

Галина Александровна Демиденко

Красноярский государственный аграрный университет, профессор, заведующая кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники, доктор биологических наук, профессор, Россия, Красноярск
E-mail: demidenkoekos@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ И ТИПОВ ВЕНТИЛЯЦИИ
НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КАРТОФЕЛЕ ПРИ ХРАНЕНИИ**

Цель исследования – оценка влияния технологии охлаждения и типов вентиляции на стабилизацию микроклиматических условий в хранилищах заглубленного типа, содержание биологически активных веществ в клубнях картофеля сорта Колпашевский в течение года. Задачи исследования: влияние технологии охлаждения при хранении клубней картофеля в хранилищах заглубленного типа в сибирских условиях; сравнение микроклиматических условий (температурный режим, влажность воздуха) при хранении картофеля в картофелехранилищах заглубленного типа (1-й тип – с естественной приточно-вытяжной вентиляцией; 2-й тип – с активной (принудительной) вентиляцией в течение года); определение и сравнительный анализ содержания биологически активных веществ в течение года в клубнях картофеля сорта Колпашевский в типах хранилищ: с естественной приточно-вытяжной вентиляцией и активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением. Объектами исследования являются клубни картофеля сорта Колпашевский российской селекции. Хранение клубней картофеля происходит в овощехранилище, расположенном в Сибирском регионе в поселке Солонцы юга Красноярского края. Технология охлаждения предусматривает снижение температуры воздуха на 0,5 °С в сутки с продолжительностью охлаждения 25–39 суток. Применяемая технология охлаждения при хранении картофеля способствует длительному сохранению сырья высокого качества. При применении технологии охлаждения в овощехранилищах заглубленного типа с активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением выделяют несколько этапов хранения: подготовительный, предварительный и основной. Биологически активные вещества (сахара, крахмал, органические кислоты, аскорбиновая кислота) сохраняют оптимальное содержания при соблюдении этапов хранения и поддержании стабильных микроклиматических условий (температурного режима и относительной влажности воздуха) в течение года. За весь период хранения наблюдается оптимальное содержание биологически активных веществ в рационе, необходимом для питания населения.

Ключевые слова: хранение картофеля, сорт картофеля Колпашевский, технология охлаждения, овощехранилище заглубленного типа, типы вентиляций, микроклиматические условия, биологически активные вещества, юг Красноярского края.

Galina A. Demidenko

Krasnoyarsk state agrarian University, Professor, head of the Department of landscape architecture and botany, doctor of biological Sciences, Professor, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: demidenkoekos@mail.ru

**THE INFLUENCE OF COOLING TECHNOLOGY AND VENTILATION TYPES ON THE CONTENT
OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN POTATOES DURING ITS STORAGE**

The research objective was to assess the influence of cooling technology and ventilation types on the stabilization of microclimatic conditions in deep-type storage facilities on the content of biologically active substances in potato tubers of the Kolpashevsky variety during the year. The research problems were the influence of technology of cooling at storage of tubers of potatoes in the storages of buried type in Siberian conditions; comparison of microclimatic conditions (temperature condition, humidity of air) at storage of potatoes in potato storages of buried type (the 1st type - with a natural supply and exhaust ventilation; the

© Демиденко Г.А., 2021

Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 174–180.

2nd type - with active (compulsory) ventilation within a year); the definition and the comparative analysis of the content of biologically active agents within a year in potatoes tubers of the variety Kolpashevsky in types storages: with a natural supply and exhaust ventilation and active (compulsory) ventilation with artificial cooling. The objects of the research were potato tubers of the Kolpashevsky variety of Russian selection. Potato tubers were stored in a vegetable storage facility located in the Siberian Region in the village of Solontsy in the South of Krasnoyarsk Territory. The technology of cooling provides the decrease in air temperature by 0.5 °C per day with cooling duration of 25–39 days. The applied technology of cooling at storage of potatoes promotes long preservation of quality raw materials. At application of the technology of cooling in vegetable storehouses of buried type with active (compulsory) ventilation with artificial cooling allocate some stages of storage: preparatory, preliminary and the main. Biologically active agents (sugar, starch, organic acids, ascorbic acid) keep optimum contents at observance of the stages of storage and maintenance of stable microclimatic conditions (temperature condition and relative humidity of air) within a year.

