

## Оценка биологической активности почек и листьев березы в модельных исследованиях

Т. И. БОКОВА, И. В. ВАСИЛЬЦОВА

ФГОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет»  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160  
E-mail: indicator07@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

Изучена миграция свинца и кадмия в системе биологически активное растительное сырье – экстракт. Проведена оценка антиоксидантной активности экстрактов почек и листьев березы и их детоксикационной способности в модельном опыте на крысах.

**Ключевые слова:** березовые почки, листья березы, свинец, кадмий, антиоксидантная активность, крысы.

В мировых классификаторах в настоящее время насчитывается более 6 тыс. форм болезней, причем более 80 % из них являются следствием экологического напряжения. Отрицательные антропогенные факторы воздействуют на экосистемы и влияют на индивидуальном и популяционном уровнях, способствуя снижению резервов здоровья, нарастанию степени психофизиологического и генетического напряжения, росту специфической патологии и появлению новых форм болезней.

Токсичность тяжелых металлов связана, в частности, с тем, что они блокируют активные центры ферментов и выключают их из управления метаболизмом. Вредные вещества могут оказывать на организм специфическое действие, которое проявляется не в период воздействия и не сразу по его окончании, а в периоды жизни, отделенные от химической экспозиции многими годами и даже десятилетиями. Проявление этих эф-

фектов возможно и в последующих поколениях [1, 2]. В связи с этим необходимо максимально снизить уровень поступления тяжелых металлов в организм человека, в частности путем получения продукции, свободной от тяжелых металлов. Следовательно, необходимо проводить химический анализ почв, растительного сырья на содержание каждого из наиболее опасных из них.

Различные растения широко используются как в народной, так и в официальной медицине из-за ярко выраженного фармакологического действия. Эффективность биологически активных веществ заключается в том, что они содержатся в растительном сырье в естественных комплексах и не являются чужеродными для человека. Одним из таких распространенных растений является береза (*Betula verucosa* Ehrn.) [3, 4].

Цель работы – изучение биологической активности почек и листьев березы, детоксикационной способности экстрактов на основе почек и листьев березы на аккумуляцию токсичных элементов (кадмия, свинца) в организме крыс линии Wistar.

Бокова Татьяна Ивановна  
Васильцова Ирина Васильевна

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследованиях на модельных растворах определяли способность растительного сырья связывать свинец и кадмий в опытах *in vitro* по методике И. Г. Мохначева [5]. Остаточный ион металла определяли методом инверсионной вольтамперометрии на приборе ТА-07. В качестве модельных растворов использованы ацетаты свинца и кадмия:  $Pb(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ ,  $Cd(CH_3COO)_2$ .

Биологическую активность экстрактов растительного сырья оценивали по кинетическому критерию  $K$  (мкмоль/л · мин), который отражает количество прореагировавших с образцом кислородных форм (антиоксидантная активность), следствием чего является эффективность взаимодействия образца с кислородными радикалами, и определяется по формуле

$$K = C_{O_2}/t \cdot (1 - I_i/I_0),$$

где  $C_{O_2}$  – концентрация кислорода в исходном растворе без вещества, мкмоль/л;  $I_i$  – текущее значение предельного тока электровосстановления (ЭВ)  $O_2$ , мкА;  $I_0$  – значение предельного тока ЭВ  $O_2$  в отсутствии вещества в растворе, мкА;  $t$  – время протекания процесса, мин.

Методика эксперимента заключалась в съемке вольтамперограмм катодного восстановления кислорода с помощью анализатора АОА “Антиоксидант” (ООО “НПП Полиант” г. Томск) [6].

Для модельного опыта на лабораторных животных сформировали 4 группы крыс по принципу аналогов по 10 особей в каждой с учетом физиологического состояния и живой массы.

Контрольная группа лабораторных животных получала основной рацион (ОР), 1-я

опытная группа крыс – ОР с добавлением 25 мг ионов свинца и 2,5 мг ионов кадмия на 1 кг живой массы в течение 10 дней, 2–3-я – ОР с добавлением свинца и кадмия в течение 10 дней, затем ОР с добавлением 0,5 мл соответствующих экстрактов на 1 кг живой массы: 2-я группа – экстракт березовых почек, 3-я группа – экстракт листьев березы. Опыт продолжался 42 дня. Исследования проведены по каждой группе отдельно, но в одно и то же время, в одинаковых условиях.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растения могут накапливать тяжелые металлы, будучи промежуточным звеном в цепи почва – растение – человек. Учитывая, что любые пищевые продукты являются одним из основных путей поступления микроэлементов в организм человека, проведена оценка содержания свинца и кадмия в листьях и почках березы, собранных в различных районах Новосибирской области.

