

Е.В. Исаева, Г.В. Рейсер, Т.М. Бурдейная

К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПОЛЯ

(Сибирский государственный технологический университет)

E-mail: isaeva@mail.ru

В статье рассматривается возможность комплексной переработки вегетативной части тополя после извлечения эфирного масла. Показано, что на основе твердого остатка можно получать разнообразные продукты, которые могут найти свое применение в парфюмерно-косметической, фармацевтической и сельскохозяйственной промышленности.

На сегодняшний день потребность народного хозяйства в биологически активных веществах велика, но одновременно происходит истощение традиционных ресурсов растительного сырья, используемых для их получения. Это ведет к тому, что все больше внимания уделяют поиску новых видов быстро возобновляющихся ресурсов.

Одной из ценных древесных пород, привлекающей внимание исследователей, является тополь. В литературе имеется достаточно сведений по изучению тополя с биологической точки зрения. Этому вопросу посвящены монографии Богданова П.Л. [1], Редько Г.И. [2,3], Иванникова С.П. [4], Царева А.П. [5], Бакулина В.Т. [6]. Однако видовой и особенно сортовой фонд тополя еще мало известен широкому кругу специалистов. Истинные причины этого кроются в недостатке глубоких и всесторонних знаний о строении, химическом составе тополя, отсутствии общепризнанных технологических процессов, предусматривающих использование всей биомассы с получением высококачественных продуктов. Из биологических особенностей важно отметить быстроту роста и способность давать технически пригодную древесину при обороте рубки в 20 лет и менее, что, с одной стороны, объясняет причину интереса к тополю, а с другой – показывает его потенциальные возможности.

Исследованиям химического состава тополедей, содержащихся в них биологически активных соединений и возможности получения на их основе препаратов, посвящено ряд публикаций. Работами Полякова В.В. [7], Сенцова М.Ф. [8], Браславского В.Б. и Куркина В.А. [9,10], Рощина В.И. [11], Фуксман И.Л. [12] и др. показано, что древесная зелень, и в частности почки тополедей, могут служить сырьем для получения антибактериальных лекарственных средств.

В Сибирском государственном технологическом университете проводятся работы по изучению химического состава и возможностей ком-

плексного использования вегетативной части тополя. Разработана технология получения эфирных масел и показана реальная возможность создания производства летучих компонентов. Тополевое эфирное масло обладает ценными ароматическими, противомикробными и лечебными свойствами. Данный продукт способен завоевать потребительский рынок и разнообразить гамму ароматов. Основной отход производства – твердый остаток вегетативной части тополя, который в своем составе содержит комплекс веществ, обладающих широким спектром биологической активности.

Целью работы явилось исследование твердого остатка после извлечения эфирных масел из почек тополя бальзамического с целью дальнейшего его использования для получения ценных товарных продуктов.

Результаты исследования химического состава почек тополя показали, что на долю полисахаридов приходится 17 %, из них более 50 % составляет целлюлоза. Веществ фенольной природы содержится порядка 30 % от а.с.с.

При комплексном использовании растительного сырья кроме структурных основных компонентов клетки большое значение имеют экстрактивные вещества, которые с физиологической точки зрения являются веществами весьма разнообразного значения. На долю экстрактивных веществ в почках тополя приходится от 40 до 54 % от массы сырья в зависимости от фазы развития. Количество экстрактивных веществ и их состав зависят от применения растворителя, условий экстракции и породы дерева. Нами была выбрана следующая схема разделения компонентов на группы: вещества, экстрагируемые спиртом (96 %-м) и водой. Из литературы известно, что в состав веществ, экстрагируемых спиртом, входят различные группы соединений: липиды, смоляные и жирные кислоты, эфиры этих кислот, смолы, фитостерины, воска и др.

Как показали результаты исследований, спиртовые экстракты почек тополя обогащены липидами. Содержание суммарных липидов в почках тополя бальзамического составляет 28,5-39,5 % от а.с.с.; на долю нелипидных примесей приходится до 23 % экстрактивных веществ. Нейтральные липиды составляют около 65 %, гликолипиды – около 33 %; фосфолипиды – до 3 % от суммы липидов. Поскольку на долю нейтральных липидов приходится более половины суммарных, мы можем ожидать, что они будут оказывать максимальное влияние на свойства экстракта. В связи с этим состав нейтральных липидов был изучен более подробно.

