

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТОК БИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ КРАЙНЕ НИЗКИХ ЧАСТОТ ПРИ ХРАНЕНИИ КОРНЕПЛОДОВ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ

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

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

С.М. Горлов, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Л.В. Михайлюта, науч. сотр.

М.В. Бабакина, аспирант, мл. науч. сотр.

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

DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10205

Аннотация. В статье приведены данные исследования эффективности применения обработок биологическими препаратами «Витаплан», «Гамаир», «Алирин» и электромагнитными полями крайне низких частот (ЭМП КНЧ) при хранении столовой свеклы. Установлено, что при хранении корнеплодов столовой свеклы в течение 42 дней при температуре $2\pm 2^\circ\text{C}$ наименьшая убыль массы корнеплодов столовой свеклы наблюдается при обработке биопрепаратом «Витаплан» и при последовательной обработке ЭМП КНЧ. Наибольшая убыль массы наблюдалась при обработке биопрепаратом «Гамаир». Обработка биопрепаратом «Витаплан» позволяет достичь большей стабильности химического состава – уменьшается расход сахаров, полифенольных веществ, витамина С, органических кислот и пектиновых веществ.

Ключевые слова: биологические препараты, электромагнитные поля крайне низких частот, хранение, фитопатогены, *Bacillus subtilis*, столовая свекла.

Столовая свекла одна из основных овощных культур в Российской Федерации, используемая для реализации в розничной торговле и в качестве сырья для производства пищевой продукции. Корнеплоды столовой свеклы относятся к группе растительного сочного сырья, для которого характерно высокое содержание влаги (до 96%). Из-за того, что основная часть влаги находится в свободной форме, для такого сырья характерна повышенная чувствительность к условиям внешней среды и усиленный обмен веществ. Также, особенностью столовой свеклы, являются тонкие покровные ткани, из-за чего корнеплоды склонны к увяданию и усиленному дыханию, что снижает естественный иммунитет. Совокупность всех этих факторов создает благоприятную среду для развития патогенных микроорганизмов [1, 2].

Современные методы хранения овощного сырья являются энергозатратным и сложными в конструировании, а также недостаточно предотвращают потери от микробиологической порчи. Таким образом, необходим поиск дополнительных средств подготовки корнеплодов столовой свеклы к хранению, которые могли бы снизить количество патогенных микроорганизмов и способствовать сохранению товарного качества сырья [3].

Проведенные ранее исследования подтвердили эффективность использования биологических препаратов на основе *Bacillus subtilis* при хранении растительного сырья. Обработка электромагнитными полями крайне низких частот также способна снизить микробиальную обсемененность поверхности корнеплодов [4, 5].

Таким образом, представляют интерес исследования по сравнению эффективно-

сти обработки биопрепаратами на основе *Bacillus subtilis* и ЭМП КНЧ для ингибирования фитопатогенов при хранении корнеплодов свеклы столовой

Целью исследования – сравнение эффективности обработок биологическими препаратами и ЭМП КНЧ при хранении корнеплодов столовой свеклы.

Задачи исследования:

– изучить влияние обработок биопрепаратами и ЭМП КНЧ на естественную убыль массы корнеплодов столовой свеклы в процессе хранения при температуре $2^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$;

– установить влияние обработок биопрепаратами и ЭМП КНЧ на степень поражаемости корнеплодов столовой свеклы фитопатогенами в процессе хранения при температуре $2\pm 2^{\circ}\text{C}$;

– исследовать влияние обработок биопрепаратами и ЭМП КНЧ на химический состав корнеплодов столовой свеклы при температуре хранения $2^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись корнеплоды столовой свеклы сорта Бордовый шар урожая 2018 года, не поврежденные

сельскохозяйственными вредителями, без признаков физиологических заболеваний и увядания.

