



DOI 10.21178/2079-6080.2019.1.25
УДК 630.232.325.24:630.182.48

Методы подавления маршанции изменчивой (*Marchantia polymorpha* L.) и других мхов при выращивании сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой

© А.Б. Егоров, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова, А.Н. Партолина,
А.М. Постников

Methods of suppression of liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) and other mosses at cultivation of pine and spruce ball-rooted seedlings

A.B. Egorov, A.A. Bubnov, L.N. Pavluchenkova, A.N. Partolina, A.M. Postnikov (Saint Petersburg Forestry Research Institute)

The spread of bryophytes (liverwort and green mosses) on the media surface of the nutritious substratum filling the containers, is a serious obstacle when growing ball-rooted coniferous seedlings. This problem for a long time have collided in the countries of Northern America and Europe. Countries in North America and Europe have collided with this problem for a long time. Russia has started to experience it only in recent years due to an increased output of such seedlings grown in greenhouses.

The technology of cultivation of the ball-rooted planting stock in the forest seed-growing centres, providing regular plentiful waterings and top dressing, promotes growth of bryophytes (including liverwort) already since a greenhouse. After moving of containers with seedlings on hardening grounds the growth and development of undesirable vegetation proceeds.

In the present work on the basis of the analysis of the literary data the factors determining negative influence of bryophytes (including liverwort) on growth and development of pine and spruce seedlings are analyzed. Efficiency of various measures of prevention of occurrence and suppression of liverwort also is estimated. It is established, that effective methods of reduction of influence of

mosses on growth of coniferous seedlings are preventive (sanitary), agrotechnical and direct control. Control measures should include not only manual weedings, but also and application of physiologically active chemical substances (pesticides, other organic and inorganic compounds). The majority of authors of the considered works converge in opinion, that only the integrated method of struggle against mosses, i.e. the complex of the listed measures essentially can lower damage from negative influence of mosses (and especially – liverwort) on growth of pine and spruce ball-rooted seedlings.

Key words: bryophytes, pine, spruce, ball-rooted seedlings, chemical compounds, quinochloramine, essential oils

Методы подавления маршанции изменчивой (*Marchantia polymorpha* L.) и других мхов при выращивании семян сосны и ели с закрытой корневой системой

А.Б. Егоров, А.А. Бубнов, Л.Н. Павлюченкова, А.Н. Партолина, А.М. Постников

Развитие мохообразных растений (маршанции изменчивой и зеленых мхов) на поверхности питательного субстрата, заполняющего кассеты, является серьезным препятствием при выращивании семян хвойных пород с закрытой корневой системой. С этой проблемой давно столкнулись в странах Северной Америки и Европы. В России она возникла в последние годы в связи с расширением объемов выращивания такого посадочного материала в лесных селекционно-семеноводческих центрах и тепличных комплексах.

Технология выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в лесных селекционно-семеноводческих центрах, предусматривающая регулярные обильные поливы и внекорневые подкормки, способствует разрастанию мохообразных растений (в том числе – маршанции), которое начинается в теплице и продолжается на площадке закаливания после перемещения туда кассет с сеянцами.

В настоящей работе на основании анализа литературных данных рассматриваются факторы, определяющие негативное влияние мохообразных растений (в том числе – маршанции изменчивой) на рост и развитие семян сосны и ели. Также оценивается эффективность различных мер по предотвращению появления и подавлению маршанции. Установлено, что эффективными методами снижения влияния мхов на рост семян хвойных пород являются профилактические (санитарные), агротехнические и истребительные. Истребительные меры должны включать в себя не только ручные прополки, но и применение физиологически активных химических веществ (пестицидов, других органических и неорганических соединений). Большинство авторов рассмотренных работ сходятся во мнении, что только интегрированный метод борьбы со мхами, то есть комплекс перечисленных мер может существенно снизить ущерб от негативного влияния мхов (и особенно – маршанции изменчивой) на рост семян сосны и ели с закрытой корневой системой.

Ключевые слова: мхи, сосна, ель, семена с закрытой корневой системой, химические соединения, квинокламин, эфирные масла

Егоров Александр Борисович – начальник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, д-р с.-х. наук

E-mail: herb.egorov@yandex.ru

Бубнов Александр Анисимович – ведущий научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail: a.bubnov@list.ru

Павлюченкова Лидия Николаевна – старший научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

Партолина Анна Николаевна – научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail: partolina.anna.spb@gmail.com

Постников Антон Михайлович – научный сотрудник НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом, канд. с.-х. наук

E-mail: cucule88@gmail.com

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Телефон: (812) 552–80–16

E-mail: mail@spb-niilh.ru

Анализ существующей практики выращивания сеянцев сосны и ели с закрытой корневой системой (ЗКС) в лесных селекционно-семеноводческих центрах и тепличных комплексах ряда регионов России (Ленинградская, Псковская области, Республика Коми, Республика Татарстан и др.) показал, что распространение мхов (в основном – маршанции изменчивой) в кассетах составляет серьезную проблему. В результате возникающей конкуренции ухудшаются показатели роста и состояния сеянцев, повышается их отпад, непроизводительно расходуются удобрения, повышается себестоимость выращивания посадочного материала. До последнего времени в России не были разработаны методы подавления мхов не только в лесном, но и в сельском хозяйстве, озеленении и декоративном цветоводстве.

Факторы, определяющие отрицательное воздействие мхов на рост и развитие сеянцев хвойных пород, связаны с особенностями технологии их выращивания.

