

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 БРАССИНОСТЕРОИДОВ
И ИОНОВ КАДМИЯ И СВИНЦА НА СОДЕРЖАНИЕ
АНТОЦИАНОВ В ГРЕЧИХЕ ПОСЕВНОЙ**

Гречиха посевная является одной из важнейших крупяных культур для промышленного производства в Республике Беларусь и многих других странах. В ее плодах и, соответственно, в гречневой крупе содержатся полноценные белки с оптимальным сочетанием незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементы (железо, кальций, фосфор, медь, цинк, бор, йод, никель, кобальт), органические кислоты (лимонная, щавелевая, малеиновая)

и витамины: тиамин, рибофлавин, никотиновая и фолиевая кислота. Благодаря сбалансированному составу гречневой крупы, она способствует повышению выносливости и устойчивости человека к неблагоприятным условиям среды [1]. Однако сейчас в Республике Беларусь, в том числе и в Брестской области, наблюдается сокращение ее производства из-за нерентабельности в связи с жесткой конкуренцией с иностранными производителями. Более низкая по сравнению с другими культурами урожайность гречихи объясняется высокой требовательностью этой культуры к теплу и содержанию влаги, а в последние годы в связи с изменением климата в сторону более континентального в летние месяцы периодически возникает недостаток почвенной влаги и, несмотря на общее потепление, наблюдаются возвратные заморозки, что препятствует севу весной в более ранние сроки. В этих условиях становится актуальным применение регуляторов роста растений, способных, с одной стороны, ускорять их начальное развитие, а с другой – повышать устойчивость к различным неблагоприятным факторам. В эту группу регуляторов роста включены и brassinosterоиды (БС), выделенные из растительного сырья сравнительно недавно и признанные как пятый тип растительных гормонов [2]. У них обнаружили высокий уровень регуляторной активности в отношении роста и развития растений, способность повышать урожайность и улучшать качество сельскохозяйственной продукции в очень низких концентрациях на многих культурах, поэтому некоторые из них (эпибрассинолид) зарегистрированы как стимуляторы корнеобразования, роста, развития и устойчивости растений [3]. В проведенных ранее исследованиях была подтверждена рострегулирующая активность этих соединений на гречихе посевной в лабораторных и полевых условиях [4]. Однако не исследовано совместное влияние на гречиху потенциально токсичных химических элементов и brassinosterоидов. К таким элементам, способным представлять опасность как для растений, так и для животных и человека, относятся растворимые соли свинца и кадмия [5]. Е. Г. Артемук были выявлены препараты и дозы БС, проявляющие антистрессовое и рострегулирующее действие на злаковых и бобовых культурах в условиях токсического влияния ионов свинца и кадмия [6; 7]. Ю. А. Лысюк была установлена способность этих соединений изменять содержание фотосинтетических пигментов в листьях гречихи посевной и повышать индекс толерантности этой культуры при действии ионов кадмия и свинца [8; 9]. Уменьшить ущерб, наносимый растениям ионами кадмия, можно использованием и некоторых других регуляторов роста [10]. Что касается влияния БС на содержание антоцианов в гречихе посевной, нами обнаружена только одна работа, в которой анализировалась динамика изменения содержания цианидина при действии эпибрассинолида в полевом эксперименте [11]. Вместе с тем антоцианы выполняют в растениях важные функции и, являясь антиоксидантами, также способны действовать на рост и развитие растений [12].

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

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

Материалом для исследования послужила детерминантная диплоидная гречиха сорта Сапфир, включенного в Государственный реестр сортов Республики Беларусь [13]. Исследования проводили методом проращивания семян гречихи в рулонах фильтровальной бумаги по СТБ 1073-97 в условиях искусственного освещения [14]. Использовали brassinостероиды эпибрассинолид (ЭБ), гомобрассинолид (ГБ), эпикастастерон (ЭК) в выявленной ранее оптимальной концентрации 10^{-8} %. Концентрацию антоцианов проводили по методике М. М. Giusti и R. E. Wrolstad (2001) [15].

