохозяйственного производства на нарушенных в процессе добычи торфа землях.

Высокая экономическая и социально-экологическая эффективность плантационного возделывания североамериканской сортовой голубики на выведенных из хозяйственного оборота торфяных выработках на основе разработанной авторским коллективом технологии указывает на перспективность развития в республике новой отрасли народного хозяйства – нетрадиционного ягодоводства, что не только позволит обеспечить потребности населения в высоковитаминной ягодной продукции, но и создаст предпосылки для значительных объемов валютных поступлений за счет ее реализации за рубежом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнительного исследования особенностей сезонного развития 11 таксонов рода *Vaccinium* (*V. uliginosum* L., клонов *V. angustifolium* L., интродуцированных сортов *V. corymbosum* L. – *Duke*, *Reka*, *Jersey*, *Patriot*, *Elizabeth* и *Coville*, а также межвидовых гибридов *Northblue*, *Northcountry, Northland*) в опытной культуре на участке торфяной выработки в Припятском Полесье в контрастные по гидротермическому режиму сезоны 2011 и 2012 гг. выявлены отчетливые временные различия в сроках наступления фенологических фаз в зависимости от сроков созревания растений. Наиболее ранним набуханием почек, распусканием листьев и первичным ростом побегов характеризовались позднеспелые сорта *V. corymbosum*, тогда как наиболее поздним (с интервалом 10–12 дн.) – раннеспелые при промежуточном положении среднеспелых сортов. Вступление таксонов рода *Vaccinium* разных сроков созревания в фазы бутонизации, цветения и плодообразования происходило в обратной хронологической последовательности, причем завершение фазы плодоношения у раннеспелых межвидовых гибридов в конце июля на две недели опережало таковое у позднеспелых сортов *V. corymbosum*.

Установлено существенное влияние гидротермического режима сезона на сроки наступления и продолжительность основных фенологических фаз у растений голубики. Показано, что избыток влаги способствовал запаздыванию набухания почек и распускания листьев на 7–14 и 1–10 дн. и увеличению продол-

жительности первичного и вторичного роста побегов на 26–35 и 7–9 дн. соответственно при запаздывании покраснения листьев примерно на 10 дн. и сокращении его продолжительности на 12–26 дн. Вместе с тем на фоне жаркой и сухой погоды наблюдалось ускорение вступления растений в генеративную фазу развития на 4–10 дн. при увеличении общей продолжительности фазы плодоношения на 7–11 дн. Независимо от погодных условий сезона все таксоны рода *Vaccinium* успевали пройти полный цикл сезонного развития и сформировать урожай ягодной продукции.

Установлено, что интродуцированные таксоны голубики в рамках текущего прироста надземных органов характеризовались сходным с аборигенным видом количеством новообразованных вегетативных побегов, но превосходили его по количеству генеративных в 2,6–17 раз, а также по показателям средней длины тех и других побегов в 1,7–5,3 и 1,9–4,6 раза, по размерам их листьев в длину в 2,4–8,9 и 1,7–8,1 раза, в ширину в 2,0–8,1 и 1,4–7,0 раза и вместе с тем уступали ему в степени их облиственности в 2,7–4,6 и 1,6–3,9 раза соответственно. Большинство таксонов рода *Vaccinium* характеризовались сходными относительными размерами возрастных изменений габитуса растений при увеличении их высоты, диаметра кроны (преимущественно в направлении с севера на юг) и особенно объема куста. Наиболее выразительно выявленные эффекты проявились у раннеспелых сортов *Duke* и *Reca* и весьма слабо – у *V. uliginosum,* сорта *Elizabeth*, а также у межвидовых гибридов *Northcountry* и *Northland.* Несмотря на возрастные и генотипические различия размерных параметров растений, наименьшими их значениями характеризовались раннеспелые сорта *Duke* и *Reca*, но особенно *V. uliginosum* и *V. angustifolium*, тогда как наибольшими – сорта *Elizabeth* и *Coville*. С увеличением возраста растений выявлено ослабление различий с аборигенным видом в количестве новообразованных вегетативных побегов при существенном усилении подобных различий в количестве генеративных, обусловленном генотипическими различиями репродуктивного потенциала представителей рода. Наибольшим количеством

генеративных побегов характеризовались позднеспелые сорта *Coville* и особенно *Elizabeth*, тогда как наименьшим – раннеспелые сорта *Duke* и *Reca*. При этом в возрастном ряду интродуцентов наблюдалось усиление в 2,0–2,9 раза различий с аборигенным видом в темпах формирования текущего прироста вегетативных органов, особенно у сорта *Coville*, на фоне сокращения в 1,5 раза подобных различий у *V. angustifolium*.

На примере *V. uliginosum*, *V. angustifolium*, сорта *Duke*, межвидовых гибридов *Northblue*, *Northcountry* и *Northland* выявлено существенное влияние географического фактора на параметры развития вегетативной сферы таксонов голубики. Показано, что в южном районе исследований, удаленном от северного на 400 км, все интродуценты характеризовались в 2,2–24,5 раза меньшими значениями большинства биометрических параметров текущего прироста вегетативных и генеративных побегов при увеличении степени их облиственности, что свидетельствовало об ухудшении условий для их развития. Наибольшие межрегиональные различия наблюдались у сорта *Duke* и особенно у *V. Angustifolium*, наименьшие – у межвидовых гибридов голубики. В обоих районах исследований межвидовые гибриды голубики характеризовались сравнительно высокими темпами формирования текущего прироста вегетативной сферы, но степень реализации потенциала их развития в южном регионе оказалась в 2,2–4,5 раза меньшей, чем в северном. При этом наибольшими межрегиональными различиями параметров развития надземной сферы растений были отмечены сорт *Duke V. corymbosum* и особенно *V. angustifolium*, отстававшие в этом плане от своих возрастных аналогов на севере республики, соответственно, в 18,8 и 24,5 раза.

Размерные параметры плодов голубики изменялись в таксономическом ряду в более узком диапазоне значений, нежели их весовые и продукционные характеристики. Показано, что средняя урожайность плодов у интродуцентов, за исключением *V. angustifolium* и сорта *Patriot*, превосходила таковую аборигенного вида в среднем в 5,2–8,2 раза и достигала 35-кратного превышения у сорта *Coville*.

Данные исследования показали, что независимо от возраста растений специфические условия торфяных выработок Припятского Полесья обеспечивают наибольшую степень реализации потенциала развития и плодоношения у среднеспелых и особенно позднеспелых сортов *V. corymbosum,* а также у межвидовых гибридов *Northland* и в меньшей степени *Northcountry*, что указывает на перспективность создания на их основе локальных фитоценозов ягодных растений на этих малоплодородных землях. При этом низкие темпы развития вегетативной сферы *V. angustifolium* и раннеспелых сортов *V. corymbosum* делают их малоперспективными для использования в фиторекультивационных целях в данном регионе.

В результате сравнительного исследования биохимического состава плодов 8 таксонов рода *Vaccinium* (*V. uliginosum*, *V. angustifolium*, сортов *V. corymbosum – Jersey*, *Patriot*, *Elizabeth*, *Coville* и межвидовых гибридов *Northblue и Northland*) в условиях сезона 2012 г., характеризовавшегося повышенным температурным фоном при дефиците влаги, установлены следующие диапазоны варьирования в таксономическом ряду содержания в их сухой массе: свободных органических кислот – 3,0–15,8 %; аскорбиновой кислоты – 237,9–728,5 мг %; фенолкарбоновых кислот – 966,7–1915,8 мг %; растворимых сахаров – 38,0–52,7 % при значениях сахарокислотного индекса 2,5–16,8; пектиновых веществ – 5,9–7,3 %, в том числе гидропектина – 2,3–3,2 %; протопектина – 3,3–4,2 %; биофлавоноидов – 8117–28 440 мг %, в том числе собственно антоцианов – 5599,0–12812,6 мг %; лейкоантоцианов – 2820,0–9809,2 мг %; катехинов – 558,7–1144,0 мг %; флавонолов – 2400,2–4863,1 мг %; макроэлементов, в том числе азота – 0,49–0,73 %; фосфора – 0,13–0,15 %; калия – 0,57–0,74 %.

Показано, что аборигенный вид голубики характеризовался более высоким, чем большинство интродуцентов, содержанием в плодах ряда веществ, в том числе на 11–33 % азота, на 8–23 % калия, на 45–81 % свободных органических кислот, на 16–67 % аскорбиновой кислоты, на 4–27 % гидропектина и на 8–14 % пектиновых веществ в целом, на 17–82 % антоциановых пигментов, в том числе на 16–90 % собственно антоцианов, на 19–71 %

лейкоантоцианов, на 22–42 % катехинов, на 34–51 % флавонолов и на 21–72 % биофлавоноидов в целом, обнаружив вместе с тем на 22–60 % более низкое содержание сухих веществ, на 17–96 % фенолкарбоновых кислот и на 4–33 % растворимых сахаров при меньших (на 108–572 %) значениях сахарокислотного индекса плодов, а также при более низком либо сопоставимом с ними уровне антиоксидантной активности. В ряду интродуцентов наиболее богатым биохимическим составом плодов, а следовательно, наиболее высоким интегральным уровнем их питательной и витаминной ценности характеризовались сорта *Jersey*, *Northland*, *Northblue* и особенно *Elizabeth*, тогда как наиболее низким – сорта *Patriot* и *Coville* при промежуточном положении *V. angustifolium*.

Установлена выраженная видо- и сортоспецифичность спектра органических соединений, обнаруживших наиболее тесную корреляционную связь с антиоксидантной активностью плодов таксонов рода *Vaccinium* при наиболее сильном ее проявлении у собственно антоцианов, катехинов и аскорбиновой кислоты и наименьшем – у протопектина и флавонолов. Показано, что антиоксидантная активность плодов в основном коррелирует с содержанием: у *V. uliginosum* – собственно антоцианов и катехинов, у *V. angustifolium* – гидропектина и собственно антоцианов, у сорта *Jersey* – собственно антоцианов, катехинов и фенолкарбоновых кислот, у сорта *Patriot* – катехинов, у сорта *Elizabeth* – собственно антоцианов, у сорта *Coville* – аскорбиновой кислоты, у гибрида *Northblue* – лейкоантоцианов, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, а также обеих фракций пектиновых веществ, у гибрида *Northland* – лейкоантоцианов, катехинов и аскорбиновой кислоты.

