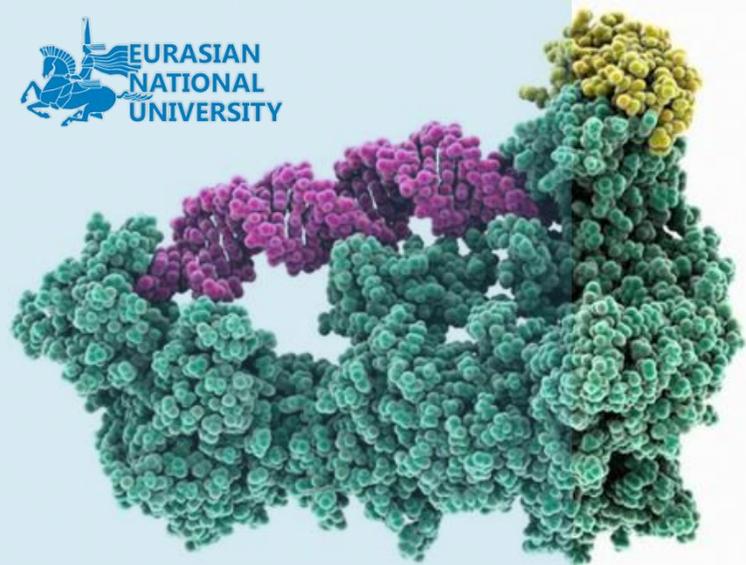


ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ



Л. Н. ГУМИЛЕВА АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Л. Н. ГУМИЛЕВА

АСТАНА, ҚАЗАҚСТАН
14 СӘУІР 2023 ЖЫЛ

АСТАНА, КАЗАХСТАН
14 АПРЕЛЯ 2023 ГОД

"ОМАРОВ ОҚУЛАРЫ: ХХІ
ҒАСЫРДЫҢ БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ
БИОТЕХНОЛОГИЯСЫ" АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ
ФОРУМНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО
ФОРУМА "ОМАРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ:
БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ
ХХІ ВЕКА"

УДК 57 (063)
ББК 28.0
Ж 66

Жалпы редакцияны басқарған т.ғ.д., профессор Е.Б. Сыдықов
Под редакцией д.и.н., профессора Е.Б. Сыдыкова

Редакция алқасы:
Редакционная коллегия:

Ж.К. Масалимов, А.Б. Курманбаева, А.Ж. Акбасова, С.Б. Жангазин, Н.Н. Иқсат.

«Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» халықаралық ғылыми форумының баяндамалар жинағы. – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2023. – 298 б., қазақша, орысша, ағылшынша.

Сборник материалов международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». – Астана. Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023. – 298 с., казахский, русский, английский.

ISBN 978-601-337-847-3

Жинақ «Омаров оқулары: ХХІ ғасыр биология және биотехнологиясы» атты халықаралық ғылыми форумына қатысушылардың баяндамаларымен құрастырылған. Бұл басылымда биология, биотехнология, молекулалық биология және генетиканың маңызды мәселелері қарастырылған. Жинақ ғылыми қызметкерлерге, PhD докторанттарға, магистранттарға, сәйкес мамандықтағы студенттерге арналған.

Сборник составлен по материалам, представленным участниками международного научного форума «Омаровские чтения: Биология и биотехнология ХХІ века». Издание освещает актуальные вопросы биологии, биотехнологии, молекулярной биологии и генетики. Сборник рассчитан на научных работников, PhD докторантов, магистрантов, студентов соответствующих специальностей.



УДК 57
ББК 28
О-58

©Коллектив авторов, 2023
©Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 2023

7. Ребриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю., Семенов П.А., Савилова А.М., Кофиади И.А., Абрамов Д.Д., Ребриков Д.В. ПЦР «в реальном времени». 3-е изд. / Под общей ред. Д.В. Ребрикова. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011:223.

8. Next-generation sequencing: Current technologies and applications / Ed. Jianping Xu. Caister Academic Press, 2014. <http://www.horizonpress.com/hsp/pdf/flyer/nextgenseq.pdf>.

