

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ И СОДЕРЖАНИЯ ОБЩИХ ПОЛИФЕНОЛОВ В КОРНЕПЛОДАХ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ ПРИ ХРАНЕНИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОБРАБОТОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ СВЕРХ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ И БИОПРЕПАРАТОМ БСКА-3

В.Н. Алёшин, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Т.В. Першакова, д-р техн. наук, вед. науч. сотр.

Г.А. Купин, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Е.Ю. Панасенко, аспирант, мл. науч. сотр.

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (филиал) Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия (Россия, г. Краснодар)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10538

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния обработок электромагнитным полем сверх низкой частоты и биопрепаратом БСка-3 на изменение активности пероксидазы и содержания общих полифенолов в корнеплодах моркови столовой сорта Шантенэ 2461 при хранении в течение нескольких недель. Установлен различный характер изменения исследуемых параметров в зависимости от способа обработки корнеплодов перед закладкой на хранение. Полученные данные могут быть использованы при разработке новых способов хранения корнеплодов моркови столовой.

Ключевые слова: морковь столовая, индуцированная резистентность, электромагнитные поля сверх низкой частоты, биопрепараты, пероксидаза, полифенолы.

Одной из наиболее перспективных стратегий борьбы с заболеваниями растений в настоящее время является индукция естественной резистентности к фитопатогенам в растениях (в том числе во фруктах и овощах в послеуборочный период) за счёт биологического, химического или физического воздействия [1].

Данная стратегия основана на способности некоторых биологических агентов (таких как грибы или бактерии), химических веществ и видов физического воздействия (например, повышенная температура, пониженное давление, ультрафиолетовое излучение) активировать защитные механизмы в растениях. Таким образом, индуцированная резистентность – это защитный ответ растения на внешние воздействия того или иного вида.

Возникающие в растениях защитные ответы включают в себя различные элементы, в том числе накопление фенольных соединений, обладающих антимикробными свойствами, а также накопление связанных с патогенезом белков, к числу которых относятся разнообразные ферменты,

принимающие участие в борьбе растения с фитопатогенами.

Из научно-исследовательской литературы известно, что индукция резистентности может сопровождаться повышенным накоплением таких ферментов, как пероксидаза, хитиназа, β -1,3-глюканаза, фенилаланин-аммиак-лиаза, каталаза и др. [2].

Таким образом, при изучении различных способов обработки растительного сырья, призванных повысить его устойчивость в процессе хранения, представляет интерес исследовать также изменение активности защитных ферментов и содержания фенольных веществ.

Ранее нами было установлено, что обработка корнеплодов моркови столовой электромагнитными полями низких частот и биопрепаратами перед закладкой на хранение позволяет снизить микробиологическую обсеменённость и повысить устойчивость к микробиологической порче при хранении [3-5].

Целью данной работы являлось изучение изменения активности пероксидазы (фермента, катализирующего H_2O_2 - зави-

симое окисление и, таким образом, обеспечивающего протекание окислительно-восстановительных реакций) и содержания общих полифенолов в корнеплодах моркови столовой под влиянием обработок электромагнитным полем сверх низкой частоты и биопрепаратом БСка-3 (содержит живые культуры *Trichoderma viride* 256, *Pseudomonas koreensis* Ap33, *Bacillus subtilis* 17, *Bradyrhizobium japonicum* (*Rhizobium japonicum*) 614a).

Материалы и методы. Объектами исследования являлись корнеплоды моркови столовой сорта Шантенэ 2461.

Для исследования влияния электромагнитных полей сверх низких частот (ЭМП СНЧ) использовали лабораторную экспериментальную установку, состоящую из универсального генератора сигналов RIGOL DG1022, усилителя MMF LV102, осциллографа LeCroy WA202 и соленоида.

В ходе проведения исследования корнеплоды моркови обрабатывали ЭМП СНЧ (35 Гц, 12,5 мТл, 30 мин) и биопрепаратом БСка-3 (погружение в 2% водный раствор с последующим высушиванием), после чего хранили в течение 5 недель в холодильной камере при температуре $2 \pm 1^\circ\text{C}$ и влажности $75 \pm 2\%$. Контроль об-

работке не подвергали. За время проведения эксперимента развития микробиологической порчи зафиксировано не было во всех вариантах обработки.

Изучение активности пероксидазы проводили спектрофотометрическим методом с использованием гваякола в качестве субстрата.