Технология выращивания сеянцев с закрытой корневой системой, применяемой в настоящее время в Российской Федерации, подробно изложена в работах А.В. Жигунова и И.А. Марковой [2, 3, 17]. Субстратом для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой является верховой торф. При подготовке субстрата для выращивания сеянцев кислотность его предварительно нормализуют, так как рост растений лимитируется уровнем pH. Вследствие того, что верховой торф содержит мало фосфора и калия, а азот находится в недоступной форме органических соединений и содержит недостаточное количество микроэлементов (железа, меди, молибдена, марганца, цинка и бора), при использовании в качестве субстрата для выращивания сеянцев его питательный баланс оптимизируют как макро-, так и микроэлементами путем добавления соответствующих удобрений.

Для обеспечения хорошего роста и развития сеянцев в кассетах в течение вегетацион-

ного сезона проводят подкормки комплексными минеральными удобрениями. В практике выращивания посадочного материала с ЗКС наиболее часто применяется внесение фосфорно-калийных удобрений и извести в качестве стартового или основного, а азотных – в виде подкормок [2, 3, 17].

Из-за повышенной температуры и влажности в теплицах складываются благоприятные условия для развития и роста теплолюбивых микроорганизмов, формируется определенный состав патогенов и конкурирующей растительности. Основными видами нежелательных растений в тепличных комплексах являются маршанция изменчивая или полиморфная (*Marchantia polymorpha* L.) и в меньшей степени – зеленые мхи (*Bryidae*).

Маршанция относится к печеночным мхам с лентовидно стелющимся слоевищем (талломом). Попадая в достаточно кислый и влажный тепличный грунт, она быстро образует плотное покрытие на поверхности субстрата. Вредоносность маршанции в основном определяется тем, что, разрастаясь, она препятствует проникновению воды и удобрений к корням культивируемых растений, перехватывая таким образом предназначенные для них влагу и питательные элементы, и использует их для увеличения своей биомассы. Кроме того, слоевище маршанции часто является убежищем для различных вредителей и патогенов [7, 15, 22, 26, 30, 35, 51,].

Образующиеся в скором времени органы полового и вегетативного размножения способствуют быстрому распространению маршанции. Каждый «женский» экземпляр маршанции продуцирует около 7 млн жизнеспособных спор, а на поверхности кассеты таких растений может насчитываться несколько десятков. Споры сохраняют жизнеспособность до одного года после вылета из материнского растения. При вегетативном размножении выводковые почки (геммы) во время полива или дождя могут разлетаться на расстояние до 1,6 м [9, 14, 41]. Основными источниками инокулюма являются сами кас-

сети и растительные остатки. Кроме того, споры могут попадать на поверхность субстрата с поливной водой и воздушным путем [30, 41].

В последние годы маршанция активно осваивает возделываемые земли на европейской части территории РФ и в Сибири. Несколько ранее проблема борьбы с маршанцией полиморфной возникла в США и ряде стран Европы.

Все виды выращиваемых в контейнерах семян подвержены отрицательному воздействию мхов, но особенно страдают от них медленно растущие породы, такие как ель и пихта. Наибольшую проблему представляют собой открытые площадки, где практически невозможно полностью удалить разросшиеся мхи ручными прополками [29].

Экономический ущерб, обусловленный отрицательным влиянием мхов на качество выращиваемых растений, зависит от многих факторов – от вида посадочного материала (в том числе от его возраста), применяемых мер подавления мхов, степени их влияния на рост культур, товарного вида семян и т. д.

Экономические показатели потерь в результате влияния мохообразных растений на рост семян сосны и ели с закрытой корневой системой в лесном хозяйстве России в литературе отсутствуют. Можно предполагать, что эти потери составляют значительную долю в общей себестоимости выращивания семян, учитывая высокую трудоемкость (а зачастую и невозможность) ручного удаления маршанции с поверхности кассет без повреждения семян.

Условно методы предотвращения появления и подавления мхов в тепличных комплексах можно разделить на три основные группы:

– профилактические (санитарные) мероприятия, включающие обеззараживание субстрата, поливной воды, контейнеров, теплиц и прилегающей территории;

– агротехнические мероприятия, заключающиеся в оптимизации режима полива и применения удобрений;

– истребительные мероприятия, предусматривающие, помимо ручных прополок, применение различных физиологически активных химических веществ (в том числе – гербицидов), предотвращающих появление или подавляющих рост нежелательных мохообразных растений.

Поскольку затруднительно разделить санитарные (профилактические) и агротехнические мероприятия, так как и те и другие, в конечном счете, направлены на предотвращение появления и развития мхов, целесообразно рассматривать эти мероприятия в комплексе.

Профилактические (санитарные) и агротехнические меры

Важную роль в профилактике размножения мохообразных растений (в том числе маршанции) играют предупредительные агротехнические и санитарные меры.

Работы, посвященные так называемым «физическим» методам борьбы с маршанцией, крайне немногочисленны. Так, в США, в лабораторных опытах было установлено, что повышенное ультрафиолетовое облучение подавляет рост слоевища и ризоидов («корней») маршанции [50].

Канадские исследователи сообщают также об эффективном ингибирующем воздействии на рост и плодоношение маршанции озонированной воды, применяемой через поливную систему. Озонирование, по мнению авторов, должно стать одним из компонентов интегрированной системы борьбы с маршанцией и другими мхами [15, 19]. Другие исследователи считают, что, несмотря на возможное подавление роста маршанции водным раствором озона, слишком велик риск повреждения культурных растений [41]. Также рассматривается эффективность применения озонированной поливной воды против различных патогенов [18]. Предлагается дезинфекция посадочного материала и субстрата при помощи препарата ЗероТол, вносимого во время полива и содержащего в качестве

действующего вещества перекись водорода с незначительной примесью гидроперекиси ацетила [4].

