



Ж. А. Рупасова
А. П. Яковлев

ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ

выбывших из промышленной
эксплуатации
торфяных месторождений
севера Беларуси



на основе возделывания
ягодных растений
семейства *Ericaceae*



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад

Ж. А. Рупасова
А. П. Яковлев

ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси

*на основе возделывания
ягодных растений
семейства Ericaceae*

Под общей редакцией академика В. Н. Решетникова



Минск
«Беларуская навука»
2011

УДК [634.737+634.739.3]:581.522.4:631.445.12(476-17)

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; под общ. ред. акад. В. Н. Решетникова. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 282 с. – ISBN 978-985-08-1329-9.

В монографии обобщены результаты многолетних 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 северных районов Беларуси. Установлено положительное влияние данных объектов на водно-физические, физико-химические и микробиологические свойства торфяного субстрата, что позволяет рекомендовать их использование для фиторекультивации этих выведенных из хозяйственного оборота малоплодородных земель. Научно обоснован сортимент вересковых для практического использования по показателям качества ягодной продукции и устойчивости ее биохимического состава к внешним воздействиям. Показаны основные технологические приемы при создании производственных посадок клюквы крупноплодной в одном из хозяйств республики и дана оценка экономической эффективности данных мероприятий.

Предназначена для широкого круга специалистов в области природопользования, ботаники, интродукции, физиологии и биохимии растений, сельского и лесного хозяйства.

Табл. 165. Ил.11. Библиогр.: 233 назв.

Р е ц е н з е н т ы:

доктор биологических наук А. П. Волюнец,
доктор сельскохозяйственных наук Н. Н. Семененко

ISBN 978-985-08-1329-9

© Рупасова Ж. А., Яковлев А. П., 2011
© Оформление. РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2011

ВВЕДЕНИЕ

В целях обеспечения энергетической безопасности нашей страны правительством республики обозначен и принят к исполнению комплекс первоочередных мер, направленных на повышение эффективности использования энергоемких полезных ископаемых, и в первую очередь залежей торфа. Одним из ключевых звеньев в решении данной проблемы является долгосрочная Государственная программа «Торф» на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г., утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 94 от 23.01.2008 г., предусматривающая увеличение объемов добычи торфа к 2020 г. до 7,5 млн т, реализация которой должна 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 может явиться значительное расширение площадей, подверженных разрушительному действию процесса минерализации органического вещества, усиленному дефляцией и рядом других негативных факторов, 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. Подобные территории, общая площадь которых в республике, по оценкам специалистов, превышает 255 тыс. га, в том числе в ее северной части – около 50 тыс. га [157], в настоящее время имеются во всех областях и в большинстве административных районов Беларуси. Как правило, эти земли ранее предлагалось использовать для создания лесных угодий и водоемов, но приоритетным все же считалось сельскохозяйственное направление. В соответствии с утвержденным в 1997 г. «Положением о рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа» перечень основных направлений их использования был расширен до семи – сельскохозяйственное, лесохозяйственное, природоохранное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное и строительное.

На наш взгляд, достаточно эффективным способом восстановления потенциала плодородия выбывших из промышленной эксплуатации торфяных ме-

сторождений в условиях Беларуси является их биологическая рекультивация на основе создания культурных фитоценозов болотных ягодных растений. Аналогичный подход к решению данной проблемы уже используют страны Балтийского региона [194, 219]. В пользу его целесообразности свидетельствует ряд убедительных аргументов, важнейшими из которых являются предотвращение пересыхания и замедление разложения торфа при ослаблении ветровой эрозии при культивировании на его поверхности малотребовательных к почвенному плодородию болотных ягодных растений сем. *Ericaceae*, 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, используемых для культивирования, популярны как аборигенные, так и интродуцированные виды.

Вместе с тем отсутствие прямого опыта в использовании растений сем. *Ericaceae* для фиторекультивации этих земель как в нашей стране, так и за рубежом ставит перед исследователями целый ряд задач по поиску оптимальных решений при осуществлении биологического этапа рекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений на основе культивирования ягодных растений данного семейства, что возможно только на основе предварительного всестороннего исследования разных сторон их жизнеобеспечения и жизнедеятельности с учетом влияния на них биотических и абиотических факторов. Важнейшим аспектом данной проблемы является научное обоснование промышленного сортимента дикорастущих и интродуцированных таксонов сем. *Ericaceae*, обладающих наиболее высокой биологической продуктивностью, а также питательной и витаминной ценностью плодов и представляющих в этом плане интерес для окультуривания данных земель.

Созданная в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси коллекция видов семейства *Ericaceae* в последние годы пополнилась новыми ценными сортами и формами голубики топяной (*V. uliginosum* L.), голубики высокорослой (*V. corymbosum* L.), голубики узколистной (*V. angustifolium* (Ait.) и их межвидовыми гибридами, а также клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers.) и клюквы болотной (*O. palustris* L.). В этой связи исследование эколого-биологических особенностей представителей данных видов, выполненное в 2007–2010 гг. в условиях опытной культуры на участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в Витебской обл., позволило не только выявить среди них таксоны, наиболее перспективные для фиторекультивации этих земель в северной агроклиматической зоне Беларуси, и показать при этом степень их влияния на агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства самого субстрата, но и обосновать техноло-

гические регламенты основных агроприемов промышленного культивирования данных растений.

