

Павловская Н.Е., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Гаврилова А.Ю.
Антиоксидантная активность пшеницы озимой при обработке биопрепаратом Нигор++

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 633.1: 57.033

**Антиоксидантная активность пшеницы озимой при обработке
биопрепаратом Нигор++**

Павловская Н.Е., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Гаврилова А.Ю.

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

Аннотация

Влияние стрессовых факторов на растение может привести к ухудшению функционирования растения и потере урожая. Применение биологических препаратов (БП) на основе элиситоров растительных клеток в технологии возделывания зерновых культур позволяет регулировать антиоксидантную активность (АОА) растений при абиотическом стрессе. Обработка биопрепаратом Нигор++ в фазе кущения приводит к заметным изменениям в балансе антиоксидантных веществ в растениях озимой пшеницы Московская 39. Повторная обработка Нигор++ через 16 дней в фазе колошения снижает АОА на 21,85%, а к фазе цветения приводит к падению данного показателя на 51% относительно фазы кущения и на 59% относительно контрольных растений. Применение Нигор++ повышает иммунный статус растений, снижает концентрацию антиоксидантных веществ или снижает их активность за счет образования устойчивых комплексов с ионами магния, входящего в БП, а также связывания их с высокоактивными свободными радикалами, возникающими при аутооксидации, переводя их в малоактивные.

Ключевые слова: АНТИОКСИДАНТЫ, БИОПРЕПАРАТЫ, ПШЕНИЦА ОЗИМАЯ, АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ, АКТИВНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА, ЭЛИСИТОРЫ, БИОФЛАВОНОИДЫ

Введение

Растения - известные источники антиоксидантных соединений [1-4]. Однако количество отдельных биологически активных соединений в растениях зависит от климатических условий, почвенных условий и стрессовых факторов, которые могут повышать их содержание [5, 6].

Различные абиотические стрессы приводят к выработке большого количества

активных форм кислорода (АФК) в растениях, которые являются высокореактивными и токсичными, вызывают повреждение белков, липидов, углеводов и ДНК, что в конечном итоге приводит к окислительному стрессу.

Растения обладают очень эффективными ферментными (супероксиддисмутаза «SOD», каталаза «CAT», аскорбатпероксидаза «APX», глутатионредуктаза «GR», монодегидроаскорбатредуктаза «MDHAR», дегидроаскорбатредуктаза, «DHAR», глутатионпероксидаза «GPX», гуаиколопероксидаза «GST») и неферментными (аскорбиновая кислота «ASH», глутатион «GSH», фенольные соединения, алкалоиды, небелковые аминокислоты и α -токоферолы) системами антиоксидантной защиты, которые работают согласованно, чтобы контролировать каскады нерегулируемого окисления и защищать клетки растений от окислительного повреждения за счет удаления активных форм кислорода. АФК также влияют на экспрессию ряда генов и, следовательно, контролируют многие процессы – такие, как рост, клеточный цикл, запрограммированную гибель клеток (ЗГК, PCD), реакции на абиотический стресс, защиту от патогенов, системную передачу сигналов и развитие [7].

Влияние стрессовых факторов на растение может, с одной стороны, привести к ухудшению функционирования растения и потере урожая, но, с другой стороны, оно может оказать положительное влияние на метаболизм соединений с высокой биологической активностью [8]. В исследованиях, проводимых институтом пищевых технологий растительного происхождения (Познанский университет естественных наук, Польша) было изучено влияние абиотических стресс-факторов на антиоксидантные свойства и профильный состав полифенолов ячменя в онтогенезе.

Наиболее распространёнными методами для определения антиоксидантной активности в растениях являются ABTS, FRAP, DPPH:

1) Метод скрининга антиоксидантной активности представляет собой спектрофотометрический анализ раствора ABTS, обесцвеченного исследуемым образцом, при pH=7, длине волны 734 нм, через 6 мин. после добавления образца. Применяется как к липофильным, так и к гидрофильным антиоксидантам, включая флавоноиды, гидроксициннаматы, каротиноиды и антиоксиданты плазмы. При определении антиоксидантной активности учитывают влияние как концентрации антиоксиданта, так и

продолжительность реакции на ингибирование абсорбции катион-радикала [9].

