

УДК 619:636.087.6:615.9

**А.В. Коптина<sup>1</sup>, А.И. Шургин<sup>1</sup>, А.В. Канарский<sup>2</sup>, З.А. Канарская<sup>2</sup>,  
Е.Ю. Тарасова<sup>3</sup>, М.Я. Тремасов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Марийский государственный технический университет

<sup>2</sup>Казанский государственный технологический университет

<sup>3</sup>Федеральный центр токсикологической и радиационной безопасности животных  
(г. Казань)

Коптина Анна Владимировна родилась в 1983 г., окончила в 2005 г. Казанский государственный технологический университет, аспирант кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет 10 научных работ в области биотехнологии и технологии биологически активных веществ.

E-mail: koptinaanna@mail.ru

Канарский Альберт Владимирович родился в 1946 г., окончил в 1975 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор кафедры пищевой биотехнологии Казанского государственного технологического университета. Имеет более 200 научных работ в области химической и биохимической технологии, получения и переработки целлюлозы, бумаги и картона, крахмала, адсорбентов и биологически активных веществ.

Тел.: 89053137552



Канарская Зоя Альбертовна окончила в 1997 г. Казанский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии Казанского государственного технологического университета. Имеет 50 научных работ в области биотехнологии, экотоксикологии.

Тел.: 89053137552



Тарасова Евгения Юрьевна родилась в 1985 г., окончила в 2007 г. Казанскую государственную академию ветеринарной медицины, аспирант отдела токсикологии лаборатории микотоксинов ФГУ ФЦТРБ-ВНИВИ. Профессиональные интересы – ветеринарная микотоксикология.

Тел.: 89053779932



Тремасов Михаил Яковлевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом токсикологии, заместитель директора по науке ФГУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности животных» (ФГУ ФЦТРБ-ВНИВИ), заслуженный деятель науки Республики Татарстан. Имеет более 350 научных работ в области профилактики и лечения микотоксикозов, индикации микотоксинов в различных объектах, сочетанного и комбинированного воздействия различных токсических веществ на организм, проблем химической и радиационной безопасности.

Тел.: 89600454876



### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДСОРБЦИИ Т-2 МИКОТОКСИНА КОРОЙ ИВЫ *SALIX ACUTIFOLIA* L.**

Показано, что кора ивы *Salix acutifolia* L. и шрот, полученный после экстракции салицина, его производных и др. биологических веществ из коры, способны адсор-

бировать и выводить Т-2 микотоксин. Установлено, что эффективность адсорбции Т-2 микотоксина зависит от способа экстракции.

*Ключевые слова:* кора ивы, экстракция, шрот, адсорбция Т-2 микотоксина, профилактика микотоксикоза.

В последние годы интенсивно увеличивается применение лекарственных растений и экстрактов из них взамен синтетических лекарственных препаратов, которые наносят серьезный вред организму человека. Важное место среди источников природных биологически активных веществ занимают растения семейства *Salicaceae*, содержащие в коре и листьях фенольные гликозиды. В частности, кора ивы *Salix acutifolia* L. содержит салицин и его производные, флавоноиды и прочие вещества, имеющие лекарственные свойства: противовоспалительное, анальгетическое, жаропонижающее, антисептическое, антиревматическое и др. Установлено, что салицин является ингибитором тромбина, а также ингибитором роста раковых клеток *in vivo*.

После извлечения биологически активных веществ из коры остается шрот, 10 икает проблема его использования. В состав шрота входят клетчатка, лигнин, альные вещества, а также биологически активные вещества, не перешедшие в экстракт. Ранее [1] была показана эффективность применения некрахмалистых полисахаридов однолетних растений в качестве энтеросорбентов микотоксинов, которые, поступая в организм человека и животных с пищей и кормами, вызывают отравление организма – микотоксикозы – со всеми отрицательными последствиями для здоровья человека и животных [5, 6].

В настоящей работе рассмотрены адсорбционные свойства коры ивы остролистной *Salix acutifolia* L. и шрота, полученного при выделении из коры водорастворимых веществ (салицина и его производных, танинов и др.), по отношению к Т-2 микотоксину в условиях *in vitro* и *in vivo*.