В монографии обобщены результаты исследований, выполненных в 2007–2010 гг. авторами и сотрудниками двух лабораторий Центрального ботанического сада НАН Беларуси – экологической физиологии растений и химии растений – членом-корреспондентом НАН Беларуси, доктором биологических наук, профессором Е. А. Сидоровичем, кандидатом биологических наук Г. И. Булавко, С. Ф. Жданец, О. С. Козырь, кандидатом биологических наук Т. И. Василевской, Н. П. Варавиной, Н. Б. Криницкой в рамках задания «Разработать рекомендации по технологии биологической рекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяников с возделыванием болотных ягодных растений» Государственной программы «Торф», за что мы выражаем им свою благодарность. Авторы особо признательны директору А. А. Костюкову и агроному А. С. Костюкову крестьянско-фермерского хозяйства «Ягодка» (Смолевичский р-н Минской обл.) за предоставленную возможность опытной проверки технологических приемов, рекомендованных для использования при закладке и эксплуатации производственной плантации клюквы крупноплодной на участке торфяной залежи. Авторский коллектив выражает признательность Т. М. Худобкину за помощь в работе по закладке, уходу и содержанию экспериментальных посадок ягодных растений, а также в реализации комплекса практических мер по тиражированию посадочного материала вересковых, используемых для осуществления рекультивационных мероприятий.

Особую благодарность авторы выражают руководителю Государственной программы «Торф» академику И. И. Лиштвану, курировавшему выполнение данной работы на всех ее этапах, за его особое внимание к результатам исследований, ценные советы и конструктивные замечания. Авторы искренне признательны доктору биологических наук А. П. Волынцу и доктору сельскохозяйственных наук Н. Н. Семененко за труд по рецензированию данной монографии, ценные советы и пожелания.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Потребности народного хозяйства Беларуси в продукции лесных ягодных растений сем. *Ericaceae* в настоящее время лишь частично удовлетворяются за счет интенсивной эксплуатации их естественных ресурсов, постоянно испытывающих техногенное и антропогенное воздействие. По существующим представлениям, рациональное использование этих ресурсов может осуществляться в трех направлениях – ручном сборе ягод в наиболее продуктивных угодьях, их заготовке с применением комплекса агротехнических и лесохозяйственных мероприятий и при введении их в культуру посевом либо посадкой как внутри, так и вне естественного ареала распространения [13].

Прогрессирующее истощение ресурсов дикорастущих видов сем. *Ericaceae* обусловило необходимость в разработке мероприятий по охране, рациональному использованию и интенсивному воспроизводству природных ассоциаций этих растений. При этом простейшим приемом повышения урожайности дикорастущих ягодников является регулярный уход за их естественными зарослями. На необходимость проведения подобных мероприятий указывали в свое время С. Я. Соколов [146] и Е. И. Проскуряков [124].

Весьма эффективным приемом повышения биологической продуктивности природных ассоциаций ягодных растений является создание их полукультур. Так, в Украине, Латвии и Эстонии созданы полукультуры дикорастущей клюквы [33, 154] и ведутся работы по ее восстановлению в болотных фитоценозах [6]. В условиях Беларуси разработан комплекс мероприятий по созданию полукультур еще одного аборигенного вида – голубики топяной, обеспечивающий среднюю прибавку урожайности до 180 кг/га и получение ежегодной прибыли (в ценах конца 1980-х годов) в размере 22 руб/га [58]. Однако создание полукультур этих видов не отвечает в полной мере задачам интенсификации лесного хозяйства в связи с невозможностью механизации агротехнических приемов их возделывания в естественных условиях (внесение удобрений, сбор урожая, омоложение кустов). Стало очевидным, что увеличение ресурсного потенциала ягодников должно обеспечиваться не только за счет охраны, рационального и бережного использования естественных зарослей, но, главным образом, путем организации их промышленного культивирования.

На постсоветском пространстве работы по созданию плантаций клюквы и голубики начались еще в начале 1990-х годов, но вскоре были приостановлены из-за высокого уровня затрат на их обустройство. Так, расходы на закладку 1 га плантаций клюквы на мелиорированной торфяной залежи (в ценах начала 1990-х годов) составляли примерно 15–30 тыс. руб. [43, 92], голубики – 17,5 тыс. руб. [62]. При этом значительного снижения затрат на создание ягодных плантаций можно было достичь за счет использования в этих целях площадей выбывших из промышленной эксплуатации фрезерным способом торфяных месторождений. В данном случае отпадала необходимость в проведении дорогостоящих подготовительных и мелиоративных мероприятий (вырубка и раскорчевка леса, создание мелиоративной сети, планировка площади, строительство дорог и т. д.).

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 [102]. 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, в ряде случаев привели к дестабилизации биосферных процессов и обусловили значительные изменения микроклимата, миграционных циклов химических элементов, что привело к загрязнению атмосферных и почвенных вод продуктами разрушения торфа. В настоящее время на территории Беларуси наблюдается прогрессирующее ухудшение почвенных и геоморфологических условий, влекущее за собой 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, составляет 209,5 тыс. га при таковой разрабатываемых месторождений 101,0 тыс. га [157]. При этом общая площадь болот, нарушенных в связи с добычей торфа, оценивается в 310,5 тыс. га, и в перспективе следует ожидать ее увеличения. 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 выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений. На долю последних, представляющих особую категорию территорий и являющихся сложнейшими объектами хозяйственного освоения, приходится значительная часть рекультивируемых площадей Беларуси. В этой связи 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.

