

УДК 581.1:577.122:577.175.1:631.524.85
AGRIS F62

https://doi.org/10.33619/2414-2948/60/24

СТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ

©Алланиязова М. К., ORCID: 0000-0002-7965-3148, канд. хим. наук, Каракалпакский государственный университет, г. Нукус, Узбекистан, marpruza661@mail.ru

©Шапулатов У. М., Гулистанский государственный университет
г. Гулистан, Узбекистан, kushiev@mail.ru

©Кушиев Х. Х., ORCID: 0000-0002-3279-3354, д-р биол. наук, Гулистанский государственный университет, г. Гулистан, Узбекистан, kushiev@mail.ru

STIMULATING PROPERTIES DERIVATIVES OF GLYCYRRHIZIC ACID

©Allaniyazova M., ORCID: 0000-0002-7965-3148, Ph.D., Karakalpak State University, Nukus, Uzbekistan, marpruza661@mail.ru

©Shapulatov U., Gulistan State University, Gulistan, Uzbekistan, kushiev@mail.ru

©Kushiev Kh., ORCID: 0000-0002-3279-3354, Sc.D., Gulistan State University, Gulistan, Uzbekistan, kushiev@mail.ru

Аннотация. В статье изложены результаты влияния глицирризиновой кислоты и ее производных в различных долевых концентрациях (0,1–1,5%) NaCl и в постстрессовый период на баланс фитогормонов и рост корней проростков пшеницы. Выявлено, что обработка семян пшеницы глицирризиновой кислотой предотвращала вызванное засолением торможение митотической активности клеток апикальной меристемы корней и в постстрессовый период ускоряла репарацию ростовых процессов корней. Проявление защитного действия глицирризиновой кислоты на рост клеток корней пшеницы обусловлено его воздействием на активность гормональной системы проростков. Засоление отрицательно влияло на баланс фитогормонов, связанных с обратимым накоплением абсцизовой кислоты и уменьшением уровня индолилуксусной кислоты и цитокининов в проростках пшеницы. Обработка семян пшеницы глицирризиновой кислотой и ее производными способствовала поддержанию гормонального статуса корней в условиях засоления на уровне контрольных растений. Полученные результаты указывают на важную роль индуцированных глицирризиновой кислотой перестроек гормональной системы в регуляции роста растений пшеницы в стрессовых условиях.

Abstract. The article presents the results of the influence of glycyrrhizic acid and its derivatives in various percentages (0.1–1.5%) NaCl and in the post-stress period on the balance of phytohormones and the growth of roots of wheat seedlings. It was found that the treatment of wheat seeds with glycyrrhizic acid prevented salinization-induced inhibition of the mitotic activity of the cells of the root apical meristem and, in the post-stress period, accelerated the repair of root growth processes. The manifestation of the protective effect of glycyrrhizic acid on the growth of wheat root cells is due to its effect on the activity of the hormonal system of seedlings. Salinity negatively affected the balance of phytohormones associated with reversible accumulation of ABA and a decrease in the level of IAA and cytokinins in wheat seedlings. Treatment of wheat seeds with glycyrrhizic acid and its derivatives contributed to the maintenance of the hormonal status of roots under salinity conditions at the level of control plants. The results obtained indicate an important

role of glycyrrhizic acid induced rearrangements of the hormonal system in the regulation of wheat plant growth under stress conditions.

Ключевые слова: пшеница, засоленность, глицирризиновая кислота, митотический индекс, индолилуксусная кислота, цитокинины, абсцизовая кислота.

Keywords: wheat, salinity, glycyrrhizic acid, mitotic index, IAA, cytokinins, ABA.

Введение

Повышение устойчивости растений на этапах роста и развития к внешним стрессовым факторам является одной из важнейших задач современной науки. Актуальным вопросом в данном направлении считается изучение активности фитогормонов и их синтетических аналогов, играющих главную роль в развитии растений. При этом сущность проводимых исследований состоит в определении взаимосвязи между устойчивостью и онтогенетическим развитием растений. Основной целью подобных исследований является выявление новых физиологически активных веществ, обладающих биостимулирующими свойствами и связанных с повышением продуктивности растений. Познание механизмов устойчивости растений к изменяющимся условиям произрастания справедливо относится к числу первоочередных проблем, решение которых необходимо для целенаправленного управления этим процессом в практике.

