

УДК 635.13:579

ББК 42.343

И-88

Першакова Татьяна Викторовна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д. 2; e-mail: 7999997@inbox.ru;

Горлов Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, директор, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д. 2; e-mail: gorlov76@list.ru;

Михайлюта Лариса Васильевна, научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д. 2; e-mail: knihr@mail.ru;

Бабакина Мария Владимировна, младший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д. 2; e-mail: wuhdz@mail.ru;

Купин Григорий Анатольевич, кандидат технических наук, заведующий отделом хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; Россия, 35007 г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, д. 2; e-mail: kisp@kubannet.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАКТЕРИЙ BACILLUS SUBTILIS В ОТНОШЕНИИ ФИТОПАТОГЕНОВ МОРКОВИ

(рецензирована)

Исследован штамм Bacillus subtilis ИМП 215 на предмет его потенциального использования в качестве агента биологического контроля для фитопатогенов Alternaria radicina и Botrytis cinerea моркови в процессе хранения. В присутствии штамма Bacillus subtilis ИМП 215 исследуемые фитопатогены замедляют скорость развития и размножения на раневой поверхности корнеплодов. Полученные результаты позволяют

сделать вывод о целесообразности использования штамма *Bacillus subtilis* ИМП 215 для снижения заболеваемости корнеплодов моркови в процессе хранения.

Ключевые слова: морковь, *Bacillus subtilis*, биоконтроль, микробиологическая порча, хранение, корнеплоды, фитопатогенные микроорганизмы.

Pershakova Tatyana Victorovna, Doctor of Technical Sciences, an associate professor, a leading researcher of the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials, Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products - a branch of FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-Making"; Russia, 350072, Krasnodar, 2 Topolinaya alley; e-mail: 7999997@inbox.ru;

Gorlov Sergey Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, an associate professor, a director, Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBSI "North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-making"; Russia, 350072, Krasnodar, 2 Topolinaya alley; e-mail: gorlov76@list.ru;

Mikhailyuta Larisa Vasilievna, a researcher of the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials, Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - a branch of FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-making"; Russia, 350072, Krasnodar, 2 Topolinaya alley; e-mail: kniihp@mail.ru;

Babakina Mariya Vladimirovna, a junior researcher of the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials, Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-making"; Russia, 350072, Krasnodar, 2 Topolinaya alley; e-mail: wuhdz@mail.ru

Kupin Grigory Anatolievich, Candidate of Technical Sciences, head of the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials, Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-Making"; Russia, 35007, Krasnodar, 2 Topolinaya alley; e-mail: kisp@kubannet.ru.

INVESTIGATION OF THE ANTAGONISTIC PROPERTIES OF BACILLUS SUBTILIS BACTERIA AGAINST CARROT PHYTOPATHOGENS

(reviewed)

The IMP 215 strain of *Bacillus subtilis* has been studied for its potential use as a biological control agent for the *Alternaria radicina* and *Botrytis cinerea* phytopathogens of carrot during storage. In the presence of the IMP 215 strain of *Bacillus subtilis* the investigated phytopathogens slow the rate of development and reproduction on the wound surface of root crops. The obtained results allow to make a conclusion about the expediency of using the IMP 215 strain of *Bacillus subtilis* to reduce the incidence of root crops of carrots during storage.

Key words: carrots, *Bacillus subtilis*, biocontrol, microbiological damage, storage, root crops, phytopathogenic microorganisms.

Решение проблем, связанных с обеспечением длительного хранения растительного сырья, является одним из стратегических направлений обеспечения продовольственной безопасности страны. Потери растительного сырья приводят к экономическому ущербу, а снижение его качества в процессе хранения является потенциальной угрозой для потребителей.

Микробиологическая порча – основная причина снижения качества сельскохозяйственной продукции в процессе хранения, приводящая к значительным экономическим потерям. Количественный и качественный состав эпифитной микрофлоры различается в зависимости от вида растительной продукции, особенностей почвы, места и климатических условий выращивания.