Практический опыт показал, что рекультивация торфяных карьеров путем их вовлечения в сельскохозяйственный оборот зачастую осуществляется без учета их индивидуальных особенностей, определяемых существенной неоднородностью водно-физических и физико-химических свойств остаточного слоя торфа и подстилающего его минерального грунта. В результате уровень естественного плодородия земель, высвободившихся после разработки торфяных месторождений, весьма низок, а урожайность возделываемых на них традиционных для республики сельскохозяйственных культур крайне незначительна и нестабильна. Это свидетельствует о том, что при оценке потенциала плодородия и при разработке приемов рекультивации этих территорий, в силу их специфичности, нельзя руководствоваться критериями, используемыми в этих целях для торфяно-болотных почв, широко распространенных на территории Беларуси. Характерной чертой профиля торфяной залежи, оставшейся после промышленной эксплуатации торфяного месторождения, является существенная неоднородность водно-физических и физико-химических свойств формирующих ее толщу трех генетических горизонтов – остаточного слоя торфа, контактного слоя и подстилающего их минерального грунта. Первому из них присуща высокая влагоемкость при незначительной водопроницаемости. Второй слой сильно гумусирован, оглеен, имеет высокую плотность и вязкость, в связи с чем сдерживает фильтрацию нисходящего тока воды, затрудняя ее использование растениями, и ограничивает распространение корневой системы на глубину пахотного слоя. Особенностью третьего горизонта является его насыщенность речными и озерными отложениями легкого механического состава.

Участки выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений представляют собой днища болот с сохранным в той или иной степени слоем остаточного торфа, наличие которого определяет особенности технологии вторичного освоения этих территорий. Так, в случае избыточного осушения им свойственна повышенная пожароопасность, тогда как при чрезмерном увлажнении и затрудненном стоке поверхностных вод они склонны ко вторичному заболачиванию. Вместе с тем и иссушение, и заболачивание этих земель в равной степени могут препятствовать осуществлению мероприятий по их рекультивации, особенно на ее биологическом этапе.

Поскольку участки выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений верхового типа, свойственные северной части Беларуси, как правило, бедны питательными веществами и отличаются высоким уровнем актуальной кислотности, то их естественная продуктивность в настоящее время крайне низка. Однако при соответствующем подборе культур, способных произрастать в подобных условиях, можно достичь получения достаточно высоких урожаев конечной продукции и на этих малопродуктивных землях,

в связи с чем работы по их рекультивации в северном регионе имеют особо важное народнохозяйственное значение. Многолетний опыт их проведения в нашей республике и за ее пределами свидетельствует о наибольшей целесообразности использования данных территорий в сельскохозяйственном производстве [99, 144], в отдельных случаях их используют для создания искусственных водоемов [172], а вовсе непригодные для земледелия участки – под лесопосадки [68]. Как было показано выше, в настоящее время вовлечение этих земель в хозяйственный оборот осуществляется по следующим основным направлениям – сельскохозяйственному, лесохозяйственному [79, 120], природоохранному, рыбохозяйственному, водохозяйственному, рекреационному и строительному.

Вместе с тем существующие подходы в использовании территорий выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, по распространенному мнению, находятся в противоречии с биосферными процессами, не соответствуют современным методам хозяйствования и природопользования и нуждаются в пересмотре с учетом новых научных знаний. В этой связи одной из первоочередных задач является исследование степени влияния торфодобычи на окружающую среду и разработка на этой основе системы мер по минимизации отрицательных последствий данного влияния с учетом региональных природных особенностей.

Важным этапом в решении этой проблемы явилась разработка Институтом природопользования НАН Беларуси «Технических кодексов установившейся практики» – ТКП 17.12-01–2008 и 17.12.12-02–2008 [121, 123], регламентирующих порядок выбора и процедуру изменения научно обоснованного направления использования выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений, а также основные требования и правила проведения работ по их экологической реабилитации. В мировой практике наиболее актуальной в этом плане является разработка системы мер, стимулирующих восстановление их исходного биопотенциала, среди которых наиболее простым и относительно дешевым способом является повторное заболачивание данных территорий. В рамках реализации принципа биосферно-совместимого природопользования Н. Н. Бамбаловым и В. А. Раковичем [11] была обоснована целесообразность его осуществления и в условиях Беларуси, что, хотя и способствует снижению вероятности возникновения пожаров, тем не менее не позволяет вернуть эти земли в категорию пахотнопригодных или продуктивных.

На наш взгляд, представляется более оправданным использование данных территорий для культивирования болотных ягодных растений, генетически приспособленных к осуществлению процессов жизнедеятельности на малоплодородных торфах, отличающихся высоким уровнем кислотности и не пригодных для возделывания большинства сельскохозяйственных культур. В пользу данного представления свидетельствует положительный опыт план-

тационного возделывания интродуцированных североамериканских видов сем. *Ericaceae* – клюквы крупноплодной и голубики высокорослой в разных агроклиматических зонах Беларуси. Вместе с тем существующие в настоящее время технологии возделывания вересковых разработаны для сравнительно плодородных торфяно-болотных почв и мелиорированных залежей торфа [56, 140] и в силу показанной выше специфичности состава, строения и свойств выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений не могут быть применены для фиторекультивации этих земель без определенной корректировки и научного обоснования их основных параметров.

