

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

А.А. ВАНЬКОВА¹, С.В. АВИЛОВА², В.Н. КОРНИЕНКО², А.А. ГРЫЗУНОВ²

(¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; ²ВНИХИ)

*В статье приведены результаты исследования микробного сообщества, ассоциированного с зеленой продукцией при ее транспортировании и краткосрочном хранении. Определены численность и состав микроорганизмов, обитающих на поверхности (эпифиты) и внутри (эндофиты) листовой ткани петрушки и укропа после трех-, шестикратной выгрузки продукции и последующего ее хранения в течение 3-х суток при температуре +4°C. Выявлено, что численность микроорганизмов и структура микробного комплекса различны в зависимости от вида зеленой культуры. Увеличение численности микроорганизмов отмечено после шестикратной выгрузки продукции и хранения. Доминирующей группой микроорганизмов во все сроки наблюдений являлись бактерии. Методом ПЦР установлено, что доминирующим эпифитным штаммом укропа является *Acinetobacter oleivorans*, петрушки – *Pseudomonas roae*. Выявленные бактерии являются представителями порядка *Pseudomonadales* класса *Gammaproteobacteria* и относятся к аэробной микробиоте порчи охлажденных пищевых продуктов, включая овощи, которые хорошо размножаются при температуре ниже +10°C. В связи с этим, производителям зеленой продукции рекомендовано для сохранения высокого качества и сокращения потерь данной продукции хранить и транспортировать ее при температуре 0–0,5°C в упаковке с модифицированной газовой средой с содержанием CO₂ не ниже 10%.*

Ключевые слова: зеленные культуры, микробиологическая порча, эпифитные микроорганизмы, эндофитные микроорганизмы, хранение, транспортирование.

Экономический ущерб, причиняемый порчей пищевых продуктов очень высок. По некоторым оценкам из-за деятельности только микроорганизмов теряется четверть всей мировой пищевой продукции [9]. Особенно велики потери плодоовощной продукции, которые могут составлять 50% [12]. Потери начинаются еще на сельскохозяйственном предприятии и продолжают по всей технологической цепи – в ходе уборки и хранения урожая, поставки сырья, в оптовой и розничной торговле вплоть до потребления продуктов в домашних условиях. Микробиологическая порча пищевых продуктов – это сложный комплексный процесс, который зависит от многих факторов, влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов. Это физико-химические и структурные характеристики продукта, содержание в нем доступных микроорганизмам питательных веществ, условия хранения и транспортирования (температура, влажность, состав газовой среды), способы физико-химической обработки, которые часто приводят к изменению свойств пищевого продукта и, соответственно, его микробиоты [6].

Поверхность вегетативных органов растений заселена микроорганизмами, называемыми эпифитами. Эпифитные микроорганизмы приспособлены к жизни на поверхности растений – они используют в качестве питательных веществ продукты экзосмоса, устойчивы к солнечной радиации и фитонцидам, способны переносить колебания влажности и температуры. Эпифиты не причиняют вреда растению, напротив, они представляют собой естественный защитный барьер, препятствуя проникновению фитопатогенов. При повреждении поверхностных тканей или

при снижении иммунитета растений эпифиты могут проникать во внутренние ткани и контаминировать их. Исследования последних лет показали, что и внутренние ткани растений заселены микроорганизмами. Их называют эндофитами, характер их взаимодействия с растениями рассматривают не столько как паразитический, сколько как комменсальный или мутуалистический [2, 4, 5, 7, 13].

Процесс производства и транспортировки охлажденных плодов и овощей сделал возможным быстрое перемещение их в разные регионы страны. Подавляющее большинство таких перевозок осуществляется с помощью специализированных автотранспортных средств, в которых стабильно поддерживаются параметры сохранения продукции. При внутригородских перевозках, когда одно транспортное средство развозит продукцию в несколько точек, в нем происходит нарушение температурного режима за счет теплопритока в момент открывания дверей [3]. Микрофлора плодов и овощей нестабильна и во многом зависит от температуры и времени хранения. Нарушение температурного режима в процессе транспортирования, последующего предреализационного хранения плодов и овощей могут изменить активность микроорганизмов, понизить устойчивость плодоовощной продукции к заболеваниям.