Массовую долю общих полифенолов определяли колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Дениса.

Все экспериментальные исследования проводились в четырехкратной повторности (отклонение между параллельными определениями допускалось не более 5%). Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом описательной статистики и дисперсионного анализа, используя пакет программ Microsoft Excel.

Экспериментальная часть. Динамика активности пероксидазы (графики с линией тренда, уравнением тренда и величиной достоверности аппроксимации) в корнеплодах моркови столовой при хранении представлена на рисунках: рисунок 1 – без обработки, 2 – после обработки ЭМП СНЧ, 3 – после обработки биопрепаратом БСка-3.

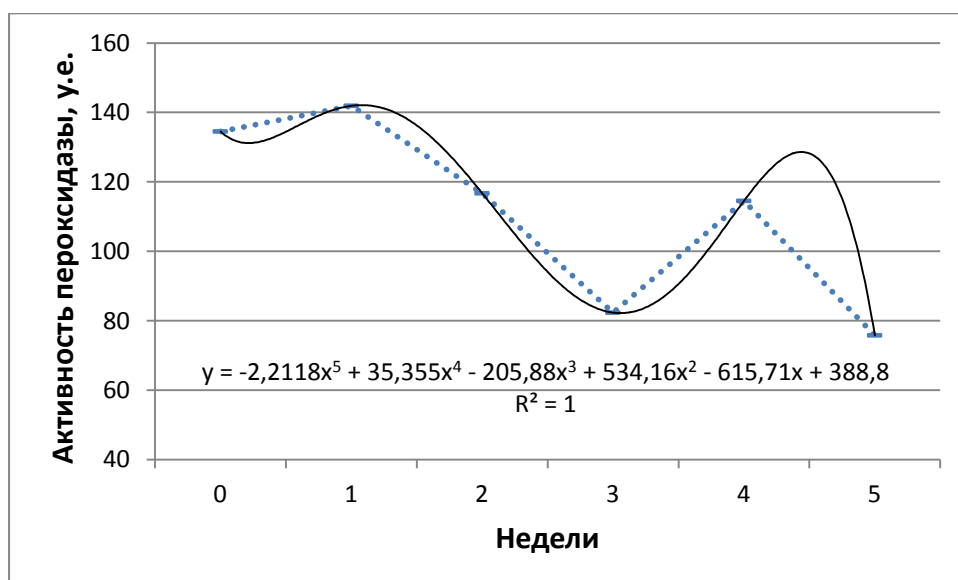


Рис. 1. Изменение активности пероксидазы в корнеплодах моркови столовой при хранении без обработки (контроль)

Как следует из представленных данных, при хранении необработанных корнеплодов моркови столовой (рисунок 1) актив-

ность пероксидазы несколько увеличивается в течение 1-ой недели, после чего снижается на 2-ой и 3-ей неделях; на 4-ой

неделе вновь зафиксировано увеличение активности, затем снижение продолжается.

При обработке корнеплодов моркови столовой ЭМП СНЧ (рисунок 2) актив-

ность пероксидазы изменяется схожим образом с той разницей, что активность оказывается выше на 1-ой неделе (на 44,33 %) и ниже на 3-ей неделе и далее.