Еще в 1970 г. исследованиями кафедры плодоводства Мюнхенского технического университета на примере 17 сортов клюквы крупноплодной была показана перспективность промышленного возделывания данной культуры на подобных территориях в южной части Баварии [200]. Примерно в это же время проводились исследования по выявлению возможности выращивания дикорастущего и крупноплодного видов клюквы на остаточном (донном) торфе и белорусскими учеными [41]. Наблюдения за развитием растений в опытных посадках в Закружском лесничестве Гомельского опытного лесхоза свидетельствовали о высоком уровне приживаемости интродуцента и о его более выраженной, чем у аборигенного вида, способности к побегообразованию при более активной реализации ростовой функции. Положительные результаты, показавшие возможность семенного и вегетативного размножения обоих видов клюквы на остаточном слое торфа, а также позволившие выявить наиболее перспективные для возделывания сорта клюквы крупноплодной, были получены в аналогичных исследованиях также сотрудниками Костромской ЛОС [168] и Украинской сельскохозяйственной академии [85–89]. Опыт наших российских [100, 101, 158] и прибалтийских [192, 194, 212, 219, 220] коллег также свидетельствует о перспективности использования площадей выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений для получения ценной ягодной продукции растений сем. *Ericaceae*, и уже с 80-х годов XX в. решение данной проблемы в странах Прибалтики осуществляется на основе культивирования растений данного семейства [30, 32, 130].

Поисковые исследования в данном направлении, выполненные Институтом леса НАН Беларуси в последние десятилетия [42, 43, 147, 183, 184], также показали перспективность 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). На весьма высокую эффективность возделывания крупноплодного вида клюквы на этих землях указывают также Г. И. Гануш и Н. В. Лягуская [47]. Весьма интересные данные о возможности использования для фиторекультивации этих малоплодородных земель еще одного интродуцента – голубики узколистной приведены в работе О. В. Морозова и Д. В. Гордея [111]. Вместе с тем сдерживающим фактором в реализации данной идеи является

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

Как видим, мировой и отечественный опыт убедительно свидетельствует о целесообразности рекультивации этих малопригодных для хозяйственного освоения территорий на основе возделывания на них дикорастущих и интродуцированных видов сем. *Ericaceae*, обладающих чрезвычайно высокой пищевой и витаминной ценностью ягодной продукции. Известно, что плоды всех видов этого семейства весьма богаты биологически активными соединениями, в первую очередь биофлавоноидами и витамином С, а также свободными органическими, бензойной, фенолкарбоновыми и тритерпеновыми кислотами, растворимыми сахарами, пектиновыми веществами, фенольными полимерами, растительными липидами, макро- и микроэлементами. При этом исследования биохимического состава плодов интродуцированных видов сем. *Ericaceae* в условиях Беларуси выполнены, главным образом, при их выращивании на мелиорированных торфах верхового типа [28, 29, 55, 62, 133], и лишь в единичных случаях встречается подобная информация для растений, возделываемых на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений [36, 38].

Вместе с тем каждому виду вересковых должны быть присущи индивидуальные особенности развития в этих специфических условиях, что ставит в ряд первоочередных задач научное обоснование их сортимента, с учетом присущих каждому из них параметров роста и плодоношения, а также качественных характеристик ягодной продукции.

Большие возможности для проведения подобных исследований предоставляет сформированный ЦБС НАН Беларуси генофонд представителей данного семейства, в последние годы заметно пополнившийся новыми высокопродуктивными сортами клюквы крупноплодной, голубики высокорослой, голубики узколистной и их межвидовыми гибридами (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*). Исследование эколого-биологических особенностей перечисленных интродуцентов в опытной культуре на одном из выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Витебской обл. позволит выявить таксоны вересковых, обладающие наиболее высокой питательной и витаминной ценностью плодов и представляющие в этом плане интерес для фиторекультивации этих техногенно нарушенных субстратов.

Восстановление экосистемы предполагает не только формирование ее растительного покрова, но и относительно плодородной субстратной основы, в образовании которой активное участие принимают почвенные микроорганизмы. Их роль заключается в обогащении корнеобитаемой зоны торфяного слоя биологически активными веществами и основными элементами питания за счет их высвобождения из прочносвязанных соединений при разложении

его органического вещества [5, 9, 10]. При этом размеры микробоценоза и активность микрофлоры зависят от ряда факторов, в том числе от видового состава растений, слагающих фитоценоз. В связи с этим особый научный и практический интерес обретает исследование влияния болотных ягодных растений на активность эдафобионтов остаточного слоя торфа выбывшего из промышленной эксплуатации месторождения, что позволит прогнозировать темпы его трансформации в зависимости от систематической принадлежности культивируемых растений.

Несмотря на то что каждому типу почвы свойствен характерный для него набор микроорганизмов, большинство из них являются гетеротрофами, использующими не только опад надземной и подземной фитомассы, но и прижизненные корневые выделения, специфичные для каждого вида растений и отличающиеся выраженной сезонной динамикой, в результате чего формируется микробоценоз с определенным составом и активностью. Логично предположить, что генотипические особенности корневых выделений вересковых, на фоне избыточного увлажнения и недостаточного снабжения кислородом остаточного слоя торфа, в значительной степени будут определять темпы протекающих в нем микробиологических процессов и корректировать соотношение скоростей поступления и разложения опада, следствием чего явится накопление в них измененных в той или иной степени растительных остатков [9].