Микроорганизмы плодов и овощей при их хранении, транспортировании мало изучены. Изучение микробиологического состояния охлажденных плодов и овощей, сложных процессов, возникающих в результате деятельности микроорганизмов, позволит сократить потери продукции при ее продвижении на рынке. Усиление контроля как внутри страны, так и при внутригородских перевозках позволит быстро выявить, идентифицировать микроорганизмы и решить проблемы, связанные с их деятельностью. И в этом могут помочь не только традиционные, но и более быстрые молекулярные методы микробиологии.

Целью исследований явилось изучение влияния колебаний температуры при транспортировании, кратковременном хранении на численность и состав микробного сообщества зелени петрушки и укропа с использованием традиционных и молекулярных методов.

Объектами исследований была выбрана пряная листовая зелень, поставляемая на рынок в течение всего года. Эта продукция характеризуется легкой потерей воды вследствие сильно развитой листовой поверхности, тонких покровных тканей и клеточных стенок, слабой водоудерживающей способностью коллоидов, поэтому такие объекты наиболее интересны для изучения влияния воздействий температуры на микробиоту и качество продукции при транспортировании и кратковременном хранении. Для исследований были использованы сорта укропа «Аллигатор» и петрушки «Харьковчанка», выращенные в защищенном грунте тепличного хозяйства Московской области. Пряная зелень упаковывалась в стандартную пластиковую тару с перфорацией.

Транспортирование и кратковременное хранение зеленных культур осуществлялись при температуре, рекомендованной производителями продукции, $+4^{\circ}\text{C}$. В пути следования груза осуществлялась неоднократная выгрузка продукции. Анализ микробного комплекса зеленных культур при транспортировании и кратковременном хранении проводили стандартным методом посева на глюкозо-пептонный агар. Для выделения эпифитных микроорганизмов навеску средней пробы (10г) отмывали в стерильной воде в процедуре взбалтывания на шейкере в течение 10 мин. Для выявления эндофитов отмытые образцы зелени переносили в 96%этанол, взбалтывали 1 мин. и после многократного промывания стерильной водой механически измельчали до получения однородной массы. Контроль стерильности поверхности зелени проводили на МПА. Предварительную идентификацию выделенных микроорганизмов проводили на основании морфологических, культуральных и биохимических

признаков [8]. Видовую принадлежность микроорганизмов устанавливали методом ПЦР, протеолитическую активность – по разжижению желатины [10].

Пряная листовая зелень отличается повышенной чувствительностью к факторам окружающей среды. Усиленный обмен веществ в ней обусловлен тем, что подавляющая часть воды находится в свободной подвижной форме. При перепадах температуры окружающего воздуха, которые наблюдались в процессе транспортирования и хранения, происходило выпадение капельной влаги на поверхности тканей зеленных культур. Капельная влага на листовой поверхности создавала благоприятные условия для развития микроорганизмов.

Результаты микробиологических исследований исходной продукции, в период транспортирования, а также их дальнейшего кратковременного хранения показали, что микроорганизмы присутствуют как на поверхности, так и во внутренних тканях укропа и петрушки. Выявленные микроорганизмы представлены бактериями, микромицетами (мицелиальными грибами) и дрожжами. Структура микробного комплекса изучаемых культур различна. Так, на поверхности листового аппарата укропа выявлены бактерии и дрожжи, во внутренних тканях обнаружены только бактерии. Листовой аппарат петрушки характеризуется наличием как на поверхности, так и внутри листа бактерий и мицелиальных грибов. Следует отметить абсолютное доминирование бактерий на зеленных культурах – их численность в тысячи раз превышает численность грибов и дрожжей (табл. 1 и 2). Численность эпифитных бактерий в несколько раз превышает численность эндофитных у обеих культур. Выявленные закономерности в структуре микробного сообщества наблюдались в течение всего периода наблюдений.