Нейтральные липиды представлены различными соединениями. Основной группой нейтральных соединений являются ацилглицеролы, количество которых в почках тополя составляет 37,5-52,5 %. В их составе обнаружены моноацилглицерины (6-9 %), диацилглицерины (15-21 %) и триацилглицерины (16-24 % от нейтральных веществ). При фракционировании нейтральных липидов выделены эфиры стеринов, количество которых в среднем, в ходе годового цикла развития почек, составляет $(4,5 \pm 0,02)$ %, и свободные жирные кислоты (около 20 % от суммы нейтральных липидов), являющиеся промежуточным продуктом общего липидного обмена.

Гликолипиды почек тополя представлены моно- и дигалактозил- диацилглицеринами, гликозидами стеринов и другими соединениями [13]. В составе фосфолипидов обнаружены фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилинозит, фосфатидилглицерин и фосфатидная кислота. Основными из перечисленных соединений являются фосфатидилхолин – 18-34 %, фосфатидилэтаноламин – 41-49 % и фосфатидилсерин – 18-34 % от суммы всех фосфолипидов.

В составе жирных кислот липидов идентифицированы кислоты, имеющие значительную биологическую ценность. Установлено, что содержание линолевой и линоленовой кислот в почках тополя бальзамического может составлять до 50 %, арахидоновой – до 5 % от суммы жирных кислот. Эти жирные кислоты относятся к незаменимым. Они обладают рядом ценных биологических свойств: предупреждают развитие многих кожных заболеваний, атеросклероза, переводя холестерин в легко растворимое соединение, понижают свертывание крови и уменьшают возможность тромбообразования; оказывают антиаритмическое действие и др., то есть играют важную роль в обменных процессах живых организмов. Нами разработан метод выделения арахидоновой

кислоты из доступного, недефицитного растительного сырья. Ориентировочная экономическая оценка показала целесообразность выделения ее из древесной зелени тополя. Среди насыщенных кислот идентифицированы лауриновая, пальмитиновая, миристиновая, пеларгоновая, бегеновая и лигноцериновая кислоты.

Таким образом, исходя из вышесказанного, существует реальная возможность переработки почек тополя с получением липидного концентрата, который, благодаря своим свойствам, может найти широкое применение в производстве парфюмерно-косметических товаров и товаров бытовой химии.

Из литературы известно, что спиртовые экстракты почек тополей (черного, бальзамического, дельтовидного), произрастающих в средней полосе России, содержат в своем составе флавононы – пиностробин и пиноцембрин, благодаря которым экстракты обладают бактерицидным действием. Согласно литературным данным, в вегетативной части различных видов тополей содержится от 0,32 до 5,47 % пиностробина и от 0,64 до 1,35 % пиноцембрина [9,14]. Исследованиями тополей, произрастающих в Красноярском крае, была установлена достаточно высокая концентрация основного компонента, определяющего антибактериальную активность спиртовых экстрактов – пиностробина. Содержание его в почках тополя бальзамического составляет 0,84 %, в побегах – 0,51 %, что свидетельствует о перспективе использования спиртовых экстрактов в качестве источника получения лекарственных препаратов.

Выход водорастворимых веществ из почек тополя бальзамического составляет 15-20 % от а.с.с. При исследовании водного экстракта установлено, что в его состав входит до 35 % веществ, обладающих редуцирующей способностью; до 43 % таннидов; до 7 % веществ белковой природы. Оставшаяся масса экстрактивных веществ приходится, по-видимому, на крахмал, пектины, красители и фенольные вещества. В составе редуцирующих веществ идентифицированы арабиноза, галактоза, глюкоза.

Водные экстракты почек тополя могут быть использованы в качестве питательных сред при микробиологическом синтезе.

В связи с предполагаемым использованием почек тополя в качестве нового технологического сырья возникла необходимость в исследовании содержания основных биогенных элементов.