В настоящее время существует большое количество химических препаратов, используемых или испытываемых в сельском хозяйстве (стимуляторы, гербициды, ретарданты и другие). Известно, что в последние годы широко используются препараты стероидной природы, способные регулировать физиологические процессы роста и развития растений [1–4]. На основе ряда проведенных исследований выявлено влияние препаратов стероидных гликозидов на рост и развитие растений, водный обмен, процессы фотосинтеза и дыхания, продуктивность, устойчивость к патогенным и внешним экстремальным факторам и на другие физиологические функции [5–13]. Кроме того, на основе проведенных исследований выявлено, что очень малые дозы этих веществ стимулируют рост и развитие растений, повышают их устойчивость к стрессовым факторам и способствуют повышению урожайности растений. Однако, такие исследования на пшенице осуществлены крайне мало. К тому же, вопросы, связанные с изучением значения природных и синтетических физиологически активных веществ в повышении устойчивости растений, в том числе и пшеницы, к биотическим и абиотическим факторам, в условиях Узбекистана проведены в недостаточной степени.

В предыдущей нами работе [14] выявлен четко выраженный стимулирующий рост эффект ГК на растения пшеницы, вероятно, обусловленный быстрыми сдвигами в гормональном балансе, связанными с обратимым накоплением ИУК и цитокининов. Цель настоящей работы заключалась в оценке способности ГК оказывать защитный эффект на проростки пшеницы в условиях натрий-хлоридного засоления и выявлении значения эндогенных фитогормонов в реализации этого действия.

Методики и объекты

В качестве объекта исследований использовались сорта озимой мягкой пшеницы — *Triticum aestivum*: Санзар 8, Чиллаки, Ёнбош, Дустлик, Баяут-1, Сайхун. Семена пшеницы после обеззараживания раствором KMnO_4 подвергли обработке в различных процентных концентрациях (10^{-1} – 10^{-7}) ГК и ее производными (ГК-Na, ГК-Li, ГК-NH₄, ГК-Cu), а

контрольную обрабатывали с водой и проращивали в течение трех суток в кюветах на смоченной водопроводной водой фильтровальной бумаге при 21–23 °С, 16-часовом световом дне и освещенности 15 клк. 3-суточные проростки помещали корнями в раствор 2% сахарозы на 2 ч для снятия раневого эффекта [15]. Обработанные и необработанные проростки инкубировали в смеси 2% сахарозы и 1,5% NaCl в течение 7 ч, после чего возвращали их на раствор 2% сахарозы. Контролем во всех опытах служили растения, инкубированные на растворе 2% сахарозы. Митотический индекс (МИ) апикальной меристемы корней оценивали с использованием общепринятых цитологических методов [16]. Для этого кончики корней фиксировали в смеси уксусной кислоты и этанола (1:3) в течение 4 ч, отмывали дистиллированной водой и проводили мацерацию в смеси 5%-ной пектиназы и 5%-ной целлюлазы (1:1) при 37 °С в течение 1 ч. Временные давленные препараты окрашивали ацетокармином. В каждом варианте опыта анализировали по 2000 клеток меристематической ткани корней пшеницы и рассчитывали МИ корней как показатель процента делящихся клеток к общему числу проанализированных клеток. Каждый опыт проводили в трех повторностях, включающих не менее 40 проростков.

Концентрацию свободных форм цитокининов, индолилуксусной (ИУК) и абсцизовой (АБК) кислот в одной растительной навеске определяли методом иммуноанализа [17]. Навеску растительного материала, состоящую из 10 корней, растирали в жидком азоте и экстрагировали фитогормоны 80%-ым этанолом в течение 16 ч при 4 °С. После центрифугирования при 18000 g супернатант упаривали в токе воздуха до водного остатка, в аликвоте которого определяли суммарное содержание свободных форм цитокининов, иммунореактивных к кроличьей сыворотке, полученной к зеатинрибозиду. Из оставшегося водного остатка ИУК и АБК экстрагировали серным эфиром, метилировали их диазометаном и после упаривания сухой остаток растворяли в 80%-ном этаноле, в аликвоте которого определяли концентрацию этих гормонов.

