

Е. И. Хамзина

E. I. Khamzina

xei260296@mail.ru

Н. Ю. Стожко

N. Yu. Stozko

sny@usue.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный
экономический университет», г. Екатеринбург
Ural State University of Economics, Ekaterinburg

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PLANTS AS AN INDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL STATE

Аннотация: В статье рассматриваются природные и антропогенные факторы, влияющие на содержание антиоксидантов в растениях. Показана корреляция между содержанием антиоксидантов в растениях и состоянием окружающей среды. Проведена оценка антиоксидантной активности местных уральских растений, растущих в разных экологических условиях.

Abstract: The article examines natural and anthropogenic factors affecting the content of antioxidants in plants. A correlation has been shown between the content of antioxidants in plants and the state of the environment. An assessment of the antioxidant activity of local Ural plants growing in different environmental conditions has been carried out.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, растения, АФК, антиоксиданты, экология.

Keywords: antioxidant activity, plants, ROS, antioxidants, ecology.

Растения богаты разнообразными биологически активными соединениями (полифенолами, флавоноидами, антоцианы, катехины и др.). Эти вещества нашли применение в медицине, фармации, пищевой промышленности. Растения являются важным источником антиоксидантов и микроэлементов для организма человека и животных, которые не могут самостоятельно их синтезировать. Каждому растению присущ индивидуальный состав антиоксидантов, зависящий от внешних условий окружающей среды (света, температуры, влажности, состав почвы). Известно, что при действии различных неблагоприятных факторов химической и физической природы, в растениях развиваются процессы

свободнорадикального окисления. Благодаря наличию в растительной клетке эффективных антиоксидантов, защищающих её от кислородных радикалов и процессов перекисного окисления, растения могут противостоять окислительным повреждениям. Антиоксидантная система растений обеспечивает работу механизмов противостояния окислительному стрессу и состоит из низкомолекулярных антиоксидантов, так и ферментов антиоксидантного действия. Например, под действием ультрафиолетовых лучей у *Lactuca sativa* L. увеличивается выработка хлорофилла, каротиноидов, флавоноидов и антоцианов и витамина С [4, с. 5]. Низкотемпературный стресс может вызвать повреждение клеток растений, провоцируя образования чрезмерного количества активных форм кислорода (АФК), нарушая тем самым баланс антиоксидантной защитной системы у растений. Для решения этой проблемы растения синтезируют избыточное количество некоторых фенольных соединений [7, с. 2217]. Недостаток воды также вызывает у растений окислительный стресс и как следствие повышается содержание вторичных метаболитов и общая антиоксидантная активность [6, с. 560].

Возрастающее загрязнение окружающей среды отходами промышленных предприятий и бытовой деятельностью человека становится важным внешним фактором. Загрязняющие вещества нарушают физиологические процессы жизнедеятельности растений, тем самым снижают общую антиоксидантную защиту, снижают пределы толерантности растений к естественным факторам окружающей среды. Загрязнение тяжелыми металлами является одной из ключевых экологических проблем, особенно для сельскохозяйственных территорий. Тяжелые металлы легко усваиваются корнями растений из почвы и накапливаются в тканях листьев. Например, накопление кадмия в тканях сельскохозяйственных культур приводит к разнообразным структурным, биохимическим и физиологическим преобразованиям. Ионы кадмия нарушают усвоение питательных веществ и воды растениями, затрудняет дыхание и метаболизм углеводов, снижает активность антиоксидантов [5, с. 2]. Избыток свинца, хрома, цинка в ростках риса подавляет фотосинтетическую активность, увеличивает концентрацию кислородных и перекисных радикалов, снижает антиоксидантную емкость растения, что приводит к окислительному повреждению, вызванному чрезмерным производством АФК [2, с. 259].