Выбывшее из промышленной эксплуатации месторождение торфа представляет собой наиболее глубокие его слои, длительно пребывавшие в условиях недостатка кислорода и низких значений pH. В столь специфичной среде способен функционировать лишь крайне узкий спектр микроорганизмов, до 90% биомассы которых приходится на долю микромицетов [19, 52], а среди прокариот доминируют бациллы и актиномицеты, активность которых, как правило, невысока [7]. Известно, что почвенные микромицеты и бациллы могут находиться в покоящемся состоянии, в виде спор и в активной форме. Однако доступные нам методы их определения позволяют вычленить только активно функционирующую часть микробоценоза. Тем не менее исследование ее сезонной и многолетней динамики в торфяном субстрате в зоне влияния продуктов жизнедеятельности отдельных таксонов вересковых позволит оценить их индивидуальный вклад в активизацию в нем микробиологических процессов, способствующую восстановлению плодородия этих выведенных из хозяйственного оборота земель.

Важную позитивную роль в этом плане, равно как и в усилении ростовых и биопродукционных процессов культивируемых растений, играет внесение минеральных удобрений. При этом особый научный и практический интерес представляет оценка степени совокупного воздействия биотических и абиотических факторов на оптимизацию водно-физических и физико-химических свойств торфяного субстрата. В этой связи наиболее важными элементами технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации

торфяных месторождений севера Беларуси на основе использования ягодных растений сем. *Ericaceae* являются:

разработка сортимента растений с учетом их интродукционной устойчивости, восстановительной роли, темпов развития, урожайности и качественных характеристик ягодной продукции;

оптимизация режима минерального питания на основе внесения доз удобрений, обеспечивающих получение максимальных позитивных эффектов в функционировании формирующихся на этих землях агрофитоценозов.

Осуществление столь масштабной задачи потребовало проведения специальных комплексных исследований, предусматривающих выполнение режимных наблюдений за динамикой свойств рекультивируемого торфяного субстрата и особенностями развития и плодоношения растений в специфических условиях жизнеобеспечения в рамках полевых и лабораторных экспериментов, рассмотрению результатов которых и посвящена данная работа.

УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика почвенно-климатических условий

Изучение вопросов, предусмотренных программой исследований, осуществлялось в 2007–2010 гг. на территории Белорусского Поозерья [61], относящейся к одноименной геоморфологической зоне, в пределах которой насчитывается свыше 235 выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений. Типичными почвами Белорусского Поозерья, принадлежащего Витебско-Полоцкому почвенному округу [145], 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 Глубокский р-н Витебской обл., где проводились исследования, относится к западному району северной агроклиматической зоны [136, 177], характеризующемуся 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. Обычно он сходит в конце марта – начале апреля. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха здесь составляет –31...–34 °С, но в отдельные годы она может опускаться 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.

Начало вегетации здесь, как правило, приходится на третью декаду апреля. Вегетационный период имеет продолжительность в среднем 160 дней и обычно заканчивается во второй декаде октября. Сумма активных температур воздуха за период вегетации составляет 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 в среднем – в 1-й декаде октября. Безморозный период длится 140–145 дней [1].

2.1.1. Особенности погодных условий в период исследований

Годичный цикл развития растений сем. *Ericaceae* условно можно разделить на два основных периода: вегетации и покоя. Как будет показано ниже, наибольшее влияние на прохождение первого из них оказывает общее количество тепла, поступившее после устойчивого перехода температуры воздуха через нулевую отметку, а также количество выпавших атмосферных осадков. В успешной же перезимовке растений в период покоя приоритетное значение принадлежит перепадам температуры воздуха.

Особое значение при исследовании особенностей развития интродуцентов в специфических условиях выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в северной части Беларуси обретает анализ погодной ситуации в период формирования и созревания их плодов. По многолетним наблюдениям, в районе исследований созревание ягод брусники обыкновенной, как и таксонов голубики, приходится на июль – август, тогда как плодов клюквы крупноплодной – на сентябрь. Вместе с тем немаловажную роль в формировании урожая вересковых играют погодные условия предшествующих месяцев года, когда происходит образование и развитие завязей плодов, в связи с чем в период с апреля по сентябрь в годы основных режимных наблюдений (2009–2010 гг.) был проведен сравнительный анализ гидротермического режима сезонов, выявивший весьма контрастную картину.

Как следует из табл. 2.1.1, 2.1.2 и рис. 2.1.1, начало вегетации растений в оба сезона характеризовалось преимущественно теплой и сухой погодой, со среднемесячной температурой воздуха в апреле, превышавшей многолетнюю норму на 2,6...3,6 °С, при незначительном (2009 г.) либо умеренном (2010 г.) выпадении атмосферных осадков. В дальнейшем, преимущественно с мая по август, в характере погодной ситуации были выявлены существенные межсезонные различия. Так, если в 2009 г. температурный фон в этот период практически соответствовал средней многолетней норме, то в 2010 г. для него было характерно заметное превышение средних многолетних значений, достигавшее в июле 5,3 °С и в августе 6,5 °С. По информации Белгидрометцентра, подобная ситуация повторяется не чаще одного раза в 35 лет.

Таблица 2.1.1. Среднемесячная температура воздуха (°С) в период формирования и созревания плодов растений сем. *Ericaceae* в районе исследований в годы наблюдений по данным метеостанции Докшицы

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
2009	<u>7,2</u> 156,5	<u>11,5</u> 95,0	<u>14,7</u> 96,1	<u>17,1</u> 100,6	<u>15,0</u> 96,2	<u>12,5</u> 114,7	<u>13,0</u> 103,2
2010	<u>8,2</u> 178,3	<u>13,7</u> 113,2	<u>16,5</u> 107,8	<u>23,3</u> 137,1	<u>22,1</u> 141,7	<u>11,6</u> 106,4	<u>15,9</u> 126,2
Средние многолетние	4,6	12,1	15,3	17,0	15,6	10,9	12,6

Примечание. Под чертой – процент от нормы.

