

УДК 630*905.2(47):674.031.632.134.2

Р.И. Винокурова, И.Ю. Трошкова

Винокурова Раиса Ибрагимовна родилась в 1953 г., окончила в 1975 г. Казанский государственный университет, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии Марийского государственного технического университета. Имеет более 50 публикаций в области лесохимии и экологического древесиноведения.



Трошкова Инга Юрьевна родилась в 1966 г., окончила в 1988 г. Томский государственный университет, ст. преподаватель кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет 10 печатных работ в области лесохимии и экологического древесиноведения.



ИЗМЕНЧИВОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ БЕТУЛИНА И СУБЕРИНА В БЕРЕСТЕ *Betula pendula* Roth. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ

Рассмотрено изменение содержания бетулина и суберина в бересте деревьев *Betula pendula* Roth., произрастающих в различных географических условиях Восточно-Европейской равнины. Предложена математическая модель расчета.

Ключевые слова: внутривидовая изменчивость, экстрактивные вещества, береста, бетулин, суберин, географическая широта, долгота, математическая модель.

Под влиянием климатических факторов береза повислая *Betula pendula* Roth. в пределах вида характеризуется значительной изменчивостью по составу и количественному содержанию экстрактивных веществ коры [3–6, 9–11, 14]. Данные о количественном содержании бетулина и суберина в бересте *Betula pendula* разноречивы [2, 7, 8].

В связи с этим нами изучено изменение содержания бетулина и суберина в бересте деревьев *Betula pendula*, произрастающих в различных географических условиях.

Временные пробные площади закладывали на территории Архангельской, Рязанской, Ульяновской областей; республик Коми, Марий Эл и Чувашии. Участки выбирали вблизи северных границ обширного ареала *Betula pendula*, в равнинной части и в пределах Приволжской возвышенности Восточно-Европейской равнины. На каждом участке использовали по 10 деревьев.

Бересту заготавливали в июле 2002 г. в спелых насаждениях (древостоях) *Betula pendula* вблизи населенных пунктов лесопарковой зоны. Для химических анализов образцы бересты размером 5 × 5 см отбирали на высоте 1,3 м в 4-х геодезических направлениях ствола дерева. Высушенные до

воздушно-сухого состояния образцы измельчали в гомогенизаторе до частиц размером не более 1×3 мм [12].

Для извлечения бетулина и суберина из бересты выбрана совмещенная методика [1] с выходом веществ 26 % от массы сухой бересты (степень извлечения не более 75 %). Идентификация полученных продуктов подтверждена температурой плавления [13].

Результаты анализов средних образцов бересты деревьев, произрастающих в различных географических условиях, на содержание бетулина и суберина представлены в табл. 1.

Таблица 1

Номер образца	Географические координаты		Содержание, %	
	Северная широта	Восточная долгота	бетулина	суберина
1	64°49'	40°38'	18,51±0,29	20,70±0,58
2	64°38'	41°07'	18,50±0,38	19,94±0,37
3	64°20'	41°09'	18,82±0,62	20,73±1,03
4	62°50'	43°30'	16,82±0,34	18,32±0,25
5	61°20'	46°38'	17,99±0,41	19,03±0,49
6	61°14'	42°36'	17,34±0,80	20,74±0,78
7	61°05'	42°10'	19,44±0,42	18,61±0,22
8	56°47'	48°29'	16,64±0,35	16,60±0,48
9	56°33'	48°39'	16,31±0,72	16,64±0,56
10	56°07'	48°10'	15,85±0,12	17,56±0,63
11	55°24'	46°33'	18,11±0,01	17,19±1,13
12	55°20'	47°12'	12,81±0,57	11,86±0,74
13	54°35'	48°20'	14,08±0,42	10,48± 0,50
14	54°20'	41°51'	16,67±0,99	14,68±0,84
15	53°30'	47°15'	15,56±0,84	14,19±0,97

Таблица 2

Показатель	Статистические характеристики						
	\bar{X}	m_x	ε	X_{\min}	X_{\max}	N	$V, \%$
Содержание бетулина $S_{\text{бет}}, \%$	16,90	0,47	1,82	12,81	19,44	15	10,75
Содержание суберина $S_{\text{суб}}, \%$	17,15	0,82	3,18	10,48	20,74	15	18,52

В результате статистического анализа исходных данных были определены средние значения содержания бетулина и суберина в бересте из разных районов исследования (табл. 2).