#### *Методика эксперимента*

Взятую для экспериментов кору ивы сортировали и измельчали до частиц диаметром меньше 3 мм. Измельченную и высушенную на воздухе кору ивы экстрагировали органическими растворителями (вода, ацетон, этиловый спирт) или 0,001 М раствором фосфатного буфера, нагревая в колбе с обратным холодильником в течение 30 мин при гидромодуле 1 : 50.

При ферментативном методе экстракции биологически активных веществ (салицилатов) измельченную (до частиц диаметром меньше 3 мм) воздушно-сухую кору ивы экстрагировали буферным раствором фосфорного калия с рН 5,5 в течение 20 ч при температуре  $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$  и гидромодуле 1 : 50 с одновременным добавлением ферментного комплекса (препарат Laminex<sup>TM</sup> BG (Genencor International, США), содержащий ферменты целлюлазу и  $\beta$ -глюканазу) в количестве 0,1 % от массы растительного сырья с последующей инактивацией ферментов при температуре  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение 10 мин.

Экстракты биологически активных веществ отделяли от шрота коры фильтрованием, шрот сушили при температуре  $80^\circ\text{C}$  до влажности 3 %. Кору ивы и шрот разделяли на волокнистую и неволокнистую фракции и использовали для определения эффективности адсорбции Т-2 микотоксина, которую оценивали методом, предложенным В.С. Крюковым и др., с учетом особенности индикации Т-2 микотоксина [4]. В качестве адсорбента применяли кору и шрот, образовавшийся

после экстракции салицина и его производных. Адсорбцию проводили при pH 7 и 2, моделируя условия адсорбции микотоксинов соответственно в ротовой полости и желудке животных. Вероятность десорбции микотоксинов в кишечном тракте животных моделировали десорбцией при pH 8, следующей после адсорбции Т-2 микотоксинов адсорбентами при pH 2. Температура опытов ( $37 \pm 1$ ) °С.

#### Обсуждение результатов

Анализируя результаты экспериментов, представленные в таблице, следует отметить, что адсорбционные свойства коры ивы и ее компонентов, а также компонентов шрота по отношению к Т-2 микотоксину при pH 2 (желудок) выше, чем при pH 7 (ротовая полость). Адсорбция Т-2 микотоксина корой будет происходить с момента поедания токсичного корма. Однако при pH 8 (кишечный тракт) наблюдается снижение истинной адсорбции Т-2 микотоксина за счет его десорбции. Эти закономерности были установлены нами и на адсорбентах, изготовленных из других видов сырья [2].

#### Адсорбционные свойства коры ивы, ее компонентов и шрота

Способ обработки коры	Компоненты коры	Эффективность адсорбции Т-2 микотоксина, %		Десорбция Т-2 микотоксина, % pH 8	Истинная адсорбция, %
		pH 7	pH 2		
Механическое измельчение	Смесь волокнистой фракции и корки*	54,4	57,2	12,7	44,5
	Волокнистая фракция	56,0	66,0	11,4	54,6
	Корка	59,0	66,1	7,9	58,2
Экстракция: а) этанолом	Волокнистая фракция	62,0	70,0	10,7	59,3
	Корка	70,0	76,0	7,9	68,1
б) с использованием ферментов	Волокнистая фракция	66,0	80,0	7,5	72,5
	Корка	56,0	70,0	7,1	62,9
в) водой	Волокнистая фракция	59,2	64,0	7,8	56,2
	Корка	59,2	61,6	8,1	53,5
г) 80 %-м ацетоном	Волокнистая фракция	69,0	76,0	7,9	68,1
	Корка	56,0	62,0	12,1	49,9
д) 0,01 М фосфатным буфером	Волокнистая фракция	71,2	76,0	11,8	64,2
	Корка	64,0	71,2	9,4	61,8

\*Неволокнистая фракция

Адсорбционные свойства измельченной коры ивы по отношению к Т-2 микотоксину ниже адсорбционных свойств ее волокнистой фракции и корки (неволокнистая фракция). Это можно объяснить присутствием в коре, кроме клет-

чатки и лигнина, минеральных веществ, которые не обладают адсорбционными свойствами по отношению к Т-2 микотоксину. Следует заметить, что десорбция Т-2 микотоксина с корки, содержащей преимущественно лигнин, ниже десорбции с волокнистой фракции. В результате истинная адсорбция Т-2 микотоксина коркой несколько выше.

