© А.И. Жигульская, 2012

УДК 662. 641: 634. 0. 332

А.И. Жигульская

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ТОРФА И ЕГО ДРЕВЕСНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРМОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Добавки на основе торфа и волокнистых масс из древесных включений торфяной залежи существенно влияют на физико-механические свойства и качественные характеристики получаемой на их основе продукции. Исследовано исходное сырье, процентное соотношение компонентов смеси исследуется с целью регулирования заданных технологических параметров работы оборудования при размоле и сокращения энергозатрат.

Ключевые слова: физико-механические свойства, волокнистая масса, торф, качественные характеристики, заданные технологические параметры, процентное соотношение компонентов, структурообразование

Добавки на основе торфа и его древесных включений в целом следует отнести к классу многокомпонентных полифракционных полуколлоидно-высокомолекулярных соединений, обладающими признаками полиэлектролитов и микромозаичной гетерогенности.

Основу торфа составляют структуры переплетения остатков растений—торфообразователей, надмолекулярные комплексы продуктов распада и вещества органического и минерального происхождения, находящиеся в равновесии сводным раствором низко- и высокомолекулярных соединений.

Высокомолекулярные составляющие торфа (целлюлозы, гемицеллюлозы, гуминовые вещества, фульвокислоты и другие) придают ему специфические особенности, отличающие торф от типичных гетерогенных двухфазных систем. Основу макроструктуры торфа или основу структурного каркаса составляют переплетенные между собой растительные остатки. Растительные неразложившиеся волокна сосуществуют в торфе полуколлоидно-высокомолекулярной составляющей, которая может быть непосредственно связана с грубодисперсной фракцией или может механически заполнять ячейки структурного каркаса. В свою очередь, растительный каркас состоит из растворимых, легкогидролизуемых, трудногидролизуемых и негидролизуемых веществ, процентное содержание которых зависит от типа растений и степени разложения торфа. Микроструктура самих растительных волокон представлена заполненными водой клетками, стенки которых армированы ориентированными (преимущественно линейно) цепями макромолекул целлюлозы, образующими фибриллы, боковые поверхности которых заполнены гемицеллюлозой и лигнином. Последний является инкрустирующим веществом, придающим вместе с продуктами распада прочность системе после удаления влаги. Гибкость цепей макромолекул, а следовательно, и растительных волокон в целом определяется затратами энергии на конформационные изменения. Во всех

случаях гибкость грубодисперсной фракции торфа растет с ростом степени гидратации активных групп целлюлозы. По данным В.Е. Раковского [1] содержание целлюлозы в растительных остатках характеризуется следующими данными: сфагновые — 12—17 %, травянистые — 14—25 %, древесные — 50—57 %. В процессе распада растений — торфообразователей содержание целлюлозы существенно уменьшается, причем особенно быстро и наиболее полно протекает этот процесс в низинном торфе. Чем больше степень разложения торфа, тем меньше в нем целлюлозы. Содержание целлюлозы увеличивается от низинного торфа к верховому, а в пределах типа — от древесных к моховым видам. Из обширных исследований [2, 3] следует, что среднее содержание целлюлозы в низинном торфе равно 2,6 %, в переходном — 3,3 %, в верховом — 6,5. Максимальное количество целлюлозы обнаружено в сфагново—мочажинном — 10,6 (3,8—17,4 %) и фускум 8,9 (0,9—17,7 %) видах торфа. В переходном типе среднее по видам содержание целлюлозы изменяется от 4,6 (древесный торф) до 4,9 % (сфагновый торф), а в низинном от 1,1 (древесный торф) до 5,8 % (сфагновый торф).

В торфе содержатся углеводы — трудногидролизуемые и легкогидролизуемые. Последние в свою очередь разделяются на водорастворимые и гемицеллюлозы. К группе веществ, растворимых в горячей воде, относятся крахмал и пектиновые вещества. С химической точки зрения пектиновые вещества являются ангидритами пентоз, гексоз и галактоурановой кислоты. Это группа веществ может извлекаться из растительного материала без предварительного химического воздействия.