Таблица 1

**Изменение численности эпифитных
и эндофитных микроорганизмов пряной зелени укропа
за период транспортирования и кратковременного хранения**

Время определения численности микроорганизмов	Микроорганизмы	Эпифиты, КОЕ тыс/г	Эндофиты, КОЕ тыс/г
Перед транспортированием	Бактерии	21,20±4,60	8,15±0,85
	Грибы	0	0
	Дрожжи	0,02±0,01	0
После трехкратной выгрузки продукции	Бактерии	25,12±4,25	8,10±0,80
	Грибы	0	0
	Дрожжи	0,02±0,01	0
После шестикратной выгрузки продукции	Бактерии	43,90±8,50	14,60±1,91
	Грибы	0	0
	Дрожжи	0,04±0,01	0
После хранения в течение 3-х суток	Бактерии	98,56±8,48	43,80±2,01
	Грибы	0	0
	Дрожжи	0,15±0,01	0

**Изменение численности эпифитных
и эндофитных микроорганизмов пряной зелени петрушки
за период транспортирования и кратковременного хранения**

Время определения численности микроорганизмов	Микроорганизмы	Эпифиты, КОЕ тыс/г	Эндофиты, КОЕ тыс/г
Перед транспортированием	Бактерии	28,75±2,11	10,02±2,18
	Грибы	0,02±0,001	0,01±0,001
	Дрожжи	0	0
После трехкратной выгрузки продукции	Бактерии	30,18±2,50	9,98±2,00
	Грибы	0,02±0,001	0,01±0,001
	Дрожжи	0	0
После шестикратной выгрузки продукции	Бактерии	73,50±4,07	36,10±5,12
	Грибы	0,05±0,002	0,03±0,003
	Дрожжи	0	0
После хранения в течение 3-х суток	Бактерии	189,81±6,02	108,45±6,32
	Грибы	0,20±0,001	0,09±0,004
	Дрожжи	0	0

Поверхность и внутренние ткани петрушки обильнее заселены микроорганизмами по сравнению с укропом. Анализ динамики численности микроорганизмов при транспортировании и хранении продукции показал увеличение обилия выявленных групп эпифитов и эндофитов после шестикратной выгрузки и после хранения. После трехкратной выгрузки продукции существенного изменения численности микроорганизмов не наблюдалось.

Ранее отмечалось, в пути следования транспорта при открывании дверей нарушался температурно-влажностный режим, что приводило к образованию капельной влаги на поверхности листьев пряной зелени. Это сыграло решающую роль в дальнейшем развитии и размножении микроорганизмов. Создались благоприятные условия для проникновения микроорганизмов в листовую пластину. В воде растворяются вещества, находящиеся на поверхности тканей. Эти вещества являются и питанием для микроорганизмов, и стимуляторами для их развития, что ускоряло проникновение во внутренние ткани листа. Размножение и развитие микроорганизмов снизило устойчивость листьев зеленных к дальнейшему поражению тканей. Кроме того, колеблющиеся температура и влажность окружающей среды вызвали повышение интенсивности дыхания, что привело к увеличению естественной убыли массы, потерям питательных веществ и витаминов.

Для принятия правильных решений относительно возможности регулирования микробиологической порчи необходимо знать какие конкретно микроорганизмы ее вызывают. С этой целью были выделены доминирующие штаммы бактерии

и идентифицированы методом ПЦР. Относительное обилие доминирующего штамма петрушки составило 75%, укропа – 62% от общей численности микроорганизмов.

Метод ПЦР позволяет быстро и селективно определить микроорганизмы путем амплификации специфичных фрагментов гена и последующего обнаружения образовавшихся ампликонов методом гель-электрофореза (рис. 1).

После проведения секвенирования были получены последовательности нуклеотидов (табл. 3).