Известно, что растения могут концентрировать токсичные органические и вещества, поглощая их из загрязненной почвы, воды, атмосферы. Например, распространенный гербицид – глифосат (N-фосфонометилглицин), применяемый для эффективной борьбы с сорняками, при концентрации в воде 500 мг/л вызывает окислительный стресс у плавающих водных растений *Lemna minor*, а при концентрации более 10 мг/л у погруженных макрофитов *Hydrilla verticillata* и *Vallisneria natans* [8, с. 10]. В растениях, растущих в почвах,

загрязненных нефтяными углеводородами, определяется более высокая концентрация АФК и более низкая антиоксидантная активность, наблюдается усиление перекисного окисления липидов и деградации клеточных мембран по сравнению с растениями, произрастающими в чистых экосистемах. Загрязнение нефтяными углеводородами минимизирует механизм окислительной защиты растений, нарушая активность аскорбата, глутатиона и супероксиддисмутазы. Аналогичным образом, концентрация β -каротина и аскорбиновой кислоты была снижена в *Psidium guajava* L., выращиваемой на почвах, загрязненных нефтью [3, с. 6].

В данной работе оценена антиоксидантная активность растений уральского региона, растущих в разных экологических условиях: вблизи промышленных предприятий, дорог и лесной зоне, удаленной от города и промышленных предприятий. Анализ антиоксидантной активности растительных экстрактов проводился потенциометрическим методом. В основе метода лежит взаимодействие АО с компонентами медиаторной системы $K_3[Fe(CN_6)]/K_4[Fe(CN_6)]$, в результате которого происходит изменение ее окислительно-восстановительного потенциала. Экстракты растений готовили по разработанной ранее методике [1, с. 655]. Установлено, что антиоксидантная активность растений, собранных в экологически неблагоприятных районах, ниже по сравнению с растениями, собранными в экологически чистых районах.

Таким образом, влияние экологических факторов на биосинтез и накопление антиоксидантов в растениях приводит к изменению их интегральной антиоксидантной активности, которую можно рассматривать в качестве индикатора состояния окружающей среды.

Список литературы

1. Potentiometric method of plant microsuspensions antioxidant activity determination / K. Brainina, N. Stozhko, E. Khamzina, M. Bukharinova, M. Vidrevich // Food Chemistry. – 2019. – Vol. 278. – P. 653–658.
2. Hemin-mediated alleviation of zinc, lead and chromium toxicity is associated with elevated photosynthesis, antioxidative capacity; suppressed metal uptake and oxidative stress in rice seedlings / Q. Chen, X. Zhang, Y. Liu, J. Wei, W. Shen et al. // Plant Growth Regul. – 2017. – Vol. 81. – P. 253–264.
3. Phytotoxicity of petroleum hydrocarbons: Sources, impacts and remediation strategies / F. U. Haider, M. Ejaz, S. Alam, M. I. Khan, B. Zhao et al. // Environmental Research. – 2021. – Vol. 197. – P. 111031.

4. UV-A and FR irradiation improves growth and nutritional properties of lettuce grown in an artificial light plant factory / R. He, Y. Zhang, S. Song, W. Su, Y. Hao et al. // *Food Chemistry*. – 2021. – Vol. 345. – P. 128727.

5. Exogenous hemin improves Cd²⁺ tolerance and remediation potential in *Vigna radiata* by intensifying the HO-1 mediated antioxidant defence system / L. Mahawar, R. Popek, G. S. Shekhawat, M.N. Alyemeni, P. Ahmad // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11. – P. 2811.

6. *Selmar, D.* Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants / D. Selmar, M. Kleinwächter // *Industrial Crops and Products*. – 2013. – Vol. 42. – P. 558–566.

7. Variation of active constituents and antioxidant activity in pyrrol from different sites in Northeast China / D.-Y Zhang., M. Luo, W. Wang, Ch.-J. Zhao, Ch.-B. Gu et al. // *Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 141. – P. 2213–2219.

8. Effects of microplastics and glyphosate on growth rate, morphological plasticity, photosynthesis, and oxidative stress in the aquatic species *Salvinia cucullata* / H. Yu, J. Peng, X. Cao, Y. Wang, Zh. Zhang et al. // *Environmental Pollution*. – 2021. – Vol. 279. – P. 116900.