Представители рода *Oxycoccus* обладают слабо зависящим от генотипа и вместе с тем более высоким и устойчивым во времени по сравнению с таксонами рода *Vaccinium* уровнем антиоксидантной активности плодов. При этом в таксономическом ряду голубики наибольшей стабильностью последней характеризуется *V. angustifolium*, тогда как наименьшей – межвидовые гибриды *Northblue* и *Northland*, а также сорт *Coville V. corymbosum*.

На примере межвидового гибрида *Northblue* показано, что острый дефицит влаги при повышенных температурах воздуха в период созревания плодов способствовал их обеднению на 9–45 % азотом и калием, аскорбиновой и свободными органическими кислотами, а также растворимыми сахарами на фоне их обогащения на 28–90 % сухими веществами, фенолкарбоновыми кислотами, гидропектином, антоциановыми пигментами, флавонолами и биофлавоноидами в целом при отсутствии выраженных изменений в содержании фосфора, протопектина и катехинов.

С помощью сравнения биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* в условиях опытной культуры в Припятском Полесье и в одном из северных районов республики, удаленных на расстоянии 400 км, в первом случае установлено более высокое содержание в них сухих веществ, растворимых сахаров, гидропектина, антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов, на фоне меньшего накопления фосфора, аскорбиновой и титруемых кислот, протопектина и катехинов. Степень проявления обозначенных эффектов определялась генотипом растений и гидротермическим режимом сезона. Независимо от ориентации межрегиональных различий в биохимическом составе плодов острый дефицит влаги способствовал усилению данных различий в 1,5–7,2 раза, особенно для содержания в них гидропектина и лейкоантоцианов, и наименее выраженному для такового титруемых кислот.

В таксономическом ряду представителей рода *Vaccinium* большинству характеристик биохимического состава плодов были присущи средний, повышенный и очень высокий уровни вариабельности (70 % показателей), тогда как низкий и очень низкий ее уровни выявлены для 30 % показателей. При этом наименее выразительные генотипические различия установлены для содержания в плодах азота, фосфора, калия, растворимых сахаров, сухих и пектиновых веществ, тогда как наиболее значительные – для содержания свободных органических кислот, антоциановых пигментов, в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов, а также для показателя сахарокислотного индекса плодов. Выявлена слабая зависимость от географического и метеороло-

гического факторов уровня генетической детерминированности содержания в плодах азота, калия, сухих веществ, фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, показателя сахарокислотного индекса и соотношения количеств флавонолов и катехинов и его существенная зависимость от данных факторов для содержания фосфора, аскорбиновой и свободных органических кислот, пектиновых веществ и всех групп биофлавоноидов.

В результате двулетнего исследования (2011–2012 гг.) влияния минеральных подкормок и инокуляции корневой системы штаммами микоризы, выделенными из эксплантов межвидового гибрида *Northland* и сорта *Blujei V. corymbosum*, на параметры развития вегетативной сферы *V. uliginosum* в рамках полевого эксперимента с 6-вариантной схемой установлено, что испытывавшиеся агроприемы способствовали уменьшению по сравнению с контролем объема куста и оказывали неоднозначное влияние на биометрические параметры побегов и ассимилирующих органов растений: отрицательное (особенно в варианте с $N_{12}P_8K_{14}$) в первом случае и положительное (особенно при совместном применении $N_{12}P_8K_{14}$ и смеси штаммов микоризы) – во втором при выраженной зависимости степени проявления обозначенных эффектов от характера погодных условий вегетационного периода.

Наиболее существенные позитивные изменения в развитии вегетативных побегов *V. uliginosum* наблюдались при использовании штамма 2 микоризы, тогда как интегральный эффект от остальных агроприемов оказался слабее в 5,2–10,4 раза при наименьшем его проявлении при использовании штамма 1 микоризы. В отличие от вегетативных для генеративных побегов во всех случаях, кроме использования штамма 1 микоризы, было показано отрицательное действие испытывавшихся агроприемов на параметры их развития при наименее выраженном ингибирующем эффекте на фоне внесения $N_{12}P_8K_{14}$ в сочетании с использованием смеси штаммов микоризы.

Внесение полного минерального удобрения в сочетании с инокуляцией корневых систем голубики смесью штаммов микоризы в эксперименте оказывало наибольшее позитивное влияние на развитие их надземной сферы при более выраженной от-

ветной реакции у *V. corymbosum*, нежели у *V. uliginosum*, и способствовало заметному смягчению отрицательного влияния дефицита влаги при повышенных температурах воздуха на процессы новообразования и развития побегов. Вместе с тем независимо от гидротермического режима сезона испытывавшиеся агроприемы оказывали более значительное влияние на параметры развития вегетативных побегов, нежели генеративных.

Показано, что инокуляция корневых систем растений смесью штаммов микоризы способствовала обогащению корнеобитаемого слоя торфа аммонийным азотом при обеднении нитратной формой элемента на фоне одновекторных и сходных по величине с вариантом опыта с внесением $N_{12}P_8K_{14}$ изменений в содержании подвижного фосфора и обменного калия.

Сравнительное исследование ответной реакции одно- и двулетних растений модельных сортов *Northcountry* и *Elizabeth* голубики высокорослой (*V. corymbosum*) и двулетних растений голубики узколистной (*V. angustifolium*) на некорневые обработки рострегулирующими препаратами в рамках долгосрочного полевого эксперимента с 5-вариантной схемой: **1** – контроль – без обработки, **2** – некорневая обработка раствором препарата «Элегум-комплекс» (50 мл на 1 л воды), **3** – некорневая обработка раствором препарата «КомплеМет» (5 мл на 1 л воды), **4** – некорневая обработка раствором препарата «Сок Земли» (20 мл на 1 л воды), **5** – некорневая обработка раствором препарата «Альбит», заложенного на участке сильнокислого малоплодородного остаточного слоя донного торфа средней степени разложения на территории ОАО «Торфопредприятия Глинка» в Столинском р-не Брестской обл., позволило установить следующее.

Испытывавшиеся препараты оказали выраженное стимулирующее действие на развитие вегетативных органов *V. corymbosum*, выразительность которого у однолетних растений в значительной мере определялась их сортовой принадлежностью. У двулетних растений голубики в основных чертах подтвердились установленные для однолетних растений особенности их ответной реакции на применение ростстимулирующих препаратов. Показано более выраженное влияние последних на ново-

образование и развитие вегетативных побегов, а также их ассимилирующих органов по сравнению с генеративными побегами и их листовым аппаратом.

Установлена выраженная сорто- и видоспецифичность в проявлении обнаруженных эффектов при более значительном влиянии препаратов на формирование текущего прироста вегетативных органов *V. angustifolium*, нежели *V. corymbosum*, и при их более существенном воздействии на данный процесс у позднеспелого сорта по сравнению с раннеспелым.

На фоне существенных межсортовых различий ответной реакции растений на применение препаратов наиболее эффективным в плане стимуляции развития вегетативных органов высокорослой голубики оказался «Сок Земли», тогда как наименее эффективным – «КомплеМет». У раннеспелого сорта по степени позитивного действия на вегетативную сферу растений «Альбит» уступал лидирующему по эффективности «Соку Земли» в 23 раза, «Элегум-комплекс» – в 35 раз, а «КомплеМет» – более чем на порядок. Данные же различия для растений позднеспелого сорта составляли 3,5, 4,1 и 4,6 раза соответственно. Вместе с тем с увеличением возраста растений голубики происходило усиление различий между испытывавшимися препаратами в степени влияния на формирование текущего прироста их надземной сферы на фоне исчезновения межсортовых различий в ряду снижения эффективности данных препаратов.

Последовательность последних в ряду снижения позитивного влияния на формирование текущего прироста надземной сферы двулетних растений *V. angustifolium* практически не отличалась от установленной для *V. corymbosum* при лидирующем положении «КомплеМета», которому по эффективности «Сок Земли» уступал в 52 раза, «Альбит» – в 117 раз и «Элегум-комплекс» – в 516 раз.

Выявлены существенные межвидовые различия в степени воздействия препаратов на биопродукционные, биометрические и биохимические характеристики плодов голубики при преобладании в большинстве случаев позитивных сдвигов у *V. angustifolium* и негативных у сорта *Northcountry* высокорос-

лой голубики. Показано, что все препараты, особенно «Элегум-комплекс», оказывали отрицательное влияние на продукционные и морфометрические параметры плодов сортовой голубики и позитивное влияние на таковые узколистного вида, наиболее выраженное на фоне применения «Сока Земли». Вместе с тем применение рострегулирующих препаратов способствовало выраженному в разной степени ингибированию по сравнению с контролем биосинтеза в плодах обоих видов голубики большинства действующих веществ, в том числе аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, пектиновых веществ, флавонолов и антоциановых пигментов, что косвенно указывало на снижение уровня их антиоксидантной активности.

Установлено, что эффективность позитивного действия испытывавшихся препаратов на исследуемые параметры генеративных органов узколистного вида голубики существенно превышала таковую высокорослого вида, в том числе «Элегума» в 12,5 раза, «Комплемета» – в 18,3 раза, «Сока Земли» – в 16,5 раза. Преобладание негативных изменений по сравнению с контролем совокупности анализируемых признаков плодов сорта *Northcountry* под действием испытывавшихся препаратов делает нецелесообразным их применение для стимуляции процесса формирования генеративных органов высокорослой голубики. Вместе с тем преобладание позитивных сдвигов в этом процессе у узколистной голубики, как и в формировании ее вегетативной сферы, свидетельствует о целесообразности некорневых обработок растений всеми испытывавшимися препаратами при преимущественном использовании «КомплеМета», эффективность которого превышала таковую «Сока Земли» в 1,7 раза, «Элегум-комплекса» – в 2,2 раза.