В результате сравнения последовательностей нуклеотидов с базой данных генбанка с помощью программы «BLAST» [13] установили следующее. Доминирующим эпифитным штаммом укропа с вероятностью 96% является *Acinetobacter oleivorans* (рис. 2). Вид *Acinetobacter oleivorans* относится к роду *Acinetobacter*, входящему в порядок *Pseudomonadales* класса *Gammaproteobacteria*. К роду *Acinetobacter* относятся грамотрицательные, не образующие спор, оксидазоотрицательные, каталазоположительные, аэробные палочки. Бактерии этого рода широко распространены в природе – например, их выделяли из почвы, воды, сточных вод, а также из разнообразных пищевых продуктов, включая овощи. Они относятся к типичной психрофильной аэробной микробиоте порчи охлажденных пищевых продуктов и хорошо размножаются при температурах охлаждения [9].

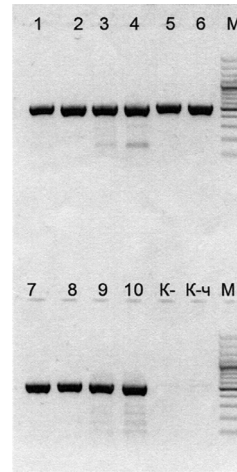


Рис. 1. Электрофореграмма ампликонов эпифитных бактерий зеленых культур:
2 – доминантный штамм укропа У56,
3 – доминантный штамм петрушки П26,
М – маркер молекулярной массы,
К – контроль

Таблица 3

Последовательности нуклеотидов эпифитных бактерий укропа (штамм У56) и петрушки (штамм П26)

Штамм	Последовательность нуклеотидов
У56	CATGCAGTCGAGCGGGGAGGGTAGCTTGCTACCTGACCTAGCGGCGGACGGGTGAGTAATGCTTAGGAATCTGCCTATTAGTGGGGGACAACATTCCGAAAGGAATGCTAATACCGCATACGCCCTACGGGGGAAAGCAGGGGATCTTCGGACSTTGCCTAATAGATGAGCCTAAGTCAGATTAGCTAGTTGGTGGGGTAAAGGCCTACCAAGGCACGATCTGTAGCGGGTCTGAGAGGATGATCCGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGACAATGGGC-GAAAGCCTGATCCAGCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGCCTTTTGGTTGTA-AAGCACTTTAAGCGAGGAGGAGGCTACCGAGATTAATACTCTAGGATAGTGGACGTTACTCGCAGAATAAGCACCGGCTAACTCTGTGCCAGC
П26	CATGCAGTCGAGCGGTAGAGAGAAGCTTGCTTCTCTTGAGAGCGGCGGACGGGTGAGTAAGTAGGAaTCTGCCTGGTAGTGGGGGATAACGTTCCGAAACGGACGCTAATACCGCATACGCTCCTACGGGAGAAAGCAGGGGACSTTCGGGCSTT-GCGCTATCaGATGAGCCTAGGTCCGATTAGCTAGTTGGTGGGGTAATGGCTCACC AAGGCGACGATCCGTAACCTGGTCTGAGAGGATGATCAGTCACACTG-GAACTGAGACACGGTCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGA-CAATGGGCGAAAGCCTGATCCAGCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCG-GATTGTAAGCACTTT

Доминирующим эпифитным штаммом петрушки с вероятностью 99% является *Pseudomonas poae* (рис. 2). Данный вид относится к роду *Pseudomonas*, входящему в порядок *Pseudomonadales* класса *Gammaproteobacteria*. Бактерии палочковидной формы, грамотрицательные, подвижные, спор не образуют, выделяют флуоресцирующий пигмент, аэробы, гетеротрофы. Обычными местами обитания являются почва, вода, филлосфера и ризосфера растений. На поверхности свежих овощей они представляют собой доминирующий компонент нативной микробиоты, с которым связано 43% послеуборочной гнили продукции при холодильном хранении. Способность флуоресцентных псевдомонад вызывать мягкую гниль обусловлена образованием фермента пектатлиазы, расщепляющего пектин [9]. Установлено также, что обнаруженные на поверхности изучаемых зеленых культур доминирующие бактерии обладают протеолитической активностью, что свидетельствует об их способности использовать белки в качестве питательного субстрата и может привести к загниванию, разложению тканей продукта.