Ионы кадмия в концентрации 10^{-3} М повышали содержание антоцианов достаточно сильно. Brassinостероиды без ионов металла повышали содержание антоцианов значительно сильнее, чем стероидные гликозиды в аналогичном эксперименте, но слабее, чем при действии раствора соли кадмия. Наиболее сильно это влияние было выражено у эпибрассинолида (рисунок 1). При совместном действии стероидных соединений с нитратом кадмия наблюдалась странная ситуация: все БС уменьшали содержание цианидина сильнее, чем при действии только БС. Причины такого явления пока объяснить мы не можем.

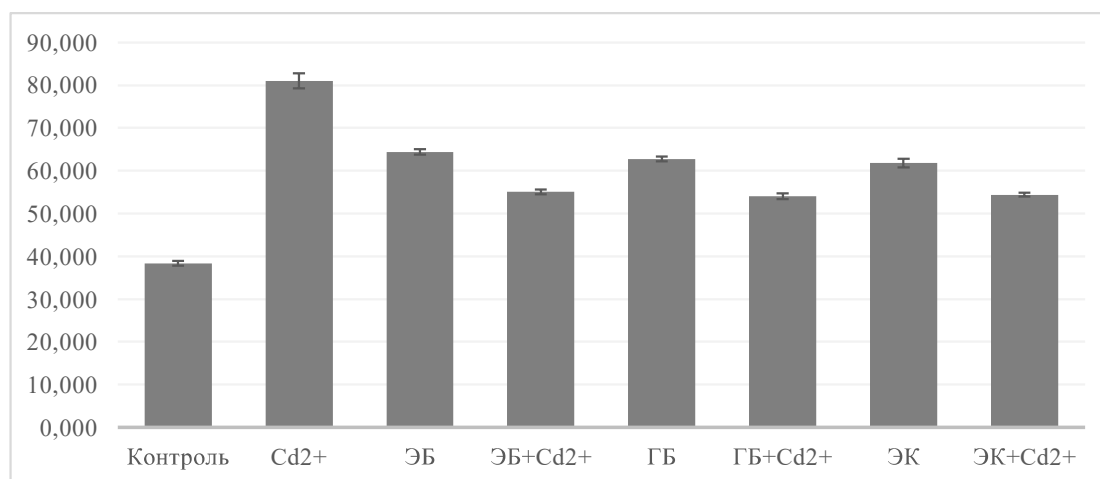


Рисунок 1 – Влияние БС и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ на содержание антоцианов, мкг/г

Ионы свинца даже в более высокой применяемой дозе (10^{-2} М) оказали на содержание антоцианов влияние, противоположное действию ионов кадмия, существенно снижая это – показатель по сравнению с контролем (рисунок 2). Брассиностероиды в этом эксперименте также повышали содержание антоцианов сильнее, чем стероидные гликозиды, и значения были близки к значениям предыдущего эксперимента. При совместном действии с солью свинца все три БС не смогли полностью нейтрализовать ингибирующую активность ионов этого металла. Показатели были выше, чем в варианте с раствором нитрата свинца, но все ниже, чем в контроле с проращиванием в воде.