На основании результатов исследований разработана технология фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений верхового и переходного типов на территории Припятского Полесья. Авторами разработана нормативно-технологическая карта содержания работ по фиторекультивации участка торфяной выработки на основе возделывания сортовой голубики, включающая перечень ключе-

вых технологических операций по тиражированию, содержанию и уходу за растениями сортовой голубики при выращивании в течении первых 5–6 лет (до момента вступления культуры в период устойчивого плодоношения).

Показано, что положительный эффект от фиторекультивации 1 га выработанной площади торфяного месторождения и эксплуатации посадок голубики будет получен уже на четвертый год после посадки саженцев. Чистый доход с учетом дисконтирования за весь период – 372968,2 тыс. бел. руб. Проект может стать окупаемым уже на 5-й год его реализации, а в последующие 5 лет эффективность вложенных средств (текущих расходов) должна превысить 150 %.

Согласно проведенным исследованием, в Брестской и Гомельской областях более чем на 1300 га нарушенных в процессе добычи торфа площадях может быть применена разработанная авторами технология, что позволит при вступлении растений голубики в стадию промышленного плодоношения получать ежегодный доход в размере 209,0 млрд бел. руб. Эта на порядок эффективнее, нежели попытка получить деловую древесину при ведении на этих землях лесохозяйственного производства.

Высокая экономическая и социально-экологическая эффективность плантационного возделывания североамериканской сортовой голубики на выведенных из хозяйственного оборота торфяных выработках на основе разработанной авторским коллективом технологии указывает на перспективность развития в республике новой отрасли народного хозяйства – нетрадиционного ягодоводства, что не только позволит обеспечить потребности населения в высоковитаминной ягодной продукции, но и создаст предпосылки для значительных объемов валютных поступлений за счет ее реализации за рубежом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические свойства оставшейся торфяной залежи при культивировании ягодных растений / А. П. Яковлев [и др.] // Экосистемы болот и озер Белорусского Поозерья и сопредельных территорий: современное состояние, проблемы использования и охраны: материалы Междунар. науч. конф., 16–17 дек. 2010 г. – Витебск: ВГУ им. П. М. Машерова, 2010. – С. 131–133.

2. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 488 с.

3. Бабьева, И. П. Биология почв: учеб. пособие / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 336 с.

4. Бамбалов, Н. Н. Деградация торфяных почв Полесья / Н. Н. Бамбалов // Весн. Палескага дзярж. ун-та. Сер. прыродазнаўчых навук. – 2008. – № 1. – С. 54–59.

5. Барабой, В. А. Биологическое действие растительных фенольных соединений / В. А. Барабой. – Киев: Наук. думка, 1976. – 260 с.

6. Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 156 с.

7. Биохимическая оценка плодов голубики, выращиваемой в Белорусском Полесье /Д. К. Шапиро [и др.] // Растительные ресурсы. – 1984. – Вып. 3. – С. 119–124.

8. Биохимическая характеристика важнейших дикорастущих ягод и плодов Литовской ССР / В. Ф. Буткус [и др.] // Труды АН Литовской ССР. Сер. В. Биология – 1965. – Т. 1 (36). – С. 31–51.

9. Биохимический состав плодов таксонов рода *Vaccinium* при возделывании на торфяных выработках севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы: материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 авг. 2012 г. / ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». – Минск: ОДО «Нова Принт», 2012. – С. 66–69.

10. Бордок, И. В. Результаты интродукции сортов клюквы крупноплодной и голубики высокой на севере Беларуси / И. В. Бордок, А. К. Пальченко, А. П. Яковлев // Теплолюбивые культуры (виноград, орех грецкий, абрикос, персик и др.)

в северных районах садоводства: материалы Междунар. науч. совещ. – Самохваловичи, 1998. – С. 40–42.

11. Бордок, И. В. Экономическая эффективность плантационного выращивания клюквы крупноплодной на выработанных торфяниках Беларуси / И. В. Бордок // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур. – Воронеж, 2003. – С. 41–46.

12. Босак, В. Н. Биоэкологические особенности голубики высокорослой при плантационном выращивании в Белорусском Полесье: дис. ...канд. биол. наук / В. Н. Босак. – Минск, 1999. – 151 с.

13. Босак, В. М. Вынікі вырошчвання буякоў высокіх на пясчанай, суглінкавай і тарфяной глебах з рознай вільготнасцю субстрату / В. М. Босак // Вес. Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1995 – № 1. – С. 8–10.

14. Будрюнене, Д. К. Клюква на рекультивируемых торфяниках / Д. К. Будрюнене // Проблемы развития мелиорации в Литве. – Каунас, 1989. – С. 30–31.

15. Буткене, З. П. Биологическая и биохимическая характеристика голубики высокорослой. Сообщ. 4: содержание и динамика накопления некоторых химических веществ в ягодах / З. П. Буткене, В. Ф. Буткус // Труды АН Литовской ССР. Сер. В. Биология. – 1987. – Т. 3 (99). – С. 23–28.

16. Буткене, З. П. Некоторые результаты исследования высокорослой голубики в Литовской ССР / З. П. Буткене, В. Ф. Буткус // Дикорастущие ягодники, перспективы их изучения и введения в культуру: сб. науч. тр. / УСХА. – Киев, 1978. – Вып. 229. – С. 33–35.

17. Буткене, З. П. Некоторые результаты исследований высокорослой голубики в Литовской ССР / З. П. Буткене, В. Ф. Буткус // Науч. тр. / УСХА. – Киев, 1979. – Вып. 229. – С. 30–32.

18. Буткус, В. Ф. Биологическая и биохимическая характеристика голубики. Сообщ. 1: фенология и рост побегов / В. Ф. Буткус, З. П. Буткене, Я. Д. Мажейкайте // Труды АН Литовской ССР. Сер. В. Биология. – Т. 3 (107). – 1985. – С. 39–49.

19. Буткус, В. Ф. Биологическая и биохимическая характеристика голубики. Сообщ. 8: содержание и накопление антоцианов, лейкоантоцианов и аминокислот в ягодах / В. Ф. Буткус, З. П. Буткене, Т. П. Тамулис // Труды АН Литовской ССР. Сер. В. Биология. – 1989. –Т. 3 (107). – С. 21–24.

20. Буткус, В. Рекультивация выработанных торфяников путем посева клюквы / В. Буткус // Информ. листок / Ин-т ботаники АН Литовской ССР. – Вильнюс, 1987. – № 2 (28). – 4 с.

21. Буткус, В. Ф. Химический состав *Oxycoccus* Hill. Сообщение 1: *Oxycoccus palustris* Pers. / В. Ф. Буткус, А. Б. Горбунов, А. Ф. Черкасов // Растительные ресурсы. – 1982. – Т.18, вып.4. – С. 561–573.

22. Буткус, В. Ф. Химический состав *Oxycoccus* Hill. Сообщ. 2: *Oxycoccus microcarpus* Turcz. *ex.* Rupr. *и O. macrocarpus* (Ait.) Pers. / В. Ф. Буткус, А. Б. Горбунов, А. Ф. Черкасов // Растительные ресурсы. – 1983. – Т. 19, вып.1. – С. 125–129.

23. Бухарин, П. Д. О введении в культуру новых плодовых и ягодных растений / П. Д. Бухарин // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – № 5. – С. 43–52.

24. Ваксман, П. М. Выращивание брусники на выработанном торфянике / П. М. Ваксман // Молодые ученые – лесному хозяйству: материалы науч. конф. – Каунас–Гирионис, 1985. – С. 61.

25. Василевская, Т. И. Ботаническая характеристика промышленных сортов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.), биохимический состав их плодов в процессе созревания, хранения и переработки: автореф. дисс. ...канд. биол. наук / Т. И. Василевская; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск, 1998. – 21 с.

26. Вахромеева, З. М. Итоги возделывания клюквы болотной в культуре / З. М. Вахромеева // Комплексные исследования растительности болот Карелии. – Петрозаводск, 1982. – С. 63–97.

27. Вахромеева, З. М. Перспективные формы клюквы болотной для возделывания в культуре / З. М. Вахромеева // Комплексные исследования растительности болот Карелии. – Петрозаводск, 1982. – С. 97–112.

28. Вересковые при фиторекультивации выработанных торфяных месторождений / И. И. Лиштван [и др.] // Наука и инновации: науч.-практ. журнал. – 2010. – № 11. – С. 29–35.

29. Взаимозависимость компонентов биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Ericaceae* в многолетнем цикле наблюдений в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство: науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства. – Самохваловичи, 2011 – Т. 23. – С. 258–276.

30. Вимба, Б. Химический состав клюквы / Б. Вимба, И. Мелгалве, И. Жукауска // Клюква: материалы к науч.-произв. совещ., Тракай, 20–21 сент. 1977 г. – Вильнюс, 1977. – С. 18–20.

31. Влияние аэрации и температуры на структуру бактериальных комплексов верхового торфяника / О. С. Кухаренко [и др.] // Почвоведение. – 2010. – № 5. – С. 614–620.

32. Влияние водных извлечений из лекарственных растений на процессы свободно-радикального окисления / М. А. Рыжикова [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 1999. – Т. 62, № 2. – С. 36–38.

33. Влияние географического фактора и внесения минеральных удобрений на качество плодов клюквы крупноплодной /А. П. Яковлев [и др.]. // Медицинская консультация. – 1999. – № 1(21). – С. 29–32.

34. Влияние минеральных удобрений на урожайность и морфометрические параметры плодов голубики высокорослой в южных районах Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Почвоведение и агрохимия: науч. журн. – 2005. – № 2 (35). – С. 179–186.

35. Влияние макро- и микроудобрений на биохимический состав плодов таксонов рода *Vaccinium* на торфяной выработке в северной части Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Бюл. ГБС РАН. – 2012. – Вып. 198. – № 4. – С. 53–58.

36. Влияние минерального питания на накопление органических кислот в плодах голубики высокорослой при интродукции в южных районах Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство: науч. тр. / Ин-т плодоводства НАН Беларуси. – Самохваловичи, 2004. – Т.15. – С. 345–349.