2) Автоматизированный тест, измеряющий способность растворов антиоксидантов к восстановлению трехвалентного железа (анализ FRAP), представлен как новый метод оценки «антиоксидантной активности». Восстановление иона трехвалентного железа до иона двухвалентного железа при низком рН вызывает образование окрашенного комплекса двухвалентного железа с трипиридилтриазином. Значения FRAP получены путем сравнения изменения оптической плотности при 593 нм в тестовых реакционных смесях со смесями, содержащими ионы двухвалентного железа в известной концентрации. Изменения абсорбции линейны в широком диапазоне концентраций для растворов антиоксидантов. Результаты антиоксидантной активности были представлены в виде эквивалентной антиоксидантной способности тролокса (TEAC) на 1 г сухого вещества исследуемого материала [10].

3) Метод свободных радикалов (DPPH). Активность метанольных экстрактов по улавливанию радикалов измеряется с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) [11]. Поглощение реакционной смеси определяют с использованием спектрофотометра при 515 нм.

Были выявлены различия в антиоксидантной активности (АОА) при использовании разных методов исследования. Так, при определении АОА методами DPPH и ABTS были получены разные результаты. Антиоксидантная активность снижалась у тех растений, которые подвергались абиотическому стрессу (-1,2%) (метод DPPH), тогда как активность, определенная по методу ABTS, увеличивалась (4,7%). Другими исследователями (Ахмед и др.) [12] было показано увеличение антиоксидантной способности (метод FRAP) с увеличением абиотического стресса (засоления) ячменя. Напротив, Неффати и др. [13] обнаружили снижение антиоксидантной активности (метод DPPH) с увеличением абиотического стресса (концентрации NaCl).

Также было показано, что интенсивность радиации, и стресс, связанный с засухой, оказывают значительное влияние на профиль полифенольных соединений ячменя в зелёных частях растения в онтогенезе в течение 200 дней развития. Изменения в профиле полифенольных соединений усилили антиоксидантную и антимикробную активность материала.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были использованы растения озимой пшеницы сорта Московская 39. Обработка биопрепаратом Нигор++ проводилась по вегетации в фазу кущения и в фазу колошения. Антиоксидантную активность (АОА) образцов пшеницы в онтогенезе определяли по способности ингибировать аутоокисление адреналина *in vitro* и тем самым предотвращать образование активных форм кислорода.

Результаты исследований

В ходе исследований образцы озимой пшеницы обладали высокой антиоксидантной активностью, однако по фазам развития зерновых, она варьировала. На рис. 1 представлена АОА озимой пшеницы сорта Московская 39 по фазам развития.