Для бетулина значение коэффициента вариации ($V = 10,75 \%$) характеризует низкий уровень изменчивости содержания этого вещества в бере-

сте *Betula pendula*, для суберина значение $V = 18,52\%$ указывает на средний уровень изменчивости изученного параметра бересты.

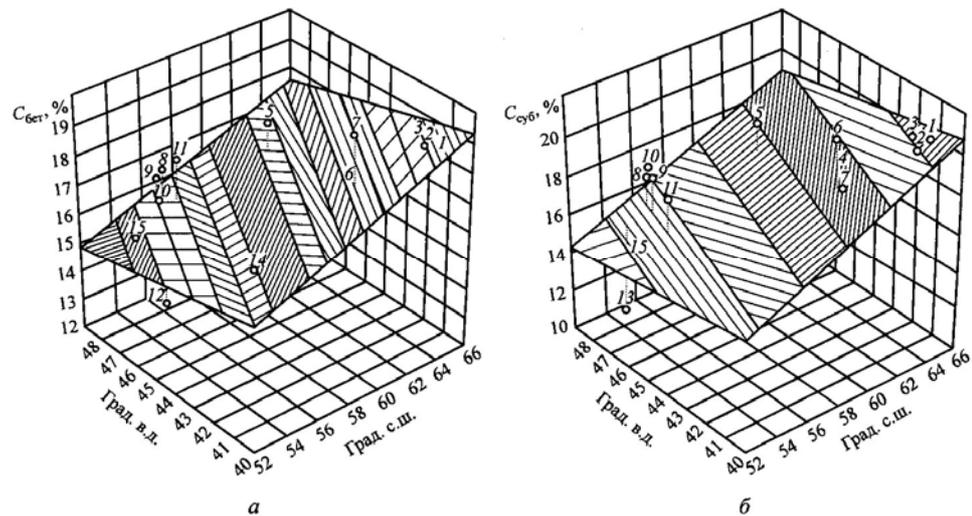
Характер зависимости содержания бетулина и суберина в бересте от географической широты (Ш) и долготы (Д) местности отражает модель множественной регрессии

$$C_{\text{бет}} = 1,976 \text{ Ш}^{0,654} \exp(-0,009 \text{ Д});$$

$$C_{\text{суб}} = 0,299 \text{ Ш}^{1,116} \exp(-0,010 \text{ Д}).$$

Графическое изображение 3D-моделей представлено на рисунке.

При увеличении географической широты местности отмечено некоторое возрастание содержания бетулина и суберина в бересте. С увеличением географической долготы содержание изучаемых веществ в бересте несколько уменьшается.



Зависимость $C_{\text{бет}}$ (а) и $C_{\text{суб}}$ (б) в бересте *Betula pendula* Roth. от географических координат местности: а – $\Delta = -18,75\%$; $R^2 = 0,53$; б – $\Delta = -31,12\%$; $R^2 = 0,62$

Методом дисперсионного анализа установлено достоверное влияние географической широты местности на содержание бетулина ($F_{\text{факт}} = 4,88 > F_{\text{табл}} = 4,26$) и суберина ($F_{\text{факт}} = 17,25 > F_{\text{табл}} = 4,26$) в бересте *Betula pendula* различного места произрастания.

Влияние географической долготы местности на содержание бетулина ($F_{\text{факт}} = 3,09 < F_{\text{табл}} = 4,26$) и суберина ($F_{\text{факт}} = 0,74 < F_{\text{табл}} = 4,26$) в бересте не доказано.