Для обеззараживания поливной воды (в том числе для предотвращения попадания спор маршанции) предлагаются такие меры, как ее фильтрация, пастеризация (нагревание до 80–85 °С), ультрафиолетовое облучение, обогащение перекисью водорода, хлором и солями меди [31].

Изучались также некоторые другие способы подавления маршанции:

- обработка почвы насыщенной кислородом водой;
- прогревание почвы в течение 48 часов при температуре 105 °С;
- выдерживание почвы в пластиковых черных и прозрачных мешках на солнце в течение 30 дней.

Превентивными мерами предотвращения распространения маршанции в кассетах является отбраковка заражённого посадочного материала, обеззараживание кассет и площадок, на которых выращивается посадочный материал, и окружающей территории. Также эффективными предупредительными мерами являются:

- замена обычного поверхностного полива системой капельного (точечного) орошения;
- подсушивание растений и поверхности почвы в период между поливами;
- применение эффективного дренажа для снижения влажности поверхности почвы и воздуха;
- увеличение циркуляции воздуха за счёт более редкого размещения контейнеров и использования открывающихся боковых стенок теплиц;
- снижение доступности для маршанции вносимого азота путём заделки его в почву при одновременном уменьшении концентрации удобрений при внекорневых подкормках;
- использование быстро высыхающей мульчи на поверхности контейнеров [9, 22, 30, 32, 46].

Большинство авторов отмечают важность санитарной обработки помещений и поддонов, используемых при выращивании культурных растений. Регулярная дезинфекция теплиц может способствовать гибели спор маршанции и других мхов. Поскольку вода является критическим параметром для развития маршанции, изменение системы полива существенно влияет на ее развитие. Грубая мульча на поверхности контейнеров способна резко снизить возможность разрастания этих сорняков. Высокий уровень азота (100–200 мг/л) также провоцирует активный рост маршанции и других мхов. Поэтому снижение норм внесения азота или использование препаративных форм удобрений с постепенным выделением азота также препятствует росту сорняков. Вместе с тем такие микроэлементы как цинк, железо и медь могут снижать заселённость мхами, но их высокая концентрация может представлять опасность для культур [32, 46].

Поскольку маршанция и другие мхи распространяются преимущественно спорами, необходимо стремиться уничтожить их в период между циклами выращивания культурных растений. Предпосевная обработка должна включать в себя использование вымывания под давлением растительных остатков из кассет с последующим использованием химических моющих и дезинфицирующих средств – любые химические средства всегда более эффективны после предварительной мойки. Веществами для проведения дезинфекции могут быть перекись водорода, двуокись хлора и хлорный отбеливатель [22]. При выращивании семян древесных пород в кассетах Styrobloc или Plantek велика вероятность передачи спор маршанции и других мхов от одной ротации к другой. Самым эффективным способом обеззараживания кассет, особенно старых, откуда физически трудно удалить остатки растений, является очистка их горячим паром. Установки для такой обработки довольно дороги, но предложен альтернативный метод: использование камер

с горячей водой (77–82 °С) путем погружения в них кассет на 1 минуту, что исключает их температурную деформацию [1, 51]. Дополнительной мерой обеззараживания является удаление маршанции и других мхов с окружающей теплицы территории. Внесение пищевой соды (в сухом или растворённом виде) в качестве контактного гербицида на непродуцирующих участках (сплошное покрытие поверхности необязательно) является очень эффективной мерой [26, 51].

Очень важно не допустить проникновения маршанции на подготовленный торф и в теплицы. Укрытие каким-либо материалом субстрата для набивки ячеек, позволяет снизить риск попадания спор в процессе подготовки кассет к посеву. Следует тщательно обрабатывать дезинфицирующими растворами все поверхности помещений, используемых при выращивании семян. Старые контейнеры должны быть тщательно стерилизованы [9, 32, 51].

Как и большинство растений, маршанция и другие мхи нуждаются в питательных элементах, особенно в азоте и фосфоре. Часто применяются избыточные количества удобрений для того, чтобы стимулировать линейный рост семян. Анализ питательного баланса семян может помочь определить его оптимальный уровень, обеспечивающий достаточное количество необходимых для растений веществ и в то же время не способствующий интенсивному развитию мхов.

После того, как маршанция и другие мхи образуют «корни» (ризоиды), они становятся основными потребителями питательных веществ с поверхности почвы, особенно при внесении удобрений с поливной водой. Выходом из этой ситуации может быть применение инкапсулированных удобрений с постепенным выделением питательных веществ в течение цикла выращивания семян. Исследования показали, что сульфаты железа и меди, применяемые в форме препарата с контролируемым выделением действующего вещества, могут существенно подавлять рост маршан-

ции без риска повреждения семян [26, 51].

Большое значение в предотвращении разрастания мхов на поверхности питательного субстрата имеет наличие мульчирующего слоя, препятствующего прорастанию спор и дальнейшему росту мхов. Важен выбор мульчирующего материала — например, выровненный просеянный песок с частицами одинакового размера прекрасно пропускает воду и таким образом препятствует развитию маршанции и мхов на поверхности контейнеров [26, 51].

В качестве мульчирующего материала, предотвращающего развитие маршанции, применяются отходы масличных культур, используемых при получении растительных масел для пищевой и парфюмерной промышленности [47]. Так, в Великобритании изучали подавление роста маршанции при помощи шрота семян и смеси его с древесной корой в разных пропорциях. Его воздействие на маршанцию объясняется сочетанием физических свойств шрота и гербицидного действия глюкозинолата, содержащегося в семенах некоторых растений [14]. Например, мульчирование горчичным шротом снижало засорённость маршанцией на 83–97% [6].