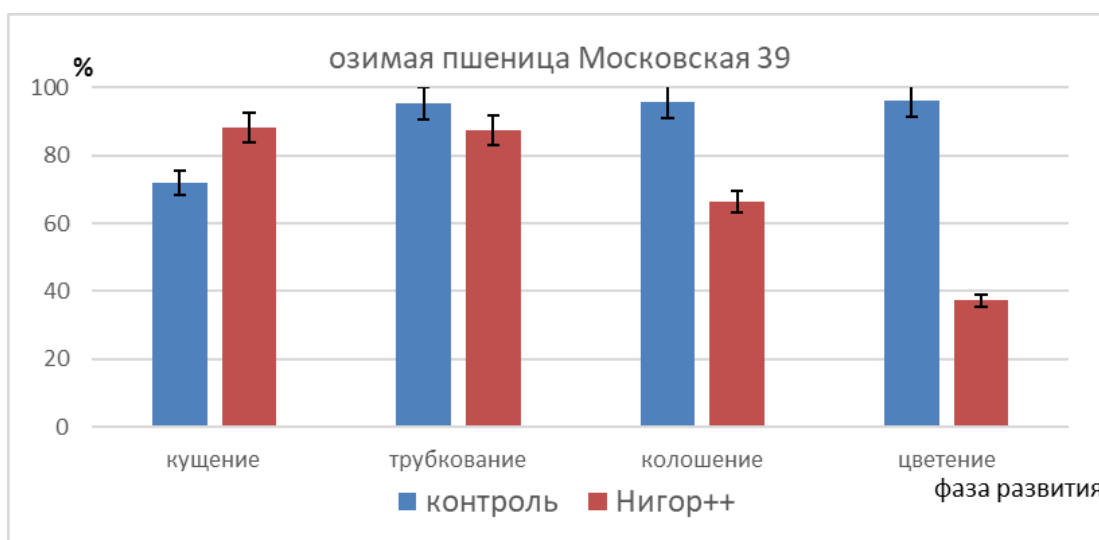


Рис. 1. Влияние биопрепарата Нигор++ на антиоксидантную активность озимой пшеницы сорта Московская 39 по фазам развития

В контрольных образцах происходит нарастание антиоксидантной активности в онтогенезе от фазы кущения до фазы цветения. За 10 дней развития растения пшеницы от фазы кущения до фазы трубкования АОА изменилась на 23,5% с положительной динамикой (+2,35% - за день). В относительных единицах это составляет 3,26%. Последующие фазы развития не имеют столь значимой динамики активности антиоксидантной системы. Она составляет всего 0,7% за последующие 11 дней от фазы трубкования до фазы цветения. Поскольку пик максимума антиоксидантов (АО) в развивающихся растениях пшеницы

Павловская Н.Е., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Гаврилова А.Ю.

Антиоксидантная активность пшеницы озимой при обработке биопрепаратом Нигор++

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

приходится на фазу цветения, можно ожидать, что повышение накопления запасных веществ может произойти за счет ингибирования содержания АО в этот период.

Обработка биопрепаратом Нигор++ в фазе кущения приводит к заметным изменениям в балансе антиоксидантных веществ в растениях озимой пшеницы Московская 39. Обнаружено некоторое возрастание концентрации антиоксидантных веществ относительно контрольных образцов. Так, в опытных образцах АОА возросла на 16,2% через 2 дня после листовой обработки, по сравнению с контролем, ускорив образование антиоксидантов, приблизительное количество которых сопоставимо с контрольными образцами только в следующей фазе развития. К фазе трубкования наблюдается снижение АОА на 0,6% относительно предыдущей фазы исследования и на 7,9% относительно контрольных растений в этот же период развития, что подтверждает ослабление у растений стрессовой ситуации, связанной с накоплением активных форм кислорода, сопровождающимся усилением реакций свободно-радикального окисления и их губительного действия на клетку.

Повторная обработка Нигор++ через 16 дней в фазе колошения снижает АОА на 21,8%, а к фазе цветения приводит к падению данного показателя на 51% относительно фазы кущения и на 59% относительно контрольных растений. Применение Нигор++ повышает иммунный статус растений, тем самым, ингибирует выработку антиоксидантных веществ или снижает их активность за счет образования устойчивых комплексов с ионами магния, входящего в БП, а также связывания их с высокоактивными свободными радикалами, возникающими при аутооксидации, переводя их в малоактивные.

Вероятно, обнаруженные изменения в концентрациях АО, являются важными в регуляции роста и развития пшеницы в эти фазы онтогенеза и могут играть существенную роль в повышении под ее влиянием неспецифической устойчивости пшеницы, а, соответственно, и продукционного процесса.

В формирующихся зерновках на стадии молочной спелости у обработанных БП Нигор++ растений наблюдаются более значительные изменения концентрации антиоксидантов (АО), которые, главным образом, связаны с трехкратным уменьшением уровня АО в сравнении с контролем. Это играет определенную роль в регуляции роста зерновок в ходе их формирования. В этот период, когда происходит массивное накопление крахмала, наблюдается и их естественное массовое накопление.

Выводы

1. В контексте влияния биопрепарата Нигор++ на физиологические процессы открываются новые возможности для управления адаптивными процессами и повышения устойчивости растительных организмов.