Результаты и обсуждение

Засоление — один из важнейших стресс факторов, лимитирующий рост и продуктивность [3, 8]. Засоление вызывает в растениях не только обезвоживание, но и оказывает на них токсическое действие [16], что неизбежно должно проявиться в торможении ростовых процессов. Действительно, кратковременное в течение 7 ч воздействие 1,5% NaCl существенно тормозило митотическую активность апикальной меристемы корней пшеницы, более того, даже спустя двое суток после удаления стрессора из среды этот показатель оставался на значительно меньшем уровне относительно контроля. Предобработка проростков пшеницы ФГА в течение 24 ч способствовала предотвращению стрессиндуцированного торможения деления клеток кончиков корней и увеличению по сравнению с контролем МИ корней через сутки после удаления хлорида натрия из среды, что, вероятно, обусловлено значительно более высокими показателями роста корней в этом варианте опыта до стрессового воздействия. Обработка проростков пшеницы ФГА в постстрессовый период способствовала поддержанию МИ клеток на уровне контрольного значения в условиях засоления и, таким образом, интенсивность деления клеток корней в этом варианте опыта была заметно выше по сравнению с необработанными лектином растениями, подвергнутыми засолению. Следует отметить, что митотическая активность клеток апикальной меристемы корней обработанных ФГА проростков поддерживалась на значительно большем уровне даже спустя двое суток после его удаления из среды, что указывает на пролонгированное ростостимулирующее действие ФГА на растения пшеницы.

Полученные результаты демонстрируют антистрессовый эффект ФГА на рост клеток корней проростков пшеницы. Эффективная регуляция роста корней при неблагоприятных условиях среды является важным аспектом в выживании и в процессах дальнейшего формирования урожая у целого растения. Нужно отметить, что аналогичные результаты при анализе митотической активности кончиков корней были получены на обработанных АЗП растениях пшеницы, подвергнутых воздействию засоления [16]. В связи с этим можно предположить, что защитное действие ФГА на рост клеток также обусловлено его активным влиянием на гормональный статус проростков пшеницы.

Присутствие в среде инкубирования проростков пшеницы 1,5% NaCl вызвало значительное накопление АБК (с максимумом на 3 ч) и заметное снижение содержания ИУК и цитокининов в корнях. Такие перестройки в состоянии гормональной системы можно отнести к характерным ответам растений на стрессовые факторы, вызывающие обезвоживание [17]. Индуцированные засолением сдвиги в балансе фитогормонов отразились в уменьшении коэффициентов ИУК/АБК и цитокинины/АБК в корнях проростков относительно контроля, особенно в первые часы стресса. К 6 ч воздействия хлорида натрия эти показатели приближались к норме, главным образом, вследствие уменьшения к этому времени содержания АБК. Известно, что усиление биосинтеза и накопления АБК в ответ на дефицит влаги, наблюдаемое в растениях в условиях засухи, засоления, нарушения температурного режима, часто носит транзиторный характер [18]. Однако при этом содержание цитокининов и ИУК в корнях проростков в ходе воздействия 1,5% NaCl оставалось на более низком уровне по сравнению с контролем. Это указывает на значительную стрессовую нагрузку на растения, которая также проявлялась в устойчивом торможении митотической активности клеток апикальной меристемы корней пшеницы.

Предобработка проростков пшеницы ФГА полностью предотвращала вызываемое засолением снижение концентрации цитокининов в корнях и существенно уменьшала амплитуду падения уровня ИУК и накопления АБК. Вследствие этого предобработанные ФГА проростки пшеницы при воздействии засоления в целом характеризовались более высокими даже по сравнению с контрольными значениями показателями коэффициентов цитокинины/АБК и сопоставимыми с контролем в случае таковых ИУК/АБК. Поскольку экзогенные и эндогенные цитокинины играют важную роль в регуляции ускорения прохождения фаз митоза и увеличения доли поделившихся клеток [2, 19], можно полагать, что повышенное содержание цитокининов в корнях предобработанных ФГА и подвергнутых засолению растений вносит свой вклад в предотвращение стрессиндуцированного снижения МИ.