Таблица 2.1.2. Распределение атмосферных осадков по месяцам (мм) в период формирования и созревания плодов растений сем. *Ericaceae* в районе исследований в годы наблюдений по данным метеостанции Докшицы

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
2009	<u>6,2</u> 14,1	<u>42,3</u> 70,5	<u>143,1</u> 166,4	<u>106,0</u> 119,1	<u>36,2</u> 45,2	<u>73,0</u> 115,9	<u>67,8</u> 96,4
2010	44,0 100,0	65,0 108,3	98,0 114,0	33,0 37,1	126,6 158,2	91,0 144,4	76,3 110,3
Средние многолетние	44,0	60,0	86,0	89,0	80,0	63,0	70,3

Примечание. Под чертой – процент от нормы.

Столь же выразительными оказались межсезонные контрасты и в режиме выпадения осадков. Так, если в весенний период 2009 г. их количество уступало на 30–86% средним многолетним значениям, то в 2010 г. оно либо соответствовало многолетней норме, либо незначительно превосходило ее. В оба сезона на протяжении большей части летнего и начала осеннего периодов их количество превышало многолетнюю норму на 14–66%, и лишь в июле 2010 г. оно уступало ей почти в три раза и более чем вдвое в августе 2009 г. Таким образом, наиболее жаркой погодой в самый активный период созревания плодов исследуемых таксонов вересковых (июль–август) характеризовался 2010 г.

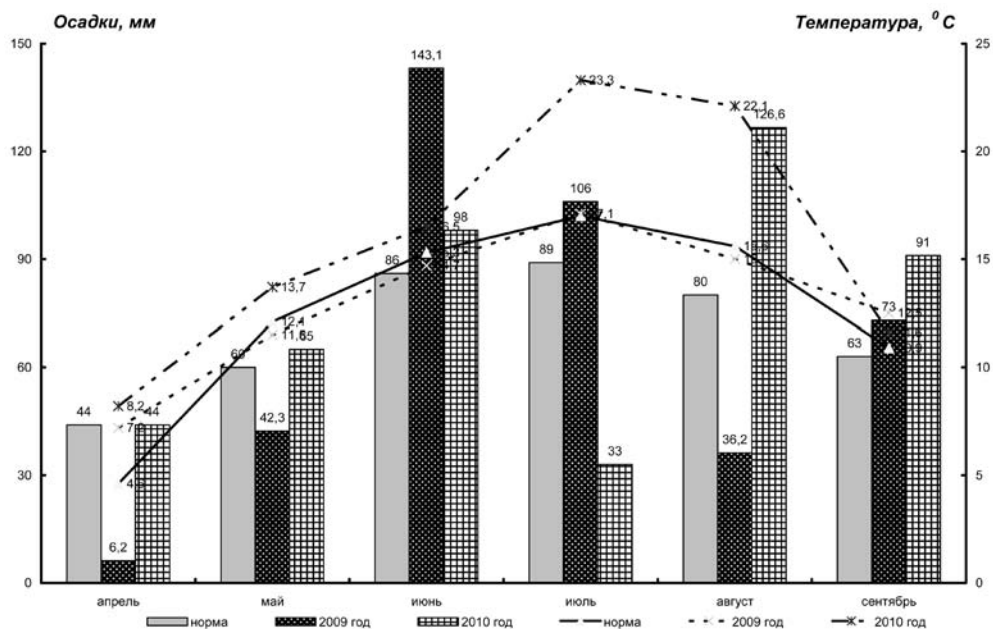


Рис. 2.1.1. Среднемесячная температура воздуха (°C) и распределение атмосферных осадков по месяцам (мм) в период формирования и созревания плодов растений сем. *Ericaceae* в районе исследований в годы наблюдений

Как видим, и температурный фон, и режим выпадения осадков в интересующий нас период в годы наблюдений отличались ярко выраженными внутри- и межсезонными контрастами, что создавало неадекватные предпосылки не только для развития опытных растений, но и для формирования биохимического состава их плодов, определяющего питательную и витаминную ценность, а также органолептические свойства ягодной продукции. Данное обстоятельство давало возможность определить степень зависимости параметров урожайности и биохимического состава плодов опытных растений не только от генотипа, но и от гидротермического режима сезона.

2.1.2. Характеристика торфяного субстрата в полевых экспериментах в районе исследований

В качестве опытного полигона для выполнения комплекса запланированных исследований был выбран участок выбывшего из промышленной эксплуатации 23 года назад торфяного месторождения, находящийся в кв. 17 Подсвильского лесничества Двинской экспериментальной лесной базы (Глубокский р-н Витебской обл.) (рис. 2.1.2).

Его расположение в непосредственной близости от ныне действующего торфяного месторождения «Журавлевское» обусловило выраженное сходство с ним водно-физических и физико-химических свойств торфяного субстрата экспериментального участка, что позволит в дальнейшем комплекс агротех-



Рис. 2.1.2. Участок выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения в Глубокском р-не Витебской обл.

нических мероприятий, разработанный на основе исследований, реализовать на территории данного месторождения, по мере высвобождения его площадей из промышленной эксплуатации.