Исследования показали (табл. 1), что содержание свинца в почках и листьях березы Новосибирской области находится в пределах допустимых концентраций, наблюдаемых у растений [7]. Согласно литературным данным, нормальное содержание кадмия в наземной части растений составляет 0,05–0,6 мг/кг сухого вещества [8]. Сопоставление полученных данных показало, что содержание свинца и кадмия в растительном сырье Новосибирского района превышает уровень данных элементов в наиболее отдаленном от г. Новосибирска Краснозерском районе на 92–93 %.

Проведена серия экспериментов на модельных растворах по определению комплексобразующей способности растительного сырья по отношению к ионам свинца и кадмия.

Т а б л и ц а 1  
Содержание свинца и кадмия в почках и листьях березы, ( $M \pm m$ ) · 10<sup>-2</sup> мг/кг

Район сбора	Свинец		Кадмий	
	Почки березы	Листья березы	Почки березы	Листья березы
Краснозерский район	8,19 ± 0,51	22,97 ± 1,96	1,51 ± 0,31	2,65 ± 0,22
Новосибирский район	130,14 ± 12,27***	144,25 ± 10,22***	20,83 ± 3,39**	22,64 ± 3,96**
Тогучинский район	64,31 ± 2,22***	70,09 ± 2,47***	11,19 ± 1,39***	19,54 ± 1,31***
Чулымский район	46,15 ± 11,43*	91,11 ± 4,98***	3,34 ± 0,28**	7,02 ± 0,84**

\*  $p \geq 0,98$ ; \*\*  $p \geq 0,99$ ; \*\*\* $p \geq 0,999$ .

Остаточная концентрация ионов свинца и кадмия после взаимодействия с растительным сырьем, мг/л

Вариант	Свинец	Кадмий
Контрольный	1,5833 ± 0,078	0,1347 ± 0,0037
1-й опытный (почки березы)	0,6433 ± 0,0636***	0,1205 ± 0,0028**
2-й опытный (листья березы)	0,5285 ± 0,0333***	0,1087 ± 0,0041**

\*\*  $p \geq 0,99$ ; \*\*\*  $p \geq 0,999$ .

Коэффициенты суммарной антиоксидантной активности экстрактов растительного сырья,  $K$ , ммоль/(л · мин)

Сырье	Концентрация спирта		
	40	70	96
Березовые почки	9,86 ± 0,24	26,64 ± 1,01**	45,52 ± 0,96***
Березовые листья	21,71 ± 0,57	11,90 ± 0,42**	18,92 ± 0,43*

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

Внесение растительного сырья в раствор, содержащий ионы свинца или кадмия, привело к уменьшению остаточного содержания данных ионов в растворе (табл. 2). При использовании почек березы концентрация ионов свинца снизилась на 52,31–59,37 %, листьев березы – на 56,31–62,42 %. Применение почек березы снижало концентрацию ионов кадмия на 8,83–14,84 %. Снижение остаточной концентрации ионов кадмия на 18,04–19,3 % наблюдалось и при использовании листьев березы.

По результатам вольтамперограмм определяли значения кинетического критерия антиоксидантной активности образцов почек и листьев березы (табл. 3).

Вариационную статистику рассчитывали относительно 40 % спиртового экстракта. Определено, что 70 % экстракты березовых почек обладали в 2,7 раз, а 96 % – в 4,6 раз большей антиоксидантной активностью, тогда как 70 % спиртовые экстракты березовых листьев обладали в 1,8 раз, а 96 % – в 1,2 раза меньшей антиоксидантной активностью.

Поскольку все изученные образцы экстрактов обладают высокой антиоксидантной активностью, превышающей таковую известного антиоксиданта дигидрохверцетина,  $K = 1,46$  ммоль/(л · мин), они имеют перспективы для использования в медицине и пищевой промышленности.