К легкогидролизуемым соединениям относятся гемицеллюлозы, которые могут быть извлечены из торфа путем гидролиза слабыми кислотами (2 и 4 % HCl) при нагревании до 100 °С. Гидролиз гемицеллюлоз приводит к получению простых углеводов: пентоз $C_5H_{10}O_5$ и гексоз $C_6H_{12}O_6$. В состав гемицеллюлоз входят также полиуроновые кислоты, содержание которых в древесных гемицеллюлозах весьма значительно и колеблется в пределах 9—17 %. По своему характеру гемицеллюлозы занимают среднее положение между крахмалом и клейчаткой. Подобно целлюлозе гемицеллюлозы придают прочность растению. В то же время подобно крахмалу некоторые гемицеллюлозы в растениях являются резервными питательными веществами. По содержанию легкогидролизуемых углеводов обследованные виды торфа существенно отличаются друг от друга [2]. Наибольшее количество водорастворимых и легкогидролизуемых соединений (ВР + ЛГ) обнаружено в верховом торфе — 35,3 %. Низинный и переходный типы торфа мало отличаются по среднему содержанию ВР и ЛГ. Так, в низинном торфе ВР и ЛГ содержится 24,8 %, а в переходном — 22 %. Наибольшее количество ВР и ЛГ в низинном типе имеют сфагновый (31,4 %) и осоково—гипновый (30,1 %) виды торфа, а минимальное 19,1 % сосновый торф. В переходном типе среднее для видов содержание ВР и ЛГ находится в пределах 18,5 % (древесный торф) и 31,4 % (сфагновый торф). Фускум торф, в серии обследованных верховых видов, содержит максимальное количество ВР и ЛГ — 45,2 (30,9 — 57,5) %, а сосновый минимальное — 17,4 (10,3 — 24,7) % [2, 3].

Наиболее активной составляющей торфа являются гуминовые вещества.

Их содержание в торфе зависит от исходных растений — торфообразователей и устойчивости отдельных растительных тканей к воздействию жидкой среды и анаэробных бактерий. В результате частичной деструкции тканей, их уплотнения, окисления и полимеризации создаются новые сложные органические соединения — гуминовые вещества. Степень гумификации приближенно соответствует широко известному понятию степени разложения. Гуминовые кислоты наименее изучены, имеются различные высказывания об их строении. По мнению В.Е.Раковского [1] гуминовые кислоты являются полимерами, мономеры которых содержат СООН группы и гидроксилы. По имеющимся данным молекулярный вес гуминовой кислоты — 1200—1400. Однако при таком весе гуминовую кислоту нельзя отнести к высокомолекулярным соединениям. Можно предположить, что в природных условиях гуминовые кислоты, соединяясь через слабые водородные и, возможно, химические связи, образуют рыхлые структуры, которые распадаются в период экстракции их из торфа. Устойчивость гуминовых к воздействию электролитов, также как и типичных коллоидных систем, может быть оценена по порогу структурообразования, который определяет характерные особенности гуминовых кислот как веществ, проявляющих одновременно свойства высокомолекулярных соединений и низкомолекулярных веществ с поверхностью раздела фаз.

Низинные виды торфа в большинстве случаев содержат большее количество гуминовых кислот, чем верховые. Гуминовые кислоты составляют в низинном торфе 39,1 %, в переходном — 37,7 %, в верховом — 24,5 % органической части. Исследования [2] показывают, что большему содержанию гуминовых кислот соответствует меньшее количество легкогидролизуемых и водорастворимых углеводов. По максимальному содержанию гуминовых кислот типы торфа практически не отличаются, в то время как переходные и низинные образцы торфа с содержанием гуминовых кислот меньше 25 % практически не встречаются. В верховых видах торфа фактическое колебание содержания гуминовых кислот составляет 5,2—50 %. В серии наиболее распространенных видов низинного типа максимальное содержание гуминовых кислот обнаружено в древесном — 44,8 %, ольховом — 42,1 %, сосновом — 42,3 % и тростниковом — 42,1 % видах торфа. Наименее гумифицированными в этом типе являются сфагновый — 31,3 % и шейхцериевый — 35,8 % виды торфа. В переходном типе максимальное количество гуминовых кислот обнаружено в древесном — 40,7 % и гипновом — 44,3 % видах, а минимальное: в сфагновом — 30,5 % и шейхцериевом — 35,8 % торфах. Верховой торф наиболее неоднороден по содержанию гуминовых кислот. Среди верховых видов торфа встречаются, с одной стороны — высокогумифицированные виды — сосновый — 43,1 %, сосново-пушицевый — 36,5 %, а с другой стороны — виды с низким содержанием гуминовых кислот — сфагново-мочажинный — 18,8 %, комплексный — 19,7 %, фускум — 16,9 % [2].

