

Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»

## **Менделеевские чтения – 2019**

Сборник материалов  
Республиканской научно-практической конференции  
по химии и химическому образованию

Брест, 22 февраля 2019 года

Под общей редакцией **Н. Ю. Колбас**

Брест  
БрГУ имени А. С. Пушкина  
2019

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+  
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691  
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5  
М 50

*Рекомендовано редакционно-издательским советом Учреждения образования  
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

*Редакционная коллегия:*

кандидат технических наук, доцент Э. А. Тур  
кандидат биологических наук, доцент Н. Ю. Колбас  
кандидат технических наук, доцент Н. С. Ступень

*Рецензенты:*

кандидат технических наук, доцент С. В. Басов  
кандидат биологических наук, доцент Н. М. Матусевич

М 50 **Менделеевские чтения – 2019** : сб. материалов Респ. науч.-  
практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 22 февр.  
2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. А. Тур,  
Н. Ю. Колбас, Н. С. Ступень ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест :  
БрГУ, 2019. – 275 с.  
ISBN 978-985-555-982-6.

В материалах сборника освещаются актуальные проблемы химии и экологи-  
гии, а также отражен опыт преподавания соответствующих дисциплин в высших  
и средних учебных заведениях.

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспиран-  
тами, магистрантами, преподавателями и студентами высших учебных заведе-  
ний, учителями химии и другими специалистами системы образования.

УДК 37+54+57+61+66+371+372+373+378+502+524+538+539+541+542+  
543+544+546+574+577+581+631+634+636+661+666+667+691  
ББК 24.1+24.2+24.4+24.5

**О. В. КОРЗЮК**

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

## **АНТИСТРЕССОВОЕ И РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ НА ЗЛАКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ СВИНЦА**

Одной из актуальных задач современного растениеводства является поиск новых экологически безопасных биологически активных соединений, сочетающих в себе ростостимулирующее и антистрессовое по отношению к разным по природе неблагоприятным факторам среды (в частности, к высоким концентрациям тяжелых металлов) действие на растения. Особый интерес могут представлять стероидные гликозиды. Положительное влияние этих веществ в умеренных дозах на рост и развитие растений было изучено для ряда растений. Однако остается малоизученным вопрос антистрессового действия данных соединений на злаковые культуры, подвергнутые воздействию высоких концентраций тяжелых металлов.

Среди тяжелых металлов приоритетным загрязнителем считается свинец, так как его техногенное накопление в окружающей среде идет высокими темпами. Сегодня внимание многих исследователей направлено на поиск методов снижения токсического действия ионов свинца на злаковые культуры и повышения их толерантности. В этой связи стероидные гликозиды представляют особый интерес, так как могут оказывать ростостимулирующее и антистрессовое действие на сельскохозяйственные культуры, подвергнутые воздействию высоких концентраций тяжелых металлов.

Одним из важнейших классов растительных стероидов, представители которого часто проявляют высокую физиологическую активность, являются стероидные гликозиды. Они входят в состав более широкой группы соединений, называемых сапонинами [1]. Выделяемые из растений сапонины представлены в основном гликозидами двух типов, различающихся

по строению неуглеводных компонентов, называемых сапогенинами. К первому типу относятся интересующие нас гликозиды стероидов, обычно называемых стероидными сапонинами. Неуглеводная часть второй группы относится к тритерпеноидам, и их гликозиды соответственно носят название тритерпеновых сапонинов. Как видно уже из названия, эти соединения состоят из двух компонентов – агликона (синоним – генин) и олигосахаридного фрагмента. Основой природных генинов является циклопентанопергидрофенантроновый скелет с присоединенными к нему одним или двумя дополнительными кислородсодержащими кольцами – пятичленным E и шестичленным F. Общее свойство обеих групп генинов – наличие 27 углеродных атомов в молекуле [2].

На этапах исследований использовали два препарата – мелонгозид и рустикозид. Мелонгозид – гликозид из семян баклажан. Он содержит трудноразделимую смесь гликозидов с одинаковым олигосахаридным фрагментом (два остатка d-глюкозы), но разными агликонами (тигогенин и диосгенин) [3]. Рустикозид относится к стероидным гликозидам ряда фуростана, рустикозид – из надземной части махорки.

В качестве объектов исследования были выбраны злаковые культуры – пшеница озимая сорта Сейлор и ячмень яровой сорта Стратус. Сорт Сейлор создан в Германии. Среднеспелый сорт, вегетационный период 285 дней. Качественные показатели зерна соответствуют первому классу, значит, сорт признан ценным. Растения достигают 95–105 см в высоту и имеют генетическую устойчивость к полеганию благодаря прочной соломинке. Сорт обладает повышенной зимостойкостью, засухоустойчивостью, имеет высокую производительность, устойчив к полеганию, осыпанию, высоко толерантен к возбудителям основных грибковых болезней. Сорт Стратус – это сорт польской селекции. Он среднеранний, пивоваренный. Содержание белка 10,6–11,6 %, содержание крахмала в зерне 61,9 %. Сорт относительно устойчив к засухе, полеганию и пыльной головне.