37. Влияние минерального питания на накопление полезных веществ в плодах голубики топяной в опытной культуре на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы VII Междунар. науч. конф., г. Минск, 26–28 окт. 2011 г. – Минск: Право и экономика, 2011. – С. 184.

38. Влияние минерального питания на накопление углеводов в плодах голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) при интродукции в южных районах Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Природные ресурсы: межведомств. бюл. – 2003. – № 1. – С. 40–47.

39. Влияние минерального питания на урожайность и качество плодов голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) на севере Беларуси /А. П. Яковлев [и др.] // Весн. ВДУ. – 1999. – № 2 (12). – С. 96–101.

40. Влияние минерального питания на урожайность и качество плодов голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) на севере Беларуси / А. П. Яковлев [и др.] // Итоги и перспективы ягодоводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 1999. – С. 63–67.

41. Влияние способа эксплуатации торфяников на биохимический состав плодов представителей рода *Oxycoccus* Hill. в условиях севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Сб. науч. тр. / ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси». – Минск, 2010. – Вып. 17: Природопользование. – С. 102–107.

42. Вознюк, С. Т. Генетические особенности и агромелиоративная характеристика выработанных торфяников западных районов УССР / С. Т. Вознюк, В. А. Олиневич, А. А. Галкина // Почвоведение. – 1976. – № 7. – С. 94–103.

43. Володько, И. К. Культивирование брусничных ягодных растений – путь решения проблемы рационального использования деградированных и низкоплодородных земель / И. К. Володько, Н. Н. Рубан, Н. А. Галынская // Теоретические и прикладные вопросы изучения и использования почвенно-земельных ресурсов: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2003. – С. 39–42.

44. Волчков, В. Е. Выращивание клюквы на торфяных выработках / В. Е. Волчков, В. И. Саутин, Т. И. Бобровникова // Лесное хозяйство. – 1981. – № 3. – С. 68–70.

45. Волчков, В. Е. Клюква крупноплодная на выработанных торфяниках разной трофности / В. Е. Волчков, И. В. Бордок, И. В. Маховик // Сб. науч. тр. Сер. 1: Лесное хозяйство / БГТУ. – Минск, 2002. – Вып. 10.– С. 157–159.

46. Волчков, В. Е. Некоторые итоги плантационного выращивания лесных ягодных растений семейства брусничные в БССР / В. Е. Волчков // Плантационное выращивание грибов и ягод: докл. совещ.-семинара, Гомель, 13–14 окт. 1987 г. / БелНИИЛХ. – Гомель, 1988. – С. 4–7.

47. Волынец, А. П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений / А. П. Волынец – Минск: Беларуская навука, 2013. – 283 с.

48. Выработанные торфяные месторождения, их характеристика и функционирование / Л. И. Инишева [и др.]. – Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2007. – 224 с.

49. Галкина, А. А. Влияние мощности остаточного торфа на урожайность сельскохозяйственных культур / А. А. Галкина // Почвоведение. – 1977. – № 10. – С. 82–88.

50. Гануш, Г. И. Сравнительная эффективность создания плантаций клюквы крупноплодной в Беларуси и зарубежных странах / Г. И. Гануш, Н. В. Лягуская // Вест. Гос. с.-х. акад. – 2009. – № 3. – С. 21–24.

51. Генотипические различия биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Vacciniaceae* в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 1. – С. 5–11.

52. Генотипические различия биохимического состава плодов представителей рода *Vaccinium* / Ж. А. Рупасова [и др.] // Сб. материалов Междунар. науч. конф. «Экосистемы болот и озер Белорусского Поозерья и сопредельных территорий: современное состояние, проблемы использования и охраны», г. Витебск, 16–17 дек. 2010 г. / УО «ВГУ им. П. М. Машерова». – С. 107–109.

53. Генотипические различия вариабельности биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Vacciniaceae* в зависимости от абиотических факторов в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2010. – № 1. – С. 60–70.

54. Генотипические особенности параметров плодоношения таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вестн. Полесского гос. ун-та. Сер. природоведческих наук. – 2011. – № 1. – С. 43–47.

55. Генотипические особенности развития вегетативной сферы таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2011. – № 4. – С. 5–12.

56. Головченко, А. В. Структура и запасы микробной биомассы в олиготрофных торфяниках южно-таежной тайги Западной Сибири / А. В. Головченко, Т. Г. Добровольская, Л. И. Инишева // Почвоведение. – 1992. – № 12. – С. 1468–1473.

57. Голубика высокорослая. Оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Беларуская навука, 2007. – 442 с.

58. Гримашевич, В. В. Влияние минеральных удобрений на плодоношение дикорастущих ягодников и грибов / В. В. Гримашевич // Почва – удобрение – плодородие: материалы Междунар. науч.-произв. конф. – Минск, 1999. – С. 99–100.

59. Гримашевич, В. В. Голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) в Полесье и мероприятия по повышению ее продуктивности: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.03.03 / В. В. Гримашевич. – Минск, 1986. – 222 с.

60. Гронский, И. Я. О некоторых результатах многолетних исследований по разведению клюквы болотной на плантации и отработанных торфяниках Латвии / И. Я. Гронский, А. Э. Шницковскис // Достижения и перспективы в обла-

сти инвентаризации, изучения, рационального освоения и охраны недревесных лесных ресурсов на территории Европейской части СССР: тез. докл. – Тарту, 1986. – С. 49–50.

61. Гупало, П. И. Физиология индивидуального развития растений / П. И. Гупало, В. В. Скрипчинский. – М.: Колос, 1971. – 224 с.

62. Евтухова, Л. А. Плантационное выращивание голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) в условиях юго-востока Белоруссии: дис. ...канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Л. А. Евтухова. – Гомель, 1991. – 212 с.

63. Жубецкис, Э. Клюква, химический состав ягод и хранение / Э. Жубецкис // Тр. Елгавской с.-х. акад. – 1941. – № 3. – С. 321–343.

64. Зависимость компонентов биохимического состава плодов интродуцентов сем. *Ericaceae* от гидротермического режима вегетационного периода в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство: сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства НАН Беларуси. – Самохваловичи, 2011. – Т. 23. – С. 277–290.

65. Зайцев, Г. Н. Методика биометрических расчетов / Г. Н. Зайцев // Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1973. – 256 с.

66. Запрометов, М. Н. Биохимия катехинов / М. Н. Запрометов. – М.: Наука, 1964. – 325 с.

67. Застенский, Л. С. Облесение карьеров нерудных ископаемых и выработанных торфяников /Л. С. Застенский. – Минск: Ураджай, 1982. – 134 с.

68. Злобин, А. А. Антиоксидантная и антимикробная активность пектинов ряда растений Европейского Севера России / А. А. Злобин, Е. А. Мартисон, Ю. С. Оводов // Изв. Коми науч. центра УрО РАН. – 2011. – Вып. 3 (7). – С. 33–37.

69. Исайчиков, М. Ф. Особенности выработанных торфяников и их лесокультурное освоение [В условиях Белоруссии] / М. Ф. Исайчиков, А. К. Козлов // Сб. науч. тр. / Ин-т леса Нац. акад. наук Беларуси. – Гомель, 2006. – Вып. 65. – С. 87–96.

70. Итоги исследований биохимического состава плодов видов сем. *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Центр. ботан. сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры / В. В. Титок [и др.]; под. ред. В. В. Титка, В. Н. Решетникова. – Минск: Беларуская навука, 2012. – С. 237–251.

71. Кабанова, Н. И. Качественный анализ клюквы болотной [В условиях Нижегородской обл.] / Н. И. Кабанова // Лес, наука, молодежь: сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 1999. – Т. 2. – С. 222–224.

72. Карабанов, И. А. Флавоноиды в мире растений. / И. А. Карабанов. – Минск: Ураджай, 1981. – 80 с.

73. Климат Беларуси / В. Ф. Логинов [и др.]. – Минск, 1996. – 235 с.

74. Клюква крупноплодная в Белоруссии / Е. А. Сидорович [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1987. – 238 с.

75. Коломийцева, В. Ф. Некоторые биологические особенности сортов голубики высокой при интродукции их в условиях Латвии / В. Ф. Коломийцева,

А. К. Рипа // Экологические свойства брусничных ягодных растений в природе и культуре. – Рига, 1989. – С. 54–55.

76. Конобеева, А. Б. Брусничные в Центрально-Черноземном регионе: науч. изд. / А. Б. Конобеева. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского гос. аграр. ун-та, 2007. – 230 с.

77. Конобеева, А. Б. Исследовательская деятельность по изучению интродуцентов в Центрально-Черноземном регионе / А. Б. Конобеева. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского гос. аграр. ун-та, 2009. – 230 с.

78. Коновальчук, В. К. Изучение и введение в культуру клюквы крупноплодной и болотной на Украине / В. К. Коновальчук // Состояние и перспективы развития редких садовых культур в СССР: сб. науч. тр. / ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина. – Мичуринск, 1989. – С. 72–75.

79. Коновальчук, В. К. Изучение сортов клюквы крупноплодной в условиях Полесья Украины / В. К. Коновальчук // Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития: сб. науч. тр. / Ин-т леса Нац. акад. наук Беларуси. – Гомель, 2007. – С. 266–269.

80. Коновальчук, В. К. Использование выработанных торфяников для культивирования клюквы / В. К. Коновальчук // Проблемы рекультивации нарушенных земель: тез. докл. V Уральского совещ. / УО АН СССР. – Свердловск, 1988. – С. 98.

81. Коновальчук, В. К. Размножение клюквы вегетативным способом на выработанных торфяниках Полесья Украины / В. К. Коновальчук // Совершенствование лесного хозяйства и защитного лесоразведения: сб. науч. тр. / УСХА. – 1987. – С. 89–91.

82. Копотева, Т. А. Первые результаты введения в культуру клюквы на российском Дальнем Востоке / Т. А. Копотева, В. А. Купцова // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. – 2003. – Вып. 7. – С. 166–168.

83. Копотева, Т. А. Результаты интродукции сортовой клюквы на юге российского Дальнего Востока / Т. А. Копотева, А. В. Великов // Вестн. КрасГУ. Сер. Экология. – 2008. – № 5. – С. 118–125.

