

УДК 664.8.037.1

## **Биологическая активность сухого экстракта бересты и его применение в масложировых продуктах**

Базарнова Ю.Г.

j\_bazar@rambler.ru

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*Проведены исследования состава, биоцидных и антиоксидантных свойств сухого экстракта березы с высоким содержанием бетулина, относящегося тритерпеновым соединениям. Показаны перспективы целевого применения бетулина в масложировых продуктах при холодильном хранении.*

Ключевые слова: бересты экстракт сухой, бетулин, биоцидные и антиоксидантные свойства, масложировые продукты

## **BIOLOGICAL ACTIVITY OF DRIED BIRCH BARK EXTRACT AND ITS APPLICATION IN FAT AND OIL PRODUCTS**

Bazarnova J.G. j\_bazar@rambler.ru

Saint-Petersburg State University of Low Temperature and Food Technologies

*Investigations of composition, biocidal and antioxidative properties of dried birch extract with high content of betulin that belongs to triterpene compounds, have been conducted. Prospect of the target use of betulin in fat and oil products during cold storage has been shown.*

Keywords: dried birch bark extract, betulin, biocidal and antioxidative properties, fat and oil products

В последние годы значительно возросло число публикаций, посвященных исследованиям биологической активности бетулина, бетулиновой кислоты и родственных им соединений, найденных в составе бересты.

Бетулин является основным природным соединением, содержащимся в березовой коре, и представляет собой пентациклический тритерпеновый диол лупанового ряда. Повышенный интерес к тритерпеноидам объясняется их широкой распространенностью в растительном мире и широким спектром биологической активности.

Бетулин (рис. 1) обнаружен также в коре орешника, в календуле, солодке, почечном чае и многих других лекарственных растениях и растениях, употребляемых в пищу – плодах хурмы, траве иссопа [1, 2, 3, 4].

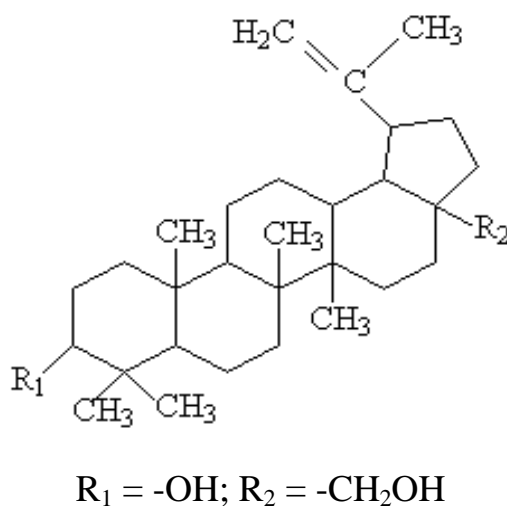


Рис. 1. Структурная формула бетулина.

Содержание бетулина во внешней коре составляет от 10 до 40% в зависимости от вида березы, места и условий её произрастания, возраста дерева. Бетулин является тритерпеновым спиртом, обладающим двумя гидроксильными группами ( $R_1$  и  $R_2$ ). Доступность и биологическая активность бетулина ставят его в ряд ценных природных соединений [4, 5].

По международной токсикологической классификации бетулин относится к 4 классу малотоксичных веществ (полулетальная доза  $LD_{50}$  бетулина составляет 9000 мг/кг). Бетулин не обладает аллергенным, канцерогенным, кожнораздражающим, кумулятивным, мутагенным, сенсibiliзирующим и

эмбриотоксическим действием. Он рекомендован Министерством здравоохранения и социального развития РФ в качестве БАД. Адекватный уровень потребления бетулина составляет 40 мг/сут.

Целью настоящей работы являлось исследование состава и биологической активности березового экстракта сухого (БЭС), содержащего бетулин, и возможности его целевого применения в масложировых продуктах.

Состав и свойства биоматериала, характеризуемого как БЭС изучали по органолептическим и физико-химическим показателям, определяли содержание пестицидов, радионуклидов и тяжелых металлов, исследовали ИК-спектры отражения.

Биоцидные свойства препарата исследовали с помощью стандартных методов определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам – диско-диффузионным методом и методом серийных разведений.

Антиоксидантные свойства БЭС исследовали с помощью модельных белковых и белково-липидных дисперсий. Динамику накопления продуктов окисления липидов исследовали путем определения показателей перекисного (ПЧ) и тиобарбитурового чисел (ТБЧ), характеризующих содержание в окисляющемся субстрате первичных (перекисных) и вторичных (карбонильных) соединений, являющихся продуктами окисления липидов. Исследовали стойкость к окислению масложировых композиций БЭС состава 1:10 и антиоксидантную эффективность БЭС в майонезе и сливочном креме.

В табл. 1 приведена характеристика сухого экстракта березовой коры (бересты), производимого по технологии ЗАО «СНС-Фарма» (г. Санкт-Петербург) методом ступенчатой (дробной) мацерации, с периодическим перемешиванием [6, 7, 8].