Корнеплоды столовой свеклы были инокулированы суспензией смеси патогенных микроорганизмов *Botrytis cinerea*, *Penicillium glaucum* и *Erwinia carotovora* и через 24 часа обработаны биологическими препаратами на основе *Bacillus subtilis* («Витаплан», «Алирин» и «Гамаир») и ЭМП КНЧ. Обработка ЭМП КНЧ была проведена в три этапа по следующим режимам: I этап частота – 15 Гц, сила тока – 10 А в течение 10 минут; II этап частота – 25 Гц, сила тока – 15 А в течение 10 минут; III этап частота – 30 Гц, сила тока – 15 А в течение 10 минут. Корнеплоды хранили в пластиковых ящиках при температуре $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 42 дней.

Результаты исследований

В таблице 1 представлены данные, отражающие влияние обработки биологическими препаратами и ЭМП КНЧ на естественную убыль массы корнеплодов столовой свеклы в процессе хранения при температуре $2\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1. Естественная убыль массы корнеплодов столовой свеклы в зависимости от вида обработки (хранение при температуре $2\pm 2^{\circ}\text{C}$)

Вид обработки	Естественная убыль массы, % /срок хранения			
	10 дней	21 день	35 дней	42 дня
Биопрепарат «Витаплан»	15,9 \pm 0,8	29,3 \pm 1,5	45,7 \pm 2,3	55,7 \pm 2,8
Биопрепарат «Алирин»	14,9 \pm 0,7	30,4 \pm 1,5	44,3 \pm 2,2	58,4 \pm 2,9
Биопрепарат «Гамаир»	14,9 \pm 0,7	30,2 \pm 1,5	55,2 \pm 2,8	60,4 \pm 3,0
ЭМП КНЧ	14,8 \pm 0,7	28,4 \pm 1,4	43,9 \pm 2,2	55,1 \pm 2,8

Из приведенных в таблице 1 данных можно сделать вывод, что наименьшая убыль массы корнеплодов столовой свеклы при хранении в течение 42 дней при температуре $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ наблюдается при обработке биопрепаратом «Витаплан» и при последовательной обработке ЭМП КНЧ.

Высокая убыль массы наблюдалась при обработке биопрепаратом «Гамаир».

На следующем этапе изучали влияние обработки биопрепаратами и ЭМП КНЧ на развитие микробиологической порчи корнеплодов столовой свеклы в процессе хранения при температуре $2\pm 2^{\circ}\text{C}$.