84. Копотева, Т. А. Экономическая целесообразность выращивания ягодных кустарничков рода *Vaccinium* (на примере клюквы) / Т. А. Копотева, А. В. Кобозева // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур. – Воронеж, 2003. – С. 64–68.

85. Корепанова, Д. Д. Выращивание плантационной клюквы на минеральных и торфяных почвах в условиях Удмуртской Республики / Д. Д. Корепанова, И. Л. Новиков // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Биология, науки о земле. – 2011. – Вып. 3. – С. 43–46.

86. Куминов, Б. П. Пищевая и фармакологическая ценность брусничных культур / Б. П. Куминов, А. Б. Конобеева, Е. В. Жбанова // Сб. науч. тр. / ТГПИ. – Мичуринск, 2004. – Вып. 2: Растения и животные Тамбовской области: кадастр и мониторинг. – С. 89–97.

87. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, Т. В. Босак. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 176 с.

88. Курлович, Т. В. Фенология голубики (*Vaccinium covilleanum*) в Белорусском Полесье / Т. В. Курлович // Вес. нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1999. – № 4. – С. 16–19.

89. Леуто, И. Э. Особенности рекультивации выработанных торфяников под луговые угодья в Белоруссии / И. Э. Леуто, М. М. Стельмах // Сб. науч. тр. / ВНИИ кормов. – 1988. – Т. 38. – С. 40–49.

90. Линкевич, А. Н. Особенности выработанных торфяников Западной Сибири и выбор направления их биологической рекультивации / А. Н. Линкевич // Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Томск, 2009. – С. 64–66.

91. Линкевич, А. Н. Этапы биологической рекультивации на выработанных торфяниках / А. Н. Линкевич // Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Томск, 2009. – С. 67–69.

92. Лиштван, И. И. Твердые горючие ископаемые Республики Беларусь и перспективы их комплексного использования / И. И. Лиштван, В. Ф. Логинов // Наука – народному хозяйству. – Минск, 2004. – С. 642–679.

93. Лютикова, М. Н. Компонентный состав свежих, мороженых и подснежных ягод клюквы (*Oxycoccus palustris*) / М. Н. Лютикова, Ю. П. Туров // Химия растительного сырья. – 2011. – № 4. – С. 231–237.

94. Макаров, В. М. Перспективы рекультивации нарушенных земель в Смоленском регионе / В. М. Макаров // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер. Естественные науки. – 2008. – № 2.– С. 58–63.

95. Методы биохимического исследования растений /А. И. Ермаков [и др.]; под общ. ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 430 с.

96. Мжаванадзе, В. В. Количественное определение хлорогеновой кислоты в листьях черники кавказской (*V. arctostaphylos* L.) / В. В. Мжаванадзе, И. Л. Таргамадзе, Л. И. Драник // Сообщ. АН Груз ССР. – 1971. – Т. 63, вып. 1. – С. 205–210.

97. Морозов О. В. Морфометрия плодов голубики узколистной, интродуцируемой в Белорусском Полесье / О. В. Морозов, А. П. Яковлев, Т. А. Морозова // Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси. – 2008. – С. 276–279.

98. Морозов, О. В. Фиторекультивация выработанных торфяников с использованием голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) / О. В. Морозов, Д. В. Гордей // Современные проблемы оптимизации зональных и нарушенных земель: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Воронеж, 2009. – С. 68–71.

99. Морозов О. В. Цветение и плодоношение голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) при интродукции в условиях Беларуси / О. В. Морозов, А. П. Яковлев // Проблемы лесоведения и лесоводства Беларуси: сб. науч. тр. / Ин-т леса Нац. акад. Наук Беларуси. – Гомель, 2008.– Вып. 68. – С. 642–649.

100. Научное обоснование сортимента вересковых для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера

Беларуси на основе культивирования таксонов с высоким содержанием полезных веществ в ягодной продукции: методические рекомендации / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2011. – 34 с.

101. Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина / Е. И. Рябинина [и др.] // Химия растительного сырья. – 2011. – № 3. – С. 117–121.

102. Оленин, А. С. Возвращенное богатство / А. С. Оленин, В. Д. Марков. – М.: Мысль, 1988. – 123 с.

103. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1: Общие методы анализа. – С. 286–287.

104. Особенности биохимического состава плодов межвидовых гибридов (*V. angustifolium* × *V. Corymbosum*) – *Northcountry* и *Hardiblue* в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы: материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 авг. 2012 г. / ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». – Минск: ОДО «Нова Принт», 2012. – С. 58–61.

105. Особенности накопления полезных веществ в плодах голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) при внесении минеральных удобрений на вышедшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2011. – № 1. – С. 51–57.

106. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – М.: Колос, 1985. – С. 110–112.

107. Поджаров, В. К. Основные направления использования выработанных торфяников в лесном хозяйстве Беларуси / В. К. Поджаров // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 1998. – Вып. 49. – С. 8–12.

108. Порядина, Т. П. Рекультивация выработанных торфяников и состояние окружающей среды / Т. П. Порядина // Прикладные проблемы геоэкологии: сб. науч. ст. / Гос. ун-т по землеустройству. – М., 2002. – С. 169–175.

109. Прида, А. И. Природные антиоксиданты полифенолной природы (антирадикальные свойства и перспективы использования) / А. И. Прида, Р. И. Иванова / Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2004. – № 2. – С. 76–78.

110. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги: ГОСТ 28561–90. – Введ. 01.07.91. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 10 с.

111. Пясяцкене, А. А. Слизистые и пектиновые вещества плодов некоторых видов *Vaccinium* / А. А. Пясяцкене, З. П. Буткене // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. – Ганцевичи, 1991. – С. 162–163.

112. Рипа, А. К. Биологическая, хозяйственная и биохимическая оценка интродуцированных сортов клюквы крупноплодной / А. К. Рипа // Брусничные в СССР. Ресурсы, интродукция, селекция. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд.-ние, 1990. – С. 191–201.

113. Рипа, А. К. Влияние некоторых факторов на биохимический состав ягод клюквы и брусники / А. К. Рипа, Б. А. Аудриня // Изв. АН Латвийской ССР. – № 12. – 1981. – С. 88–94.

114. Рипа, А. К. Интродукция североамериканской крупноплодной клюквы в Латвийской ССР / А. К. Рипа // Состояние и перспективы развития редких садовых культур в СССР. – Мичуринск: ВНИИС. – 1989. – С. 75–81.

115. Рипа, А. К. Интродукция сортов высокорослой голубики в Латвийскую ССР / А. К. Рипа, В. Ф. Коломийцева // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно-ценных видов в свете решения продовольственной программы СССР: тез. докл. науч.-практ. конф., 27–28 сент. 1983 г. – Гомель, 1983. – С. 122–123.

116. Рипа, А. К. Перспективные сеянцы клюквы крупноплодной / А. К. Рипа // Эколого-биологическое изучение ягодных растений семейства Брусничные и опыт освоения их промышленной культуры в СССР: тез. докл. – Ганцевичи, 1991. – С. 164.

117. Рипа А. Химический состав ягод американской крупноплодной клюквы / А. Рипа // Биохимия и биология растений, используемых в народном хозяйстве. – Рига: Наука. – 1990. – С. 20–27.

118. Рупасова, Ж. А. Генотипические различия биохимического состава плодов представителей рода *Vaccinium* / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, Т. И. Василевская // Экосистемы болот и озер Белорусского Поозерья и сопредельных территорий: современное состояние, проблемы использования и охраны: материалы Междунар. науч. конф., 16–17 дек. 2010 г. – Витебск, 2010. – С. 107–109.

119. Рупасова, Ж. А. Интродукция голубики высокорослой (*Vaccinium covilleanum* Butkus et Plishka) в Беларуси / Ж. А. Рупасова, Ф. С. Пятница, Т. В. Курлович // Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 200-летию Никитского бот. сада, Ялта, 8–12 июня 2009 г. – Симферополь, 2009. – С. 52–54.

120. Рупасова, Ж. А. Клюква крупноплодная в Беларуси (биохимический состав, хранение, переработка) / Ж. А. Рупасова, Т. И. Василевская. – Минск: Беларуская навука, 1999. – 167 с.

121. Рупасова, Ж. А. Особенности феноритмики вересковых на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, Г. И. Булавко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012. – № 2. – С. 5–10.

122. Рупасова, Ж. А. Почвенная микробиота при фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси / Ж. А. Рупасова, Г. И. Булавко, А. П. Яковлев // Ботаника (исслед.): сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники. – Минск: Право и экономика, 2011. – Вып. 40. – С. 372–397.

123. Рупасова, Ж. А. Развитие вегетативной сферы и плодоношение ягодных растений сем. *Ericaceae* в почвенно-климатических условиях севера Бела-

руси / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, И. И. Лиштван // Вес. ВДУ. – 2011. – № 6. – С. 39–45.

124. Рупасова, Ж. А. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений семейства *Ericaceae* / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 282 с.

125. Рупасова, Ж. А. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе культивирования видов сем. *Ericaceae* / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев // Центральный ботанический сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры / В. В. Титок [и др.]; под. ред. В. В. Титка, В. Н. Решетникова. – Минск: Беларуская навука, 2012. – С. 222–236.

126. Саутин, В. И. Опыт интродукции клюквы крупноплодной *Oxycoccus macrocarpus* Pers. в Гомельской области / В. И. Саутин // Клюква: материалы к науч.-произв. совещ., Тракай, 20–21 сент. 1977 г. – Вильнюс, 1977. – С. 60–61.

127. Сидорович, Е. А. Интродукция и опыт выращивания клюквы крупноплодной, голубики высокой и брусники / Е. А. Сидорович, Н. Н. Рубан, А. В. Шерстеникина. – Минск: БелНИИНТИ, 1991 – 52 с.

128. Сидорович, Е. А. Итоги физиологических исследований интродуцированных видов клюквы / Е. А. Сидорович, А. В. Шерстеникина // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно-ценных видов в свете решения продовольственной программы СССР: тез. докл. науч.-практ. конф., 27–28 сент. 1983 г. – Гомель, 1983. – С. 127–129.