9. Румянцева Н.И., Шамай Й., Энзикат Х. Й., Сальников В.В., Костюкова Ю.А., Балущка Ф., Фолькманн Д. Изменение поверхностной сети экстраклеточного матрикса в процессе циклического воспроизводства проэмбриональных клеточных комплексов в морфогенном каллусе Gaertn.// Докл. РАН.- 2003-. Т. 391.- С. 123–127.

УДК 636.085.12

ЭФФЕКТЫ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ДИАТОМИТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ДОМАШНЕГО СКОТА И КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Солод Артём Александрович, Аликулов Зерекбай Аликулович

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва, Астана,
Казахстан

solod2and2artyom@gmail.com

Введение. В последние годы наблюдается значительный рост интереса к кремнию в качестве микроэлемента, играющего важную роль в росте и развитии как животных, так и растений [1]. Кремний участвует в метаболизме соединительной ткани, а также необходим для биосинтеза коллагена и гликозаминогликанов, которые являются важными компонентами формирования костей [2-4]. Кроме того, кремний необходим для работы полигидроксилазы, которая отвечает за образование соединительных тканей, таких как коллаген, эластан и хрящи [5, 6]. Кремний откладывается и хранится в различных тканях, таких как аорта, трахея, сухожилия, кости и кожа, при этом запасы кремния с возрастом уменьшаются [7-9].

В растительном мире, хотя кремний не является жизненно важным элементом, он всё же способствует борьбе с различными видами стресса и повышению урожая [10]. Одним из наиболее важных соединений кремния является кремнезём (диоксид кремния) [11].

Диатомит – это осадочная биогенная порода бледного цвета, получаемая из окаменелых скелетных остатков кремнистых морских организмов и пресноводных одноклеточных видов, включая диатомные водоросли. Диатомит является крупнейшим источником органического аморфного кремнезёма в мире (содержание кремния составляет от 79% до 94%), который необходим для хорошего роста костей и важен с точки зрения питания для предотвращения определенных форм хронических заболеваний, связанных со старением [12, 13]. Диатомит является достаточно распространённым ископаемым, которым промышляют во многих странах мира, включая Казахстан [14].

В связи с полезными свойствами диатомита всё больше возрастает интерес к его использованию в качестве добавки в удобрения для растений, корм для животных, а также в качестве добавки в пищу человека. Данная статья нацелена на освещение основных моментов, касаемых влияния добавок, сделанных на основе диатомита на рост и развитие растений и животных.

Влияние диатомных добавок на домашний скот

Диатомит как антипаразитическое средство и детоксикант у домашнего скота

Паразитизм является значительной проблемой в фермерских хозяйствах во всем мире, вызывая финансовый ущерб и снижение массы скота [15]. По оценкам некоторых исследователей финансовый урон, наносимый фермерским хозяйствам ежегодно в среднем, составляет в районе 15%, а среднее снижение массы скота составляет вплоть до 50% [16, 17]. Мелкие жвачные животные, такие как овцы, часто подвергаются паразитизму, что может приводить к серьезным заболеваниям и смертности [18]. Существующие методы борьбы с паразитами усложняются из-за резистентности к антигельминтным препаратам и неправильного использования препаратов [15].

Исследования показали, что даже 2% содержание диатомита в корме оказывает положительный эффект на содержание паразитов, рост и общее состояние скота. Добавки на основе диатомита и минеральных добавок в соотношении 1:1 эффективны в борьбе с нематодами рода *Haemonchus* у овец и ягнят, а также улучшают прирост веса и состояние шерсти [19]. Диатомит также эффективен в борьбе с птичьими блохами и клещами на домашних птицах [15].

Исследования, проведенные Bennett et al. и Mclean et al., подтверждают, что диатомит значительно увеличивает живую массу, эффективность конверсии корма и скорость роста у подопытных животных, а также снижает количество паразитов. Эффективность диатомита объясняется абразивными краями его частиц, которые повреждают кутикулу нематод, приводя к высыханию и гибели паразитов. Однако необходимо провести дополнительные исследования для оценки эффекта диатомита на длительный срок и его влияния на другие аспекты здоровья животных [20].