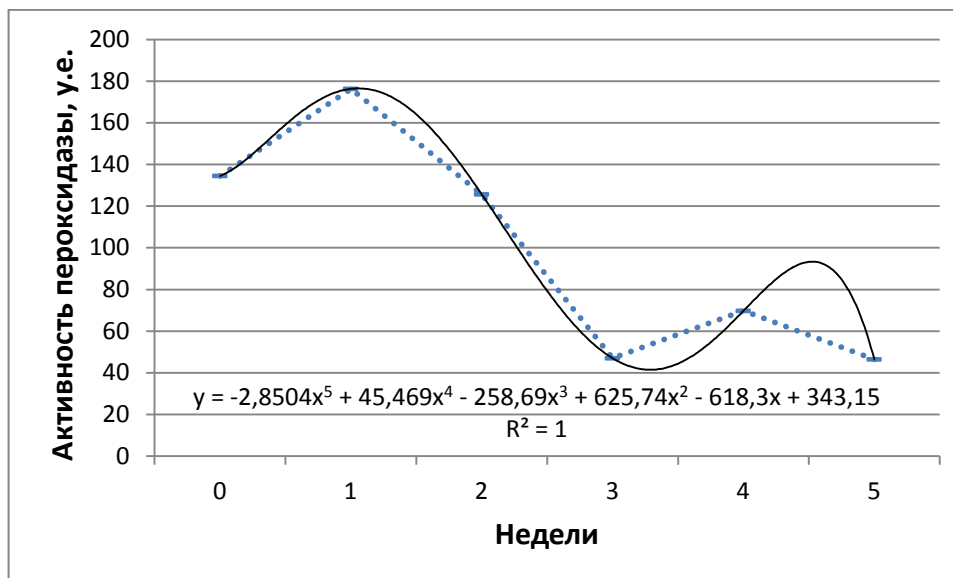


Рис. 2. Изменение активности пероксидазы в корнеплодах моркови столовой при хранении после обработки ЭМП СНЧ

При обработке корнеплодов моркови столовой биопрепаратом БСка-3 (рисунок 3) активность пероксидазы резко снижается на 1-ой неделе (ниже, чем контроль, на

79,84%), после чего увеличивается на 2-ой и 3-ей неделях (выше, чем контроль, на 74,46%); затем снижается.

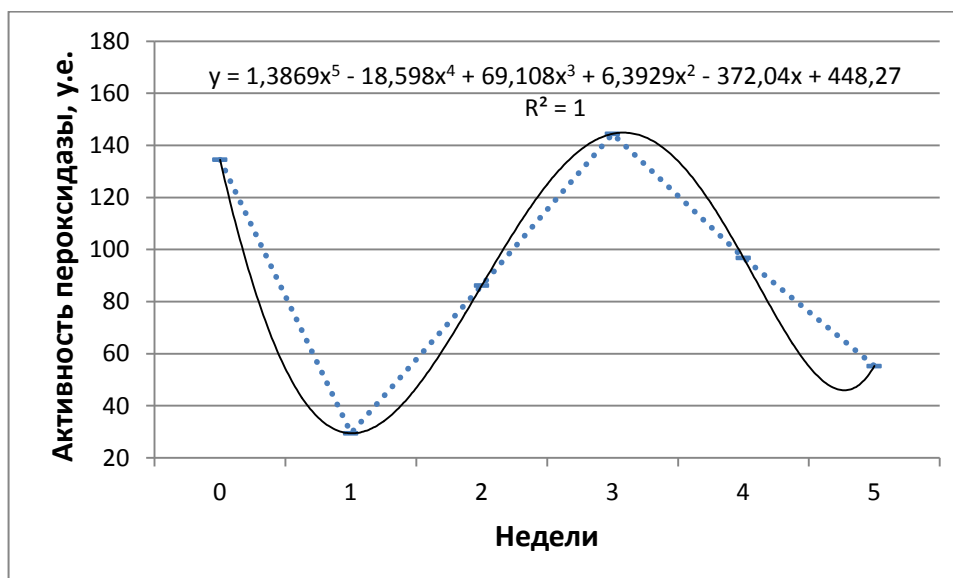


Рис. 3. Изменение активности пероксидазы в корнеплодах моркови столовой при хранении после обработки биопрепаратом БСка-3

Изменение содержания общих полифенолов в корнеплодах моркови столовой под влиянием обработок ЭМП СНЧ и био-

препаратом БСка-3 в процессе хранения в течение 4 недель представлено на рисунке 4.