Морковь относится к видам корнеплодов, особо подверженным микробиологической порче в процессе хранения. На здоровых корнеплодах доминируют эпифитные микроорганизмы, которые не принимают участие в процессах микробиологической порчи и, как правило, находятся в неактивном состоянии. Численность микроорганизмов на поверхности корнеплодов моркови после уборки очень высока и достигает в среднем 10^5 - 10^7 КОЕ/г.

В случае повреждения покровов корнеплодов, эпифиты легко проникают внутрь растительной ткани и вызывают порчу. Естественные эпифиты представлены бактериями, дрожжами и микроскопическими грибами. Микроскопические грибы на поверхности корнеплодов моркови представлены большим разнообразием родов: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* [1].

Наиболее распространенными заболеваниями корнеплодов моркови, вызываемыми грибковыми микроорганизмами, являются черная и серая гнили.

Черная гниль или альтернариоз, вызываемая грибом *Alternaria radicina*, проявляется признаками, внешне сходными с фомозом, однако на срезе корнеплода пораженная ткань угольно-черная (у фомоза – коричневая). Развитие черной гнили зависит как от условий выращивания, так и от режима хранения. Серая гниль или ботридиоз, вызываемая несколькими видами рода *Botrytis*, распространяется быстро за счет спор. Первичное заражение возможно и в поле, и в хранилище [2].

Ранее были проведены исследования по изучению влияния биопрепарата «Экстрасол», созданного на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 на микробиальную обсемененности фруктов в процессе хранения.

В проведенных исследованиях выявлены закономерности влияния предварительной обработки фруктов биопрепаратом «Экстрасол» с различной концентрацией биоагента на микробиальную обсемененность их поверхности в процессе хранения [3-5].

Результаты исследования позволили сделать вывод о перспективности применения *Bacillus subtilis* в качестве агента биоконтроля фитопатогенов растительного сырья.

В связи с этим представляли интерес исследования антагонистических свойств новых, ранее не изученных штаммов *Bacillus subtilis*, в частности штамма ИМП 215.

Для исследования влияния штамма *Bacillus subtilis* ИМП 215 по отношению к фитопатогенам *Alternaria radicina* и *Botrytis cinerea* в процессе хранения был отобран сорт

Абако без механических повреждений и признаков поражения инфекционными заболеваниями.

Грибковые патогены *Alternaria radicina* и *Botrytis cinerea* были выделены ранее из пораженных корнеплодов моркови. Суспензию спор микроорганизмов получали путем промывания выращенных культур плесневых грибов стерильной дистиллированной водой, содержащей 0,05 % Твин-80, и доведения до концентрации 10^5 спор/мл.

В качестве штамма антагониста использовали суспензию штамма *Bacillus subtilis* ИПМ 215 (далее по тексту ИПМ 215) с концентрацией 10^5 КОЕ/мл.

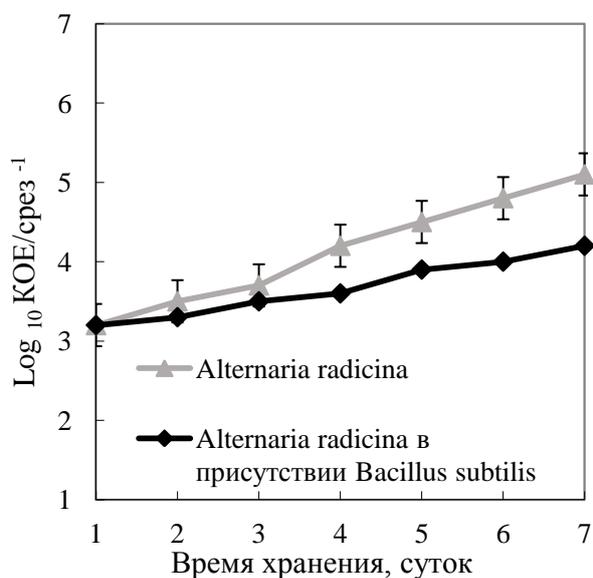
Влияние ИПМ 215 на динамику развития популяций фитопатогенов в зависимости от температуры хранения исследовали с внесением и без внесения ИПМ 215 в срезах на корнеплодов моркови при $+25^\circ\text{C}$ в течение 7 суток, при $+2^\circ\text{C}$ – в течение 14 суток.