Keywords: potato storage, Kolpashevsky potato variety, cooling technology, buried vegetable storage, ventilation types, microclimatic conditions, biologically active substances, the south of Krasnoyarsk Territory.

Введение. Картофель является одним из наиболее употребляемых продуктов питания, его клубни содержат ценные питательные вещества, такие как крахмал (до 25 %), белок (до 3 %), клетчатку (до 1 %), жир (до 0,3 %).

Картофель является одним из основных объектов хранения, и послеуборочное сохранение его клубней – актуальная проблема. Управление процессами послеуборочного дозревания дает возможность обеспечить сохранение качества при длительном сохранении клубней картофеля [1, 2].

Цель исследования. Оценка влияния технологии охлаждения и типов вентиляции на содержание биологически активных веществ в клубнях картофеля сорта Колпашевский в течение года.

Задачи исследования: влияние технологии охлаждения на качество продукции при хранении клубней картофеля в хранилищах заглубленного типа в сибирских условиях; сравнение микроклиматических условий (температурный режим, влажность воздуха) при хранении картофеля в картофелехранилищах заглубленного типа (1-й тип – с естественной приточно-вытяжной вентиляцией; 2-й тип – с активной (принудительной) вентиляцией в течение года); определение и сравнительный анализ содержания биологически активных веществ в клубнях картофеля сорта Колпашевский в типах хранилищ: с естественной приточно-вытяжной и активной (принудительной) вентиляцией.

В сибирских условиях сохранение биологически активных веществ в овощах [3, 4] и картофеле имеет большое значение для питания населения.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются клубни картофеля сорта Колпашевский. Сорт российской селекции: ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук».

В Российской Федерации предпочтительны для выращивания северные территории.

Столовый среднеранний сорт картофеля с удлинено-овальной формой клубней. Кожура розового цвета, мякоть – белая. Масса товарных клубней до 110 г. Количество клубней в кусте – 8–11 шт. Урожайность – 270–380 ц/га. Лежкость – 93 %. Устойчив к заболеваниям: мозаичному вирусу, черной ножке, ризоктониозу.

Потребительские качества: вкус хороший, кулинарный тип CD, используется для варки, приготовления пюре, запекания.

Условия хранения клубней картофеля сорта Колпашевский: постоянное овощехранилище заглубленного типа, построенное из кирпича и предназначенное для длительного хранения картофеля и овощей в пос. Солонцы юга Красноярского края. Такой тип овощехранилищ широко распространен в южной зоне Сибирского региона. Режим хранения продукции в хранилищах регулируется как естественной приточно-вытяжной вентиляцией (1-й тип хранения), так и активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением (2-й тип хранения). Преимуществами активной (принудительной) вентиляции с искусственным охлаждением является возможность поддержания микроклиматических условий в течение года и равномерное проветривание, что позволяет обеспечить сохранение качественного сырья овощей. Равномерное проветривание позволяет хранить картофель как «навалом» (в закромах больших размеров), так и в секциях [3, 5–9]. При этом в обоих способах хранения увеличивают сроки хранения картофеля.

Продукция размещена в секциях в соответствии с объемом хранилища. Овощехранилище механизировано погрузчиком и подъемником для перемещения продукции.

Клубни картофеля поступают на хранение вызревшими, здоровыми, неповрежденными, незараженными, с крепкой кожурой, очищенными от примесей.

Из лабораторно-аналитических методов исследования качества продукции использован метод агроэкологического мониторинга и методики определения содержания биологически активных веществ: цианидный метод определения сахаров в растениях; количественное определение крахмала, определение содержания органических кислот и аскорбиновой кислоты [8, 10, 11].

