

УДК 634.986: 615.7

**Е.Н. Коптелова, Н.А. Кутакова, С.И. Третьяков**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Коптелова Елена Николаевна родилась в 1982 г., окончила в 2004 г. Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова, аспирант кафедры лесохимических производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет 4 печатные работы в области технологии экстрактивных веществ. E-mail: elen-koptelova@yandex.ru



Кутакова Наталья Алексеевна родилась в 1953 г., окончила в 1975 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры лесохимических производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет около 50 научных трудов в области технологии сорбентов и экстрактивных веществ. E-mail: lesochim@agtu.ru



Третьяков Сергей Иванович родился в 1946 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры лесохимических производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет около 90 печатных трудов в области химической переработки древесины. E-mail: lesochim@agtu.ru



## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЭТАНОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА БЕРЕСТЫ**

Изучен состав этанольного экстракта бересты. С использованием хромато-масс-спектрометрии, показано, что основными компонентами экстракта бересты являются бетулин и лупеол.

*Ключевые слова:* экстракция, этанольный экстракт бересты, бетулин, лупеол.

Кора березы служит источником разнообразных экстрактивных веществ. Наиболее богата экстрактивными веществами внешняя кора различных видов берез, в экстрактах которой преобладают пентациклические три-терпеноиды ряда лупана, основным представителем которых является бетулин. Его содержание во внешней коре составляет от 10 до 40 % от массы абс. сухого вещества (а.с.в.) в зависимости от вида березы, места и условий ее произрастания, возраста дерева и т.д. [1]. Бетулин обладает противовирусными, противоопухолевыми и антисептическими свойствами, проявляет антиоксидантную активность. Доступность и биологическая активность бетулина ставят его в ряд ценных природных соединений.

*Экспериментальная часть*

Нами был изучен состав этанольного экстракта бересты (ЭЭБ), выделенного различными способами (см. таблицу). В качестве исходного сырья использована береста березы, заготовленная в окрестностях г. Архангельска, и образцы промышленной бересты Архангельского фанерного завода. В качестве растворителя использован 95 %-й этиловый спирт. Выбор экстрагента произведен исходя из основных требований: доступность, невысокая температура кипения, широкое применение этилового спирта для изготовления лекарственных настоек и экстрактов.

Экстракция бетулина проведена дефлегмационным методом в аппарате Сокслета путем настаивания с двукратной сменой растворителя и применением ультразвука. Экстракция с ультразвуком осуществлена в лабораторном ультразвуковом аппарате, частота ультразвуковых колебаний составляла 22 кГц. Электронный генератор характеризовался потребляемой от электрической сети мощностью 140 Вт [3].

Выделение бетулина из экстракта проводили двумя способами: первый – частичная отгонка растворителя и осаждение бетулина водой, в результате чего получен порошок светло-бежевого цвета, второй – полная отгонка растворителя с получением порошка бежевого цвета. В обоих случаях сушка бетулина-сырца проведена при температуре 60 °С.

Качественный и количественный состав продуктов исследовали на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP 2010 Plus фирмы «Shimadzu\*». Была использована капиллярная колонка HP-5MS длиной 60 м, имеющая внутренний диаметр 0,32 мм. Условия хроматографирования: газа-носитель – гелий; скорость потока – 37 см/мин; температура ввода образца – 300 °С; начальная температура – 110 °С; подъем температуры до 220 °С – со скоростью 10 °С/мин, до 300 °С – со скоростью 40 °С/мин; изотермальный режим – 35 мин; температура трансферной линии – 280 °С, источника ионов – 250 °С; режим электронного удара при 70 eV, детекция молекулярных масс – от 50 до 500.

Определение компонентов ЭЭБ осуществлено сопоставлением времени удерживания пиков на хроматограмме и полных масс-спектров отдельных компонентов с соответствующими данными чистых соединений из библиотеки масс-спектров NIST 2008. Относительное количественное содержание компонентов экстракта рассчитано методом внутренней нормализации площадей пиков.

*Результаты и обсуждение*

Основные фракции этанольного экстракта бересты – тритерпеноиды бетулин и лупеол.

Идентификация бетулина и лупеола была проведена с высокой вероятностью [2] (индекс сходства с табличными спектрами превышал 80 %).

---

\* Хроматографические исследования проведены в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова

## Состав этанольного экстракта бересты, выделенного разными способами

Береста	Метод получения	Содержание, % от суммы экстрагированных веществ (ЭВ)		
		бетулина (Б)	лупеола (Л)	Б+Л
Промышленная	Дефлегмационный	57,8	26,9	84,7
		70,6	26,3	96,9
		80,2	12,6	92,8
Свежезаготовленная	Настаивание с двукратной сменой растворителя	78,8	13,2	92,0
		70,4	27,8	98,2
		64,9	28,8	93,7
Свежезаготовленная	Настаивание с двукратной сменой растворителя	44,7	18,9	63,6

Примечание. В числителе приведены данные по первому способу извлечения, в знаменателе – по второму.

Основным ионом, совпадающим с молекулярной массой бетулина, является  $m/z$  442 (рис. 1, а). Идентифицирующим фрагментом, который получается при отщеплении спиртовой группы в положении 28, является фрагмент  $m/z$  411 (рис. 1, а и б) [2]. Характер фрагментации исследуемого вещества ( $m/z$  55, 69, 81, 95, 107, 121, 135, 147, 161, 175, 189, 203) свидетельствует о принадлежности данного соединения к лупановому ряду.