Адсорбционные свойства волокнистых фракций и корки, выделенных из шрота коры ивы, зависят от способа экстракции. Однако при всех способах обработки коры адсорбционные свойства ее компонентов по отношению к Т-2 микотоксину не снижаются, а в большинстве случаев превосходят адсорбционные свойства компонентов, выделенных из исходной коры. При этом волокнистые фракции по сравнению с коркой имеют более высокую истинную адсорбцию по отношению к Т-2 микотоксину. Видимо, применяемые в опытах для экстракции вещества в наибольшей степени активируют адсорбционные центры клетчатки. Высокая адсорбционная способность наблюдается у волокнистой фракции коры ивы, обработанной ферментами целлюлазой и  $\beta$ -глюканазой, которые способствуют разрушению клетчатки и увеличению количества адсорбционных центров на ее поверхности, обуславливающих взаимодействие с Т-2 микотоксином. На поверхности этой волокнистой фракции и отмечена минимальная десорбция Т-2 микотоксина.

10\* Истинная адсорбция волокнистой фракции коры, обработанной этанолом и глицеролом, по сравнению с другими способами обработки несколько снижается повышенной десорбцией. Обработка коры ацетоном также снижает истинную адсорбцию корки, выделенной из этого шрота, за счет десорбции Т-2 микотоксина с ее поверхности при pH 8.

В условиях *in vivo* на белых нелинейных крысах проверена эффективность адсорбирующей способности компонентов коры ивы и шрота по отношению к Т-2 микотоксину. На основе клинических, гематологических, биохимических исследований установлена целесообразность применения этих продуктов в качестве адсорбентов для профилактики при подостром Т-2 микотоксикозе животных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрэкология [Текст] / В.А. Черников [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Адсорбция Т-2 микотоксина некрахмалистыми полисахаридами / З.А. Канарская [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 1. – С. 58–60.
3. Коптина, А.В. Межпопуляционная изменчивость ивы остролистной по продуктивности биомассы и содержанию фенольных компонентов [Текст] / А.В. Коптина, А.И. Шургин, А.В. Канарский // Лесн. журн. – 2008. – № 4. – С. 106–112. – (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Крюков, В.С. Применение клиноптилолита для профилактики микотоксикозов [Текст] / В.С. Крюков, В.В. Крупин, А.Н. Котик // Ветеринария. – 1992. – № 9–12. – С. 28–29.
5. Микотоксины: прошлое, настоящее, будущее [Текст] / А.М. Зайченко [и др.] // Мікробіологічний журн. – 2003. – Т. 65. – № 1-2. – С. 141–148.
6. Спейерс, Г. О генотоксичных канцерогенах [Текст] / Г. Спейерс // Вопросы питания. – 2002. – Т. 71, № 1. – С. 11–15.

A.V. Koptina<sup>1</sup>, A.I. Shurgin<sup>1</sup>, A.V. Kanarsky<sup>2</sup>, Z.A. Kanarskaya<sup>2</sup>, E.Yu. Tarasova<sup>3</sup>,  
M.Ya. Tremasov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mari State Technical University

<sup>2</sup>Kazan State University of Technology

---

<sup>3</sup>Federal Centre of Toxicological and Radiation Safety (Kazan)

**Efficiency of T-2 Mycotoxin Adsorption by Bark of Willow *Salix Acutifolia* L.**

It is shown that bark of the willow *Salix acutifolia* L. and meal produced under extraction of salicylates its derivatives and other biological substances from the willow bark are able to absorb and remove T-2 mycotoxin. It is established that the efficiency of T-2 mycotoxin adsorption is dependent on the extraction method.

Keywords: willow bark, extraction, meal, adsorption of T-2 mycotoxin, mycotoxicosis prevention.

---