Для изучения влияния стероидных гликозидов на индекс толерантности злаковых культур в условиях пороговых токсических концентраций ионов свинца были использованы следующие варианты опыта:

- 1) дистиллированная вода (контроль);
- 2) стероидный гликозид с оптимальной концентрацией, оказывающей рострегулирующее действие на растение;
- 3)  $Pb(NO_3)_2$  с пороговой концентрацией  $10^{-4}$  М;
- 4)  $Pb(NO_3)_2$  с концентрацией  $10^{-4}$  М + стероидный гликозид с оптимальной концентрацией.

На 10-е сутки исследовали индекс толерантности (RTI) злаковых культур по длине и массе корней и побегов, который представляет собой отношение средней длины корней (побегов) либо массы опытных растений

к средней длине корней (побегов) либо массы в контроле [4]. Показатель РП позволяет объективно судить об отзывчивости растений на воздействие ионов свинца.

Проведенные исследования показали, что при использовании свинца в концентрации  $10^{-4}$  М наблюдалось ингибирование роста корней и побегов у растений озимой пшеницы сорта Сейлор. Длина корней уменьшалась на 29 %, а побега – на 5,5 % (таблица 1). Соответственно наблюдалось и снижение средней массы 20 корней и побегов. При добавлении в среду с ионами свинца рустикозида в концентрации  $10^{-9}$  % длина корней и побегов у растений озимой пшеницы увеличивалась на 6,89 % и 26 %. При добавлении в среду с ионами свинца мелонгозида в концентрации  $10^{-9}$  % длина корней и побегов у растений озимой пшеницы также увеличивалась (на 7,65 % и 26,46 % соответственно).

Таблица 1 – Влияние стероидных гликозидов (рустикозида (РК) и мелонгозида (МГ)) на длину корней, побегов и массу растений озимой пшеницы сорта Сейлор при воздействии ионов свинца (10-е сутки)

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	Длина	Масса 20 шт.	Длина	Масса 20 шт.
Контроль	134,50 ± 2,3	0,33 ± 0,02	110,22 ± 2,90	1,39 ± 0,13
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М	95,03 ± 1,35**	0,29 ± 0,007	104,15 ± 1,01	1,25 ± 0,06
Рустикозид, 10 <sup>-9</sup> %	144,95 ± 2,14**	0,35 ± 0,03	141,58 ± 2,39	1,57 ± 0,10
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + РК, 10 <sup>-9</sup> %	101,58 ± 2,10**	0,36 ± 0,03	131,45 ± 2,87	1,46 ± 0,09
Мелонгозид, 10 <sup>-9</sup> %	153,57 ± 2,48**	0,39 ± 0,02	142,97 ± 3,03	1,65 ± 0,01
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + МГ, 10 <sup>-9</sup> %	102,30 ± 1,95**	0,35 ± 0,008*	131,72 ± 3,26	1,49 ± 0,11
Примечание – * – достоверно при P ≤ 0,05; ** – достоверно при P ≤ 0,01.				

Более высокий индекс толерантности отмечался по массе корней и побегов при добавлении мелонгозида в среду с ионами свинца (таблица 2). Таким образом, мелонгозид в большей степени повышал устойчивость растений озимой пшеницы сорта Сейлор при воздействии ионов свинца.

У ячменя ярового сорта Стратус при использовании свинца в концентрации  $10^{-4}$  М наблюдалось более сильное ингибирование роста побегов и менее роста корней. Длина корней уменьшалась на 16,8 %, а побега – на 26,2 % (таблица 3). Соответственно наблюдалось и снижение средней массы 20 корней и побегов. Добавление в среду с ионами свинца рустикозида в концентрации  $10^{-9}$  % приводило к увеличению длины корней и побегов, а также массы. Так, длина корней и побегов у растений ячменя ярового увеличивалась на 14 % и 34 %. При добавлении в среду с ионами свинца мелонгозида в концентрации  $10^{-9}$  % длина корней и побегов

у растений ячменя ярового также увеличивалась (на 13 % и 32 % соответственно). Различия данных параметров по массе не были статистически достоверными.