В результате модельных опытов выявлено, что в сердце крыс 1-й опытной груп-

пы произошло достоверное увеличение содержания свинца на 37,4 % ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с животными контрольной группы (рис. 1, табл. 4). Под действием детоксикантов у животных 2-й и 3-й опытных групп концентрация свинца в сердце уменьшилась на 57,8 и 51,8 % соответственно относительно крыс 1-й группы ( $p \leq 0,01$ ). Содержание свинца в мышечной ткани животных в 3-й опытной группе по сравнению с 1-й под действием детоксиканта снизилось на 54,6 % ( $p \leq 0,05$ ), но достоверно не отличалось от контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ). Содержание свинца в селезенке животных 2–3-й опытных групп относительно 1-й снижалось на 45,7 ( $p \leq 0,05$ )–42,5 % вследствие применения детоксикантов, но достоверно не отли-

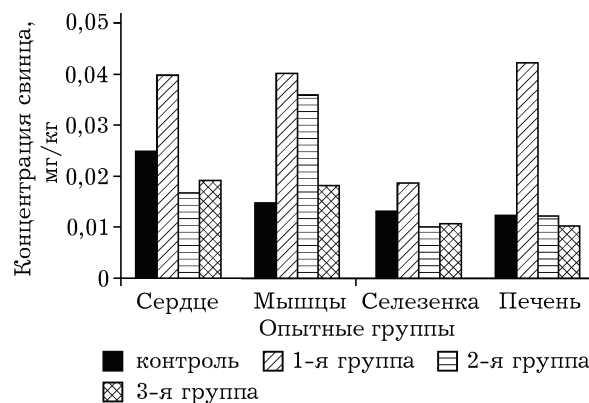


Рис. 1. Содержание свинца в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Т а б л и ц а 4

## Содержание свинца в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Опытная группа	Почки	Костная ткань
1-я	0,5323 ± 0,0045	7,0002 ± 0,4413
2-я	0,4982 ± 0,0185	6,8538 ± 0,3965
3-я	0,3085 ± 0,0457***	6,1421 ± 0,4458

\*\*\*  $p \leq 0,001$ .

Т а б л и ц а 5

## Содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Опытная группа	Сердце	Печень	Почки
1-я	0,0359 ± 0,0016	0,0760 ± 0,0014	0,3348 ± 0,0026
2-я	0,0028 ± 0,0005***	0,0368 ± 0,0016***	0,3001 ± 0,0117*
3-я	0,0043 ± 0,0006***	0,0219 ± 0,0021***	0,1775 ± 0,0051***

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \geq 0,001$ .

чалось от показателей контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ). Концентрация ионов свинца в печени крыс увеличилась в 1-й группе в 3,43 раза ( $p \leq 0,001$ ). У крыс остальных опытных групп, получавших растительные экстракты, происходило уменьшение концентрации свинца на 71,3–75,6 % относительно животных 1-й группы вследствие действия детоксикантов ( $p \leq 0,001$ ).

В почках животных всех опытных групп содержание свинца превышало контрольное значение в 13,6–23,6 раз ( $p \leq 0,001$ ). Однако применение растительного экстракта уменьшило концентрацию свинца в почках крыс 3-й группы на 44,1 % ( $p \leq 0,001$ ) относительно 1-й группы. В костной ткани всех опытных групп крыс произошло достоверное увеличение концентрации свинца по сравнению с контрольной группой в 19,9–26,8 раз ( $p \leq 0,001$ ).

В костной ткани крыс 1-й опытной группы произошло достоверное увеличение ионов кадмия по сравнению с контрольными животными в 1,6 раз ( $p \leq 0,05$ ) (рис. 2, табл. 5). У крыс остальных опытных групп произошло уменьшение содержания кадмия в костной ткани относительно животных 1-й группы на 25,0–37,5 %, однако достоверно не отличалось от контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ). Содержание кадмия в мышечной ткани животных во 2–3-й опытных группах снизилось по сравнению с 1-й группой под действием детоксиканта на 38,7 и 41,9 % соответственно, но достоверно не отличалось от контрольной ( $p \geq 0,05$ ).

Содержание кадмия в селезенке животных 3-й опытной группы относительно 1-й группы снижалось на 59,3 % вследствие применения детоксикантов ( $p \leq 0,01$ ) и достоверно не отличалось от показателей крыс контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ).

В результате модельных опытов на лабораторных животных обнаружено, что в сердце крыс 1-й опытной группы произошло достоверное увеличение содержания кадмия на 86,3 % ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с животными контрольной группы. Под действием детоксикантов у животных 2-й и 3-й опытных групп концентрация кадмия в сердце уменьшилась соответственно на 92,2 и 88,3 % ( $p \leq 0,001$ ) относительно крыс 1-й группы.