129. Система показателей современного состояния выработанных торфяных почв Сибири и их сельскохозяйственное использование / Л. И. Инишева [и др.]. – Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2005. – 54 с.

130. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.

131. Смееловский, В. Е. Использование выработанных торфяных месторождений / В. Е. Смееловский // Сельское хозяйство Белоруссии – Минск: Полымя, 1985. – С. 28–29.

132. Смирнов, И. Ю. О рациональном использовании осушенных торфяников / И. Ю. Смирнов // Ресурсосберегающие технологии для земледелия и животноводства Владимирского Ополья / Владимирский НИИ с/х. – Суздаль, 2008. – С. 206–213

133. Смирнов, И. Ю. Фенологические наблюдения за ягодными растениями семейства брусничных / И. Ю. Смирнов // Плодоводство и ягодоводство России. – Т. 11. – 2004. – С. 325–336.

134. Содержание воды и основных элементов минерального питания в вегетативных и генеративных органах клюквы / А. Ф. Черкасов [и др.] // Клюква: материалы к науч.-произв. совещ., Тракай, 20–21 сент. 1977 г. – Вильнюс, 1977. – С. 83–85.

135. Сорокина, Г. В. Особенности роста и развития голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) на выработанном торфянике переходного типа / Г. В. Сорокина // Лес, наука, молодежь: материалы Междунар. науч. конф. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 1999. – Т. 2. – С. 258–260.

136. Способ определения антиоксидантной активности супероксидисмутазы и химических соединений: патент 2144674 РФ, МПК 7 G01N33/52, G01N33/68 / Т. В. Сирота; заяв. Т. В. Сирота. – № 99103192/14; заявл. 24.02.1999; опубл. 20.01.2000.

137. Способ ранжирования таксонов растений: пат. 17648 Респ. Беларусь, МПК A 01H 1/04, A 01G 1/00 / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев; заяв. ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». – № а. с. 20101502, заявл. 20.01.2010, опубл. 08.07.2013 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 5. – С. 61–62.

138. Сравнительная оценка биохимического состава плодов таксонов рода *Oxycoccus* в опытной культуре на выработанном торфяном месторождении в условиях севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. біял. навук. – 2010. – № 3. – С. 5–12.

139. Сравнительная оценка биохимического состава плодов таксонов рода *Vaccinium* в опытной культуре на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении в условиях севера Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Изв. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. біял. навук. – 2011. – № 1. – С. 5–12.

140. Сравнительная оценка влияния биотического и абиотических факторов на биохимический состав плодов интродуцированных в Беларуси видов сем. *Ericaceae* / Ж. А. Рупасова [и др.] // Докл. НАН Беларуси. – 2011. – Т. 55, № 1. – С. 81–85.

141. Сравнительная оценка генотипической изменчивости биохимического состава плодов видов сем. *Vacciniaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2010. – № 2. – С. 5–12.

142. Сравнительная оценка гибридных форм ягодных растений сем. *Ericaceae* по биохимическому составу плодов в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство: сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства. – Самохваловичи, 2007. – Т. 19. – С. 216–221.

143. Сушкова, И. В. К истории вопроса о рекультивации растительного покрова на выработанных торфяниках и землях, нарушенных открытой добычей полезных ископаемых / И. В. Сушкова // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер. Естественных наук. – 2007. – № 2. – С. 68–72.

144. Тяк, Г. В. Результаты интродукции брусники в Костромской области / Г. В. Тяк, А. Ф. Черкасов, С. А. Алтухова // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. – М., 2002. – Вып. 6. – С. 58–62.

145. Тяк, Г. В. Создание плантаций ягодных растений на выработанных торфяниках / Г. В. Тяк // Лесохозяйственная информация: реферативный журн. – 2006. – № 3–4. – С. 62–63.

146. Фенольные соединения и их биологические функции: материалы I Всесоюз. симп. по фенольным соединениям, 14–17 дек. 1966 г. – М., 1968. – 408 с.

147. Фенольные соединения и их физиологические свойства: материалы II Всесоюз. симп. по фенольным соединениям, 17–21 мая 1971 г. – Алма-Ата, 1973. – 238 с.

148. Фоменко, К. П. Методика определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески / К. П. Фоменко, Н. Н Нестеров // Химия в сельском хозяйстве. –1971. – № 10. – С. 72–74.

149. Формирование биохимического состава брусники обыкновенной в Беларуси / Ж. А Рупасова [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 303 с.

150. Формирование биохимического состава плодов видов семейства Вересковые (*Ericaceae*) при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; ред. В. И. Парфенов. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 307 с.

151. Химический состав ягод клюквы / М. Петерсоне [и др.] // Тр. Латв. с.-х. акад. – Елгава, 1976. – Вып. 88. – 1976. – С. 74–77.

152. Черкасов, А. Ф. Биометрические показатели и химический состав ягод клюквы в динамике созревания / А. Ф. Черкасов, В. В. Шутов // Клюква: материалы к науч.-произв. совещ., Тракай, 20–21 сент. 1977 г. – Вильнюс, 1977. – С. 82–83.

153. Чертко, Н. К., Рекультивация и ренатурализация выработанных торфяных месторождений / Н. К. Чертко // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2007. – С. 330–332.

154. Чиркова Н. Ю. Оценка возможностей введения в культуру и перспективы культивирования хозяйственно ценных видов дикорастущих ягодников Кировской области / Н. Ю. Чиркова, В. Н. Сулейманова // Вестник ОГУ. – № 5 (111). – 2010. – С. 115–119.

155. Шалимо, П. В. Экономическая эффективность плантационного выращивания голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) в молодых посадках на выработанном верховом торфяном месторождении в подзоне дубово-темнохвойных лесов / П. В. Шалимо, О. В. Морозов, Д. В. Гордей // Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – № 12. – С. 15–21.

156. Шапиро, Д. К. Новое о биологически активных соединениях дикорастущих плодово-ягодных растений, интродуцированных в БССР/ Д. К. Шапиро, Т. И. Нарижная, Л. В. Анихимовская // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания в свете решений Продовольственной программы СССР. – Гомель, 1983. – С. 48.

157. Шапиро, Д. К. О биохимических и технологических аспектах использования ягод голубики в консервной промышленности / Д. К. Шапиро // Проблемы продовольственного и кормового использования второстепенных лесных ресурсов. – Красноярск, 1983. – С. 104.

158. Шарковский, Е. К. Биохимическая оценка плодов интродуцируемых в БССР видов клюквы / Е. К. Шарковский, И. И. Чекалинская // Клюква: материалы к науч.-произв. совещ., Тракай, 20–21 сент. 1977 г. – Вильнюс, 1977. – С. 90–91.

159. Шарковский, Е. К. Оценка морозоустойчивости клюквы крупноплодной в условиях Белоруссии / Е. К. Шарковский // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно-ценных видов в свете решения продовольственной программы СССР: тез. докл. науч.-практ. конф., 27–28 сент. 1983 г. – Гомель, 1983. – С. 134–136.

160. Шведовский, П. В. Мелиорация и природная среда / П. В. Шведовский. – Минск: Ураджай, 1984. – 160 с.

161. Шевелуха, В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В. С. Шевелуха. – Минск: Ураджай, 1977. – 424 с.

162. Шерстеникина, А. В. Влияние условий минерального питания на рост и некоторые физиологические процессы растений клюквы / А. В. Шерстеникина // Клюква: материалы к науч.-произв. совещ., Тракай, 20–21 сент. 1977 г. – Вильнюс, 1977. – С. 92–93.

163. Шерстеникина, А. В. Физиологические особенности роста и развития клюквы / А. В. Шерстеникина, Е. К. Шарковский. – Минск: Наука и техника, 1981. – 103 с.

164. Шмерко, Е. П. Лечение и профилактика растительными средствами / Е. П. Шмерко, И. Ф. Мазан. – Баку: Азербайджан, 1992. – 316 с.

165. Шнайдман, Л. О. Методика определения антоциановых веществ / Л. О. Шнайдман, В. С. Афанасьева // 9-й Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: реф. докл. и сообщ. – М., 1965. – № 8. – С. 79–80.

166. Шульц, Г. Э. Общая фенология / Г. Э. Шульц. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.

167. Юркевич, И. Д. Фенологические исследования древесных и травянистых растений: метод. пособие / И. Д. Юркевич, Д. С. Голод, Э. П. Ярошевич. – Минск.: Наука и техника, 1980. – 88 с.

168. Яковлев, А. П. Влияние минерального питания на рост клюквы крупноплодной на севере Беларуси / А. П. Яковлев, Ж. А. Рупасова, В. Е. Волчков // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. – № 2 – 1999. – С. 20–24.

169. Яковлев, А. П. Влияние условий минерального питания на развитие и метаболизм клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait) Pers.) и голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) при интродукции на выработанных торфяниках севера Беларуси: автореф. дис. ...канд. биол. наук / А. П. Яковлев; Ин-т леса Беларуси. – Гомель, 1999. – 20 с.

170. Яковлев, А. П. Выращивание клюквы крупноплодной на выработанных торфяниках /А. П. Яковлев // Сб. науч. тр. /Ин-т леса Нац. акад. наук Беларуси. – Гомель, 1997. – Вып. 45: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 159–165.

171. Яковлев, А. П. Гидротермический режим выработанного торфяника при выращивании клюквы крупноплодной / А. П. Яковлев // Лес, наука, молодежь: материалы Междунар. науч. конф. / Ин-т леса Нац. акад. наук Беларуси. – Гомель, 1999. – Т. 2. – С. 264–266.

172. Яковлев, А. П. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси: оптимизация режима

минерального питания /А. П. Яковлев, Ж. А. Рупасова, В. Е. Волчков. – Минск: Тонпик, 2002. – 188 с.

173. Abolins, M. Cranberry and bluberry production in Latvia / M. Abolins, M. Liepniece, D. Sterne // Latvian journal of agronomy. – 2009. – Vol. 12. – P. 7–13.