Таким образом, климатические условия произрастания деревьев *Betula pendula*, определяемые географической зональностью, оказывают незначительное влияние на содержание бетулина и суберина в бересте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 382657 СССР, МКИ¹ С 08Н 5/04. Способ выделения бетулина и сублирина [Текст] / Т.И. Федорищев, В.Г. Калайков (СССР). – № 1472003/23 – 4; заявл. 14.08.70; опубл. 23.05.73; Бюл. № 23. – С. 66–67.
2. Баньковский, А.И. Исследование растений, применяемых в народной медицине, на содержание алкалоидов [Текст] / А.И. Баньковский, М.П. Зарубина, Л.Л. Сергеева // Тр. / ВНИИ лекарств. и ароматич. растений. – 1947. – Т. 9. – С. 119–179.
3. Бурдэ, Н.Л. Химический состав некоторых древесных пород, произрастающих на Урале [Текст] / Н.Л. Бурдэ, В.Н. Козлов // Лесн. журн. – 1960. – № 4. – С. 134–140. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Ветчинникова, Л.В. Жирнокислотный состав суммарных липидов различных органов *Betula pendula* Roth. и *B. pubescens* Ehrh., произрастающих в Карелии [Текст] / Л.В. Ветчинникова, Т.А. Шуляковская, Г.К. Канючкова // Растительные ресурсы. – 2000. – Т. 36, вып. 2. – С. 85–92.
5. Долгодворова, С.Я. Экстрактивные вещества древесины и коры древесных пород среднетаежной подзоны Сибири [Текст] / С.Я. Долгодворова, Г.И. Перышкина, В.П. Орешкина, Г.Н. Черняева // Экстрактивные вещества древесных пород Средней Сибири: сб. науч. тр. – Красноярск, 1977. – С. 3–26.
6. Ермаков, В.И. Морфофизиологические адаптации основных видов березы [Текст] / В.И. Ермаков // Вопросы адаптации растений к экстремальным условиям Севера. – Петрозаводск, 1975. – С. 64–68.
7. Йорданов, Д. Фитотерапия [Текст] / Д. Йорданов, П. Николов, А. Бойчинов. – София, 1970. – 342 с.
8. Кислицын, А.Н. Экстрактивные вещества бересты: выделение, состав, свойства, применение [Текст] / А.Н. Кислицын // Химия древесины. – 1994. – № 3. – С. 3–28.
9. Комшилов, Н.Д. Химический состав древесины карельской березы [Текст] / Н.Д. Комшилов, Т.А. Селиванова // Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии. – М.; Л., 1962. – С. 47–51.
10. Кони́на, Л.В. Изменчивость некоторых видов березы по содержанию липидов в почках в условиях Европейского Севера [Текст] / Л.В. Кони́на // Лесоведение. – 1980. – № 6. – С. 46–51.
11. Родионов, В.С. Изменения в мембранных липидах растений при пониженных температурах [Текст] / В.С. Родионов // Липидный обмен древесных растений в условиях Севера. – Петрозаводск, 1983. – С. 4–68.
12. Селянина, Л.И. Выделение бетулина из отходов переработки березы экстракцией спиртом [Текст] / Л.И. Селянина // Лесн. журн. – 2004. – № 4. – С. 92–96. – (Изв. высш. учеб. заведений).
13. Справочник химика [Текст]: – Л.; М.: Химия, 1964. – Т. 2. – С. 534 – 535.
14. Черняева, Г.Н. Содержание катехинов в коре березы (*Betula pendula* Roth.) в зависимости от климатических условий и сезона года [Текст] / Г.Н. Черняева, С.Я. Долгодворова, С.М. Бондаренко, Г.В. Шиляева // Химия древесины. – 1984. – № 5. – С. 82–84.

Марийский государственный
технический университет

Поступила 11.04.07

R.I. Vinokurova, I.Yu. Troshkova
Mari State Technical University

Variability of Betulin and Suberin Accumulation in Birch Bark of *Betula Pendula* Roth Depending on Geographical Zoning

The variability of betulin and suberin content in the birch bark of *Betula pendula* Roth growing in different conditions of Eastern-European plain is analyzed. The mathematical calculation model is provided.

Keywords: intraspecific variation, extractive substances, birch bark, betulin, suberin, geographic latitude, longitude, mathematical model.