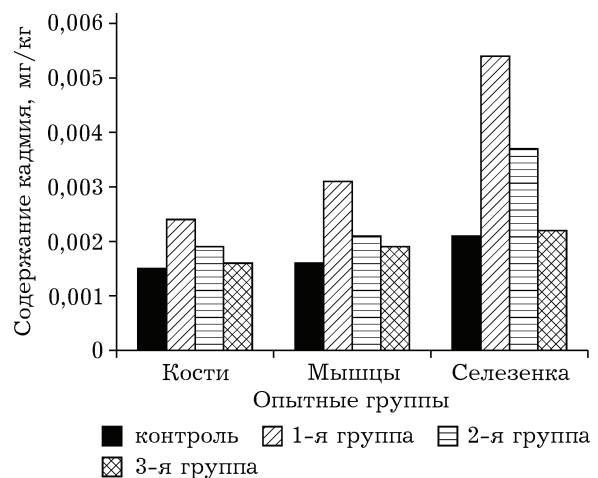


Рис. 2. Содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Концентрация кадмия в печени крыс увеличилась в 1-й опытной группе в 30,4 раза по сравнению с контрольной ( $p \leq 0,001$ ). У крыс 2-й и 3-й опытных групп, получавших растительные экстракты, происходило значительное уменьшение концентрации кадмия относительно животных 1-й группы вследствие действия детоксикантов – на 52,9 и 71,2 % ( $p \leq 0,001$ ).

В почках животных во всех опытных группах содержание токсиканта превышало контрольное значение в 27,7–52,3 раз ( $p \leq 0,001$ ). Однако применение растительных экстрактов уменьшило концентрацию кадмия у крыс 2-й опытной группы на 10,4 ( $p \leq 0,05$ ) и 3-й группы – на 46,9 % ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с крысами 1-й группы.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение степени загрязненности тяжелыми металлами образцов березовых почек и листьев, собранных в различных районах Новосибирской области, позволило утверждать, что она зависит от степени загрязненности окружающей среды.

В опыте *in vitro* установлено, что сырье растительного происхождения достоверно снижает концентрацию ионов свинца и кадмия в растворах ( $p \leq 0,05–0,001$ ). Наиболее эффективным сырьем по отношению к тяжелым металлам являются листья березы.

Экстракты почек березы снижают концентрацию свинца и кадмия в органах и тканях лабораторных животных. Спиртовой экстракт уменьшает содержание свинца во

внутренних органах животных на 45,7–71,3 % ( $p \leq 0,05–0,001$ ) и кадмия – на 10,4–92,2 % ( $p \leq 0,05$ ;  $p \leq 0,001$ ) по сравнению с животными, не получавшими его.

Экстракты листьев березы снижают концентрацию ионов свинца в органах и тканях лабораторных животных на 42,3–76,3 % ( $p \leq 0,05–0,001$ ) и концентрацию ионов кадмия – на 37,5–88,0 % ( $p \leq 0,01–0,001$ ).

Экстракты почек и листьев березы обладают высокой антиоксидантной активностью, что позволяет рекомендовать их в качестве антиоксидантных добавок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников В. А. Эколого-токсикологические аспекты воздействия соединений свинца на биологические объекты. Красноярск, 2002. С. 7–37.
2. Бокова Т. И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва – растение – животное – продукт питания человека. Новосибирск: Сиб. отд-ние ГНУ СибНИПТИП, 2004. 206 с.
3. Георгиевский В. П., Комисаренко Н. Ф., Дмитрук С. Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. С. 333.
4. Черняева Г. Н., Долгодворова С. Я., Бондаренко С. М. Экстрактивные вещества березы. Красноярск, 1986. 124 с.
5. Мохначев И. Г., Гранатова В. П. Оценка комплексобразующих свойств биологических объектов // Хранение и переработка сельхозсырья. 1998. № 1. С. 35–36.
6. Драчева Л. В., Короткова Е. И., Дорожко Е. В. Применение вольтамперометрического метода при изучении биоантиоксидантов // Пищевая пром-сть. 2008. № 4. С. 28–29.
7. Минеев В. Г. Экологические проблемы агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 1988. 285 с.
8. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 250 с.

## Evaluation of the Biological Activity of Buds and Leaves of Birch in Model Investigations

T. I. BOKOVA, I. V. VASIL'TSOVA

Novosibirsk State Agricultural University  
630039, Novosibirsk, Dobrolyubov str., 160  
E-mail: indicator07@mail.ru

Lead and cadmium migration was studied in the system: biologically active plant raw material – extract. Antioxidant activity and detoxication ability of the extracts of birch buds and leaves was studied in pattern experiments with rats.

**Key words:** birch buds, birch elaves, lead, cadmium, antioxidant activity, rats.