При соответствующей переработке из торфа можно получить формованное изделие, обладающее в сухом виде довольно высокой прочностью. Однако чтобы противостоять давлению питательного грунта на стенки горшочков, сохраняя их целостность и для получения продукции требуемого качества по базовой технологии в

состав массы для формования горшочков необходимо вводить связующий компонент — бурую древесную массу (картон марки В). В данной работе после многочисленных исследований предложена в качестве связующей добавки древесноволокнистая масса из пнёвой древесины торфяной залежи, применение которой позволит комплексно использовать местные сырьевые ресурсы.

Волокнистая масса из древесных включений торфяной залежи после размола имеет неоднородный характер и состоит из древесных волокон, сучков волокон, мелких и крупных «спичек», частиц волокон, перерезанных или раздавленных вдоль и поперёк. Древесноволокнистая масса грубого помола характеризуется малой разработкой волокон и содержит много пучков волокон. Масса тонкого помола преимущественно состоит из фибриллированных волокон, которые приобрели большую гибкость и способность плотного формования на сетке.

Наилучшей оценкой качества связующей добавки является непосредственное изучение ее структуры через микроскоп и измерение при помощи специальных приборов длины, диаметра и удельной поверхности волокон. Однако этот метод, широко применяемый при ведении исследовательских работ, мало используется в производственных условиях, где требуется оперативная оценка качества получаемого волокна. Для оценки качества волокнистой массы наибольшее распространение получил прибор «Дефибратор—секунда». Этот прибор построен с учётом того, что градус помола массы выражается в способности массы к обезвоживанию в единицу времени. Обозначается градус помола ДС. Исследования показали, что лучшей оценкой качества волокнистой массы является обобщением двух характеристик: фракционного состава (в процентах по массе) и удельной поверхности фракции ($см^2/г$). Создание технологий для размола нового исходного сырья — пневой древесины торфяной залежи и выбор методов оценки качества получаемых древесноволокнистых масс и торфяных горшочков невозможны без проведения исследований и экспериментов в лабораторных и промышленных условиях, согласно разрабатываемой методике.

Одной из проблем, от успешного решения которых зависит дальнейшее развитие овощеводства и лесоводства, является выращивание рассады. Увеличение урожайности, приживаемости саженцев и расширение ассортимента, получение продукции в более ранние сроки, экономное использование теплично-парниковых смесей, площадей теплиц и лесных посадок, снижение трудоемкости и повышение уровня механизации производственных процессов — все эти задачи могут быть решены лишь при условии постоянного совершенствования технологии выращивания рассады овощных, цветочных, лесных и других культур. Однако методы, применяемые для этих целей в настоящее время, имеют существенные недостатки и не отвечают требованиям современного производства.

Принципиальная технологическая схема цеха, оборудованная одной линией по производству торфяных горшочков ЛТГ—1 проектной мощностью 25 млн горшочков в год представлена на рис. 1.

Торф в цех поступает в вагонах узкой колеи и может разгружаться в приемный бункер или штабель около цеха.