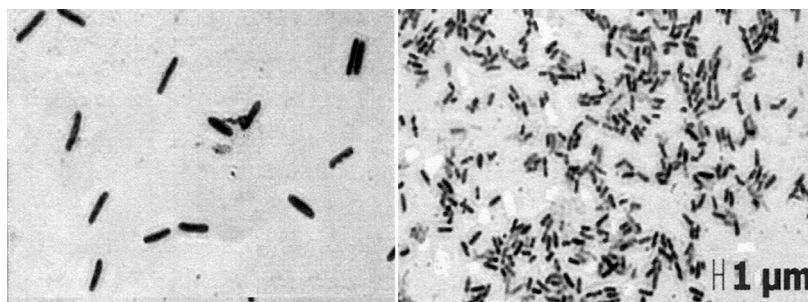


Рис. 2. Эпифитные бактерии укропа *Acinetobacter oleivorans* (слева) и петрушки *Pseudomonas poae* (справа) (AXIO Imager. A1 ZEISS)

Выявленные микроорганизмы порчи способны размножаться при низкой положительной температуре, т.е. ниже $+10^{\circ}\text{C}$, при которой и рекомендуют хранить зеленую продукцию производители. Нарушения температурного режима в пути следования продукции в значительной степени усугубляют условия хранения, что неизбежно приводит к значительным потерям и снижению качества продукции. Упаковка, которую применяют производители зеленой продукции, не создает необходимых условий газовой среды, необходимой для подавления доминирующих аэробных микроорганизмов. Обнаруженные доминирующие микроорганизмы могут быть подавлены при создании в упаковке модифицированной газовой среды (МГС), где доля CO_2 составляет не менее 10%.

Таким образом, для сохранения высокого качества и сокращения потерь данной продукции хранить и транспортировать ее следует при температуре $0-0,5^{\circ}\text{C}$ [1, 2] в упаковке с МГС, где содержание CO_2 должно быть не ниже 10%. При соблюдении таких условий срок хранения зеленой продукции с высоким качеством можно продлить до 30 суток.

Применение традиционных и молекулярных микробиологических методов для контроля состава и численности микробиоты плодов и овощей позволит совершенствовать параметры хранения и транспортирования продукции, повысить качество, снизить потери, продлить сроки ее хранения.

Библиографический список

1. Авилова С.В., Грызунов А.А., Ванькова А.А. Влияние низких температур хранения на микробиологические и физико-химические показатели плодов яблок. Холодильная техника. 2014. № 9 С. 15–19.

2. Ванькова А.А., Ильина Т.М., Колесников О.В., Авилова С.В. Микробиологическая характеристика плодов яблони при хранении в условиях близкриоскопических температур. В сб.: Научно-практическое обеспечение холодильной промышленности. Сб. н. тр. к 85-летию ВНИХИ. Под ред. Белозерова Г.А. М., 2015. С. 275–282.
3. Грызунов А.А. О проверке соответствия теплотехнических характеристик специализированных автотранспортных средств для перевозки продуктов международным нормам / А.А. Грызунов, В.Н. Корниенко. // Холодильная техника. – 2015. – № 5. – С. 47–50.
4. Заикина И.А. Экологическая роль бактериального сообщества эпифитов филлосферы в жизнедеятельности растений: Дис. канд биол. наук: 03.00.07 / И.А. Заикина. – Ставрополь, 2008. – 150 с.
5. Исаева О.В. Экология эндофитных дрожжей: Дис. канд биол. наук: 03.02.03 / О.В. Исаева. – Москва, 2012. – 110 с.
6. Кудряшова А.А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей / А.А. Кудряшева. М.: Агропромиздат, 1986. – 189 с.
7. Леонтьевская Е.А. Структура эпифитно-сапротрофных бактериальных комплексов зерновых и овощных культур: Дис. канд биол. наук: 03.02.03 / Е.А. Леонтьевская. – Москва, 2014. – 89 с.
8. Лысак Л.В. Методы оценки бактериального разнообразия почв и идентификации почвенных бактерий / Л.В. Лысак, Т.Г. Добровольская, И.Н. Скворцова. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 120 с.
9. Микробиологическая порча пищевых продуктов. Под ред. К. де В. Блекберна. Профессия С-Пб, 2011, 781 с.
10. Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
11. Food technologies and public health / WHO. – 1995. WHO/FNU/FOS/95.12, http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/foodtech/en/ (accessed August 8/2005)
12. Pusey P.L. Epiphytic bacteria and yeasts on blossoms and their potential as antagonists *Erwinia amylovora* / P.L. Pusey, V.O. Stockwell M. Mazzola // *Phytopathology*. – 2009/ – vol. 99, № 5. – P. 571–581.
13. Basic Local Alignment Search Tool [Электронный ресурс]. <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