В США была установлена высокая эффективность ингибирования маршанции при использовании пропаренной шелухи риса. При слое мульчи 1,3–2,5 см развитие маршанции подавлялось на 100% на протяжении 8 недель. Стоимость применения такого мульчирующего материала очень низка. Также были получены хорошие результаты при применении шрота какао и горчицы [49].

Высокую эффективность в предотвращении роста сорняков (в том числе мхов) продемонстрировали такие меры, как покрытие поверхности субстрата тканевыми дисками, пропитанными медьсодержащими веществами [5], или измельчённой корой сосны, обработанной гербицидами [33].

Поскольку маршанция и другие мхи наиболее комфортно чувствуют себя во влажной среде, особое внимание необходимо уделять

поливу. Насколько возможно, следует максимально снизить нормы полива и проводить его в вечерние часы или в пасмурную погоду. Также можно использовать вентиляторы для обдува контейнеров с целью снижения влажности воздуха в приземном слое. В любом случае, маршанция и другие мхи нуждаются в воде больше, чем выращиваемые культурные растения [51].

По возможности необходимо также обеспечить подсушивание верхнего слоя субстрата между поливами или использовать грубую мульчу, которая может быстро терять влагу. Система субиригации (полив через нижние слои питательного субстрата) может осуществлять полив растений без смачивания поверхности почвы [32]. Одной из действенных мер по снижению засорённости маршанцией является уменьшение количества и нормы поливов в теплицах [24], что способствует повышению их эффективности, подавлению роста мхов и предотвращению вымывания азота [25].

Простым и эффективным способом контроля влажности субстрата является взвешивание контейнеров [13, 30]. В работе А.В. Жигунова приводятся конкретные количественные показатели, позволяющие по весу кассет с сеянцами определить время проведения очередного полива [17].

Сочетание профилактических (санитарных), агротехнических и химических мер подавления мхов при выращивании сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой представляет собой так называемый интегрированный метод, применение которого позволяет с минимальными затратами обеспечить максимальный эффект.

Истребительные меры

При невозможности предотвратить разрастание маршанции и других видов мхов как в теплицах, так и на площадках закаливания, актуальным становится применение истребительных мер. Ручные прополки позволяют лишь частично решить проблему разрастания

поверхности субстрата мхами и только при незначительном их распространении. Существенным недостатком этого приема является удаление из ячеек вместе со мхами также части субстрата и мульчирующего материала, что вызывает необходимость последующего их пополнения [41]. Кроме того, ручные прополки требуют больших трудовых и денежных затрат.

Зарубежные публикации свидетельствуют о том, что подавить развитие мхов при выращивании различных культур с закрытой корневой системой можно с помощью ряда физиологически активных химических веществ (в том числе гербицидов и их смесей, а также эфирных масел и других веществ).

За последние десятилетия предпринимались многочисленные попытки найти эффективные средства для борьбы с мохообразными растениями и в первую очередь – с маршанцией. Были испытаны десятки химических веществ, обладающих совершенно разным механизмом действия на растения и относящихся к различным классам химических соединений. Всё многообразие этих веществ можно разделить на следующие группы:

- пестициды (гербициды, фунгициды и протравители);
- органические и неорганические соединения (кислоты, соли, альдегиды и т. д.);
- эфирные масла и препараты на их основе.

Данные о способах борьбы с маршанцией и другими мохообразными растениями при помощи химических веществ в российских источниках информации отсутствуют. Наиболее широко представлены в литературе материалы о применении в борьбе с маршанцией пестицидов, причем большинство работ опубликовано в США.

Сведения об эффективности действия пестицидов на мхи и селективности их в отношении хвойных пород приводятся только в двух публикациях. Американскими исследователями было установлено, что применение фунгицида Каптан 50W в сочетании с рядом

смачивателей позволяло эффективно подавлять мхи в посевах псевдотсуги (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), тсуги западной (*Tsuga heterophylla* Raf.) и пихты глаука (*Abies procera* Glauc.) без повреждения семян [20]. Корейские учёные изучали действие нескольких гербицидов и фунгицидов на маршанцию в посевах сосны густоцветковой (*Pinus densiflora* Siebold & Zucc.) и установили, что наиболее эффективным был препарат на основе квинокламина. Маршанция уничтожалась им практически полностью, а сосна не повреждалась [28].

Для подавления мхов на различных культурных растениях применялось множество препаратов на основе квинокламина, флумиоксазина [8, 11, 23, 34, 37, 39, 40, 41, 43, 44], пендиметалина, продиамина, оксадиазона, оксифлуорфена [9, 16, 30, 43, 51].

Из всего многообразия испытанных химических веществ, способных ингибировать рост маршанции и других видов мхов, в первую очередь следует отметить препараты на основе квинокламина и флумиоксазина. В большинстве работ сообщается об очень эффективном и длительном подавлении мхов как при дождевом, так и при послевсходовом внесении этих препаратов.

Помимо пестицидов, для борьбы со мхами высокую эффективность продемонстрировали также другие органические и неорганические соединения.

Из неорганических веществ применялись соединения железа [21, 27, 43], меди [16, 21], цинка [46, 49], перекись водорода [16], кальцинированная и пищевая сода [12, 36, 43, 44].

Органические соединения представлены в литературе эфирными маслами и их смесями [10, 11, 16, 22, 23, 26, 43, 45], препаратами на основе уксуса [7, 16, 23, 26, 38, 49].