Березовый экстракт сухой (БЭС) после высушивания представляет собой биоматериал порошкообразной консистенции светло-кремового цвета с содержанием основного вещества (бетулина) не менее 70% и влаги не более 5 %.

В табл. 2 приведены показатели безопасности БЭС, полученного по технологии ЗАО «СНС-Фарма».

Таблица 1

Характеристика БЭС  
(производитель ЗАО «СНС-Фарма»)

Показатель	Характеристика (значение)
Внешний вид	Мелкодисперсный порошок
Цвет	Светло-кремовый
Вкус	Без вкуса
Запах	Без запаха
Массовая доля влаги, %	5,0
Массовая доля бетулина, %	80 %
Растворимость в воде, %	низкая
Растворимость в этаноле, г/л	42 (60 °С)
Температура плавления, °С	252

Таблица 2

Показатели безопасности БЭС  
(производитель ЗАО «СНС-Фарма»)

Наименование показателей	Фактические значения показателей	Нормативные значения показателей
Гексахлорциклогексан	-	0,1
ДДТ	-	0,1
Свинец	0,9	6,0
Мышьяк	Менее 0,1	0,5
Кадмий	0,015	1,0
Ртуть	0,0012	0,1
Цезий-137	Менее 20	200
Стронций-90	Менее 20	100

На рис. 2 приведен ИК-спектр БЭС. Спектр характеризуется широким пиком в области  $3700-3300\text{ см}^{-1}$ , соответствующим двум гидроксильным группам, пиками  $3000-2800\text{ см}^{-1}$ , характеризующими валентные колебания в С-Н, С-Н<sub>2</sub> и С-Н<sub>3</sub> межатомных связях, пиком  $1692\text{ см}^{-1}$ , относящимся к ненасыщенной двойной связи С=C.

Результаты исследований антиоксидантных свойств БЭС в белковых и белково-липидных дисперсиях приведены в табл. 3 и 4.

В подготовленный мышечный гомогенат вносили БЭС в количестве 0,25; 0,5 и 1 % (по массе), для активации процесса окисления использовали

FeSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O. Образцы термостатировали при 35 °С в течение 2 ч.

В ходе эксперимента заметного влияния БЭС на динамику перекисных соединений в мышечном гомогенате не выявлено (табл. 3). Это можно объяснить низкой растворимостью БЭС в белковых дисперсиях.

В 50% белково-жировые эмульсии, приготовленные путем диспергирования в 10 % белковых гелях (яичный альбумин) рафинированного подсолнечного масла вносили БЭС в количестве 0,25; 0,5 и 1 % (по массе). Образцы выдерживали в термостате при температуре 40 °С в течение 6 ч. Исследовали влияние добавок БЭС на динамику ТБЧ (табл. 4). Установлено, что относительные изменения ТБЧ снижены от 25 % (0,25 % БЭС) до 60 % (1 % БЭС).

Результаты исследований стойкости масляно-жировых композиций БЭС (1:10) на основе различных видов растительных масел приведены на рис. 3.

Наибольшей стойкостью к окислению характеризуется масляно-жировая композиция на основе подсолнечного рафинированного дезодорированного масла. Установлено, что в композициях на основе кокосового и пальмового масла накапливается значительное количество перекисей.

Таблица 3

Влияние БЭС на динамику ПЧ в мышечном гомогенате

Концентрация БЭС	До опыта, ПЧ <sub>0</sub> , ммоль ½ О / кг	После опыта, ПЧ, ммоль ½ О / кг	Относительный прирост ПЧ, %
Контроль (без добавок)	0,64	0,76	18,8
1 %	0,40	0,45	12,5
0,50 %	0,56	0,65	15,1
0,25 %	0,58	0,68	17,2

Таблица 4

Влияние БЭС на динамику ТБЧ в белково-жировых эмульсиях

Концентрация БЭС	До опыта, ТБЧ <sub>0</sub> , ед оптической плотности	После опыта, ТБЧ, ед оптической плотности	Относительный прирост ТБЧ, %
Контроль (без добавок)	0,12	0,24	100,0
1 %	0,12	0,17	41,7
0,50 %	0,12	0,19	58,3

0,25 %	0,12	0,21	75,0
--------	------	------	------

Применение масляно-жировых композиций БЭС на основе пальмового и кокосового масел в пищевых продуктах является нецелесообразным, так как создает риск внесения в продукт дополнительного количества перекисей. Напротив использование рафинированного подсолнечного масла для получения пищевых масляно-жировых композиций БЭС является перспективным для дальнейшего использования в масложировых продуктах.

Результаты исследования биоцидной активности БЭС приведены в табл. 5 и 6 и на рис. 4.

