

**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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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.

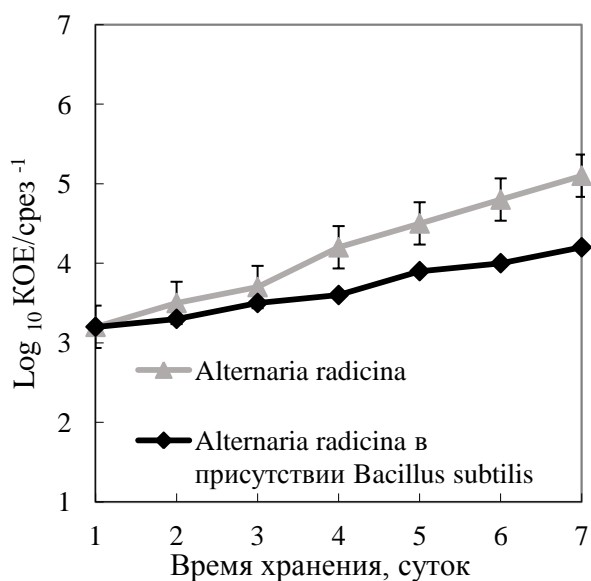
Влияние ИПМ 215 на динамику развития популяций фитопатогенов в зависимости от температуры хранения исследовали с внесением и без внесения ИПМ 215 в срезах на корнеплодов моркови при  $+25^\circ\text{C}$  в течение 7 суток, при  $+2^\circ\text{C}$  – в течение 14 суток.

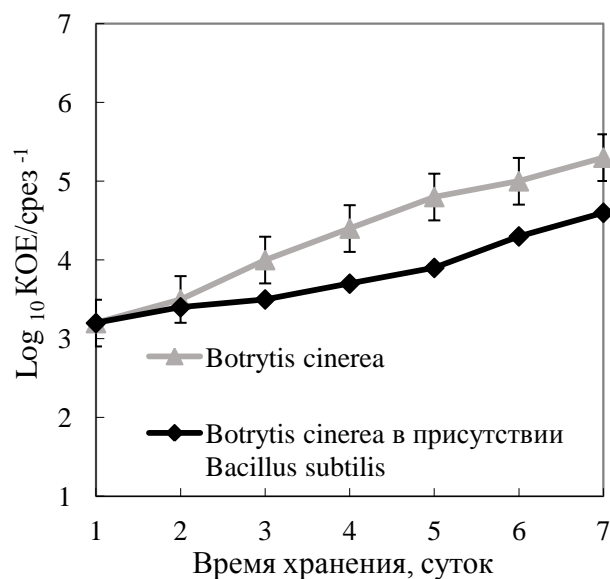
Исследуемые корнеплоды моркови промывали, высушивали и обрабатывали 70 % этиловым спиртом. На корнеплодах стерильным скальпелем делались надрезы, в которые вносили суспензию ИПМ 215 и суспензию исследуемого фитопатогена.

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.

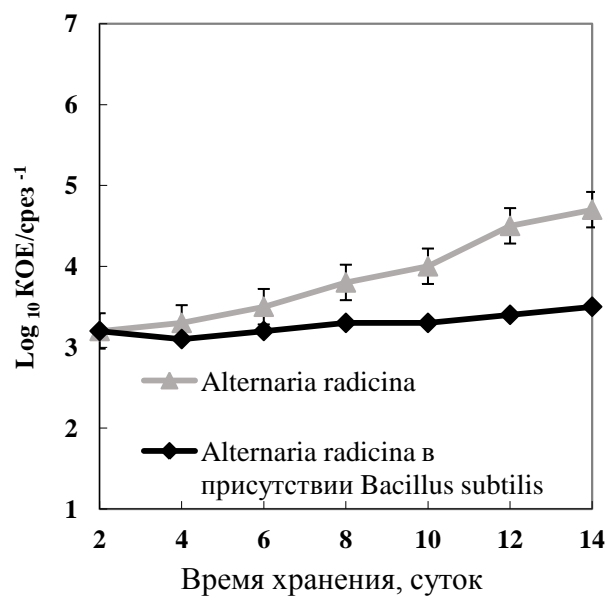
Динамика развития исследуемых популяций микроорганизмов в процессе хранения при  $+25^\circ\text{C}$  представлена на рисунке 1.

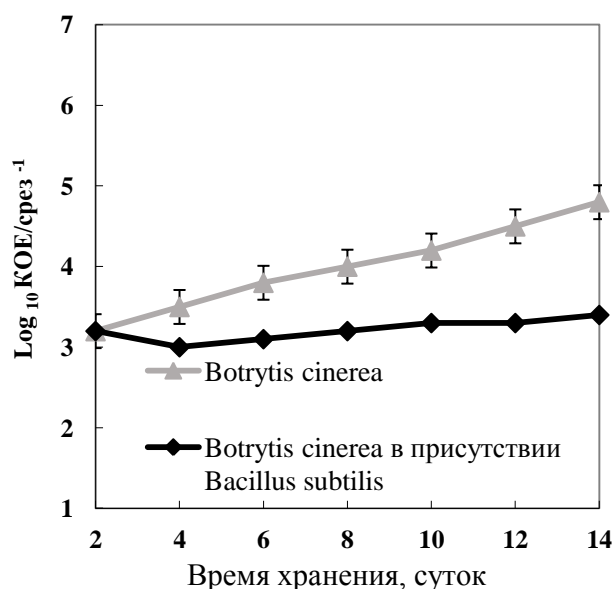




**Рис. 1.** Динамика популяции исследуемых микроорганизмов в срезах корнеплодов моркови (хранение при температуре +25°C в течение 7 суток)

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  $8 \times 10^4$  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  $9 \times 10^4$  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.