Необходимо отметить, что любые истребительные меры – будь то ручные прополки или внесение физиологически активных химических веществ – наиболее эффективны

на начальных стадиях роста и развития маршанции и других мхов. Кроме того, по возможности, при внесении гербицидов или солей металлов (железа, меди, цинка) предпочтение следует отдавать гранулированным препаративным формам, обеспечивающим постепенное выделение действующего вещества.

Заключение

Технология выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в лесных селекционно-семеноводческих центрах, предусматривающая регулярные обильные поливы и внекорневые подкормки, способствует разрастанию мохообразных растений (в том числе – маршанции изменчивой), уже начиная с теплицы. После перемещения кассет с сеянцами на площадки закаливания рост и развитие нежелательной растительности продолжается.

Как показал анализ литературы по проблеме подавления маршанции и других мохообразных растений при выращивании семян древесных пород в тепличных комплексах, для предотвращения развития мхов или их полного удаления необходимо использование интегрированного метода, включающего в себя регулирование режимов полива и удобрения, применение физических и химических способов контроля сорняков.

Профилактические и агротехнические меры по предотвращению заселения субстрата, на котором выращиваются сеянцы, мхами могут дать определенный результат, но полностью не всегда решают эту проблему.

По этой причине необходимым элементом процесса выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой в лесных селекционно-семеноводческих центрах является применение химических веществ различных химических групп и механизма действия, которое показало высокую эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булах, С. За финским опытом / С. Булах, С. Скибицкая // Лесное и охотничье хозяйство. – 2015. – № 6 (143). – С. 21–28.
2. Жигунов, А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой / А.В. Жигунов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. – 294 с.
3. Маркова, И.А. Лесокультурное дело на северо-западе России. В 2 ч. Ч. 1 / И.А. Маркова. – СПб.: СПбГЛТУ, 2013. – 112 с.
4. Altland, J. Preventative Liverwort Control with Zerotel Injected into Irrigation Water / J. Altland // SNA Research Conference. – 2006. – Vol. 51. – P. 424–426.
5. Appleton, B.L. Weed Suppression for Container-grown Willow Oak using Copper-treated Fabric Disks / B.L. Appleton, S.C. French // HortTechnology. – 2000. – Vol. 10, Issue 1. – P. 28–34.
6. Boydston, R.A. Mustard (*Sinapis alba*) Seed meal Suppresses Weed in Container-grown Ornamentals / R.A. Boydston // HortScience. – 2008. – Vol. 43, Issue 3. – P. 800–803.
7. Brennan, K. Experiments in liverwort management for nursery crops / K. Brennan // Combined proceedings of International Plant Propagator's Society. – 2008. – Vol. 58. – P. 347.
8. Case, L. Control of Liverwort (*Marchantia polymorpha*) in Herbaceous Perennials / L. Case, H. Mathers // SNA Research Conference. – 2007. – Vol. 52. – P. 166–169.
9. Chase, A.R. Batting liverwort and mosses / A.R. Chase // American Flower Endowment. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.greenhousemag.com/article/gm1214-liverwort-mosses-diseases-management/, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 11.02.2017.
10. Cook, T. Controlling moss in putting greens / T. Cook, B. McDonald, K. Merrifield // Science for the Golf Course. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.puttgarten.com/info/moss/09controlling.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 15.03.2016.
11. Czarnota, M. Liverwort Control in Containerized Ornamentals / M. Czarnota // Center for Applied Nursery Research. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.canr.org/pastprojects/2007002.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 15.03.2016.
12. Derr, J. Potential Options for Selective Control of Liverwort (*Marchantia polymorpha*) in Nursery Crops / J. Derr, A. Rana // Proceedings of the First Annual Meeting of the Northeastern Plant, Pest, and Soil Conference. – 2016. – Vol. 1. – P. 107.
13. Dumroese, R.K. Using container weight to determine irrigation needs: a simple method / R.K. Dumroese, M.E. Montville, J.R. Pinto // Native Plant Journal. – 2015. – Vol. 16, Issue 1. – P. 67–71.
14. England, J. Liverwort gemmae dispersal: the effect of irrigation and its influence on gemma production / J. England, M. Jeger // Proceedings of the Sixteen Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society. – 2006. – Vol. 60. – P. 24.
15. Evans, R. Science to the Grower: Are liverwort lost in the ozone? / R. Evans // University of California. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.ucsfanews.ucsf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 15.03.2016.
16. Fausey, J.C. Controlling liverwort and moss now and in the future / J.C. Fausey // HortTechnology. – 2003. – Vol. 13, № 1. – P. 35–38.
17. Fundamentals of container tree seedling production / ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»; METLA. – СПб.: СПбНИИЛХ; Йоэнсуу: METLA, 2011. – 28 р.
18. Graham, T. Phytotoxicity of Aqueous Ozone on Five Container-grown Nursery Species / T. Graham // HortScience. – 2009. – Vol. 44, Issue 3. – P. 774–780.