APPLICATION OF MICROBIOLOGICAL METHODS TO IMPROVE TECHNOLOGIES OF STORAGE AND TRANSPORTATION OF LEAF VEGETABLE PRODUCTS

A.A. VANKOVA¹, S.V. AVILOVA², V.N. KORNIENKO², A.A. GRYZUNOV²

(¹ Russian Timiryazev State Agrarian University,

² All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry)

The paper presents study results of the microbial community associated with leaf vegetable products during its transportation and short-term storage. The authors have determined the number and composition of microorganisms that live on the surface (epiphytes) and inside (endophytes) of parsley and dill leaf tissue after three- and six-fold unloading of the product and its subsequent storage for 3 days at a temperature of + 4°C. It has been revealed that the number of microorganisms and the structure of the microbial complex vary depending on the type of leaf vegetables. An increase in the number of microorganisms was noted after a six-fold unloading of products

and storage. *B. acterip* proved to be the dominant group of microorganisms in all periods of observation. The PCR method revealed that the dominant epiphytic strain of dill is *Acinetobacter oleivorans*, that of parsley – *Pseudomonas poae*. The detected bacteria are representatives of the *Pseudomonadales* order of the *Gammaproteobacteria* class and refer to the aerobic food spoilage microbiota, which multiply well below +10°C. In this regard, manufacturers of green products are recommended to store and transport it at a temperature of 0–0.5°C in a package with a modified gas medium with a CO₂ content of not less than 10%, in order to maintain high quality and reduce product losses.

Key words: leaf vegetables, microbial spoilage, epiphytic microorganisms, endophytic microorganisms, storage, transportation