Таким образом, способность ФГА активно воздействовать на состояние гормональной системы растений пшеницы в ходе предобработки проявлялась в предотвращении резких стрессиндуцированных сдвигов в содержании исследованных фитогормонов, что, в свою очередь, отразилось в поддержании МИ корней на контрольном уровне.

В следующей серии опытов оценивали влияние ФГА на гормональный статус корней проростков пшеницы сразу после 7-часового воздействия 1,5% NaCl. Удаление стрессора из среды приводило к постепенному возвращению содержания цитокининов, ИУК и АБК в корнях к норме. Через 6 ч коэффициенты цитокинины/АБК и ИУК/АБК хотя и не достигали контрольных значений, но были близки к ним. Обработка растений ФГА в постстрессовый период существенно ускоряла (через 2 ч) нормализацию уровня всех трех исследованных групп гормонов. В последующие часы ФГА вызывал неуклонное накопление цитокининов и ауксина в корнях и к 6 часам опыта коэффициенты отношений цитокининов к АБК и ИУК к

АБК заметно превышали такие же показатели у контрольных растений. Следовательно, аналогично действию АЗП на растения пшеницы [15], предобработка ФГА способствует уменьшению уровня стрессиндуцированного накопления АБК и предотвращению снижения концентрации ауксина и особенно цитокининов в корнях проростков пшеницы. В то же время воздействие ФГА в постстрессовый период вызывает ускорение увеличения содержания ИУК и цитокининов на фоне поддержания концентрации АБК на уровне контрольных растений.

Выводы

Совокупность данных позволяет заключить, что способность ФГА предотвращать вызываемое засолением торможение митотической активности клеток кончиков корней и ускорять репарацию роста клеток делением после удаления стрессора из среды является важным аргументом в пользу предположения о вовлечении этого лектина в формирование устойчивости растений пшеницы к засолению среды. В основе реализации защитного действия ФГА, вероятно, лежат вызванные им перестройки в состоянии гормональной системы растений пшеницы.

Список литературы:

1. Shabala S., Pang J., Zhou M., Shabala L., Cuin T. A., Nick P., Wegner L. H. Electrical signalling and cytokinins mediate effects of light and root cutting onion uptake in intact plants // *Plant, Cell & Environment*. 2009. V. 32. №2. P. 194-207. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2008.01914.x>
2. Hariadi Y., Marandon K., Tian Y., Jacobsen S. E., Shabala S. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels // *Journal of experimental botany*. 2011. V. 62. №1. P. 185-193. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq257>
3. Радюкина Н. Л., Мапелли С., Иванов Ю. В., Карташов А. В., Брамбилла И., Кузнецов, В. В. Гомеостаз полиаминов и антиоксидантные системы корней и листьев *Plantago major* при солевом стрессе // *Физиология растений*. 2009. Т. 56. №3. С. 359-368. <https://doi.org/10.1134/S1021443709030042>
4. Кинтя П. К., Лазурьевский Г. В., Балашова Н. Н. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана. Кишинев, 1987. 144 с.
5. Кинтя П. К. Природные биорегуляторы стероидного типа в сельском хозяйстве // *Регуляция роста и развития растений: Физиолого-биохимические и генетические аспекты: 2-я Международная конференция*. М., 1993. Ч. 1. С. 97.
6. Жакотэ А. Г., Швец С. А., Кинтя П. К. Индуцирование общей неспецифической устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам среды природными стероидными биорегуляторами // *Регуляция роста и развития растений: Физиолого-биохимические и генетические аспекты: 2-я Международная конференция*. М., 1993. Ч. 1. С. 92.
7. Лупашку М. Ф., Кинтя П. К. Регуляторный эффект Павстима в повышении адаптивных свойств растений // *Регуляция роста и развития растений: Физиолого-биохимические и генетические аспекты: 2-я Международная конференция*. М., 1993. Ч. 1. С. 102.
8. Удовенко Г. В. Устойчивость растений к абиотическим стрессам // *Физиологические основы селекции. Теоретические основы селекции*. 1995. Т. II. Ч. I. СПб. С. 293-352.
9. Шевелуха В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М.: Колос. 1992. 594 с.
10. Жакотэ А. Г., Ессам А. Е., Енаки Р. М. Антимутагенная активность стероидных гликозидов // *Регуляция роста и развития растений: Физиолого-биохимические и*

генетические аспекты: 4-я Международная конференция. М. 1997. С. 278.