174. Abolins, M. *Vaccinium* spp. production patterns and winter hardiness in Latvia / M. Abolins, M. Liepniece, D. Sterne // Acta horticulture. – 2009.– Vol. 810. – P. 205–210.

175. Andersen, O. M. Anthocyanins in fruits of *Vaccinium oxycoccus* L. (small cranberry) / O. M. Andersen // Journal of food chemistry. – 1989. – Vol. 54, № 2. – P. 383–387.

176. Anthocyanin content and profile within and among bluberry species / W. Kalt [et al.] // Canadian journal of plant science. –1999. – Vol. 79, № 4. – P. 617–623.

177. Anthocyanins of ripe fruit of a «Pinkfruited» hybrid of highbush blueberries, *Vaccinium corymbosum* L. / W. E. Ballinger [et al.] // Journal Americ. Soc. Hortic. Sci. – 1972. – Vol. 97, № 3. – P. 381–384.

178. Anthocyanins content in blueberries (*V. corymbosum* L.) in relation to freezing duration /A. Vollmannova [et al.] // Czech journal food science. – 2009. – Vol. 27. – Spec. Is. – P. 204–206.

179. Anthocyanins, antioxidative, and antimicrobial properties of american cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and their press cakes / P. Viskelis [et al.] // Journal of food science. – 2009. – Vol. 74, № 2. – P. C157–C161.

180. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products / W. Kalt [et al.] // Journal of food science. – 2000. – Vol. 65, № 3. – P. 390–393.

181. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits/ W. Kalt [et al.] // Journal of agricultural food chemistry. – 1999. –Vol. 47. – P. 4638–4644.

182. Ballinger, W. E. Anthocyanins of fruits of *Vaccinium*, sub-genera *Cyanococcus* and *Policodium* / W. E. Ballinger, G. J Galleta, E. P. Maness // Journal Amer. Soc. Hortic. Sci. – 1979. – Vol. 104, № 4. – P. 554–557.

183. Ballington, J. R. The deerberry (*Vaccinium stamineym* L. *Vaccinium* section *Polycodium* (Raf.) Sleumer): A potential new small fruit crop / J. R. Ballington // Journal Small Fruit and Viticult. – 1995. – Vol. 3, № 2–3. – P. 21–28.

184. Barker, W. G. Sugar-levels in fruits of the lowbush blueberry estimated at four physiological ages / W. G. Barker, F. A. Wood, W. B. Collins // Nature. – 1963. – Vol. 198, № 4882. – P. 810–811.

185. Bioactive propertis of wild blueberry fruits / M. A. I. Smith [at al.] // Journal of food science. – 2000. – Vol. 65, № 2. – P. 352–356.

186. Bläsing, D. A rewiew of *Vaccinium* research and the *Vaccinium* industry of the Federal Republic of Germany / D. Bläsing // Acta horticulturae. – 1989. – Vol. 241.– P. 101–108.

187. Blueberry mycorrhizae: current knowledge and future directions / B. L. Goulart [et al.] // Acta Horticulturae. – 1993. – Vol. 346. – P. 230–239.

188. Bożek, M. Flowering and fruit set of six cultivars of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in the conditions of the Lublin region / M. Bożek // Acta agrobotanica. – 2009. – Vol. 62, № 1. – P. 91–96.

189. Chemical composition of cultivated and natural blueberry fruit in Estonia / M. Starast [et al.] // Vegetable crops research bulletin – Research inst. of vegetable crops. – 2007. – Vol. 66. – P. 143–153.

190. Comparative polyphenolic content and antioxidant activities of some wild and cultivated blueberries from Romania / A. Bunea [et al.] // Notulae botanicae Horticulture agrobotanici. – 2011. – Vol. 39, № 2. – P. 70–76.

191. Comparative study of anthocyanin composition, antimicrobial and antioxidant activity in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruits / D. Burdulis [et al.] // Acta Poloniae pharmaceutica – drug research. – 2009. – Vol. 66, № 4. – P. 399–408.

192. Cranberry and blueberry production in Latvia / M. Abolins [et al.] // Latvian Journal of Agronomy. – 2009. – № 12. – P. 7–13.

193. Cranberry quality: selection procedures for breeding programs/ G. M. Sapers // Journal of American society for horticultural science. – 1983. – Vol. 108, № 2. – P. 241–246.

194. Devlin, R. M. Effect of delayed harvest and storage on the pigment development in cranberries / R. M. Devlin, W. M. Zuckerman, I. E. Demoranville // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1968. – P. 793–796.

195. Eck, P. Plant nutrition / P. Eck // The american cranberry / P. Eck. – New Brunswick: Rutgers Univ. Press, 1990. – Un. 7. – P. 136–165.

196. Ehlenfeldt, M. K. Seed set, fruit weught and yield in highbush (*Vaccinium corymbosum* L.) blueberry cultivars «Duke» and «Bluecrop»/ M. K. Ehlenfeldt, R. B. Martin // Acta horticulture. – 2009. – Vol. 810. – P. 93–96.

197. Evaluation of morphological peculiarities, amount of total phenolics and anthocyanins in berries of european cranberry (*Oxycoccus palustris*) / L. Cesoniene [et al.] // Baltic forestry. – 2006. – Vol. 12, № 1 (22). – P. 59–63.

198. Evaluation of phenolic content and antioxidant activity of blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in the Northwest Croatia / V. Dragovic-Uzelac [et al.] // Food technology and biotechnology. – 2010. – Vol. 42, № 2. – P. 214–221.

199. Fiedler, H. Erfahrungen mit dem Anbau von Cranderries (*Vaccinium macrocarpon*) in einem süddeutschen hoghmoor / H. Fiedler // Erwerbsobstbau. – 1986. – Vol. 28, № 4. – S. 104–106.

200. Fruit quality characterization of 11 *Vaccinium* species / J. R. Ballington [et al.] // Journal of American society for horticultural science. – 1984. – Vol. 109, № 5. – P. 684–689.

201. Giovanelli, G. Comparition of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varirties / G. Giovanelli, S. Buratti // Food chemistry. – 2009. – Vol. 112. – P. 903–908.

202. Goessman, C. R. Contributions to the chemistry of fruit culture / C. R. Goessman // Journal of American Chemistry Society. – 1979. – Vol. 1. – P. 423–429.

203. Grajkowski, J. Firmness and antioxidant capacity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) grown on three types of organic bed /J. Grajkowski, I. Ochman, Zb. Mulinski // Vegetable crops research bulletin. – 2007. – Vol. 66. – P. 155–159.

204. Griebel, C. Beitrage zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Preiselbeeren, Moosbeeren und Kranbeeren / C. Griebel // Zeitschr. Natr. Genussm. – 1910. – Bd. 19. – S. 241–248.

205. Haffner, K. Kulturheidelbeeren – eine neue beerenproduktion in Norwegen / K. Haffner, S. Vestrheim // Erwerbsobstbau. – 1994. – № 7. – S. 184–187.

206. Haffner, K. Qualitat – seigenshaften von Kulturheidelbeersorten *Vaccinium corymbosum* L. / K. Haffner., S. Vestrheim, K. Gronnerod // Erwerbs – Obstbau. – 1998. – Bd. 40, № 4. – S. 112–116.

207. Howell, A. B. Bioactive compounds in cranberry and their role in prevention of urinary tract infections / A. B. Howell // Molecular nutrition food researchers. – 2007. – Vol. 51. – P. 732–737.

208. In vitro anticancer activity of fruit extracts from *Vaccinium* species / J. Bomser [et al.] // Planta Medica. – 1996. – Vol. 62. – P. 212–216.

209. Italo, E. La coltura del mirtillo in Europa: recent acguisizioni spermentali /E. Italo // Frutticultura. – 1968. – Vol. 30, № 10. – P. 811–812.

210. Jeljazkova, E. Effect of drought on ericoid mycorrhizae in wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait) / E. Jeljazkova, D. Percival // Canadian journal of plant science. – 2003. – Vol. 83. – P. 583–586.

211. Kaczmarska, E. Growth, flowering and yielding of six american cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) cultivars / E. Kaczmarska // Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus. – 2009. – Vol. 8, № 4. – P. 35–44.

212. Kalt, W. Chemical profile of blueberry cultivars during ripening and storage / W. Kalt, J. Mc Donald, L. Hamilton // Can. Journal Plant Sci. – 1992. – Vol. 72, № 2. – P. 156.

213. Konovalchuk, V. V. Usage of exausted peatlands for growing of American cranberries on radioactively polluted areas and renovation of swamp cranberries / V. V. Konovalchuk, V. K. Konovalchuk // Культура брусничных ягодников: итоги и перспективы: материалы Междунар. науч. конф., 15–19 авг. 2005 г. – Минск, 2005. – С. 30–34.

214. Lenartowiez, W. The quality of highbush blueberry fruit / W. Lenartowiez, J. Zbroszyk, W. Plocharski // Fruit science reports. – 1990. – Vol. 17, № 2. – P. 77–95.

215. Licciardello, J. J. Stability of ascorbic acid during the preparation of cranberry product / J. J. Licciardello, W. B. Esselen, C. R. Fellers // Journal of food science. – 1952. – Vol. 17. – P. 338–342.

216. Liebster, G. Ergebnisse eines neunjäringen Sorten versuches zu Kulturheidelbeeren. Sortenversuch in Sechseuropeischen Ländern / G. Liebster // Obstbau. – 1979. – Jg. 4, № 12. – S. 428–432.

217. Liebster, G. Results of a 16 year variety trial on highbush blueberries / G. Liebster, H. Shimmelpfeng // Acta Horticulturae. – 1977. – № 61. – P. 127–128.

218. Lyrene, P. M. Cultivation of highbush blueberry in Florida / P. M. Lyrene, W. B. Sherman // Proceedings of the Florida State Horticultural Society. – 1988. – Vol. 101. – P. 269–272.

219. Mazza, G. Compositional and functional properties of Saskatoon berry and blueberry / G. Mazza // International journal of fruit science. – 2005. – Vol. 5 (3). – P. 101–120.

220. Mineral composition of high blueberry leaves and fruits depending on substrate type used for cultivation / I. Ochmian [et al.] // Journal of elementology. – 2009. – Vol. 14 (3). – P. 509–516.