С целью достижения в перспективе максимальной эффективности практического использования полученных результатов при подборе участков для закладки стационарных мелкоделяночных опытов мы ориентировались не только на сходство наиболее характерных признаков и свойств субстрата, но и на идентичность способа добычи торфа (фрезерный), а также на отсутствие серьезных технических препятствий в проведении экспериментальных работ. Мелиоративная сеть территории, на которой расположен опытный полигон, 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.

Опытные посадки растений, часть которых представлена на рис. 2.1.3, были сформированы в 2006 г. на полностью лишенном растительности оста-

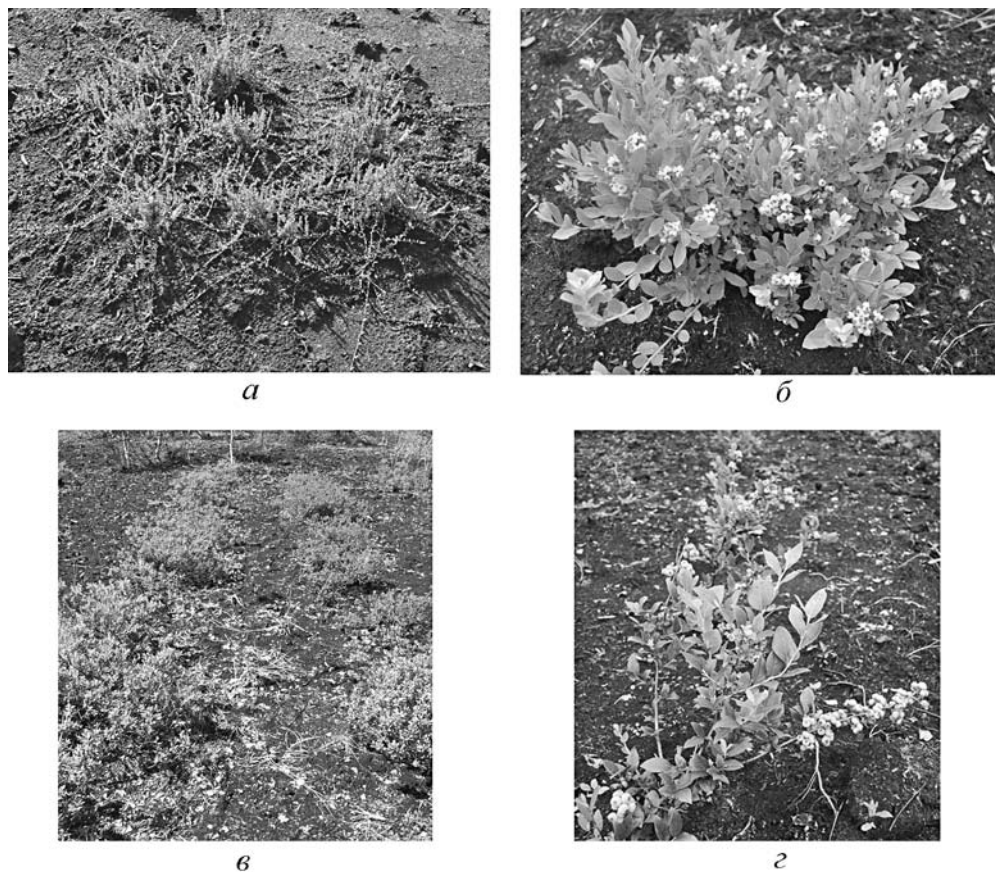


Рис. 2.1.3. Опытные посадки клюквы крупноплодной (а), голубики узколистной (б), голубики топяной (в) и межвидовых гибридов голубики (г) на экспериментальном участке

точном слое торфа, верхняя часть которого представлена остатками осоково-тростниковых ассоциаций, являющихся переходными от тростниковой фазы к осоковой. Основными растениями-торфообразователями здесь являлись тростник обыкновенный (30–60%), осока нитевидная (30–45%) и древесина сосны (10–20%) (рис. 2.1.4).

Таблица 2.1.3. Агрохимические свойства торфяного субстрата с места проведения полевого эксперимента

Горизонт, мощность, см	рН _{KCl}	Органическое вещество, %	Валовое содержание			Подвижные формы			Обменные основания		
			N	P	K	Легкогидролизуемый азот	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Ca+Mg
			%			мг/100 г			мг-экв/100 г		
T ₁ (0–25)	4,4	49,6	2,89	0,04	0,02	9,84	2,86	14,5	95,43	8,73	104,16
T ₂ (25–48)	4,9	46,0	2,86	0,04	0,02	8,89	2,07	12,5	103,3	9,37	111,67
T ₃ (48–60)	6,0	33,5	2,92	0,04	0,03	9,10	3,31	11,5	105,8	10,68	116,48

При закладке полевого эксперимента торфяной субстрат характеризовался зольностью 5,3–8,6%, среднекислой обменной реакцией почвенного раствора, снижающейся с глубиной, причем его верхний горизонт оказался чрезвычайно обедненным подвижными формами фосфора и калия (табл. 2.1.3), 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.