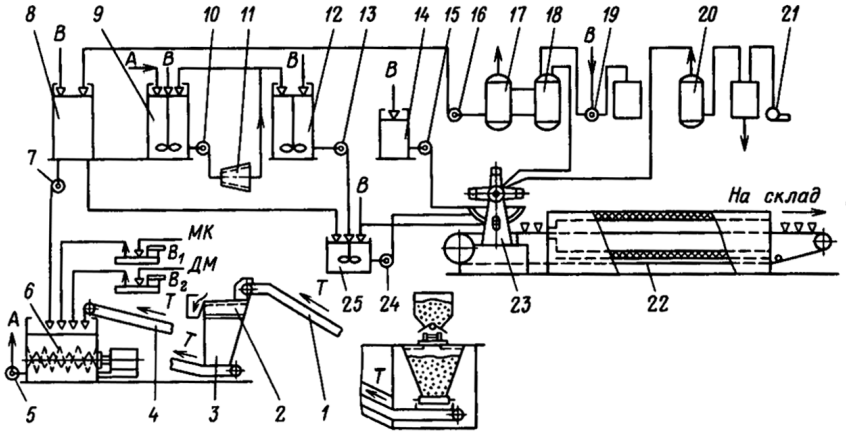

Рис. 1. Технологическая схема производства торфяных горшочков

Конвейером *1* торф подается на вибрационный грохот *2* ГВ-06. Просеянный торф попадает в бункер-дозатор *3* и, после накопления необходимого его количества, конвейер *1* и грохот автоматически отключаются, а торф перегружается конвейером *4* в ванну гидроразбивателя *6.* Одновременно туда же загружается древесная масса *(ДМ),* предварительно отвешенная на весах B_2, засыпаются заранее расфасованные минеральные компоненты *(МК)* удобрения, взвешенные на весах B_1, и заливается вода. В гидроразбивателе происходит роспуск древесной массы на отдельные волокна, насыщение водой торфяных частиц и растворение минеральных компонентов, в результате чего образуется однородная торфодревесная масса, содержащая необходимые питательные вещества. Из гидроразбивателя насосом *5* масса перекачивается (по стрелке *А) в* бак *9,* откуда затем насосом *10* подается в коническую мельницу *11.* Задвижка, установленная на мельнице, регулируется таким образом, чтобы обеспечить получение необходимой степени переработки массы за один проход через мельницу. Переработанная масса поступает в бак *12.* Как только бак заполняется до верхнего уровня, насос *10* и коническая мельница автоматически выключаются и включаются снова только после опорожнения бака *12* до минимального уровня. Насосом *13* масса из бака *12* закачивается в бак *25,* расположенный непосредственно у формующей машины *23.* В баке *25* происходит разбавление массы водой (по стрелке *В)* из водопровода или из бака *8* до концентрации сухого вещества — 2 %, необходимой для формования горшочков. Из бака *25* насосом *24* масса перекачивается непосредственно в поддон формующей машины, при переполнении которого избыток массы сливается обратно в бак *25.* Все баки *(9, 12, 25)* снабжены перемешивающими устройствами для обеспечения однородности торфодревесной массы и предотвращения выпадения осадка.

Формование горшочков происходит при создании разряжения во всасывающих формах. Необходимое разрежение создается вакуумным насосом *19.* Отсасываемая при формовании вода поступает в вакуумные ре-

зервуары *17* и *18,* откуда насосом *16* перекачивается в резервуар *8.* Оборотная вода из бака *8* насосом 7 подается в гидроразбиватель *6.* Отделение горшочков со съемных форм осуществляется сжатым воздухом, который поступает к формующей машине от воздуходувки *21* через ресивер *20.* Для обеспечения эффективной работы всасывающих форм они автоматически промываются водой перед началом каждого цикла, подаваемой насосом *15* из бака *14.* Сформованные горшочки сбрасываются на сетчатый конвейер сушильной установки *22.* После сушки до влажности 15—25 % готовая продукция упаковывается в картонные коробки.

Часть оборудования цеха (формующая машина, сушильная установка, резервуары для массы, воды, вакуума и сжатого воздуха) специально спроектирована ВНИИТП для производства торфяных горшочков, а другое оборудование (гидроразбиватель, коническая мельница, насосы для перекачки массы и воды, вакуум—насос, воздуходувка, грохот) серийно выпускается отечественной промышленностью.