Для статистической обработки результатов исследования использован двухфакторный дисперсионный анализ. Он показывает влияние качественных переменных (факторов) на одну зависимую количественную переменную. По результатам статистической обработки выявлена линейная зависимость между содержанием биологически активных веществ в овощах и сроками их хранения. Выявлена экспоненциальная зависимость, а именно экспоненциальный спад, процесс уменьшения количественных показателей за период времени. Формулу экспоненциального спада возможно использовать для оценки продукта с течением времени [12].

Исследования выполнены в Инновационной лаборатории «Экологический мониторинг сельскохозяйственных и лесных культур» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Результаты исследования и их обсуждение **Условия хранения клубней картофеля.**

Основными факторами соблюдения режима хранения клубней картофеля являются температура хранения, относительная влажность воздуха и его газовый состав, световой режим. Различия в температуре хранения в основном определяются сроками хранения и хозяйственным назначением урожая (семенной картофель или предназначенный для переработки).

Применение технологии охлаждения при хранении клубней картофеля в постоянном хранилище заглубленного типа, регулируемом активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением, позволяет поддерживать температуру 3–5 °С, необходимую для хранения сортов картофеля, неустойчивых к пониженной температуре [13]. При охлаждении в клубнях картофеля биохимические процессы проходят со слабой интенсивностью.

Предусматривается выделение трех этапов хранения: лечебный (подготовительный); охлаждение (снижение температуры воздуха), основной.

Первый этап – лечебный (подготовительный) – наступает после уборки картофеля. В

клубнях картофеля физиологические и биохимические процессы залечивают ранения клубней во время уборки и транспортировки. В местах ранения клубней образуется раневая перидерма благодаря отложению суберина (вещества покровной ткани). Синтезируются фунгитоксичные вещества фенольной природы (кофейная кислота, скопеллин, гликоалколоиды (солонины, чаконины), подавляющие возбудителей грибных заболеваний). В этот период в клубнях снижается содержание сахаров, идет синтез крахмала, становится более прочной кожа.

Второй этап – охлаждение (предварительный). Технология охлаждения предусматривает снижение температуры воздуха. В насыпи клубней картофеля температуру воздуха постепенно снижают с 12–15 до 2–4 °С. Снижение температуры происходит в среднем на 0,5 °С в сутки, и продолжительность охлаждения составляет 25–39 суток. Охлаждение проводят более интенсивно – в среднем на 1,0 °С в сутки, если в насыпи клубней картофеля много поврежденных клубней. При этом продолжительность охлаждения сокращается и составляет 10–19 суток. Клубни картофеля находятся в состоянии покоя, и интенсивность физиологических и биохимических процессов оценивается как слабая.

Третий этап – основной (длительного хранения). Оптимальными условиями хранения (без преждевременного прорастания клубней картофеля) является стабильная температура 1,5–5,0 °С в сутки при 85–95 % относительной влажности воздуха. Клубни картофеля, как и в предыдущем периоде, находятся в состоянии покоя, и в них замедляется интенсивность процессов жизнедеятельности. Относительная влажность воздуха влияет как на продолжительность периода покоя клубней, так и на вес, тургор, устойчивость к болезням и вкусовые качества клубней.

На лежкость клубней картофеля влияет газовый состав воздуха. А именно соотношение в воздухе кислорода и углекислого газа. Оптимальным является соотношение 15–19 % кислорода и 2–4 % углекислого газа.

Режим хранения продукции регулируется установленной активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением воздуха. Равномерное проветривание обеспечивается системой активной вентиляции. Картофель в таких хранилищах можно хранить в закромах больших размеров «навалом».

Хранилища с искусственным охлаждением наиболее перспективны для хранения клубней картофеля, так как в них можно создавать при

хранении оптимальную температуру, соответствующую биологическим особенностям продукции.