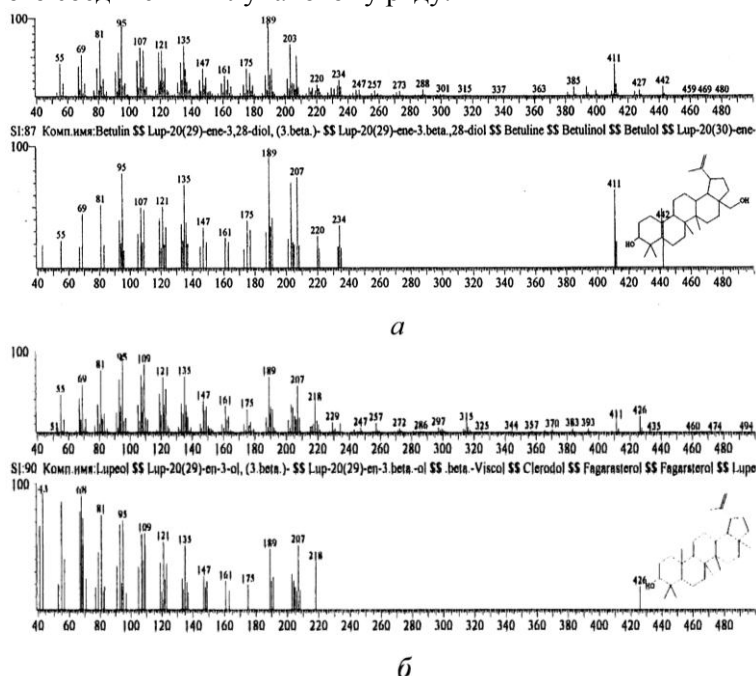


Рис. 1. Идентификация бетулина (а) и лупеола (б) с базой данных библиотеки масс-спектров

Другим идентифицированным соединением является лупеол с молекулярной массой 426 (рис. 1, б). При отщеплении метильной группы в положении 28 образуется фрагмент с  $m/z$  411, кроме этого идентифицированы следующие фрагменты лупеола с  $m/z$  81, 95, 109, 135, 189, 207, 218.

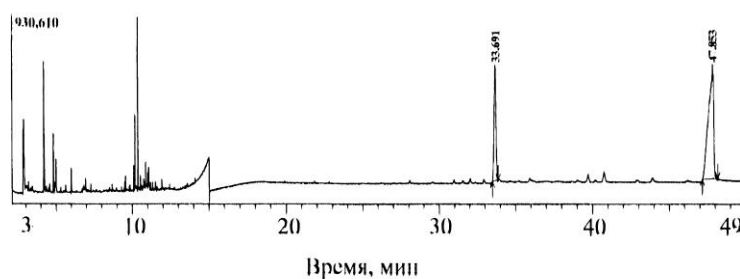
Метод настаивания с двукратной сменой растворителя обеспечивает максимальное содержание бетулина в экстракте (80 % от суммы ЭВ). Хроматограмма ЭЭБ, полученного методом настаивания и ультразвуковой обработкой, представлена на рис. 2.

Относительное содержание лупеола в этанольном экстракте бересты варьирует в пределах 13...29 % от суммы ЭВ, причем максимальный его выход наблюдается при ультразвуковой обработке (рис. 2, б).

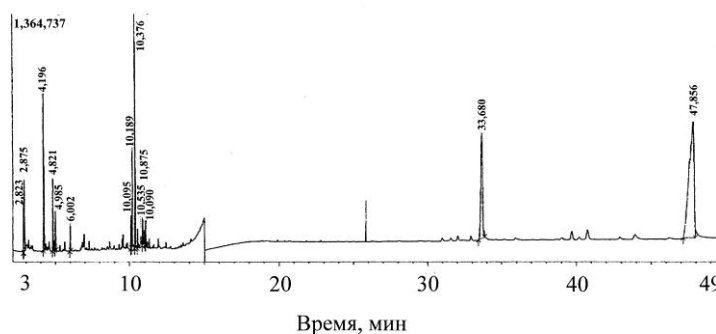
#### Выводы

1. Способ экстрагирования влияет на содержание бетулина в экстракте и практически не оказывает влияния на содержание лупеола.

2. Выход бетулина, полученного при полной отгонке растворителя из экстракта, больше, чем при частичной отгонке растворителя и дальнейшем осаждении водой.



а



б

Рис. 2. Хроматограмма ЭЭБ, полученного методом настаивания (а) и ультразвуковой обработкой (б)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кислицын А.Н.* Экстрактивные вещества бересты: выделение, состав, применение // *Химия древесины*. 1994. № 3. С. 3–28.
2. *Кузнецова С.А., Кузнецов Б.Н., Веселова О.Ф.* Изучение состава гексанового экстракта бересты и его токсико-фармакологических свойств // *Химия растительного сырья*. 2008. № 1. С. 45–49.
3. *Koptelova E.N., Kutakova N.A., Tretyakov S.I.* Isolation of betulin from birch bark with the use of ultrasound // *Renewable wood and plant resources: chemistry, technology, pharmacology, medicine: International Conference, St-Petersburg, June 21–24, 2011*. P. 100.

Поступила 20.10.11

*E.N. Koptelova., N.A. Kutakova., S.I. Tretyakov*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

**Determination of Ethanol Extract of Birch Bark**

The composition of the ethanol extract of bark has been studied. Gas chromatography-mass spectrometry analysis has showed that the main components of the birch bark extract are betulin and lupeol.

*Keywords:* extraction, ethanol extract of bark, betulin, lupeol.

---