Таблица 2 – Индекс толерантности (RTI) озимой пшеницы сорта Сейлор к влиянию стероидных гликозидов (рустикозида (РК) и мелонгозида (МГ)) при воздействии ионов свинца (10-е сутки)

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	RTI длины	RTI массы (20 шт.)	RTI длины	RTI массы (20 шт.)
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М	0,71	0,89	0,94	0,90
Рустикозид, 10 <sup>-9</sup> %	1,08	0,88	1,28	1,13
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + РК, 10 <sup>-9</sup> %	1,07	1,24	1,26	1,17
Мелонгозид, 10 <sup>-9</sup> %	1,14	1,18	1,30	1,19
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + МГ, 10 <sup>-9</sup> %	1,07	1,21	1,26	1,19

Таблица 3 – Влияние стероидных гликозидов (рустикозида (РК) и мелонгозида (МГ)) на длину корней, побегов и массу растений ячменя ярового сорта Стратус при воздействии ионов свинца (10-е сутки)

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	Длина	Масса 20 шт.	Длина	Масса 20 шт.
Контроль	101,15 ± 1,76	0,32 ± 0,02	149,3 ± 2,65	1,93 ± 0,16
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М	84,15 ± 1,51**	0,26 ± 0,01	110,18 ± 2,09**	1,75 ± 0,06
Рустикозид, 10 <sup>-9</sup> %	109,37 ± 3,19*	0,34 ± 0,009	156,93 ± 3,12	2,11 ± 0,12
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + РК, 10 <sup>-9</sup> %	95,9 ± 2,62**	0,33 ± 0,003	147,63 ± 2,92**	2,04 ± 0,13
Мелонгозид, 10 <sup>-9</sup> %	106,1 ± 2,26	0,33 ± 0,02	152,43 ± 2,99	2,15 ± 0,21
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + МГ, 10 <sup>-9</sup> %	95,08 ± 1,89**	0,33 ± 0,03**	145,37 ± 3,11**	1,93 ± 0,09
Примечание – * – достоверно при P ≤ 0,05; ** – достоверно при P ≤ 0,01.				

Более высокий индекс толерантности отмечался и по массе корней и побегов при добавлении рустикозида в среду с ионами свинца (таблица 4). Таким образом, у растений ячменя ярового сорта Стратус в большей степени повышал устойчивость к воздействию ионов свинца рустикозид.

Результаты исследований воздействия мелонгозида и рустикозида на рост растения озимой пшеницы и ячменя ярового показали, что в концентрации 10<sup>-9</sup> % биорегулятор приводил к повышению длины корня и побега растений. Значительно повышалась и масса по сравнению с контролем. Таким образом, стероидный гликозид (мелонгозид и рустикозид) в данной концентрации обладает рострегулирующей активностью.

Таблица 4 – Индекс толерантности ячменя ярового сорта Стратус к влиянию стероидных гликозидов (рустикозида (РК) и мелонгозида (МГ)) при воздействии ионов свинца (10-е сутки)

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	RTI длины	RTI массы (20 шт.)	RTI длины	RTI массы (20 шт.)
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М	0,83	0,81	0,74	0,91
Рустикозид, 10 <sup>-9</sup> %	1,08	1,06	1,05	1,09
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + РК, 10 <sup>-9</sup> %	1,14	1,27	1,34	1,17
Мелонгозид, 10 <sup>-9</sup> %	1,05	1,03	1,02	1,11
Pb <sup>2+</sup> , 10 <sup>-4</sup> М + МГ, 10 <sup>-9</sup> %	1,13	1,27	1,32	1,10

Ионы Pb<sup>2+</sup> в концентрации 10<sup>-4</sup> М приводили к значительному уменьшению длины корней у растений пшеницы и ячменя, а также к морфологическим изменениям корней (пожелтению), так как корень выступает одним из первых барьеров на пути проникновения ионов в растительный организм. Анализ индекса толерантности исследуемых культур показал, что наиболее устойчивыми к ионам свинца являются растения ячменя ярового: имеют более высокий индекс толерантности, равный 0,79. Использование стероидных гликозидов (рустикозида и мелонгозида) в оптимальных концентрациях (10<sup>-9</sup> %) позволяет повысить устойчивость озимой пшеницы и ячменя ярового к действию ионов свинца.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физер, Л. Стероиды / Л. Физер, М. Физер. – М. : Мир, 1986. – 184 с.
2. Хефтман, Е. Биохимия стероидов / Е. Хефтман. – М. : Мир, 1972. – 175 с.
3. Мадаева, О. С. Обследование некоторых сапониноносных растений на содержание стероидных сапонинов / О. С. Мадаева, Н. А. Серова, Л. С. Четверикова // Труды ВИЛАР. – 1959. – Т. 11. – 229 с.
4. Antunes, A. M. Sczeening cultivars for aluminium tolerance / A. M. Antunes, J. Pereira, M. A. Nunes // Triticale: Today and Tomorrow / H. Guedes-Pinto, N. Darvey, V. P. Carnide (eds.). – Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 1996. – P. 445–449.