11. Кирилов А. Ф., Тома С. И., Кинтя П. К., Козмик Р. А. Физиологическое действие биорегулятора стероидной природы Молдстим на виноградные растения // Известия Академии наук Молдовы. Биологические, химические, и сельскохозяйственные науки. 2002. №4(289). С. 18-24.

12. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем. 2001. 160 с.

13. Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. М.: Высш. шк., 2006. 742 с.

14. Kushiev H., Noble A. D., Abdullaev I., Toshbekov U. Remediation of abandoned saline soils using *Glycyrrhiza glabra*: A study from the Hungry Steppes of Central Asia // International Journal of Agricultural Sustainability. 2005. V. 3. №2. P. 102-113. <https://doi.org/10.1080/14735903.2005.9684748>

15. Gallé Á. Induction and regulation of glutathione transferases in wheat species exposed to PEG induced osmotic stress // Acta Biologica Szegediensis. 2011. V. 55. №1. P. 79-80.

16. Абдукулов З. У., Мавлянов С. М., Кушиев Х. Х., Долимов Д. Н. Бугдойда фенол бирикмалари микдорини тупрокнинг шўрланиш даражасига нисбатан ўзгариши // Ўзбекистон кимё журнали. 2006. №1. Б. 50-53.

17. Iqbal M. et al. Does seed priming induce changes in the levels of some endogenous plant hormones in hexaploid wheat plants under salt stress? // Journal of integrative plant Biology. 2006. V. 48. №2. P. 181-189. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2006.00181.x>

18. Балконин Ю. В., Строгонов Б. П. Значение солевого обмена в солеустойчивости растений // Проблемы солеустойчивости растений. Ташкент: Фан, 1989. С. 45-64.

19. Шевякова Н. И. Метаболизм и физиологический роль пролина в растениях при водном и солевом стрессе // Физиология растений. 1983. Т. 30. №4. С. 768-781.

References:

1. Shabala, S., Pang, J., Zhou, M., Shabala, L., Cuin, T. A., Nick, P., & Wegner, L. H. (2009). Electrical signalling and cytokinins mediate effects of light and root cutting on ion uptake in intact plants. *Plant, Cell & Environment*, 32(2), 194-207. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2008.01914.x>

2. Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S. E., & Shabala, S. (2011). Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of experimental botany*, 62(1), 185-193. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq257>

3. Radyukina, N. L., Ivanov, Yu. V., Kartashov, A. V., Kuznetsov, V. V., Mapelli, S., & Brambilla, I. (2009). Homeostasis of polyamines and antioxidant systems in roots and leaves of *Plantago major* under salt stress. *Russian Journal of Plant Physiology*, 56(3), 323-331. (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1021443709030042>

4. Kintya, P. K., Lazurevskii, G. V., & Balashova, N. N. (1987). Stroenie i biologicheskaya aktivnost' steroidnykh glikozidov ryada spirostana i furostana. Kishinev. (in Russian).

5. Kintya, P. K. (1993). Prirodnye bioregulatory steroidnogo tipa v sel'skom khozyaistve. *Regulyatsiya rosta i razvitiya rastenii: Fiziologo-biokhimicheskie i geneticheskie aspekty: 2-ya Mezhdunarodnaya konferentsiya, Moscow, part 1*, 97. (in Russian).

6. Zhakote, A. G., Shvets, S. A., & Kintya, P. K. (1993). Indutsirovanie obshchei nespetsificheskoi ustoichivosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii k neblagopriyatnym faktorom sredy prirodnyimi steroidnymi bioregulatorami. *Regulyatsiya rosta i razvitiya rastenii: Fiziologo-biokhimicheskie i geneticheskie aspekty: 2-ya Mezhdunarodnaya konferentsiya, part 1, Moscow*, 92. (in Russian).