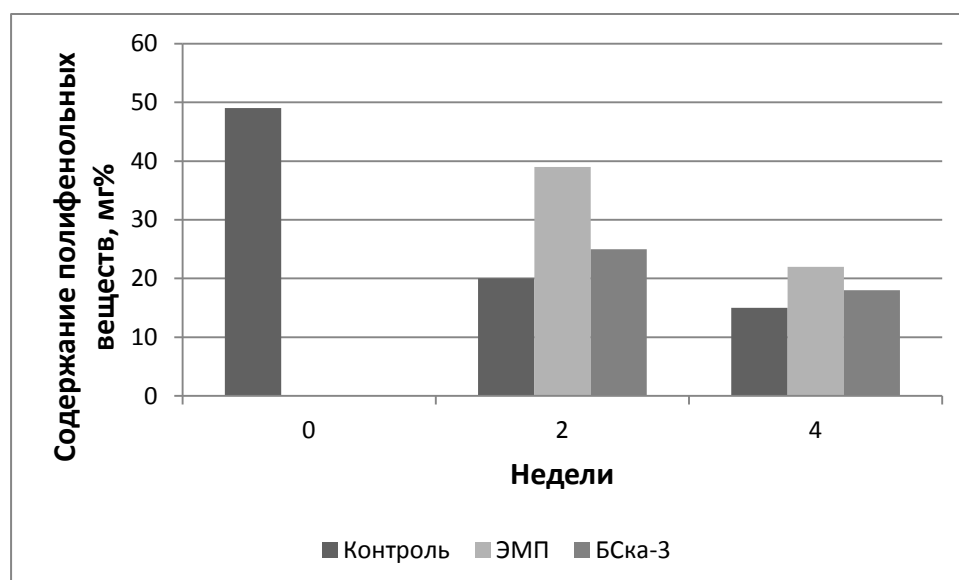


Рис. 4. Изменение содержания общих полифенолов в корнеплодах моркови столовой при хранении после обработок ЭМП СНЧ и биопрепаратом БСка-3

Из представленных на рисунке 4 данных следует, что на 2-ой и 4-ой неделях хранения содержание полифенольных веществ оказывается ниже, чем в исходном сырье при всех вариантах обработки. При этом обработка ЭМП СНЧ и биопрепаратом БСка-3 обеспечивают более высокое содержание полифенольных веществ, чем в корнеплодах без обработки (контроль).

Выводы. Таким образом, установлен различный характер изменения активности пероксидазы и содержания полифенольных

соединений в корнеплодах моркови столовой в зависимости от способа их обработки перед закладкой на хранение.

Более глубокое изучение данного феномена представляет интерес как для прикладных (разработка новых способов хранения корнеплодов моркови столовой), так и для фундаментальных исследований (изучение механизмов индукции резистентности к микробиологической порче в растительном сырье).

Библиографический список

1. Алёшин, В.Н. Контроль заболеваний растений за счет индуцированной резистентности с помощью некоторых химических веществ и биоагентов / Алёшин В.Н., Першакова Т.В., Купин Г.А. // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 53 (05). – С. 113-143.
2. G. Romanazzi, et al. Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables, *Postharvest Biol. Technol.* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.08.003>
3. Купин, Г.А. Исследование влияния электромагнитного поля на изменение микробной обсемененности корнеплодов моркови в процессе хранения / Г.А. Купин, Е.П. Викторова, В.Н. Алёшин, Л.В. Михайлюта // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3. – С. 46-50.
4. Pershakova, T.V. Investigation of antagonistic properties of bacteria *Bacillus Subtilis* against carrot phytopathogenes in vitro and in vivo experiments / Pershakova T.V., Kupin G.A., Mihaylyuta L.V., Babakina M.V., Panasenko E.Y., Viktorova E.P. // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research.* – 2018. – Т. 10. – № 6. – С. 1619-1622.
5. Pershakova, T.V. Investigation of the influence of an extremely low-frequency electromagnetic field on carrot phytopathogenes in-vivo and in-vitro / Pershakova T.V., Kupin G.A., Mihaylyuta L.V., Babakina M.V., Gorlov S.M., Lisovoy V.V. // *Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research.* – 2018. – Vol. 10. – №8. – P. 1897-1901.

**CHANGES IN PEROXIDASE ACTIVITY AND GENERAL POLYPHENOLS
CONTENT IN CARROT TAPROOTS DURING STORAGE UNDER THE INFLUENCE
OF TREATMENT WITH EXTREMELY LOW FREQUENCY ELECTROMAGNETIC
FIELD AND THE BIOPREPARATION BSKA-3**

V.N. Aleshin, *candidate of technical sciences, senior researcher*

T.V. Pershakova, *doctor of technical sciences, leading researcher*

G.A. Kupin, *candidate of technical sciences, senior researcher*

E.Y. Panasenko, *postgraduate, junior researcher*

**Krasnodar research institute of agricultural products storage and processing (branch)
North-Caucasian federal scientific center of horticulture & viticulture
(Russia, Krasnodar)**

***Abstract.** The article presents the results of studying the influence of treatment with extremely low frequency electromagnetic field and the biopreparation BSKA-3 on changes in peroxidase activity and general polyphenols content in carrot taproots of Chantenay 2461 variety during storage for several weeks. A different pattern of the change of the parameters under study was established depending on the method of taproots treatment before putting into storage. The obtained data can be used in the development of new ways to store carrot taproots.*

***Keywords:** carrot, induced resistance, extremely low frequency electromagnetic fields, biopreparations, peroxidase, polyphenols.*