19. Graham, T. Liverwort Control: An Ancillary Role for Ozone-based irrigation Water Treatment Systems? / T. Graham, M.A. Dixon // HortScience. – 2012. – Vol. 47, Issue 3. – P. 361–367.
20. Haglund, W.A. Moss Control in Container-Grown Conifer seedlings / W.A. Haglund, K.W. Russel, R.C. Holland. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.rnrg.net Moss Control in Container-Grown Conifer seedlings-Reforestation, Nurseries and Genetics Resources, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 02.04.2017.
21. Hammet, K.R.W. Control of liverwort growth on the surface of soil in plant containers / K.R.W. Hammet // New Zealand Journal of Experimental Agriculture. – 1976. – Vol. 4, № 1. – P. 117–119.
22. Hester, K. Liverwort Management Program for Ornamental Horticulture / K. Hester, C. Palmer, E. Beste, M. Czarnota, J. DeFrancesco, J. Derr, R. Frank, T. Freiburger, C. Gilliam, H. Mathers, E. Peachey, M. Reding, A. Senesae, C. Wilen // Outlooks on Pest Management. – 2012. – Vol. 27, № 1. – P. 32–33.
23. Hester, K. IR-4 Ornamental Horticulture Program Liverwort Efficacy Study / K. Hester, E. Veal, C.L. Palmer // The State University of New Jersey. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://ir4.rutgers.edu/Ornamental/ornamental/SummaryReports>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 01.03.2016.
24. Joeright, D. Liverwort Control in Propagation Systems: What We've Learned / D. Joeright // Proceedings of the International Propagator's Society. – 2013. – Vol. 62. – P. 271.
25. Karam, N.S. Overhead sprinkler irrigation strategies to reduce water and nitrogen loss from container-grown plants / N.S. Karam // VirginiaTech (1993). – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10910/40069>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 16.01.2018.
26. Khadduri, N. Using essential oils to control moss and liverwort in containers / N. Khadduri // National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, RMRS-P-65. – 2010. – P. 133–138.
27. Khadduri, N. Benefits of Small-Prill Controlled-Release Fertilizer in Container Production / N. Khadduri // Proceedings of USDA Forest Service, RMRS-P-72. – 2014. – P. 54–56.
28. Kim, J.J. Chemical Control of Mosses in Container Nursery / J.J. Kim // Research in Plant Disease. – 2010. – Vol. 16, № 3. – P. 331–335.
29. Landis T.D. Controlling moss in nurseries. Forest Nursery Notes. Available online at: <https://rngr.net/publications/fnn/2006-summer/articles/controlling-moss-in-nurseries/?searchterm=Controlling%20Moss>.
30. Landis, T.V. A quick and easy way to measure container weight for irrigation scheduling / N.V. Landis, R.K. Dumrose, J.R. Pinto // Forest Nursery Notes. – 2013. – Vol. 35, Issue 1–2. – P. 12–13.
31. Landis, T.V. Controlling Pests that are Spread in Irrigation Water / T.V. Landis // Forest Nursery Notes. – 2013. – Vol. 33, Issue 2. – P. 14–23.
32. Marble, S.C. Weed Control inside Greenhouses and Enclosed Structures / S.C. Marble, J.M. Pickens // University of Florida. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.ohp.com/, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 10.02.2017.
33. Mathers, H.M. Novel Method of Weed Control in Containers / H.M. Mathers // HortTechnology. – 2003. – Vol. 13, Issue 3. – P. 28–34.
34. Mathers, H. Container Weed Control / H. Mathers // Michigan, GLTE. – Электрон. дан. – January 2008. – Режим доступа: [Mathers_Hannah.pdf](#), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 10.02.2016.
35. Mathers, H.M. Liverwort Herbicide Trial Evaluations in MI Nurseries / H.M. Mathers // Proceedings of the Sixty-seventh Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society. – 2013. – Vol. 67. – P. 119.
36. Mathers, H.M. Phytotoxicity and efficacy of several products to control liverwort in tree propagation environments in Michigan / H.M. Mathers, L. Case, L. Sage. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www>.

- mathersinvironmental.com Search_Summary_2011.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 11.03.2018.
37. Mervosh, T.L. Liverwort Control in Containers of Woody Ornamentals / T.L. Mervosh // Proceedings of the Fifty-seven Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society. – 2003. – Vol. 57. – P. 37.
 38. Navas, R. Physical and chemical methods for the control of *Marchantia polymorpha* / R. Navas, M.R.R. Pereira, G.S.F. de Souza, D. Martins // Scientifica. – 2014. – Vol. 42, № 2. – P. 198–202.
 39. Newby, A. Liverwort Control in Propagation: Challenges and Opportunities / A. Newby // Combined proceedings-International Plant Propagator's Society. – University of Washington-International Plant Propagation Soc. – 2003. – Vol. 53. – P. 384–386.
 40. Newby, A. Postemergence Control of Liverwort in Container Production / A. Newby, J.A. Altland, C.H. Gilliam, D. Fare, G. Wehtje // SNA Research Conference. – 2004. – Vol. 49. – P. 396–400.
 41. Newby, A. Pre-emergence Liverwort Control in Nursery Containers / A. Newby, J.E. Altland, C.H. Gilliam, G. Wehtje // HortTechnology. – 2007. – Vol. 17, № 4. – P. 496–500.
 42. Richardson, R.J. Liverwort Control in Containerized Hosta with Selected Herbicide Treatments / R.J. Richardson, B.H. Zandstra, T.A. Dudek // Proceedings of the Fifty-ninth Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society. – 2005. – Vol. 59. – P. 41.
 43. Senesac, A. Postemerge Management of Liverwort with Dormant and Non-dormant Application of Nonselective Herbicides / A. Senesac // Proceedings of the Sixty-seventh Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society. – 2013. – Vol. 67. – P. 118.
 44. Stamps, R.H. Eradication of Common Liverwort from a Soilless Growing Medium / R.H. Stamps, A.L. Chandler // HortScience. – 2004. – Vol. 39, Issue 4. – P. 882.
 45. Svenson, S.E. Suppression of Liverwort Growth in Containers by Cinnamic Aldehyde / S.E. Svenson // HortScience. – 1997. – Vol. 32, Issue 3. – P. 430.
 46. Svenson, S.E. Suppression of Liverwort Growth in Containers Using Irrigation, Mulches, Fertilizers and Herbicides / S.E. Svenson // HortScience. – 1998. – Vol. 33, Issue 3. – P. 485.
 47. Svenson, S.E. Using AlbaGro For *Marchantia* Control / S.E. Svenson, W. Duel // SNA Research Conference. – 2001. – Vol. 46. – P. 443–444.
 48. Svenson, S.E. Composts and Shading Influence *Marchantia* Infestations in Container Grown Nursery Crops / S.E. Svenson, J. Paxton, K. Sanford // SNA Research Conference. – 2001. – Vol. 46. – P. 445–447.
 49. Tjosvold, S. Post- and Pre-emergent Liverwort Control Trials / S. Tjosvold, R. Smith // University of California Cooperative Extension. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.cwss.org>, Liverwort Control Trials, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 11.01.2018.
 50. True, N. Effects of Ultraviolet Radiation on Asexual Propagules of *Marchantia polymorpha* / N. True, R. Aannenson, L. Fuselier // Botanical Society of America. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.2006.botany-conference.org/, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 15.02.2017.
 51. Wilen, C.A. Controlling and Management of Mosses and Liverwort in Nurseries / C.A. Wilen // California Weed Science Society. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.cwss.org/uploaded/media_pdf/2258-63_2005.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. – Дата обращения: 14.02.2017.