Использование торфяных горшочков и плит для лесоводства позволяет в течение всего периода выращивания рассады производить регулярный полив растений, благодаря чему горшочки и плиты поддерживаются в увлажненном состоянии. Через определенный промежуток времени, который для определенных культур может колебаться от нескольких недель до нескольких месяцев, растения вместе с горшочками или плитами высаживаются в грунт на постоянное место.

Торфяные горшочки и плиты для лесоводства можно производить в промышленных цехах круглогодично, их удобно транспортировать и хранить. Они не содержат болезнетворных организмов, позволяют значительно экономнее использовать питательные смеси, при окончательном использовании они обогащают почву органическим веществом. Применение обеспечивает благоприятные условия для развития растений (хорошая аэрация, накопление влаги в плите и стенках горшочка с постепенной ее отдачей) и позволяет осуществлять пересадку их в грунт без повреждения корневой системы. Благодаря этому практически исключаются потери рассады, обеспечивается хорошая приживаемость растений, они не задерживаются в росте и дают ранние и более высокие урожаи.

Использование торфяных горшочков и плит для лесоводства создает условия для механизации операций при выращивании рассады и высадке ее в грунт, также способствует улучшению условий труда и повышению культуры производства в лесных и теплично-парниковых хозяйствах.

Эффективность применения данной продукции для выращивания рассады определяется ее качественной характеристикой. Она должна отвечать целому ряду требований, предъявляемых к ее качеству условиями производства и применения. Торфяные полые горшочки и плиты для лесоводства должны обладать довольно высокой механической прочностью, как в сухом, так и во влажном состоянии, и сохранять первоначальную форму в течение периода, необходимого для развития рассады. Вместе с тем они должны иметь хорошую влагопоглащающую способность, не оказывать значительного сопротивления прорастанию через них корневой системе растений и после высадки в грунт должны полностью разложиться в почве. Масса, предназначенная для формования горшочков и прессования плит не должно содержать ве-

ществ, способствующих появлению и развитию болезнетворных микроорганизмов, плесени и т.п.

Среди перечисленных требований особую сложность представляет обеспечение необходимой прочности влажных горшочков, стенки которых при очень маленькой толщине (2…2,5 мм) и довольно высоком влагосодержании (около 85 %) должны в течение длительного периода выдерживать давление засыпанного в них грунта Прочность формованной продукции из торфа обеспечивается, как известно, благодаря связям, которые возникают между торфяными частицами в результате действия различных сил молекулярной природы и развиваются в процессе сушки. Если в последующем высушенную продукцию подвергнуть увлажнению, эти связи будут в значительной мере разрушены. При этом основную роль в сохранении целостности и первоначальной формы влажного изделия играют силы трения, возникающее в результате механического переплетения частиц, что возможно лишь при волокнистой структуре материала. В связи с этим важным требованием, к исходному сырью для производства формованной продукции является его волокнистое строение. Получение длинноволокнистой торфодревесной массы обеспечивается правильным процентным соотношением исходных компонентов и применением размольного оборудования во вновь создаваемых технологических схемах, позволяющего получать добавки без существенного укорочения длины и рубящего воздействия на волокна.

Выполненные экспериментальные работы по обессмоливанию пневой дробленки, получению различных партий волокнистых масс, изготовлению опытных партий торфяных горшочков и проведению агротехнического эксперимента по выращиванию рассады овощных культур доказали возможность использования древесных включений торфяной залежи в производстве новых связующих добавок для торфяных полых горшочков и другой формованной продукции, используя любой из вариантов предлагаемых технологий в зависимости от качественных характеристик исходного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Раковский В.Е.* Общая химическая технология торфа. – М.: Госэнергоиздат, 1949.

2. *Лиштван И.И.* Исследования физико-химической природы торфа и процессов структурообразования в торфяных системах с целью регулирования их свойств. Дисс. докт. техн. наук. Калинин: КПИ, 1969.

3. *Тарало В.Н.* Исследование основных закономерностей регулирования структурообразования и водных свойств торфа при сушке. Дисс. канд. техн. наук. Калинин: КПИ,1972. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Жигульская А.И. — кандидат технических наук, доцент, Тверской государственный технический университет, доцент кафедры «Торфяные машины и оборудование».