Ещё одной из значимых проблем, с которой сталкиваются фермерские хозяйства, является инфицирование скота разнообразными микотоксинами. Эта проблема связана с загрязнением кормовых культур, несмотря на усилия, предпринимаемые для ее предотвращения [21]. Грибы рода *Aspergillus* и *Fusarium*, которые являются основными патогенными микроорганизмами в кормовых культурах, производят множество микотоксинов, в том числе дезоксиниваленол и афлатоксин, которые, по данным многих исследований, являются распространенными и опасными токсинами для растительных культур [22]. Согласно исследованиям Agag, Jones et al., более четверти всех кормовых культур, выращиваемых в мире, загрязнены указанными токсинами [22, 23].

Исследования, проведенные Ричардом, на тему влияния микотоксинов на здоровье животных и человека, показали, что животные, инфицированные микотоксинами, страдают от замедления роста, дисфункций иммунной и репродуктивной систем, а также повреждения различных органов, особенно печени. Эти исследования также доказали, что употребление продуктов, произведенных от инфицированных животных, может негативно повлиять на здоровье человека. В связи с этим, борьба с микотоксинами стала серьезной проблемой, решаемой различными методами, включая использование диатомовых добавок [24].

Исследования, проведенные на цыплятах-перепелах, которым был предоставлен корм, содержащий афлатоксин, показали снижение потребления корма на 14% и набора веса на 27% по сравнению с нормой. Однако цыплята, получавшие корм с диатомитом в дополнение к афлатоксину, показали снижение потребления корма на 6% и снижение набора веса на 8%, что свидетельствует об эффективности диатомита в борьбе с микотоксинами [15]. Еще одно исследование, посвященное бройлерным цыплятам, показало, что дополнение корма диатомитом в количестве 400/800 мг/кг приводит к значительному увеличению веса, снижению коэффициентов

конверсии корма и увеличению количества белков (включая альбумин) у цыплят, зараженных микотоксином Т-2 [25]. Вероятно, детоксикационные свойства диатомита связаны с его абсорбирующими свойствами.

Влияние диатомита на ростовые показатели животных

Ростовые показатели являются важным фактором оценки ценности животных на фермерских хозяйствах, особенно для свиней, домашней птицы, а также крупного и мелкого рогатого скота. С целью усиления роста скота, фермеры активно ищут добавки, которые могут оказать такое влияние. Традиционно, для этого используются антибиотики, но в связи с неблагоприятным влиянием на здоровье человека и проблемой резистентности бактерий к антибиотикам, возрастает интерес к поиску экономически эффективных альтернатив [26].

Диатомит может стать одной из таких альтернатив. Например, исследования показали, что добавки, содержащие 35% влаги, 32% диатомита, 22% органического углерода и 11% активного угля, увеличивают потребление корма и способствуют набору веса [27]. Также исследование, проведенное на добавках с 6% содержанием диатомита, показало положительный эффект на набор веса, конверсию корма и костную структуру у петушков [28].

Даже использование чистых кристаллов диоксида кремния (основного компонента диатомита) показало положительный эффект на ростовые показатели поросят [29].

Диатомит не только является источником кремния, но и многих других минеральных компонентов, необходимых для роста и развития животных. Например, пищевой диатомит содержит 15 макро- и микроэлементов, а также повышает усвояемость других источников минерального питания, что благоприятно сказывается на росте и развитии животных [15].

Влияние диатомита на рост и развитие растений

Не смотря на широкое использование диатомита в сельском хозяйстве в качестве альтернативы химическим инсектицидам, его влияние на рост и развитие растений до сих пор не изучено достаточно хорошо. Относительно небольшое количество научных статей не позволяет сделать выводы о влиянии удобрений с диатомитом на растения, однако, некоторые исследования указывают на положительное влияние данного материала на ростовые показатели культурных растений [30].

Исследования на пшенице показали, что удобрения на основе диатомита способны предотвратить проникновение молекул кадмия в растения. Это связано с тем, что диатомит способен связывать кадмий в почве благодаря своим абсорбционным свойствам, делая его недоступным для поглощения растениями [31].

Исследования, проведенные на бобах и рисе, также показали положительный эффект на ростовые показатели данных растений и повышенную усвояемость других добавок в присутствии диатомита [32, 33]. Однако, исследования Berthelsen et al. не обнаружили значительного эффекта диатомита на урожай сахарного тростника в Австралии [34]. Это указывает на неоднозначное влияние диатомита на различные виды культурных растений, требующее дальнейшего изучения.