REFERENCES

1. Bulah S., Skibickaya S. Za finskim opytom. *Lesnoe i ohotnich'e hozyajstvo*, 2015, no. 6 (143), pp. 21–28. (In Russian)
2. Zhigunov A.V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoj kornevoj sistemoj*, Saint Petersburg, SPbNIILH, 2000, 294 p. (In Russian)

3. Markova I.A. Lesokul'turnoe delo na severo-zapade Rossii. Part 1, Saint Petersburg, SPbGLTU, 2013, 112 p. (In Russian)
4. Altland J. Preventative Liverwort Control with Zeritol Injected into Irrigation Water. *SNA Research Conference*, 2006, vol. 51, pp. 424–426.
5. Appleton B.L., French S.C. Weed Suppression for Container-grown Willow Oak using Copper-treated Fabric Disks. *HortTechnology*, 2000, vol. 10, issue 1, pp. 28–34.
6. Boydston R.A. Mustard (*Sinapis alba*) Seed meal Suppresses Weed in Container-grown Ornamentals. *HortScience*, 2008, vol. 43, issue 3, pp. 800–803.
7. Brennan K. Experiments in liverwort management for nursery crops. *Combined proceedings of International Plant Propagator's Society*, 2008, vol. 58, p. 347.
8. Case L., Mathers H. Control of Liverwort (*Marchantia polymorpha*) in Herbaceous Perennials. *SNA Research Conference*, 2007, vol. 52, pp. 166–169.
9. Chase A.R. Batting liverwort and mosses. Available at: www.greenhousemag.com/article/gm1214-liverwort-mosses-diseases-management/
10. Cook T., McDonald B., Merrifield K. Controlling moss in putting greens. Available at: www.puttgarten.com/info/moss/09controlling.pdf.
11. Czarnota M. Liverwort Control in Containerized Ornamentals. Available at: www.canr.org/pastprojects/2007002.pdf.
12. Derr J., Rana A. Potential Options for Selective Control of Liverwort (*Marchantia polymorpha*) in Nursery Crops. *Proceedings of the First Annual Meeting of the Northeastern Plant, Pest, and Soil Conference*, 2016, vol. 1, p. 107.
13. Dumroese R.K., Montville M.E., Jeger M. Using container weight to determine irrigation needs: a simple method. *Native Plant Journal*, 2015, vol. 16, issue 1, pp. 67–71.
14. England J., Jeger M. Liverwort gemmae dispersal: the effect of irrigation and its influence on gemmae production. *Proceedings of the Sixteen Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society*, 2006, vol. 60, p. 24.
15. Evans, R. Science to the Grower: Are liverwort lost in the ozone? Available at: www.ucnfanews.ucanr
16. Fausey J.C. Controlling liverwort and moss now and in the future. *HortTechnology*, 2003, vol. 13, no. 1, pp. 35–38.
17. Fundamentals of container tree seedling production. METLA, 2011, 28 p.
18. Graham T. Phytotoxicity of Aqueous Ozone on Five Container-grown Nursery Species. *HortScience*, 2009, vol. 44, issue 3, pp. 774–780.
19. Graham T., Dixon M.A. Liverwort Control: An Ancillary Role for Ozone-based irrigation Water Treatment Systems? *HortScience*, 2012, vol. 47, issue 3, pp. 361–367.
20. Haglund W.A., Russel K.W., Holland R.C. Moss Control in Container-Grown Conifer seedlings. Available at: [www.rnrg.net Moss Control in Container-Grown Conifer seedlings-Reforestation, Nurseries and Genetics Resources](http://www.rnrg.net/Moss%20Control%20in%20Container-Grown%20Conifer%20seedlings-Reforestation,%20Nurseries%20and%20Genetics%20Resources).
21. Hammet K.R.W. Control of liverwort growth on the surface of soil in plant containers. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 1976, vol. 4, no. 1, pp. 117–119.
22. Hester K., Palmer C., Beste E., Czarnota M., DeFrancesco J., Derr J., Frank R., Freiberger T., Gilliam C., Mathers H., Peachey E., Reding M., Senesac A., Wilen C. Liverwort Management Program for Ornamental Horticulture. *Outlooks on Pest Management*, 2012, vol. 27, no. 1, pp. 32–33.
23. Hester K., Veal E., Palmer C.L. IR-4 Ornamental Horticulture Program Liverwort Efficacy Study. The State University of New Jersey. Available at: <http://ir4.rutgers.edu/Ornamental/ornamental/SummaryReports>.