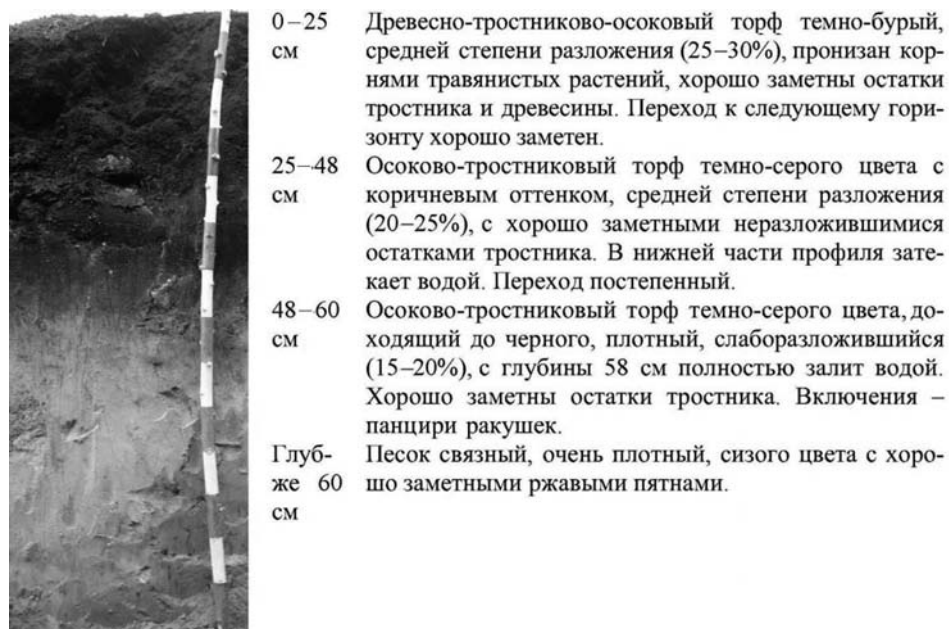


Рис. 2.1.4. Морфологическое описание почвенного разреза в районе проведения исследований

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	6
Глава 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	14
2.1. Характеристика почвенно-климатических условий	14
2.1.1. Особенности погодных условий в период исследований	15
2.1.2. Характеристика торфяного субстрата в полевых экспериментах в районе исследований	17
2.2. Объекты исследований	20
2.3. Методы исследований	23
Глава 3. ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ПЛОДОНОШЕНИЯ ВЕРЕСКОВЫХ В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОЙ КУЛЬТУРЫ	26
3.1. Фенология сезонного развития растений	26
3.2. Особенности развития вегетативной сферы растений рода <i>Vaccinium</i>	31
3.3. Продукционные и морфометрические параметры плодов таксонов рода <i>Vaccinium</i>	42
3.4. Особенности развития вегетативной сферы растений рода <i>Oxycoccus</i>	44
3.5. Продукционные и морфометрические параметры плодов таксонов рода <i>Oxycoccus</i>	52
Глава 4. ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ СЕМ. ERICACEAE	56
4.1. Физиологическая роль полезных веществ растительной природы	58
4.2. Генотипические особенности биохимического состава плодов таксонов рода <i>Vaccinium</i>	63
4.3. Влияние гидротермического режима сезона на биохимический состав плодов таксонов рода <i>Vaccinium</i>	73
4.4. Генотипические особенности биохимического состава плодов таксонов рода <i>Oxycoccus</i>	89
4.5. Влияние гидротермического режима сезона на биохимический состав плодов таксонов рода <i>Oxycoccus</i>	101
4.6. Ранжирование таксонов родов <i>Vaccinium</i> и <i>Oxycoccus</i> по уровню питательной и витаминной ценности плодов и устойчивости их биохимического состава к абиотическим факторам	117
Глава 5. ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ НА ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ, ПЛОДОНОШЕНИЯ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ТАКСОНОВ СЕМ. ERICACEAE	139
5.1. Параметры развития вегетативной сферы растений	140
5.2. Параметры плодоношения	144
5.3. Биохимический состав плодов	147

Глава 6. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОДКОРМОК НА ПАРАМЕТРЫ РАЗВИТИЯ, ПЛОДОНОШЕНИЯ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ТАКСОНОВ СЕМ. <i>ERICACEAE</i>	167
6.1. Параметры развития вегетативной сферы растений	168
6.2. Параметры плодоношения	175
6.3. Биохимический состав плодов	176
Глава 7. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ТОРФЯНОГО СУБСТРАТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАСТЕНИЙ СЕМ. <i>ERICACEAE</i>	199
7.1. Изменение водно-физических и физико-химических свойств торфяного субстрата ..	199
7.2. Влияние таксонов вересковых на функционирование почвенной микробиоты. . . .	211
Глава 8. КОМПЛЕКС ПРАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИИ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАСТЕНИЙ СЕМ. <i>ERICACEAE</i>	239
8.1. Осуществление мероприятий по закладке производственной плантации клюквы крупноплодной	239
8.2. Расчет экономической эффективности.	247
Заключение	249
Литература	268

Научное издание

Рупасова Жанна Александровна
Яковлев Александр Павлович

**ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ВЫБЫВШИХ
ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
СЕВЕРА БЕЛАРУСИ НА ОСНОВЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ
СЕМЕЙСТВА *ERICACEAE***

Редактор *А. А. Баранова*
Художественный редактор *Т. Д. Царева*
Технический редактор *М. В. Савицкая*
Компьютерная верстка *Н. И. Кашуба*

Подписано в печать 20.09.2011. Формат 70×100^{1/16}. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,9+0,33 вкл. Уч.-изд. л. 20,6. Тираж 150 экз. Заказ 210.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом
«Беларуская навука». ЛИ № 02330/0494405 от 27.03.2009.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.