Содержание биологически активных веществ в клубнях картофеля сорта Колпашевский при их хранении в хранилищах заглубленного типа с разной системой вентиляции. Биологически активные вещества в достаточном количестве необходимы для пол-

ноценного питания человека, так как в процессах обмена они поступают в ткани и клетки организма человека [3].

Содержание биологически активных веществ в клубнях картофеля сорта Колпашевский в хранилище заглубленного типа, регулируемом установленной естественной приточно-вытяжной вентиляцией, показано в таблице 1.

Таблица 1

Содержание биологически активных веществ (среднее значение) в клубнях картофеля сорта Колпашевский при хранении в овощехранилище заглубленного типа, регулируемом естественной приточно-вытяжной вентиляцией (1-й тип хранения)

Показатель	Осень (контроль)	Зима	Весна	Лето
	Температурный режим, °С; влажность воздуха, %			
	1,0; 90–92	1,0; 90–95	1,0–2,0; 90–96	3,0; 88–92
Количество сахаров, %	1,5	1,3	1,1	0,9
Количество крахмала, %	18,3	13,2	8,6	3,7
Содержание органических кислот (кислотность), мг/ 100 г	0,3	0,2	0,2	0,1
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/ 100 г	25,0	22,4	11,1	5,8

Содержание биологически активных веществ в клубнях картофеля сорта Колпашевский в хранилище заглубленного типа, регулируемом

активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением, показано в таблице 2.

Таблица 2

Содержание биологически активных веществ (среднее значение) в клубнях картофеля сорта Колпашевский при хранении в картофелехранилище заглубленного типа, регулируемом активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением (2-й тип хранения)

Показатель	Осень (контроль)	Зима	Весна	Лето
	Температурный режим, °С; влажность воздуха, %			
	3,5; 90	3,5; 90	3,5; 90	3,5; 90
Количество сахаров, %	1,6	1,5	1,5	1,5
Количество крахмала, %	18,5	18,1	14,7	14,5
Содержание органических кислот (кислотность), мг/ 100 г	0,4	0,4	0,4	0,3
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/ 100 г	25,1	25,0	21,3	21,0

Анализ таблиц 1, 2 показал, что клубни картофеля в свежем урожае имеют высокое содержание крахмала (18,3–18,5 %), а также аскорбиновой кислоты (25,0–25,1 мг/100 г). Снижение количества крахмала в клубнях картофеля составляет от 18,3 до 3,7 % (1-й тип хранения) и от 18,5 до 14,5 % (2-й тип хранения); содержание органических кислот уменьшается до 0,1 мг/100 г

(1-й тип хранения) и 0,3 мг/100 г (2-й тип хранения).

Потеря содержания аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля при 1-м типе хранения составляет 5,8 мг/100 г (табл. 1, рис. 1). При 2-м типе хранения клубней картофеля снижение содержания аскорбиновой кислоты в течение периода хранения – 21,0 мг/100 г (табл. 2, рис. 2).