Установлено, что в составе минеральных компонентов присутствуют макро- и микроэлементы: сера – 1,17; азот – 6,7; фосфор – 2,03; натрий – 0,82; калий – 6,40; кальций – 10,16; магний

– 2,52; железо – 2,58; медь – 1,25; цинк – 3,75 мг/кг. Присутствие никеля и железа усиливает питательную ценность твердого остатка, так как наличие их даже в небольших количествах, чрезвычайно сильно активизирует жизнедеятельность микроорганизмов [15].

Проведена оценка содержания тяжелых металлов в связи с тем, что тополь широко используется для озеленения городов.

В результате эксперимента установлено, что содержание вредных веществ этой группы химических элементов (свинец – 0,33; кадмий – 0,03 мг/кг; мышьяк – не обнаружен) не превышает предельно допустимые концентрации, приведенные в «Медико-биологических требованиях и санитарных нормах качества продовольственного сырья и пищевых продуктов» №5061-89.

Благоприятный химический состав исходного материала позволяет использовать его в качестве дешевого и экологически чистого сырья для получения биопрепаратов на основе активных изолятов дереворазрушающих грибов рода *Trichoderma*. Они, обладая мощным ферментативным аппаратом, что позволяет им разрушать одновременно целлюлозу и лигнин и усваивать образующиеся продукты.

Полезная деятельность грибов выражается, прежде всего, в гумификации растительного сырья. Гуминовые кислоты изменяют свойства почв, оказывают прямое физиологическое воздействие на растения, стимулируют развитие корневых систем, оказывают защитное действие вредного влияния радиоактивных веществ и других загрязнителей.

Основу отечественного препарата «Триходермин» составляют споры гриба рода *Trichoderma*. В качестве питательных сред для получения биопрепарата в настоящее время используются различные растительные материалы (солома, трава, отходы зерна, торф). Однако формы этого препарата не отвечают требованиям современного крупнотоннажного производства.

Проведенные исследования по культивированию грибов рода *Trichoderma* на твердом остатке вегетативной части тополя бальзамического, показали, что полученный биопрепарат обладает высоким титром спор $2,26 \cdot 10^9$ спор/г. Кроме того, в результате разрушения лигнина, накапливаются гуминовые вещества и их содержание составляет 13,6% от а.с.с. Полученные данные позволяют рекомендовать твердый остаток вегетативной части тополя в качестве субстрата для получения биопрепарата «Триходермин».

Таким образом, имеющиеся на сегодняшний день результаты говорят о том, что использо-

вание вегетативной части тополя в качестве технологического сырья вполне обосновано. Вовлечение в производство данного вида сырья позволит решить вопрос утилизации весенних обрезков тополей.

Производство такой продукции как эфирное масло и липидный концентрат дает возможность расширить сырьевую базу предприятий эфиромасличной отрасли. Продукты найдут применение в парфюмерной и фармацевтической промышленности, а также производстве товаров народного потребления. Биодеструкция твердого остатка позволит получать на его основе защитные биопрепараты и биогумус, и замкнуть цикл по использованию вегетативной части тополя.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Химический состав вегетативной части тополя устанавливали по общепринятым в химии древесины и растительного сырья методикам [16].

Качественный и количественный состав минеральных компонентов определяли методом рентгеновского флуоресцентного анализа на спектрометре «Спектроскан».

Качественный и количественный состав липидов определяли, используя методы, принятые в липидологии [17].

Количественный состав флавононов определяли по методике, предложенной Куркиным В.А. и Браславским В.Б. [9].