References

1. Avilova S.V., Gryzunov A.A., Van'kova A.A. Vliyaniye nizkikh temperatur khraneniya na mikrobiologicheskiye i fiziko-khimicheskiye pokazateli plodov yablok [Effect of low storage temperatures on the microbiological and physico-chemical parameters of apple fruits]. // *Kholodil'naya tekhnika*. 2014. N9. Pp. 15–19. (In Russian)
2. Van'kova A.A., Il'ina T.M., Kolesnikov O.V., Avilova S.V. Mikrobiologicheskaya kharakteristika plodov yabloni pri khranении v usloviyakh blizkrioskopicheskikh temperature [Microbiological characteristics of apple fruits during storage under conditions of near-cryoscopic temperatures]. In: *Nauchno-prakticheskoye obespecheniye kholodil'noy promyshlennosti*. Sb. n. tr. k 85-letiyu VNIKHI. Ed. by Belozherov G.A. M., 2015. Pp. 275–282. (In Russian)
3. Gryzunov A.A. O proverke sootvetstviya teplotekhnicheskikh kharakteristik spetsializirovannykh avtotransportnykh sredstv dlya perevozki produktov mezhdunarodnym normam [On checking the compliance of the thermal characteristics of specialized vehicles for transporting products with international standards] / A.A. Gryzunov, V.N. Korniyenko. // *Kholodil'naya tekhnika*. – 2015. – N5. – Pp. 47–50. (In Russian)
4. Zaikina I.A. Ekologicheskaya rol' bakterial'nogo soobshchestva epifitov fillosfery v zhiznedeyatel'nosti rasteniy: Dis. kand biol. nauk: 03.00.07 [Ecological role of the bacterial community of phyllosphere epiphytes in plant life: PhD (Bio) thesis: 03.00.07] / I.A. Zaikina. – Stavropol', 2008. – 150 p. (In Russian)
5. Isayeva O.V. Ekologiya endofitnykh drozhzhey: Dis. kand biol. nauk: 03.02.03 [Ecology of endophytic yeast: PhD (Bio) thesis: 03.02.03] / O.V. Isayeva. – Moskva, 2012. – 110 p. (In Russian)
6. Kudryashova A.A. Mikrobiologicheskiye osnovy sokhraneniya plodov i ovoshchey [Microbiological fundamentals for the conservation of fruits and vegetables] / A.A. Kudryasheva. M.: Agropromizdat, 1986. – 189 p. (In Russian)
7. Leont'yevskaya Ye.A. Struktura epifitno-saprotrofnykh bakterial'nykh kompleksov zernovykh i ovoshchnykh kul'tur: Dis. kand biol. nauk: 03.02.03 [Structure of epiphytic-saprotrophic bacterial complexes of grain and vegetable crops: PhD (Bio) thesis: 03.02.03] / Ye.A. Leont'yevskaya. – Moskva, 2014. – 89 p. (In Russian)
8. Lysak L.V. Metody otsenki bakterial'nogo raznoobraziya pochvy i identifikatsii pochvennykh bakteriy [Methods for assessing the bacterial diversity of soils and identification of soil bacteria] / L.V. Lysak, T.G. Dobrovol'skaya, I.N. Skvortsova. – M.: MAKS Press, 2003. – 120 p. (In Russian)
9. Mikrobiologicheskaya porcha pishchevykh produktov [Microbiological food spoilage]. Ed. by C. de V. Blackburn. *Professiya S-Pb*, 2011, 781 p. (In Russian)
10. Netrusov A.I. Praktikum po mikrobiologii [Workshop on microbiology] / A.I. Netrusov, M.A. Yegorova, L.M. Zakharchuk. – M.: Akademiya, 2005. – 608 p. (In Russian)

11. Food technologies and public health / WHO. – 1995. WHO/FNU/FOS/95.12, http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/foodtech/en/ (access date: August 8/2005) (In English)

12. Pusey P.L. Epiphytic bacteria and yeasts on blossoms and their potential as antagonists *Erwinia amylovora* / P.L. Pusey, V.O. Stockwell M. Mazzola // *Phytopathology*. – 2009/ – vol. 99, N5. – Pp. 571–581. (In English)

13. Basic Local Alignment Search Tool [Electronic source]. <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (In English)

Ванькова Анна Андреевна – кандидат биологических наук, доцент каф. микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, anna.vankova@gmail.com, тел.: 8 (499) 9760966, 127550 г. Москва, Тимирязевская ул., 49

Авилова Светлана Васильевна – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. sv.avilova@mail.ru, тел.: 8 (495) 6108092, 127422 г. Москва, ул. Костякова, 17

Корниенко Владимир Николаевич – ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. kortiz@yandex.ru, тел.: 8 (495) 6108092, 127422 г. Москва, ул. Костякова, 17

Грызунов Алексей Алексеевич – заведующий лабораторией холодильных технологий транспортирования пищевых продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. grizu-nov@rambler.ru, тел.: 8 (495) 6108092, 127422 г. Москва, ул. Костякова, 17

Anna A. Vankova – PhD (Bio), Associate Professor, Department of Microbiology and Immunology, Russian Timiryazev State Agrarian University. anna.vankova@gmail.com 127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (499) 976-0966; anna.vankova@gmail.com)

Svetlana V. Avilova – PhD (Ag), Associate Professor, Key Research Associate, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems at RAS. sv.avilova@mail.ru, phone: 8 (495) 6108092. 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia.

Vladimir N. Kornienko – PhD (Eng), Associate Professor, Key Research Engineer, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems at RAS. kortiz@yandex.ru, phone: 8 (495) 6108092, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia.

Aleksei A. Gryzunov – Head of the Laboratory of Refrigerating Technologies for Food Transportation, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems at RAS. grizu-nov@rambler.ru, phone: 8 (495) 6108092, 12, Kostyakova Str., Moscow, 127422, Russia.