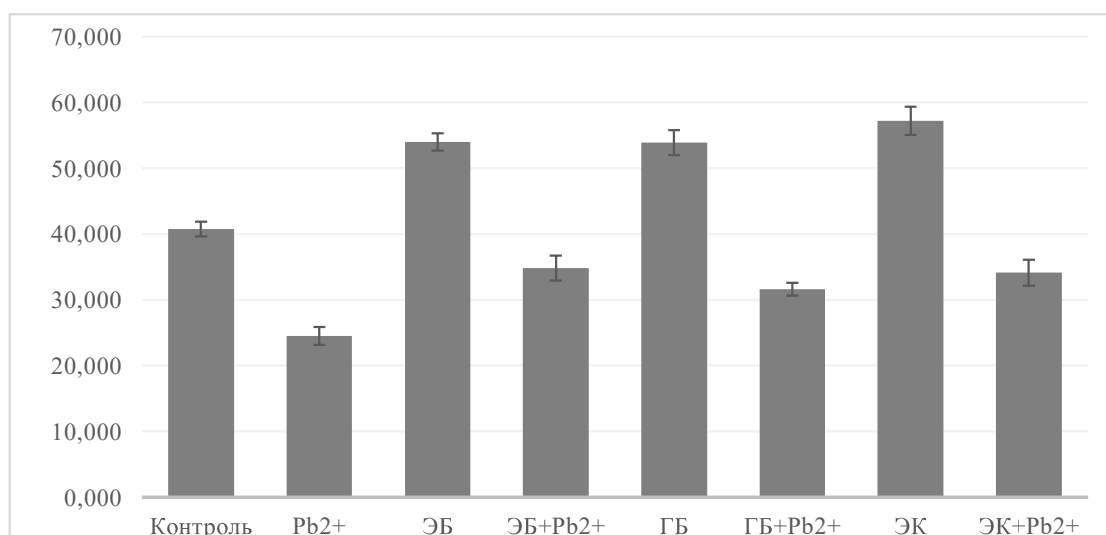


Рисунок 2 – Влияние СГ и $Pb(NO_3)_2$ на содержание антоцианов, мкг/г

Результаты проводимых параллельно морфометрических исследований в определенной мере коррелировали с полученными данными по содержанию антоцианов, особенно в эксперименте с раствором нитрата кадмия. Ионы этого металла подавляли сначала развитие корневой системы, вызывая гибель и почернение корешков, а затем и надземной части растений. Вероятно, это было причиной значительного увеличения содержания антоцианов как защитных веществ. Брассиностероиды также повышали эти показатели, что может свидетельствовать о их рострегулирующей активности. При взаимодействии ионов кадмия с БС состояние растений несколько улучшалось, что могло вызывать более сильное снижение содержания цианидина. Ионы свинца в применяемой дозе первоначально стимулировали развитие гречихи, что отразилось и на содержании антоцианов. Этим, вероятно, можно объяснить и промежуточные значения содержания цианидина при совместном действии БС и ионов свинца.

Таким образом, установлена способность brassinостероидов повышать содержание антоцианов в стеблях проростков гречихи посевной, выраженная сильнее по сравнению со стероидными гликозидами, и снижать их повышение, индуцированное действием ионов кадмия.

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

Список использованной литературы

1. Нехаев, А. А. Высокие урожаи гречихи – каждый год / А. А. Нехаев, А. Н. Анохин. – Минск : Ураджай, 1988. – 39 с.
2. Дерфлинг, К. Н. Гормоны растений / К. Н. Дерфлинг. – М. : Наука, 1989. – 351 с.
3. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск : Наука и техника, 1993. – 287 с.
4. Кароза, С. Э. Влияние brassinостероидов на морфометрические показатели гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.) в лабораторных и полевых условиях (Брестская область) / С. Э. Кароза // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2018. – № 2. – С. 38–44.
5. 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.
6. Артемук, Е. Г. Рострегулирующее и антистрессовое действие brassinостероидов на злаковые культуры в условиях влияния ионов кадмия / Е. Г. Артемук, А. А. Мариневич // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2019. – № 2. – С. 5–10.
7. Мариневич, А. А. Антистрессовое действие brassinостероидов в условиях токсического влияния ионов свинца на растения люпина узколистного / А. А. Мариневич, Е. Г. Артемук // Химия и жизнь : сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 18 мая 2017 г. / Новосиб. гос. аграр. ун-т. ; науч. ред. Т. И. Бокова. – Новосибирск, 2017. – С. 32–36.
8. Лысюк, Ю. А. Влияние brassinостероидов 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 : 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. 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.

11. 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.

12. Шорнинг, Б. Ю. Действие антиоксидантов на рост и развитие растений / Б. Ю. Шорнинг, С. В. Полещук, И. Ю. Горбатенко // *Изв. РАН. Сер. Биология* – 1999. – № 1. – С. 30–38.

13. Государственный реестр сортов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyy-reyestr-sortov-2018>. – Дата доступа: 29.05.2018.

14. Семена зернобобовых, масличных и технических культур. Сортные и посевные качества. Технические условия : СТБ 1123-98. МКС 65.020.20. – Введ. 17.04.2000. – Минск : Межгос. стандарт. – 16 с.

15. 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.