Одной из возможных причин данной проблемы может быть использование недостаточно очищенного диатомита с примесями кварца, карбоната кальция или других минералов. Другим объяснением может быть зависимость эффективности работы диатомита от кислотности и влажности среды. Например, Sandhya et al. показали в своем исследовании, что наилучшее поглощение органических форм кремния из диатомита рисом происходит на щелочных затопленных почвах, которые также показывают наилучшие ростовые показатели, в то время как наименьшая

усвояемость диатомита происходит на кислых незатопленных почвах. Данные, результаты, в купе с некоторыми другими исследованиями на данную тему, позволяют говорить о зависимости усваивания диатомита от pH, влажности и типов почв [30].

Заключение

В связи с увеличивающимся спросом на продукцию высокого качества, возрастает интерес к различным видам добавок, которые могут повысить качество продукции, производимой на фермерских хозяйствах. Одной из таких добавок является диатомит - естественный источник органического биодоступного кремния, залежи которого можно найти во многих странах, в том числе и в Казахстане. На данный момент, диатомит еще не получил широкого распространения и требует дополнительных исследований его эффективности, особенно в отношении культурных растений. Тем не менее, результаты имеющихся исследований указывают на потенциально обширное применение диатомита как в животноводстве, так и в растениеводстве. Так, диатомит способен бороться с паразитами и токсинами, стимулировать рост, служить источником минеральных компонентов и иметь много других полезных свойств. Эти исследования в купе с доступностью диатомита говорят о высоком шансе диатомита стать широко используемой добавкой для борьбы с паразитами и повышения ростовых показателей растений и животных.

Список использованной литературы:

1. Farooq, M.A.; Dietz, K.J. Siliconas versatile player in plant and human biology: Overlooked and poorly understood, *Front. Plant Sci.* – 2015. – 6. – p. 994.
2. Hott, M.; Pollak, C.D.; Modrowski, D.; Marie, P.J. Short-term effects of organic silicon on trabecular bone in mature ovariectomised rats. *Calcif. Tissue Int.* – 1993. – 53. – pp. 174–179.
3. Prescha, A.; Zabłocka-Słowińska, K.; Grajeta, H. Dietary silicon and its impact on plasma silicon levels in the Polish population, *Nutrients.* – 2019. – 11. – p. 980.
4. Ratcliffe, S.; Jugdaohsingh, R.; Vivancos, J.; Marron, A.; Deshmukh, R.; Ma, J.F.; Mitani-Ueno, N.; Robertson, J.; Wills, J.; Boekschoten, M.V.; et al. Identification of a mammalian silicon transporter, *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* – 2017. – 312. – pp. 550–561.
5. Nielsen, F.H. Update on the possible nutritional importance of silicon, *J. Trace Elem. Med. Biol.* – 2014. – 28. – pp. 379–382.
6. Reffitt, D.M.; Ogston, N.; Jugdaohsingh, R.; Cheung, H.F.; Evans, B.A.; Thompson, R.P.H.; Powell, G.N. Orthosilicic acid stimulates collagen type 1 synthesis and osteoblastic differentiation in human osteoblast-like cells in vitro, *Bone.* – 2003. – 32. – pp. 127–135.
7. Adler, A.J.; Etzion, Z.; Berlyne, G.M. Uptake, distribution, and excretion of 31 silicon in normal rats, *Am. J. Physiol.* – 1986. – 251. – pp. 670–673.
8. Carlisle, E.M. Silicon, In *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*; O'Dell, B.L., Sunde, R.A., Eds.; Marcel Dekker Inc.: New York, NY, USA. – 1997. – pp. 603–618.
9. Carlisle, E.M. Silicon, In *Biochemistry of the Essential Ultratrace Elements*; Freiden, E., Ed.; Plenum Press: New York, NY, USA. – 1984. – 3. – pp. 257–291.
10. Camargo, M.S. de, Bezerra, B.K.L., Vitti, A.C., Silva, M.A., Oliveira, A.L. Silicon fertilization reduces the deleterious effects of water deficit in sugarcane, *J. Soil Sci. Plant Nutr.* – 2017 – 17 – pp. 99–111.
11. Sadowska, A., Swiderski, F. Sources, Bioavailability, and Safety of Silicon Derived from Foods and Other Sources Added for Nutritional Purposes in Food Supplements and Functional Foods, *Appl. Sci.* – 2020 – 10 – pp. 6255–6269.
12. Martin, K.R. Chemistry of silica and its potential health benefits, *J. Nutr. Health Aging.* – 2007. – 11. – pp. 94–97.