Исследуемые корнеплоды моркови промывали, высушивали и обрабатывали 70 % этиловым спиртом. На корнеплодах стерильным скальпелем делались надрезы, в которые вносили суспензию ИПМ 215 и суспензию исследуемого фитопатогена.

В контрольные образцы вносили суспензии фитопатогенных микроорганизмов без добавления суспензии ИПМ 215.

Корнеплоды хранили в закрытых контейнерах при температуре $+25^\circ\text{C}$ в течение 7 суток, при температуре $+2^\circ\text{C}$ в течение 14 суток.

Динамика развития исследуемых популяций микроорганизмов в процессе хранения при $+25^\circ\text{C}$ представлена на рисунке 1.



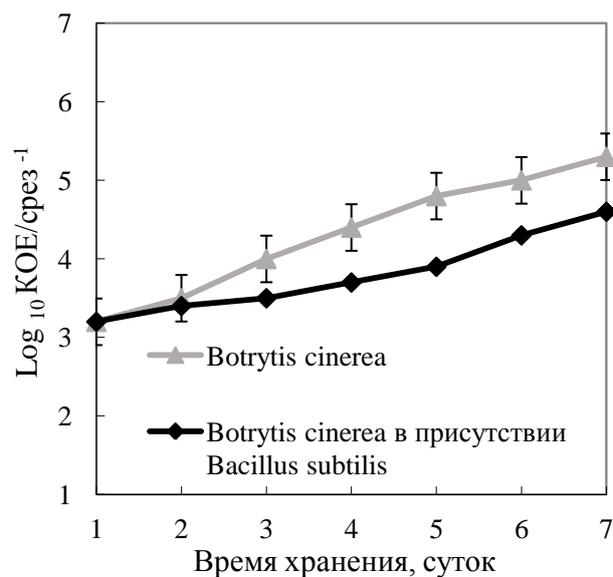
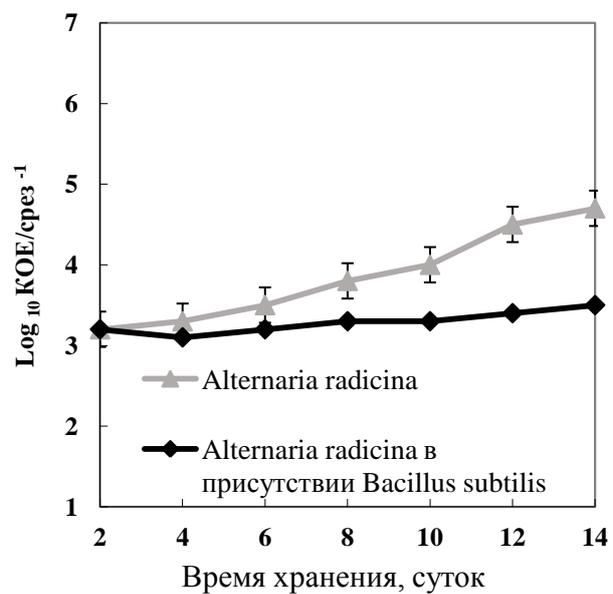


Рис. 1. Динамика популяции исследуемых микроорганизмов в срезах корнеплодов моркови (хранение при температуре +25°C в течение 7 суток)

Динамика развития исследуемых популяций микроорганизмов в процессе хранения при температуре +2°C представлена на рисунке 2.



