

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

Менделеевские чтения 2020 г.

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

Брест, 28 февраля 2020 года

Под общей редакцией **Н.Ю. Колбас**

Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2020

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»*

Рецензенты:

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

Редколлегия:

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

*Под общей редакцией **Н.Ю. Колбас***

Менделеевские чтения – 2020 : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. по химии и хим. образованию, Брест, 28 февр. 2020 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, 2020. – 197 с.

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

Материалы могут быть использованы научными работниками, аспирантами, магистрантами, преподавателями и студентами высших учебных заведений, учителями химии и другими специалистами системы образования.

Ответственность за языковое оформление и содержание статей несут авторы.

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

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2020

УДК 577.175.19

С. Э. КАРОЗА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**СОВМЕСТНОЕ ВЛИЯНИЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ
И ИОНОВ КАДМИЯ И СВИНЦА НА СОДЕРЖАНИЕ
АНТОЦИАНОВ В ГРЕЧИХЕ ПОСЕВНОЙ**

Признанными актуальными токсикантами растений являются соединения свинца и кадмия [1]. Одной из их основных характеристик является длительный период полувыведения и способность к биоаккумуляции. При увеличении дозы их ионов у растений наблюдается замедление роста корней, уменьшение их длины, количества и биомассы. Менее выраженное отрицательное влияние соли кадмия и свинца оказывают на надземную часть растений, вызывая уменьшение высоты побега, площади листовой пластинки и продуктивности. Вместе с тем существует возможность снижения последствий действия на растения потенциально токсичных металлов за счет

применения регуляторов роста, сочетающих ростстимулирующую и анти-стрессовую активность [2]. К таким соединениям относятся стероидные гликозиды (СГ) ряда спиростана и фуростана, влияющие на многие биологические, физиологические и биохимические процессы растений [3]. Их высокая, в том числе гормональная активность в очень малых концентрациях позволяет широко применять эти соединения в практике сельскохозяйственного производства [4]. В проведенных ранее нами исследованиях была подтверждена их рострегулирующая активность на зерновых и крупяных культурах [5]. О. В. Корзюк были выявлены препараты и дозы СГ, проявляющие антистрессовое и рострегулирующее действие на злаковых культурах в условиях токсического влияния ионов свинца и кадмия [6; 7]. Ю. А. Лысюк установила способность стероидных гликозидов влиять на содержание фотосинтетических пигментов в листьях гречихи посевной и повышать индекс толерантности растений при действии ионов кадмия и свинца [8; 9]. нами не обнаружено результатов исследования влияния этих соединений на содержание антоцианов в гречихе посевной как по отдельности, так и при совместном применении с ионами металлов, а они выполняют важные защитные функции в растении, являясь признанными антиоксидантами. В исследованиях Н. Н. Полехиной установлено, что в гречихе посевной из антоцианов присутствует только цианидин, и некоторые регуляторы роста растений способны изменять его содержание [10].

Таким образом, большой интерес с теоретической и практической точек зрения представляет оценка влияния СГ на содержание антоцианов в гречихе посевной, в том числе при совместном применении с металлами.

Цель исследования проанализировать совместное влияние стероидных гликозидов и солей кадмия и свинца на концентрацию антоцианов в листьях гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench).

Исследование проводили в лабораторных условиях на кафедре зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина по стандартной методике проращивания в рулонах фильтровальной бумаги по СТБ 1073-97, а количественный анализ осуществляли с использованием оборудования кафедры химии. Для обработки семян методом замачивания были использованы стероидные гликозиды никотианозид (НЗ), рустикозид (РЗ), мелонгозид (МЗ), сомелонгозид (СЗ) в ранее определенной оптимальной концентрации 10^{-8} %. Определение концентрации антоцианов проводили рН-дифференцированным методом по методике М. М. Giusti и R. E. Wrolstad (2001) [11]. Экстракцию из стеблей проростков проводили раствором этилового спирта с добавленной до концентрации 0,1 М соляной кислотой. Первоначально определяли подходящий коэффициент разбавления для образца, разбавляя его калий-хлоридным буфером с рН 1,0 при $\lambda_{\text{vis-max}} = 510,5$

нм для попадания в линейный диапазон спектрофотометра. Затем определяли окончательный объем образца для получения коэффициента разбавления DF. Для анализа готовили два разведения образца: одно с хлоридно-калиевым буфером (рН 1,0), другое с натрий-ацетатным буфером (рН 4,5), разбавляя каждый 1 : 2. Разведения уравнивались в течение 15 мин., оптическую плотность каждого разведения измеряли при $\lambda_{\text{vis-max}}$ и при 700 нм. Оптическую плотность разбавленного образца (A) рассчитывали по формуле

$$A = (A\lambda_{\text{vis-max}} - A700)_{\text{pH 1.0}} - (A\lambda_{\text{vis-max}} - A700)_{\text{pH 4.5}}$$

Концентрацию мономерного антоцианового пигмента в исходном образце рассчитывали по формуле

$$C \text{ (мг/л)} = (A \times MW \times DF \times 1000) / (\epsilon \times 1),$$

где MW – молекулярная масса, DF – коэффициент разбавления, а ϵ – молярная абсорбционная способность. Содержание в стеблях рассчитывали, исходя их массы взятой навески и полученной концентрации.