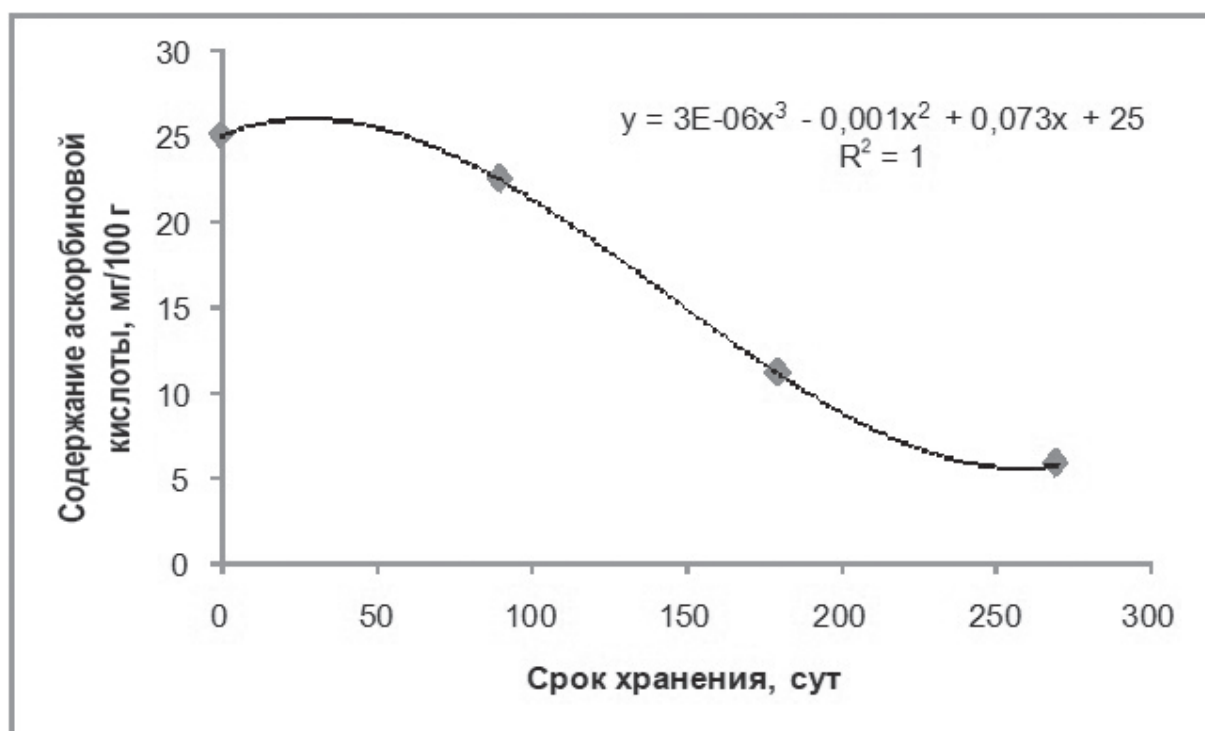


Рис. 1. Зависимость содержания аскорбиновой кислоты (мг/100 г) от сроков хранения клубней картофеля в овощехранилище заглубленного типа, регулируемом естественной приточно-вытяжной вентиляцией (1-й тип хранения)