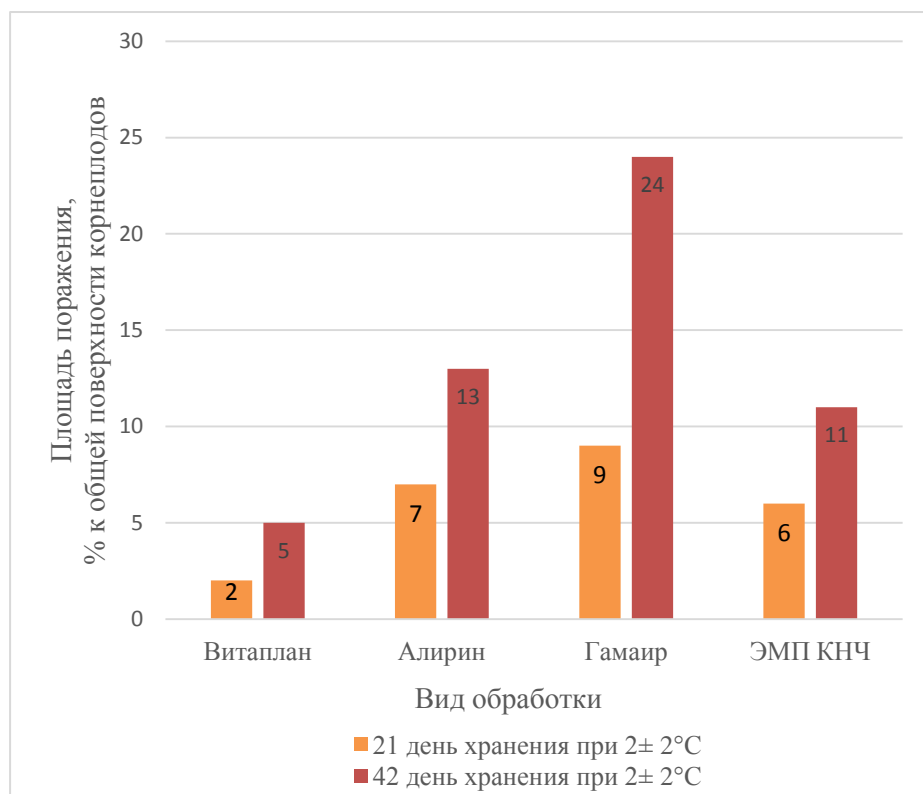


Рис. 1. Степень развития фитопатогенов на поверхности корнеплодов столовой свеклы при температуре хранения $2\pm 2^\circ\text{C}$ в зависимости от вида предварительной обработки

Анализируя данные, представленные на рисунке 1 можно сделать вывод, что при хранении корнеплодов столовой свеклы при температуре $2\pm 2^\circ\text{C}$ наиболее эффективно ингибирует развитие патогенной микрофлоры биопрепарат «Витаплан», обработка ЭМП КНЧ при заданных параметрах была чуть менее эффективной. Наибольшее количество очагов поражения фи-

топатогенами наблюдалось при предварительной обработке биопрепаратом «Гамаир».

Для того, чтобы оценить влияние обработок биопрепаратами и ЭМП КНЧ на биохимические процессы, было изучено изменение химического состава корнеплодов столовой свеклы при хранении при температурах $2\pm 2^\circ\text{C}$.

Таблица 2. Изменение биохимических показателей столовой свеклы за 42 дня хранения при температуре $2\pm 2^\circ\text{C}$ в зависимости от вида предварительной обработки

Образец	Показатель в пересчете на абсолютно сухое вещество, м.д.,%				
	общее кол-во сахаров	поли-фенольных веществ	витамина С, мг	органических кислот	пектиновых веществ
Исходное содержание	47,7±2,4	1,9±0,1	40,4±2,0	1,3±0,07	23,4±1,8
Биопрепарат «Витаплан»	42,6±2,1	1,3±0,07	31,4±1,6	1,1±0,06	18,6±0,9
Биопрепарат «Алирин»	37,6±1,9	1,0±0,05	26,8±1,3	0,8±0,04	17,3±0,9
Биопрепарат «Гамаир»	36,6±1,8	1,1±0,06	25,1±1,3	0,9±0,05	16,9±0,8
ЭМП КНЧ	38,4±1,9	1,1±0,06	28,5±1,4	0,9±0,05	17,1±0,9

Из данных таблицы 2 следует, что при хранении корнеплодов столовой свеклы при температуре $2\pm 2^\circ\text{C}$ обработка биопре-

паратом «Витаплан» способствует уменьшению расхода сахаров, полифенольных веществ, витамина С, органических кислот

и пектиновых веществ. Обработка ЭМП КНЧ, а также биопрепаратами «Алирин» и «Гамаир» не способствовала стабилизации биохимических показателей.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что при хранении корнеплодов столовой свеклы в течение 42 дней при температуре $2\pm 2^\circ\text{C}$ наименьшая убыль массы наблюдается при предварительной обработке биопрепаратом «Витаплан» и при последовательной обработке ЭМП КНЧ, а наибольшая потеря массы - при обработке биопрепаратами «Алирин» и «Гамаир».

Установлено, что обработка биопрепаратом «Витаплан» наиболее способна ингибировать фитопатогены при хранении столовой свеклы при температуре

$2\pm 2^\circ\text{C}$. Обработка ЭМП КНЧ была чуть менее эффективна, но показала лучшие результаты, чем обработка биопрепаратами «Алирин» и «Гамаир».