13. Singh, C.B.; Jayas, D.S.; Paliwal, J.; White, N.D.G. Detection of insect-damaged wheat kernels using near-infrared hyperspectral imaging, *J. Stored Prod. Res.* – 2009. – 45. – pp. 151–158.
14. USA, Department of Environment. Mineral Commodity Summaries 2016 // U.S. Geological Survey: Reston, VA, USA. – 2016.
15. Ikusika, O. O., Mpendulo T. C., Zindove J. T., Okoh I. A. Fossil Shell Flour in Livestock Production: A Review, *Animals.* – 2019. – 9. – pp. 70-90.
16. Shahnawaz, M.; Shahardar, R.A.; Wani, Z.A. Seasonal prevalence of platyhelminthosis of sheep in gandarbhal area of Kashmir Vally, *Vet. Parasitol.* – 2011. – 25. – pp. 59–62.
17. Bhat, S.A.; Manzoor, R.M.; Qadri, S.; Allaie, I.; Khan, H.M. Comparative resistance of Sheep Breeds to Strongyle spp. In pasture infection in Jammu and Kashmir, *Int. J. Vet. Sci. Technol.* – 2011. – 10. – pp. 2157–7579.
18. Osweiler, G.D.; Carson, T.L. Evaluation of Diatomaceous Earth as an Adjunct to Sheep Parasite Control in Organic Farming // Leopold Center Completed Grant Reports; Iowa State University: Ames, IA, USA. – 1997.
19. Deutschlander, D. Evaluating Diatomaceous Earth as a Wormer for Sheep and Cattle // Leopold Center Completed Grant Reports; Energy and Sustainable Agriculture Program—Minnesota Department of Agriculture: Saint Paul, MN, USA. – 1993.
20. McLean, B.; Frost, D.; Evans, E.; Clarke, A.; Griffiths, B. The inclusion of diatomaceous earth in the diets of grazing ruminants and its effect on gastrointestinal parasite burdens // In Proceedings of the International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia; International Scientific Conference of Organic Agriculture Research, Bonn, Germany. – 2005.
21. Weaver, A.C.; Todd See, M.; Hansen, J.A.; Kim, Y.B.; De Souza, A.L.P.; Middleton, T.F.; Kim, S.W. The use of feed additives to reduce the effects of aflatoxin and deoxynivalenol on pig growth, organ health and immune status during chronic exposure, *Toxins.* – 2013. – 5. – pp. 1261–1281.
22. Agag, B.I. Mycotoxins in foods and feeds: 1-Aflatoxin, *Ass. Uni. Bull. Environ. Res.* – 2004. – 7. – pp. 173–206.
23. Jones, F.T.; Genter, M.B.; Hagler, W.M.; Hansen, J.A.; Mowrey, B.A.; Poore, M.H.; Whitlow, L.W. Understanding and Coping with Effects of Mycotoxins in Livestock Feed and Forage // NC, USA. In North Carolina Cooperative Extension Service: Raleigh; International Information System for the Agricultural Science and Technology: NC, USA. – 2007.
24. Richard, J.L. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses—An overview, *Int. J. Food Microbiol.* – 2007. – 119. – pp. 3–10.
25. Parlat, S.S.; Yildiz, A.O.; Oguz, H. Effect of clinoptilolite on performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during experimental aflatoxicosis, *Br. Poult. Sci.* – 1999. – 40. – pp. 495–500.
26. Li, Y.X.; Zhang, X.L.; Li, W.; Lu, X.F.; Liu, B.; Wang, J. The residues and environmental risks of multiple veterinary antibiotics in animal faeces, *Environ. Monit. Assess.* – 2013. – 185. – pp. 2211–2220.
27. Abd El-Tawab, M.M.; Youssef, I.M.I.; Bakr, H.A.; Fthenakis, G.C.; Giadinis, N.D. Role of probiotics in nutrition and health of small ruminants, *Pol. J. Vet. Sci.* – 2016. – 19. – pp. 893–906.
28. Adebisi, O.A.; Sokunbi, O.A.; Ewuola, E.O. Performance Evaluation and Bone Characteristics of Growing Cockerel Fed Diets Containing Different Levels of Diatomaceous Earth, *Middle-East J. Sci. Res.* – 2009. – 4. – pp. 36–39.