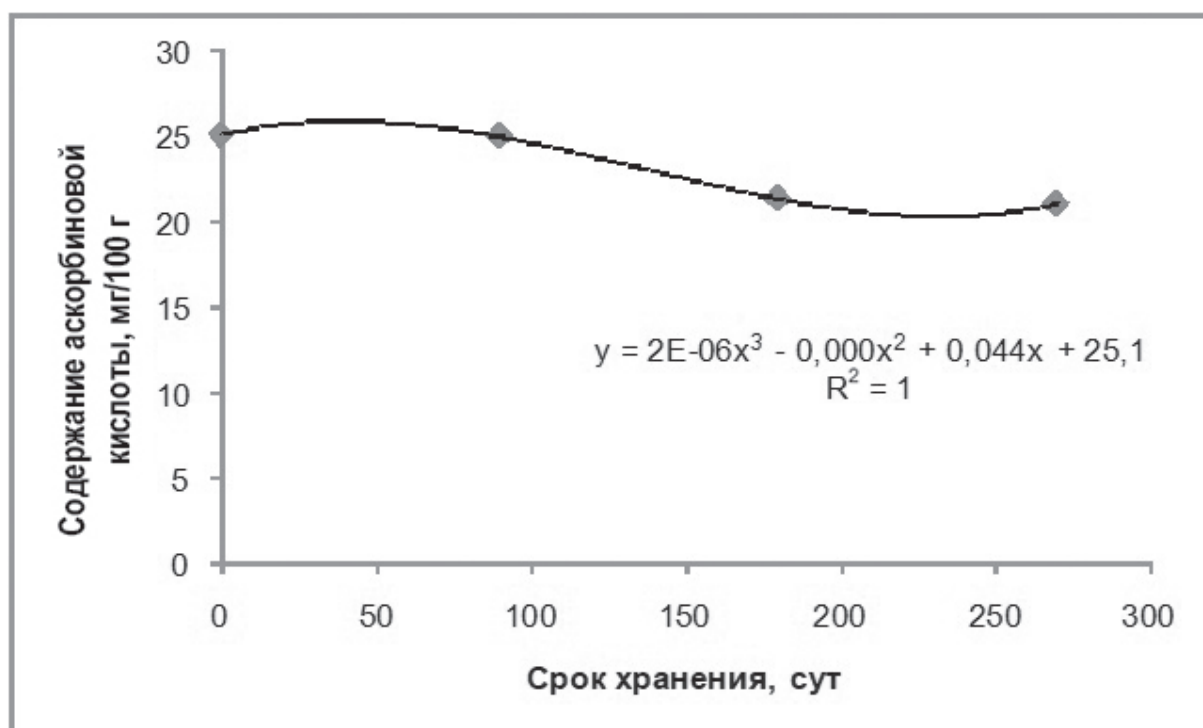


Рис. 2. Зависимость содержания аскорбиновой кислоты (мг/100 г) от сроков хранения клубней картофеля в овощехранилище заглубленного типа, регулируемом активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением (2-й тип хранения)

Соблюдение условий хранения клубней картофеля сорта Колпашевский в картофелехранилище заглубленного типа, регулируемом активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением (2-й тип хранения), обеспечивает лучшую сохранность клубней картофеля и наибольшее содержание таких биологически активных веществ, как сахара, крахмал, органические кислоты и аскорбиновая кислота. Содержание биологически активных веществ лучше сохраняется в течение срока хранения, что говорит о более высоком качестве продукции.

Статистическая обработка данных по содержанию биологически активных веществ в клубнях картофеля. При условиях хранения в овощехранилище заглубленного типа, регулируемом естественной приточно-вытяжной вентиляцией, проявляется экспоненциальная зависимость. Наблюдается экспоненциальное падение содержания биологически активных веществ, которое проявляется при 1-м типе хранения в снижении с 50 до 270 суток хранения (рис. 1), а при 2-м типе хранения – с 95 по 270 суток хранения (рис. 2). При 2-м типе хранения биологически активные вещества в клубнях картофеля при условиях хранения теряют полезные свойства медленнее. Например, содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля снижается всего от 25,1 до 21,0 мг/100 г, что свидетельствует о хорошем сохранении качества клубней.

Выводы

1. Применение технологии охлаждения при хранении клубней картофеля в постоянном хранилище заглубленного типа (снижение температуры воздуха на 0,5 °С в сутки с продолжительностью охлаждения 25–39 суток) предусматривает выделение трех этапов хранения: лечебный (подготовительный); охлаждение (снижение температуры воздуха), основной.

2. При условии хранения клубней картофеля в картофелехранилище заглубленного типа, регулируемом активной (принудительной) вентиляцией с искусственным охлаждением (2-й тип хранения), содержание биологически активных веществ изменяется медленнее.

3. Экспоненциальная зависимость имеет место при хранении как 1-го типа хранения, так и 2-го типа хранения. Однако при 2-м типе хранения содержание биологически активных веществ в клубнях картофеля уменьшается значительно медленнее и способствует сохранению качества клубней.