Ионы кадмия в концентрации 10^{-3} М значительно повышали содержание антоцианов, а все СГ также повышали, но в очень незначительной степени. При совместном действии СГ с кадмием содержание цианидина было выше, чем в контроле с водой, но ниже, чем с ионами этого металла. Значительнее всего снижал этот показатель рустикозид, что может говорить о лучшем состоянии растений (рисунок 1).

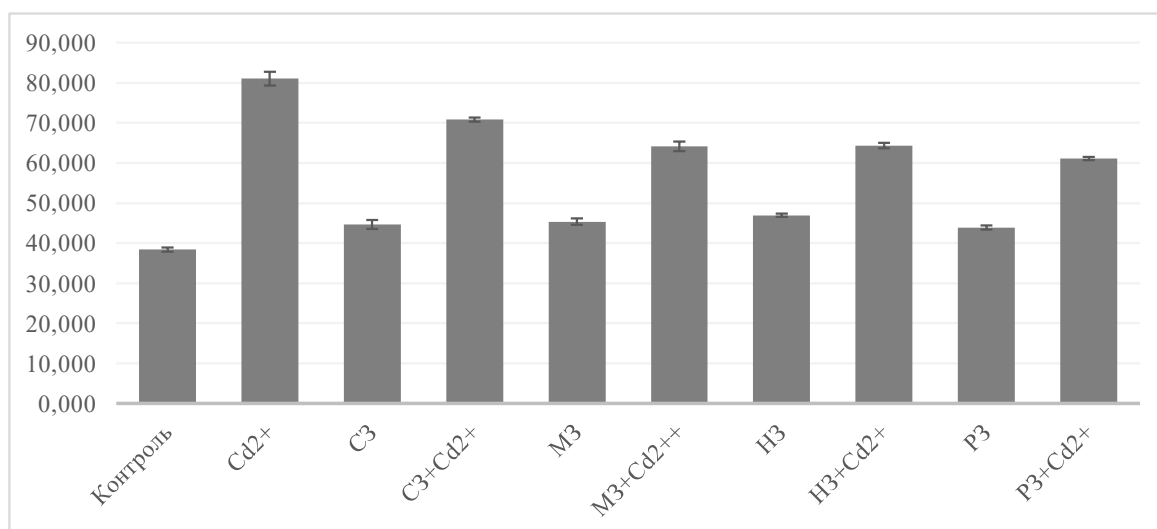


Рисунок 1 – Влияние СГ и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ на содержание антоцианов, мкг/г

Таким образом, анализ содержания антоцианов подтвердил результаты данных морфометрических исследований. Ионы кадмия в данной концентрации значительно подавляли рост корневой системы, что позже сказалось и на развитии надземной части. Вероятно, это и вызвало значительное повышение концентрации цианидина как защитного вещества. Стероидные гликозиды проявляли протекторное действие, в результате чего токсическое действие на растения уменьшалось, что и привело к понижению содержания антоцианов.

Ионы свинца, несмотря на более высокую используемую концентрацию (10^{-2} М), оказали на содержание антоцианов действие, противоположное влиянию ионов кадмия, – значительно понижали этот показатель (рисунок 2). Это также совпадало с влиянием на энергию прорастания, размеры и массу проростков и корней. На первоначальном этапе развития растений ионы свинца в используемой концентрации стимулировали их развитие, и наблюдалось повышение всех морфометрических показателей, наиболее значительное для надземной части.

Большинство СГ несколько повышали содержание цианидина, более значительно рустикозид и никотианозид, по сравнению с контролем. При совместном действии со свинцом наблюдались парадоксальные результаты: большинство соединений увеличивали содержание цианидина, причем более существенно – обработка мелонгозидом, несколько слабее – никотианозидом и рустикозидом (рисунок 2).