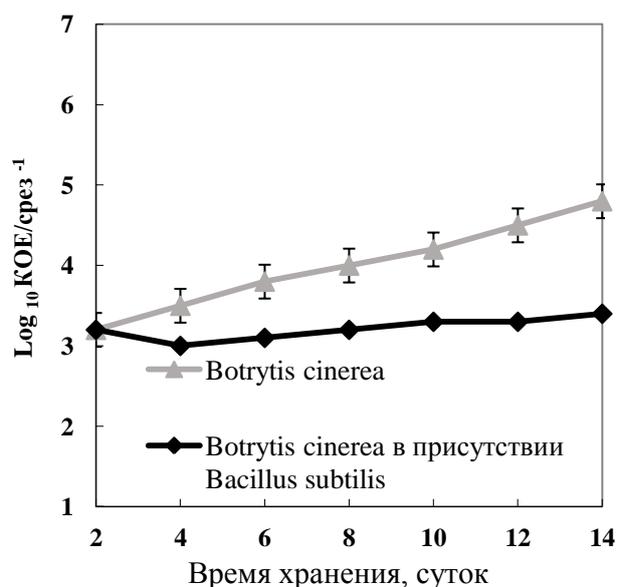


Рис. 2. Динамика популяции исследуемых микроорганизмов в срезах корнеплодов моркови (хранение при температуре +2°C в течение 14 суток)

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод о том, что в присутствии штамма ИПМ 215 скорость развития патогенных грибов на раневой поверхности корнеплодов замедляется.

В процессе хранения при температуре +25°C в образцах, зараженных *Alternaria radicina*, количество спор через 7 суток увеличилось с $2,5 \times 10^3$ КОЕ/срез до $1,2 \times 10^5$ КОЕ/срез; при температуре +2°C через 14 суток хранения – до 8×10^4 КОЕ/срез. В образцах, зараженных *Alternaria radicina* в присутствии ИПМ 215 через 7 суток хранения при температуре +25°C концентрация патогена увеличилась до $3,3 \times 10^4$ КОЕ/срез; через 14 суток хранения при температуре +2°C концентрация *Alternaria radicina* достигла $5,7 \times 10^3$ КОЕ/срез.

За время хранения при температуре +25°C в образцах, зараженных *Botrytis cinerea*, количество спор через 7 суток увеличилось с $2,2 \times 10^3$ КОЕ/срез до $3,6 \times 10^5$ КОЕ/срез; при температуре +2°C через 14 суток хранения – до 9×10^4 КОЕ/срез. В образцах, зараженных *Botrytis cinerea*, в присутствии ИПМ 215 через 7 суток хранения при температуре +25°C концентрация патогена увеличилась до $6,3 \times 10^4$ КОЕ/срез. Через 14 суток хранения при температуре +2°C количество *Botrytis cinerea* составляло $5,5 \times 10^3$ КОЕ/срез.

Снижение активности жизнедеятельности патогенных грибов отмечается как при температуре +25°C, так и при +2°C. Ингибирующее влияние штамма ИПМ 215 на патогенные микроорганизмы более выражено в процессе хранения при температуре +2°C.

Проведенные исследования обосновывают применение штамма *Bacillus subtilis* ИПМ 215 для производства препаратов на его основе для контроля заболеваний, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами, в процессе хранения корнеплодов моркови.

Литература:

1. Хессайон Д.Г. Все о болезнях и вредителях растений / Д.Г. Хессайон. Москва: Кладезь, 2012. 128 с.
2. Wills R. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. CABI, 2016. 320 p.
3. Влияние биопрепарата «Экстрасол» на изменение микробиальной обсемененности фруктов в процессе хранения / Г.А. Купин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №131. С. 450-461.
4. Сравнительная оценка эффективности влияния биопрепаратов «Витаплан» и «Фитоспорин М» на изменение микробиальной обсемененности яблок в процессе хранения / Т.В. Першакова [и др.] // Новые технологии. 2017. Вып. 3. С. 49-54.
5. Монастырский О.А., Першакова Т.В. Современные проблемы и решения создания биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней // Агро XXI. 2009. №7/9. С. 3.

Literature:

1. Hession D.G. All about diseases and pests of plants / D.G. Hession. Moscow: Kladez, 2012. 128 p.
2. Wills R. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. CABI, 2016. 320 p.
3. Influence of "Extrasol" biological product on the change of microbial contamination of fruits during storage / G.A. Kupin [et oth.] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 131. P. 450-461.
4. Comparative evaluation of the effectiveness of Vitaplan and Fitosporin M biopreparations on the microbial contamination of apples during storage. T.V. Pershakova [and others] // New technologies. 2017. Vol. 3. P. 49-54.
5. Monastyrsky O.A., Pershakova T.V. Modern problems and solutions for the creation of biologics for the protection of crops from pathogens // Agro XXI. 2009. № 7/9. P. 3.