1. Сизенко Е.И. Неотложные задачи пищевой и перерабатывающей промышленности // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2009. № 6. С. 8–10.
2. Бекетов П.В., Матусевич Г.И. Снижение потерь картофеля и овощей при уборке и хранении. М.: Россельхозакадемия, 1986. 220 с.
3. Демиденко Г.А. Влияние технологии охлаждения на содержание биологически активных веществ в овощах в овощехранилище // Вестник КрасГАУ. 2020. № 10 (163). С. 207–213.
4. Банадысев С., Селиванов В., Козик А. Как длительно хранить картофель и овощи // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2018. № 6. С. 51–54.
5. Попова Н.И. Современные технологии в плодовоовощной отрасли // Агробизнес-Россия. 2016. № 11. С. 52–55.
6. Трисвятский Л.А., Лесник Б.В., Курдина В.Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. М.: Агропромиздат, 1991. 445 с.
7. Волосов Ю.В. Методы оценки качества плодов и овощей: учеб. пособие. М.: ТСХА, 1971. 210 с.
8. Рослов Н.Н. Хранение картофеля и овощей. М.: Россельхозиздат, 1980. 125 с.
9. Демиденко Г.А., Титова Е.В. Экологический анализ состояния агроэкосистем: лабораторный практикум. Красноярск, 2003. 88 с.
10. Виноградова А.А., Мелькина Г.М., Фомичева Л.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1991. 335 с.
11. Демиденко Г.А. Содержание биологически активных веществ в корнеплодах сахарной свеклы в условиях овощехранилища // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Курск: Изд-во КФАНЦ. 2020. С. 105–107.
12. Brown R.G., Meyer R.F. The fundamental theorem of exponential smoothing. Oper. Res. 1961. Vol. 9. № 5.
13. Дворников В.П., Цуркан В.Н., Габер И.В. Влияние сортов, условий выращивания, хранения на лежкость овощей и картофеля. Кишинев: Изд-во МолдНИИНТИ, 1986. 53 с.

Literatura

1. *Sizenko E.I.* Neotlozhnye zadachi pischevoj i pererabatyvayushej promyshlennosti // Hranenie i pererabotka sel'kohozyajstvennogo syr'ya. 2009. № 6. S. 8–10.
2. *Beketov P.V., Matusevich G.I.* Snizhenie poter' kartofelya i ovoschej pri uborke i hranenii. M.: Rossel'hozizdat, 1986. 220 s.
3. *Demidenko G.A.* Vliyanie tehnologij ohlazhdeniya na sodержanie biologicheski aktivnyh veschestv v ovoschah v ovoschehranilische // Vestnik KrasGAU. 2020. № 10 (163). S. 207–213.
4. *Banadysev S., Selivanov V., Kozik A.* Kak dlitel'no hranit' kartofel' i ovoschi // Ovoschevodstvo i teplichnoe hozyajstvo. 2018. № 6. S. 51–54.
5. *Popova N.I.* Sovremennye tehnologii v plodovoschnoj otrasli // Agrobiznes-Rossiya. 2016. № 11. S. 52–55.
6. *Trisvyatskij L.A., Lesnik B.V., Kurdina V.N.* Hranenie i tehnologiya sel'skohozyajstvennyh produktov. M.: Agropromizdat, 1991. 445 s.
7. *Volosov Yu.V.* Metody ocenki kachestva plodov i ovoschej: ucheb. posobie. M.: TSHA, 1971. 210 s.
8. *Roslov N.N.* Hranenie kartofelya i ovoschej. M.: Rossel'hozizdat, 1980. 125 s.
9. *Demidenko G.A., Titova E.V.* `Ekologicheskij analiz sostoyaniya agro`ekosistem: laboratornyj praktikum. Krasnoyarsk, 2003. 88 s.
10. *Vinogradova A.A., Mel'kina G.M., Fomicheva L.A.* Laboratornyj praktikum po obschej tehnologii pischevyh proizvodstv. M.: Agropromizdat, 1991. 335 s.
11. *Demidenko G.A.* Soderzhanie biologicheski aktivnyh veschestv v korneplodah saharnoj svekly v usloviyah ovoschehranilische // Problemy i perspektivy nauchno-innovacionnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa regionov. Kursk: Izd-vo KFANC. 2020. S. 105–107.
12. *Brown R.G., Meyer R.F.* The fundamental theorem of exponential smoothing. Oper. Res. 1961. Vol. 9. № 5.
13. *Dvornikov V.P., Curkan V.N., Gaber I.V.* Vliyanie sortov, uslovij vyraschivaniya, hraneniya na lezhkost' ovoschej i kartofelya. Kishinev: Izd-vo MoldNIINTI, 1986. 53 s.