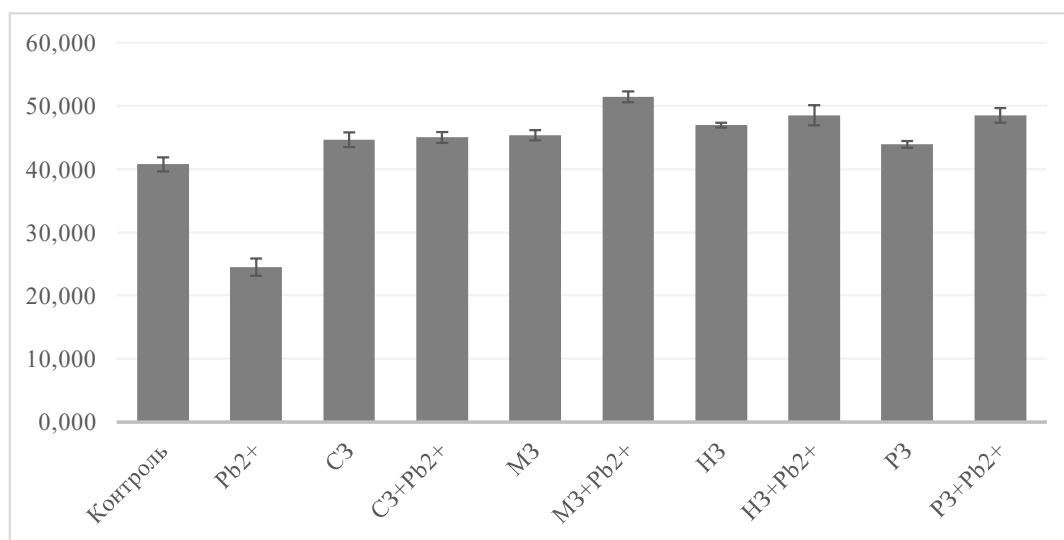


Рисунок 2 – Влияние СГ и $Pb(NO_3)_2$ на содержание антоцианов, мкг/г

Вероятно, это связано с отсутствием токсического влияния свинца на растения гречихи на ранних этапах развития, так как ее корневая система, по лите-

ратурным данным, угнетается на более поздних сроках. Возможно, при совместном действии ионов свинца с СГ наблюдается синергизм и проявляется ингибирующее влияние, обычно характерное для использования более высоких доз этих соединений, особенно рустикозида и никотианозида. Таким образом, требуется расширение исследований с использованием для сравнения других солей свинца, а также проведение эксперимента в почве для выявления их совместного влияния с СГ на более поздних стадиях развития.

Таким образом, установлена способность стероидных гликозидов к повышению содержания антоцианов в стеблях проростков гречихи посевной. Четкой зависимости к изменению этого показателя при совместном действии с нитратами кадмия и свинца, одинаковой для обоих металлов, не выявлено.

Исследования проводились в рамках выполнения финансируемой темы ГПНИ «Оценка морфофизиологической и генетической активности brassinosterоидов и стероидных гликозидов для расширения спектра действия биорегуляторов растений стероидной природы» (2016–2020).

Список использованной литературы

1. Дабахов, М. В. Тяжелые металлы: Экотоксикология и проблемы нормирования / М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова, В. И. Титова. – Новгород : Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
2. Серегин, И. И. Возможность применения регуляторов роста для снижения негативного действия кадмия на рост, развитие и продуктивность яровой пшеницы / И. И. Серегин // *Агрохимия*. – 2004. – № 1. – С. 71–74.
3. Кинтя, П. К. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана / П. К. Кинтя, Г. В. Лазурьевский. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 144 с.
4. Шуканов, В. П. Гормональная активность стероидных гликозидов растений / В. П. Шуканов, А. П. Волынец, С. Н. Полянская. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 244 с.
5. Кароза, С. Э. Рострегулирующая активность стероидных гликозидов и brassinosterоидов в лабораторном и полевом эксперименте / С. Э. Кароза // *Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : материалы Респ. науч.-практ. экол. конф., Брест, 23 нояб. 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. В. Шкуратова [и др.]. – Брест, 2017. – С. 216–220.*
6. Корзюк, О. В. Антистрессовое и рострегулирующее действие стероидных гликозидов на злаковые культуры в условиях влияния ионов свинца / О. В. Корзюк // *Менделеевские чтения – 2019 : материалы Респ. науч.-практ. конф., Брест, 22 февр. 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Э. С. Тур, Н. Ю. Колбас, Н. С. Ступень ; под общ. ред. Н. Ю. Колбас. – Брест, 2019. – С. 85–90.*

7. Корзюк, О. В. Антистрессовое и рострегулирующее действие стероидных гликозидов на злаковые культуры в условиях влияния ионов кадмия / О. В. Корзюк // Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : материалы III Респ. науч.-практ. экол. конф., Брест, 28 нояб. 2019 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: М. В. Левковская (отв. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2019. – С. 160–162.

8. Лысюк, Ю. А. Влияние brassinosterоидов и стероидных гликозидов на концентрацию хлорофилла и каротиноидов в листьях гречихи посевной / Ю. А. Лысюк // XXI Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, Брест, 10 мая 2019 г. : сб. материалов конференции : в 2 ч. Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест : БрГУ, 2019. – Ч. 1. – С. 124–126.

9. Лысюк, Ю. А. Влияние стероидных гликозидов на индекс толерантности гречихи посевной в условиях действия ионов кадмия и свинца / Ю. А. Лысюк // Природа, человек и экология : сб. тез. докл. V Респ. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 19 апр. 2018 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: С. М. Ленивко, А. Н. Тарасюк, И. Д. Лукьянчик ; под общ. ред. С. Э. Карозы. – Брест : БрГУ, 2018. – С. 60.

10. Полехина, Н. Н. Динамика накопления флавоноидов в онтогенезе районированных в Орловской области сортах гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench) : дис. ... канд. биол. наук : 03.01.05. / Н. Н. Полехина. – Орел, 2013. – 126 л.

11. Giusti, M. M. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy / M. M. Giusti, R. E. Wrolstad // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2001. – F1.2.1–F1.2.13.