24. Joeright D. Liverwort Control in Propagation Systems: What We've Learned. *Proceedings of the International Propagator's Society*, 2013, vol. 62, p. 271.
25. Karam N.S. Overhead sprinkler irrigation strategies to reduce water and nitrogen loss from container-grown plants. *VirginiaTech*, Available at: <http://hdl.handle.net/10910/40069>.
26. Khadduri N. Using essential oils to control moss and liverwort in containers. *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations*, 2010, pp. 133–138.
27. Khadduri N. Benefits of Small-Prill Controlled-Release Fertilizer in Container Production. *Proceedings of USDA Forest Service, RMRS-P-72*, 2014, pp. 54–56.
28. Kim J.J. Chemical Control of Mosses in Container Nursery. *Research in Plant Disease*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 331–335.
29. Landis T.V. Controlling moss in nurseries. *Forest Nursery Notes*. Available at: <https://rngr.net/publications/fnn/2006-summer/articles/controlling-moss-in-nurseries/?searchterm=Controlling%20Moss>.
30. Landis T.V., Dumrose R.K., Pinto J.R. A quick and easy way to measure container weight for irrigation scheduling. *Forest Nursery Notes*, 2013, vol. 35, issue 1–2, pp. 12–13.
31. Landis T.V. Controlling Pests that are Spread in Irrigation Water. *Forest Nursery Notes*, 2013, vol. 33, issue 2, pp. 14–23.
32. Marble S.C., Pickens J.M. Weed Control inside Greenhouses and Enclosed Structures, Available at: www.ohp.com/.
33. Mathers H.M. Novel Method of Weed Control in Containers. *HortTechnology*, 2003, vol. 13, issue 3, pp. 28–34.
34. Mathers H. Container Weed Control. Available at: http://www.glte.org/documents/Mathers_Hannah.pdf.
35. Mathers H.M. Liverwort Herbicide Trial Evaluations in MI Nurseries. *Proceedings of the Sixty-seventh Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society*, 2013, vol. 67, p. 119.
36. Mathers H.M., Case L., Sage L. Phytotoxicity and efficacy of several products to control liverwort in tree propagation environments in Michigan. Available at: http://www.mathersinvironmental.com/Search_Summary_2011.pdf.
37. Mervosh T.L. Liverwort Control in Containers of Woody Ornamentals. *Proceedings of the Fifty-seven Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society*, 2003, vol. 57, p. 37.
38. Navas R., Pereira M.R.R., De Souza G.S.F., Martins D. Physical and chemical methods for the control of *Marchantia polymorpha*. *Scientifica*, 2014, vol. 42, no. 2, pp. 198–202.
39. Newby A. Liverwort Control in Propagation: Challenges and Opportunities. *Combined proceedings-International Plant Propagators Society. University of Washington-International Plant Propagation Soc.*, 2003, vol. 53, pp. 384–386.
40. Newby A., Altland J.A., Gilliam C.H., Fare D., Wehtje G. Postemergence Control of Liverwort in Container Production. *SNA Research Conference*, 2004, vol. 49, pp. 396–400.
41. Newby A., Altland J.A., Gilliam C.H., Wehtje G. Pre-emergence Liverwort Control in Nursery Containers. *HortTechnology*, 2007, vol. 17, no. 4, pp. 496–500.
42. Richardson R.J., Zandstra B.H., Dudek T.A. Liverwort Control in Containerized Hosta with Selected Herbicide Treatments. *Proceedings of the Fifty-ninth Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society*, 2005, vol. 59, p. 41.
43. Senesac A. Postemergence Management of Liverwort with Dormant and Non-dormant Application of Nonselective Herbicides. *Proceedings of the Sixty-seventh Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society*, 2013, vol. 67, p. 118.

44. Stamps R.H., Chandler A.L. Eradication of Common Liverwort from a Soilless Growing Medium. *HortScience*, 2004, vol. 39, issue 4, p. 882.
45. Svenson S.E. Suppression of Liverwort Growth in Containers by Cinnamic Aldehyde. *HortScience*, 1997, vol. 32, issue 3, p. 430.
46. Svenson S.E. Suppression of Liverwort Growth in Containers Using Irrigation, Mulches, Fertilizers and Herbicides. *HortScience*, 1998, vol. 33, issue 3, p. 485.
47. Svenson S.E., Duell W. Using AlbaGro For Marchantia Control. *SNA Research Conference*, 2001, vol. 46, pp. 443–444.
48. Svenson S.E., Paxon J., Sanford K. Composts and Shading Influence *Marchantia* Infestations in Container Grown Nursery Crops. *SNA Research Conference*, 2001, vol. 46, pp. 445–447.
49. Tjosvold S., Smith R. Post- and Pre-emergent Liverwort Control Trials. University of California Cooperative Extension. Available at: <http://www.cwss.org>, *Liverwort Control Trials*.
50. True N., Aanenson R., Fuselier L. Effects of Ultraviolet Radiation on Asexual Propagules of *Marchantia polymorpha*. Botanical Society of America. Available at: www.2006.botanyconference.org/.
51. Wilen C.A. Controlling and Management of Mosses and Liverwort in Nurseries. California Weed Science Society. Available at: www.cwss.org/uploaded/me.

Статья поступила в редакцию 23.01.2019