Установлено, что при хранении корнеплодов столовой свеклы при температуре $2\pm 2^\circ\text{C}$ обработка биопрепаратом «Витаплан» позволяет достичь большей стабильности химического состава. Обработки ЭМП КНЧ и биопрепаратами «Алирин» и «Гамаир» были менее эффективны.

В связи с полученными результатами представляет интерес изучение влияния обработки ЭМП КНЧ и биопрепарата «Витаплан» в комплексе, так как эти способы обработки показали наибольшую эффективность при хранении корнеплодов столовой свеклы.

Библиографический список

1. Гораш Е.Ю., Викторова Е.П., Купин Г. А., Алёшин В.Н., Лисовой В.В. Исследование качества, безопасности и состава биологически активных веществ столовой свёклы // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2015. №113. С. 652-662.
2. Першакова Т.В., Купин Г.А., Михайлюта Л.В., Панасенко Е.Ю., Лисовой В.В., Викторова Е.П. Исследование влияния электромагнитного поля на изменение микробиальной обсемененности растительного сырья в процессе хранения // Успехи современного естествознания. 2016. №5. С. 74-78.
3. Панасенко Е.Ю., Красина И.Б., Першакова Т.В., Викторова Е.П. Современные методы биоконтроля фитопатогенов растительного сырья // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 2-3. С. 13-18.
4. Лисовой В.В., Першакова Т.В., Купин Г.А., Михайлюта Л.В., Панасенко Е.Ю., Викторова Е.П., Алёшин В.Н. Зависимость микробиальной обсемененности растительного сырья от параметров его обработки в ЭМП КНЧ // В сборнике: Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты Материалы VI Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е.П. Викторовой. 2016. С. 24-28.
5. Лисовой В.В., Першакова Т.В., Викторова Е.П., Купин Г.А., Алёшин В.Н., Михайлюта Л.В. Исследование влияния электромагнитных полей на изменение микробиальной обсемененности фруктов в процессе хранения // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2017. №126. С. 843-854.

**COMPARATIVE EFFICIENCY OF TREATMENTS BY BIOPREPARATES AND
ELECTROMAGNETIC FIELDS AT THE EXTREME OF LOW FREQUENCIES IN
STORAGE OF CARROT ROOTS**

E.U. Panasenko, graduate student, junior researcher

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

S.M. Gorlov, candidate of technical sciences, senior researcher

L.V. Mikhailyuta, researcher

M.V. Babakina, graduate student, junior researcher

**Krasnodar Research institute of storage and processing of agricultural products (branch)
the North-Caucasian federal scientific center for horticulture, viticulture, winemaking
(Russia, Krasnodar)**

***Abstract.** The article contains data on the effectiveness of the application of treatments with biological preparations Vitaplan, Gamair, Alirin and electromagnetic fields of extremely low frequencies (EMF ELF) during the storage of beet table under different conditions. It has been established that when storing root beet crops for 42 days at a temperature of 2 ± 2 °C, the minimum loss of the weight of table beet root crops is observed when the Vitaplanbiopreparation is processed and the EMF ELF is treated. The greatest loss of mass was observed during treatment with biological preparation "Gamair". At a temperature of 2 ± 2 °C, the biological preparation "Vitaplan" most effectively inhibits the development of pathogenic microflora, EMF EMF treatment for specified parameters was slightly less effective. When storing root beet roots at a temperature of 2 ± 2 °C, treatment with the Vitaplanbiopreparation allows achieving greater stability of the chemical composition - the consumption of sugars, polyphenolic substances, vitamin C, organic acids and pectic substances is reduced. Processing of EMF ELF, as well as biological products "Alirin" and "Gamair" did not contribute to such safety of chemicals.*

***Keywords:** biological preparations, electromagnetic fields of extremely low frequencies, storage, phytopathogens, Bacillus subtilis, table beet.*