29. Martel-Kennes, Y.; Lévesque, J.; Decaux, C. Effect of crystalline silicon dioxide in piglet feed on growth performance with different levels of growth promoters, *J. Anim. Sci.* – 2016. – 94. – p. 488.
30. Sandhya, K., Basavarajappa, N., Jean P., Meunier D. Diatomaceous earth as source of silicon on the growth and yield of rice in contrasted soils of Southern India, *J. Soil Sci. Plant Nutr.* – 2018. – 18(2).
31. Rizwan, M., Meunier, J.D., Miche, H., Keller, C. Effect of silicon on reducing cadmium toxicity in durum wheat grown in a soil with aged contamination, *J. Hazard Mat.* – 2012. – 209-210. – pp. 326-334.
32. Abdalla, M.M. Sustainable effects of diatomite on the growth criteria and phytochemical contents of vicia faba plants, *Agric. Biol. J. N. Am.* – 2010. – 1. – pp. 1076-1089.
33. Pati, S., Pal, B., Badole, S., Hazra, G.C., Mandal, B. Effect of Silicon Fertilization on Growth, Yield, and Nutrient Uptake of Rice, *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* – 2016. – 47. – pp. 284-290.
34. Berthelsen, S., Noble, A.D., Kingston, G., Hurney, A., Rudd, A., Garside, A. Improving yield and ccs in sugarcane through the application of silicon-based amendments // Final Report SRDC Project CLW009. CSIRO Land and Water. – 2003. – pp. 138.

УДК 577.127:547.973

**ӨСІМДІКТЕРДІҢ ФЕНОЛДЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ЖАЛПЫ
ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫНА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ
СТРЕССТІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Шетенова Аружан Ерлановна, Бектурова Асемгуль Жамбуловна
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана; Қазақстан
setenovaa@mail.ru

Кіріспе. Фенолды қосылыстар немесе полифенолдар барлық жасушалар мен тіндерде түзілетін жоғары сатыдағы өсімдіктердің ең көп таралған қайталама метаболиттерінің бірі болып табылады [1,2,3]. Полифенолдардың құрылымы олар атқаратын функциялар сияқты өте алуан түрлі. Олар гүлдерге, жемістерге және тұқымдарға түс беретіні белгілі, өсімдіктердің өсуі мен дамуын реттеуге қатысады, ауыр металл хелаторлары болып табылады, кейбір гендердің экспрессиясын реттейді және өсімдіктерді стресстік әсерден қорғайды. Сонымен қатар, фенолды қосылыстардың практикалық маңызы зор. Олар тамақ өнеркәсібінің әртүрлі салаларында, сондай-ақ медицинада кең спектрлі құнды дәрілік заттар ретінде қолданылады [4,5,6].

Қазіргі уақытта фенолды қосылыстардың құрылымы, биосинтез және олардың түзілуіне жауап беретін гендер жақсы зерттелген [7,8]. Дегенмен, осы уақытқа дейін өсімдік өміріндегі қайталама метаболизм өкілдерінің рөлі туралы деректер әлі толық емес және олардың ерекше әртүрлілігімен байланысты жеткілікті қарама-қайшы болып қала береді [9,10]. Фенолдық қосылыстардың өсімдіктерді қоршаған ортаның бірқатар қолайсыз факторларынан қорғауға қосқан үлесі туралы мәселеде әлі де анықтық жоқ, оған төмен температуралы стресс жатады. Бұл мәселені зерттеу өте өзекті, өйткені өсімдіктердің көптеген түрлері олардың даму процесінде төмен температураның зиянды әсеріне жиі кездеседі [9,11,12].

Өсімдіктердің стресс факторларына төзімділігі онтогенез фазасына байланысты. Егер тыныштық жағдайында өсімдік ең төзімді болса, онда, мысалы, өну