2. У растений, обработанных биопрепаратом с адаптогенными свойствами, к которому относится Нигор++, содержащий флавоноиды, повышается устойчивость к различным воздействиям, так как процессы генерации активных форм кислорода у них обычно затормаживаются, что во многом определяется повышением функционирования систем детоксикации.

3. Двукратная обработка Нигор++ к фазе колошения снижает АОА на 21,8%, а к фазе цветения приводит к падению данного показателя на 51% относительно фазы кущения и на 59% относительно контрольных растений.

4. По мере работы антиоксидантной защиты количество антиоксидантов снижается за отсутствием необходимости их растению.

Список использованных источников

1. Dimitrios B. Sources of natural phenolic antioxidants. // Trends Food Sci. Technol. – 2006. – 17. - 505–512. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.004>.

2. Kowalczewski P.Ł., Pauter P., Smarzyński K., Różańska M.B., Jeżowski P., Dwiecki K., Mildner-Szkudlarz S. Thermal processing of pasta enriched with black locust flowers affect quality, phenolics, and antioxidant activity. // Food Process. Preserv. – 2019/ - 43:e. - 14106. Doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14106>.

3. Różańska M.B., Kowalczewski P.Ł., Tomaszewska-Gras J., Dwiecki K., Mildner-Szkudlarz S. Seed-Roasting Process Affects Oxidative Stability of Cold-Pressed // Oils. Antioxidants. – 2019. – 8. - 313. Doi: <https://doi.org/10.3390/antiox8080313>.

4. Kowalczewski P.Ł., Olejnik A., Białas W., Kubiak P., Siger A., Nowicki M., Lewandowicz G. Effect of Thermal Processing on Antioxidant Activity and Cytotoxicity of Waste Potato Juice. // Open Life Sci. - 2019. - 14. - 150–157. Doi: <https://doi.org/10.1515/biol-2019-0017>.

5. Witkowska-Banaszczak E., Radzikowska D., Ratajczak K. Chemical profile and antioxidant activity of *Trollius europaeus* under the influence of feeding aphids. // Open Life Sci. - 2018. - 13. - 312–318. Doi: <https://doi.org/10.1515/biol-2018-0038>.

6. Vanacker H., Guichard M., Bohrer A.S., Issakidis-Bourguet E. Redox Regulation of Monodehydroascorbate Reductase by Thioredoxin y in Plastids Revealed in the Context of Water.

// Stress. Antioxidants. - 2018. - 7. - 183. Doi: <https://doi.org/10.3390/antiox7120183>.

7. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. // Plant Physiol. Biochem. - 2010. - 48. - 909–930. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>.

8. P. Ł. Kowalczewski, D. Radzikowska, E. Ivanišová, A. Szwengiel, M. Kačániová, and Z. Sawinska. Influence of Abiotic Stress Factors on the Antioxidant Properties and Polyphenols Profile Composition of Green Barley (*Hordeum vulgare* L.) // International Journal of Molecular Sciences. - 2020. - Jan. – 21 (2). - 397. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijms21020397>.

9. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. // Free Radic. Biol. Med. 1999. - 26. - 1231–1237. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3).

10. Benzie I.F., Strain J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. // Anal. Biochem. - 1996. - 239. - 70–76. Doi: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.

11. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. // LWT Food Sci. Technol. - 1995. - 28. - 25–30. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

12. Ahmed I.M., Cao F., Han Y., Nadira U.A., Zhang G., Wu F. Differential changes in grain ultrastructure, amylase, protein and amino acid profiles between Tibetan wild and cultivated barleys under drought and salinity alone and combined stress. // Food Chem. - 2013. - 141. - 2743–2750. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.101>

13. Neffati M., Sriti J., Hamdaoui G., Kchouk M.E., Marzouk B. Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities of *Coriandrum sativum* fruit extracts. // Food Chem. - 2011. - 124. - 221–225. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.022>

Цитирование:

Павловская Н.Е., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Гаврилова А.Ю. Антиоксидантная активность пшеницы озимой при обработке биопрепаратом Нигор++ [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_633.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20216633>.