Качественные и количественный состав жирных кислот исследовали при помощи газожидкостной хроматографии на приборе «Цвет – 100». В качестве подвижной фазы использовали гелий, в качестве неподвижной – Silicon SE – 30.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Богданова П.Л.** Тополя и их культура. М.: Лесная пром-сть. 1965. 164 с.
2. **Редько Г.И.** Биология и культура тополей. Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1975. 175 с.
3. **Редько Г.И.** Особенности строения тополя. Л.: Изд-во Ленинградского университета. 1978. 220 с.
4. **Иванников С.П.** Тополь. М.: Лесная пром-сть. 1980. 82 с.
5. **Царев А.П.** Сортовое разнообразие тополя. Воронеж: Изд-во ВГУ. 1985. 152 с.
6. **Бакулин В.Т.** Интродукция и селекция тополя в Сибири. Новосибирск. 1990.
7. **Поляков В.В., Адеенов С. М.** Биологически активные соединения растений *Populus L.* и препараты на их основе. Алматы: Гылым. 1999. 160 с.
8. **Сенцов М.Ф. и др.** Раст. ресурсы. 1997. Т.33. Вып.2.
9. **Браславский В.Б., Куркин В.А., Жданов И.П.** Раст. ресурсы. 1991. Т.27. Вып.2. С.77-81.
10. **Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Браславский В.Б.** Химия природ. соединений. 1990. № 2. С.272-273.
11. **Рощин В.И. и др.** Химия древесины. 1986. №4. С.106-109.
12. **Фуксман И.Л.** Раст. ресурсы. 1992. Вып.3. С.94-99.

13. Исаева Е.В., Волошина С.Г. Вестник СибГТУ. 2001. №2. С.124-127.
14. Куркин В.А., Браславский В.Б., Запесочная Г.Г. Раст.ресурсы.1993. Т.29. Вып.3. С.85-90.
15. Калниньш А.Д. Лес – сельскому хозяйству. М.: Лесная пром-сть. 1978. 192с.
16. Рязанова Т.В., Чупрова Н.А., Исаева Е.В. Химия древесины. Красноярск: КГТА. 1996. 358 с.
17. Кейтс М. Техника липидологии.

Кафедра химической технологии древесины и биотехнологии

УДК 665.109 : 54.549

В.Ю. Прокофьев, П.Б. Разговоров, К.В. Смирнов, А.П. Ильин, Е.А. Шушкина

ОЧИСТКА ЛЬНЯНОГО МАСЛА НА МОДИФИЦИРОВАННОЙ БЕЛОЙ ГЛИНЕ

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

e-mail: razgovorov@isuct.ru

Исследован процесс обработки алюмосиликатной (белой) глины уксусной кислотой. При этом установлены частичное разрушение ее кристаллической структуры и рост количества связанных ОН-групп. Указанные явления сопровождаются увеличением сорбционной активности глины, проявляющемся в снижении цветного числа льняного масла при очистке и уменьшении в нем восков.

ВВЕДЕНИЕ

Очищенное льняное масло является коммерческим продуктом пищевой промышленности, а также служит сырьем для изготовления медицинских препаратов и технических композиционных материалов. Согласно исследованиям последних лет [1], очистка льняного масла включает стадии: введение природного алюмосиликата, образующего водородные связи с молекулами примесных ингредиентов масла; выдержка системы при заданной температуре; выделение осадка на фильтре. При этом активность алюмосиликатных сорбентов в отношении сопутствующих веществ растительных масел отдельные авторы [2] объясняют присутствием в системе после смешения фаз протонов пороодообразующих минералов (например, кварца или каолинита). Проявление полярных и поверхностно-активных свойств у воды, фосфолипидов, компонентов пигментного комплекса (каротиноидов, хлорофиллов) [3] и восков, накапливающих электрический заряд по мере

снижения температуры системы [4, 5], по-видимому, также способствует извлечению примесей из льняного масла.

Проблема подбора недефицитных алюмосиликатных сорбентов, вводимых в льняное масло, важна не только с позиций изучения механизмов взаимодействия названных соединений. Для масложировой промышленности актуальна тенденция использования природных, а не синтетических сорбирующих материалов, наметившаяся еще в 80-е годы ушедшего столетия [6]. Развитие данного направления в РФ целесообразно связывать с применением алюмосиликатов отечественных месторождений, в частности, самарского каолина (рН вытяжки из 1 %-ной водной дисперсии 6,0–8,0).

Как известно [7–9], для увеличения сорбционной способности алюмосиликатов их подвергают механохимическому воздействию [7], обработке минеральными [8] или органическими кислотами [9]. Поскольку измельчение зачастую не