221. Neto, C. C. Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases / C. C. Neto // Molecular nutrition food research. – 2007. – Vol. 51. – P. 652–664.

222. Noormets, M. Recultivation of opencast peat pits with *Vaccinium* culture in Estonia / M. Noormets, K. Karp, T. Paal // Ecosystems and Sustainable Development IV. eds. E. Tiezzi & C. A. Brebbia; Wessex In-te of Technology, UK and J-L. USO. Un-t Jaume I., Spain. – 2003. – P. 584.

223. Oblac, M. Advance testing of blueberry varieties in Slovenia / M. Oblack // Acta Horticulturae. – 1977. – № 61. – P. 145–152.

224. Ochmian, I. Effect of substrate type on the field performance and chemical composition of highbush blueberry cv. Patriot / I. Ochmian, J. Grajkowski, K. Skupien // Agricultural and food science. – 2010. – Vol. 19. – P. 69–80.

225. Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and «*Northblue*» blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *V. angustifolium*)/ K. Riihinen [et al.] // Food chemistry. – 2008. – Vol. 110. – P. 156–160.

226. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage / W. Kalt [et al.] // Journal of American society horticulture science. – 2003. – Vol. 128, № 6. – P. 917–923.

227. Paal, T. Rehabilitation of milled peat areas by cranberry (*Oxycoccus palustris* L.) plantations / T. Paal, J. Paal // Peat in horticulture: Proceedings of the International peat symposium, 3–6 Sept. 2002. – Pärnu, 2002 – P. 280–282.

228. Pappas, E. Phytochemicals of cranberries and cranberry products: characterization, potential health effects, and processing stability / E. Pappas, K. M. Schaich // Critical reviews in food science and nutrition. – 2009. – Vol. 49. – P. 741–781.

229. Pfadenhauer, J. Wetland restoration in Central Europe: aims and methods / J. Pfadenhauer, A. Grootjans // Applied vegetation science. – 1999. – Vol. 2. – P. 95–106.

230. Phenolic compounds, pectin and antioxidant activity in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) influenced by boron and mulch cover / I. Eichholz [et al.] // Journal of applied botany and food quality. – 2011. – Vol. 84. – P. 26–32.

231. Phenolic compounds – qualitative index in small fruits / V. Kondakova // Biotechnology and biotebhnological equipment. – 2009. – Vol. 23. – P. 1444–1447.

232. Physicochemical, carbohydrate and sensory characteristics of highbush and rabbiteeye blueberry cultivars / J. L. Silva [at al.] // Journal of the science of food and agriculture – Vol. 85. – 2005. – P. 1815–1821.

233. Polyphenol, anthocyanin, and resveratrol mass fractions and antioxidant properties of cranberry cultivars/ E. J. Borowska [et al.] // Food technological biotechnology. – 2009. – Vol. 47, № 1. – P. 56–61.

234. Pourrat, H. The chemical composition of some *Vaccinium corymbosum* varieties / H. Pourrat // Acta hort. – 1977. – Vol. 61. – P. 205–206.

235. Prior, R. L. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* species / R. L. Prior, G. Cao, A. Martin // Journal Agriculture and Food Chemistry – 1998. – Vol. 46, № 7. – P. 2686–2693.

236. Read, D. J. The biology of mycorrtiza in the *Ericales* / D. J. Read // Canadian journal of botany. – 1983. – Vol. 61. – P. 985–1004.

237. Rejman, A. Frost damage on highbush blueberries in central Poland during years 1971–1975 /A. Rejman // Acta Horticulturae. – 1977. – № 61. – P. 163–168.

238. Renou, F. Tomorrow's landscapes: studies in the after-uses of industrial cutaway peatlands in Ireland / F. Renou, T. Egan, D. Wilson // Suoseura (Finnish peatland society). – 2006. – Vol. 57, № 4. – P. 97–107.

239. Sakamura, S. The anthocyanins of the American cranberry / S. Sakamura, F. J. Francis // Journal of food science. – 1961. – Vol. 26. – P. 318–321.

240. Sanderson, K. R. Effect of gypsum on yield and nutrition of lawbush blueberries / K. R. Sanderson // Canadian journal of Plant Sci. – 1994. – Vol. 74, № 4. – P. 859.

241. Skrede, G. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) / G. Skrede, R. E. Wrolstad, R. W. Durst // Journal of food science. – 2000. – Vol. 65, № 2. – P. 357–364.

242. Skupien, K. Chemical composition of selected cultivars of highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.) / K. Skupien // Folia horticulturae annals. – 2006. – Vol. 18, № 2. – P. 47–56.

243. Smolarz, K History of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) growing in Poland / K. Smolarz // Acta horticulturae. – 2006. – Vol. 715. – P. 313–316.

244. Smolarz, K. Short information about the history of the comercial cultivation highbush blueberry in Poland / K. Smolarz // Latvian journal of agronomy. – 2009. – Vol. 12. – P. 119–122.

245. Song, G. Respiration rate of blueberry in modified atmosphere at various temperatures / G. Song, K. K. Hyun, L. Y. Kit // Journal of Amer. Soc. Hort. Sci. – 1992. – Vol. 177, № 6. – P. 925–929.

246. Stanislavlievic, M. Hemijske osoline ploda u nekin sorti visokozbunaste borovnice / M. Stanislavlievic, P. Jokovic // Jugosl. Vocar. – 1987. – Vol. 21, № 1. – S. 9–16.

247. Śterne, D. Evaluation of winter hardiness and productivity of five highbush blueberries cultivars in Latvia / D. Śterne, M. Abolins // Research for Rural Development: Internat. Scient. Conf., 20–22 May 2009. – Jelgava, 2009. – P. 76–81.

248. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domenstica*. – 1: The quantitative analysis of phenolic constituents /T. Swain, W. Hillis // Journal Science Food Agriculture. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.

249. Świeczkowska, A. The influense of fertilizers on *Vaccinium macrocarpon* Ait. growth and yielding: 1. Phenophases, plant morphology and yielding / A. Świeczkowska, K. Zdzisław, V. Stanys // Agricultural Sciences. – 2003. – Vol. 4. – P. 76–81.

250. The productivity of some blueberry cultivars under Estonian conditions / M. Starast [et al.] // Acta horticulturae. – 2009. – Vol. 810. – P. 103–108.

251. Vvedenskaya, I. O. Flavonoid composition over fruit development and maturation in American cranberry, *Vaccinium macrocarpon* Ait. / I. O. Vvedenskaya, N. Vorsa // Plant science. – 2004. – Vol. 167. – P. 1043–1054.

252. Wu, B. Y. Ursolic acid from cranberries / B. Y. Wu, L. M. Parks // Journal of American pharmacology association. – 1956. – Vol. 42. – P. 602–606.

253. Yakovlev, A. Experimental and research works on some of *Vaccinium* taxa in Belarus / A. Yakovlev, Zh. Rupasova, A. Volotovich // Latvian journal of agronomy. – 2009. – Vol. 12. – P. 138–142.

254. Zapsalis, C. Cranberry anthocianins / C. Zapsalis, F. J. Francis // Journal of food science. – 1965. – Vol. 30. – P. 396–399.

255. Zhou, Yu. Effect of light on anthocyanin levels in submerged, harvested cranberry fruit / Yu. Zhou, B. R. Singh // Journal of Biomedicine and Biotechnology. – 2004. – Vol. 5. – P. 259–263.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

ГЛАВА 1. **Состояние вопроса на современном этапе и обоснование направления исследований** 6

1.1. Особенности и перспективы рекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси 6

1.2. Использование растений семейства *Ericaceae* для фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений 9

ГЛАВА 2. **Условия, объекты и методы исследований** 21

2.1 Характеристика почвенно-климатических условий районов исследований 21

2.1.1. Характеристика торфяного субстрата в районах исследований 23

2.1.2. Особенности погодных условий в период исследований 27

2.2. Объекты и методы исследований 32

ГЛАВА 3. **Генотипические особенности развития и плодоношения растений в условиях опытной культуры** 35

3.1. Фенология сезонного развития растений 35

3.2. Особенности развития вегетативной сферы растений и влияние на этот процесс географического фактора 44

3.3. Возрастные изменения параметров текущего прироста вегетативной сферы растений 65

3.4. Продукционные и морфометрические параметры плодов 81

ГЛАВА 4. **Биохимический состав плодов** 86

4.1. Генотипические особенности биохимического состава плодов 88

4.2. Генотипическая изменчивость биохимического состава плодов и влияние географического фактора на накопление в них полезных веществ 112

ГЛАВА 5. **Влияние минеральных подкормок и инокуляции корневой системы микоризой на развитие вегетативной сферы таксонов рода *Vaccinium*** 122

ГЛАВА 6. **Оптимизация режима минерального питания таксонов рода *Vaccinium* на основе применения стимуляторов роста** 148
6.1. Формирование вегетативной сферы растений на фоне применения стимуляторов роста 150
6.2. Продукционные, морфометрические и биохимические характеристики плодов на фоне применения стимуляторов роста 173

ГЛАВА 7. **Фиторекультивационные мероприятия на торфяных выработках Припятского Полесья на основе возделывания голубики** .. 191
7.1. Технологические основы проведения фиторекультивационных мероприятий 191
7.2. Эколого-экономическая эффективность биологического этапа рекультивации торфяных выработок на основе культивирования сортовой голубики 201

Заключение 210

Литература 221

Научное издание

Рупасова Жанна Александровна,
Яковлев Александр Павлович,
Решетников Владимир Николаевич и др.

**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ГОЛУБИКИ
НА ТОРФЯНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ
(физиолого-биохимические аспекты развития)**

Редактор *Т. А. Горбачевская*
Художественный редактор *Д. А. Комлев*
Технический редактор *О. А. Толстая*
Компьютерная верстка *О. Н. Карпович*

Подписано в печать 17.02.2016. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,18. Уч.-изд. л. 11,0.
Тираж 100 экз. Заказ 40.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие
«Издательский дом «Беларуская навука».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, Минск.

ISBN 978-985-08-1967-3

9 789850 819673