В табл. 5 приведены результаты оценки чувствительности к БЭС штамма микроорганизмов *Bacillus mesentericus* 78А\* диско-диффузионным методом. Установлено, что для подавления роста спорообразующей микрофлоры эффективны концентрации БЭС 0,5-1 % (по массе).

На рис. 4 приведены результаты исследований бактериостатической эффективности различных концентраций БЭС методом предельных разведений.

Таблица 5

Оценка чувствительности штамма МО *Bacillus mesentericus* 78А\* к БЭС

Содержание БЭС в питательной среде	Зона подавления роста, мм
0	Отсутствует
1 %	15
0,5 %	10

Результаты определения чувствительности штаммов дрожжей *Candida utilis* и *Rhodotorula roseum* по отношению к БЭС приведены в табл. 6.

Таблица 6

Содержание БЭС в питательной среде	Зона подавления роста, мм	
	<i>Candida utilis</i>	<i>Rhodotorula roseum</i>
1,0 %	12	11
0,50 %	12	10
0,25 %	11	10
0,1 %	10	9

Таким образом, в результате исследований биоцидной активности БЭС установлено, что минимальная эффективная концентрация БЭС для проявления фунгистатического эффекта составляет 0,25 % и 0,5 % – для проявления бактериостатического эффекта.

На рис. 4 и 5 приведены результаты исследований влияния добавок БЭС на динамику перекисных соединений в майонезе (массовая доля жира 67%) и сливочном креме (массовая доля жира 48%) при холодильном хранении.

Установлено, что при хранении охлажденного майонеза (температура хранения  $(4\pm 2)$  °С) и замороженного сливочного крема (температура хранения –  $(18\pm 1)$  °С) БЭС эффективно ингибирует окислительную порчу исследуемых продуктов.

Добавка БЭС в количестве 0,25% в образцы майонеза и сливочного крема замедляет образование перекисных соединений в 1,2 и 0,75 раз соответственно.

Предложен способ внесения БЭС в масложировые продукты в составе композиций на основе подсолнечного рафинированного дезодорированного масла (1:10) [9].

Показано, что действующие концентрации Бетулина в майонезе и сливочном креме составляют от 0,1 до 0,5 г на 100 г продукта.

Инновации в области экстракции растительного сырья позволяют сегодня производить жидкие и сухие формы фитоэкстрактов, обладающие широким спектром биологической активности и являющиеся перспективным сырьем для получения натуральных пищевых добавок.

Антиоксидантная и противомикробная эффективность сухого экстракта березы (БЭС) с высоким содержанием бетулина открывает перспективы его применения в качестве натуральной функциональной пищевой добавки для обогащения масложировых продуктов фитомикронутриентами и увеличения продолжительности их холодильного хранения.

Список литературы:

1. Ilyin S.G., Malinovskaya G.V., Uvarova N.I., Elyakov G.B., Antipin M.Yu., Struchkov Yu.T. X-ray analysis of betulafolienetetraol oxide, a triterpene isolated from *Betula costata* Trautv // *Tetrahedron Lett.* 1982. Vol.23. N 48. P. 5067-5070.
2. Pasich J., Pojda M. Naturalne i polsyntetyczne tenzydy. Cz. VII. Prosty sposob otrzymywania betuliny // *Farmac pol.* 1974. Vol. 30. N 8. P.771-772.
3. А. С. 382657 СССР. Способ выделения бетулина и суберина / Т.И. Федорищев, В.Г. Калайков // *БИ.* № 23. 1973. С. 66.
4. Кузнецов Б.Н., Левданский В.А., Еськин А.П. и др. Выделение бетулина и суберина из коры березы, активированной в условиях взрывного автогидролиза // *Химия растительного сырья*, №2, 1998.
5. Kapil R.S., Dhaz M.M. Chemical constituents of *Diospyros montana* Roxb. Part I. Isolation of diospyrin, a new binaphthyl derivative // *J. Scient. and Industr. Res.* 1961. Vol. 20. N 10. P.498-500.
6. Пат. РФ 2172178, МКИ А61К 35/78 Способ получения бетулина / Г.В.Сироткин, Ю.И.Стернин; заявитель и патентообладатель Г.В.Сироткин, Ю.И.Стернин. - №2000129749. Бюлл.№20 от 20.08.01.
7. Пат. РФ 2234936, МКИ А61К 35/78. Способ получения бетулина из березовой коры / Ю.И.Стернин, С.В.Куликов; заявитель и патентообладатель ЗАО «СНС-Фарма». - №2003118708. Бюлл. №24 от 27.08.04.
8. ТУ 9379-008-54334186-2008.
9. Пат. РФ 2353107, МКИ А61К 35/78 Композиция биологически активных веществ / Ю.И.Стернин, И.В.Юрченко, Е.В.Москалев; заявитель и патентообладатель ЗАО «СНС-Фарма». - №2006127496. Бюлл. № 12 от 27.04.09.