7. Lupashku, M. F., & Kintya, P. K. (1993). Regulyatornyi effekt Pavstima v povyshenii adaptivnykh svoystv rastenii. *Regulyatsiya rosta i razvitiya rastenii: Fiziologo-biokhimicheskie i geneticheskie aspekty: 2-ya Mezhdunarodnaya konferentsiya, part I. Moscow, 102.* (in Russian).
8. Udovenko, G. V. (1995). Ustoichivost' rastenii k abioticheskim stressam. *Fiziologicheskie osnovy selektsii. Teoreticheskie osnovy selektsii, II, part I. St. Petersburg, 293-352.* (in Russian).
9. Shevelukha, V. S. (1992). Rost rastenii i ego regulyatsiya v ontogeneze. Moscow. (in Russian).
10. Zhakote, A. G., Essam, A. E., & Enaki, R. M. (1997). Antimutagennaya aktivnost' steroidnykh glikozidov. *Regulyatsiya rosta i razvitiya rastenii: Fiziologo-biokhimicheskie i geneticheskie aspekty: 4-ya Mezhdunarodnaya konferentsiya, Moscow, 278.* (in Russian).
11. Kirilov, A. F., Toma, S. I., Kintya, P. K., & Kozmik, R. A. (2002). Fiziologicheskoe deistvie bioregulyatora steroidnoi prirody Moldstim na vinogradnye rasteniya. *Izvestiya Akademii nauk Moldovy. Biologicheskie, khimicheskie, i sel'skokhozyaistvennyye nauki, 4(289), 18-24.* (in Russian).
12. Shakirova, F. M. (2001). Nespetsificheskaya ustoichivost' rastenii k stressovym faktoram i ee regulyatsiya. Ufa. (in Russian).
13. Kuznetsov, V. V., & Dmitrieva, G. A. (2006). Fiziologiya rastenii. Moscow. (in Russian).
14. Kushiev, H., Noble, A. D., Abdullaev, I., & Toshbekov, U. (2005). Remediation of abandoned saline soils using *Glycyrrhiza glabra*: A study from the Hungry Steppes of Central Asia. *International Journal of Agricultural Sustainability, 3(2), 102-113.* <https://doi.org/10.1080/14735903.2005.9684748>
15. Gallé, Á. (2011). Induction and regulation of glutathione transferases in wheat species exposed to PEG induced osmotic stress. *Acta Biologica Szegediensis, 55(1), 79-80.*
16. Abdukulov, Z. U., Mavlyanov, S. M., & Kushiev, Kh. Kh., Dolimov, D. N. (2006). Bugdoida fenol birikmalari mikdorini tuprokning shurlanish darazhasiga nisbatan uzgarishi. *Uzbekiston kime zhurnali, (1), 50-53.* (in Russian).
17. Iqbal, M., Ashraf, M., Jamil, A., & Ur-Rehman, S. (2006). Does seed priming induce changes in the levels of some endogenous plant hormones in hexaploid wheat plants under salt stress? *Journal of integrative plant Biology, 48(2), 181-189.* <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2006.00181.x>
18. Balkonin, Yu. V., & Strogonov, B. P. (1989). Znachenie solevogo obmena v soleustoichivosti rastenii. *Problemy soleustoichivosti rasteni, Tashkent, 45-64.*
19. Shevyakova, N. I. (1983). Metabolizm i fiziologicheskaya rol' prolina v rasteniyakh pri vodnom i solevom stresse. *Fiziologiya rastenii, 30(4), 768-783.* (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 07.10.2020 г.

Принята к публикации
12.10.2020 г.

Ссылка для цитирования:

Алланиязова М. К., Шапулатов У. М., Кушиев Х. Х. Стимулирующие свойства производных глицирризиновой кислоты // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №11. С. 206-212. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/60/24>

Cite as (APA):

Allaniyazova, M., Shapulatov, U., & Kushiev, Kh. (2020). Stimulating Properties Derivatives of Glycyrrhizic Acid. *Bulletin of Science and Practice, 6(11), 206-212.* (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/60/24>

