

**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 НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОВОЩАХ ПРИ ХРАНЕНИИ В ОВОЩЕХРАНИЛИЩЕ**

*Цель исследования – влияние технологии охлаждения в режиме стабилизации микроклиматических условий на содержание биологически активных веществ в корнеплодах свеклы и моркови при бестарном хранении в сезоны года (осень, зима, весна, лето) в хранилище заглубленного типа с естественной приточно-вытяжной вентиляцией. Задачи исследования: определение микроклиматических условий (температурный режим, влажность воздуха) хранения овощей в разные сезоны года в условиях юга Красноярского края; анализ биологически активных веществ в корнеплодах свеклы и моркови с выявлением их сезонных различий. Объектами исследования являются корнеплоды свеклы (столовый среднеранний сорт Бордо 237) и моркови посевной (столовый корнеплод, сорт Шантенэ 2461). Хранение корнеплодов свеклы сорта Бордо 237 и моркови посевого сорта Шантенэ 2461 происходило в овощехранилище, расположенном в поселке Солонцы Красноярского края. Технология охлаждения при хранении овощной продукции позволяет длительное сохранение сырья высокого качества с учетом оценки состояния овощей. При применении технологии охлаждения в овощехранилищах заглубленного типа с естественной приточно-вытяжной вентиляцией выделяют следующие этапы хранения: подготовительный, предварительный и основной. Биологически активные вещества (сахара, крахмал, органические кислоты, аскорбиновая кислота) сохраняют оптимальное содержание при соблюдении этапов хранения и поддержании микроклиматических условий (температурного режима и относительной влажности воздуха) в разные сезоны года. Сохраняется оптимальное содержание биологически активных веществ в рационе, необходимом для питания, в течение осени, зимы и весны (270–280 дней).*

**Ключевые слова:** хранение корнеплодов; морковь, сорт Шантенэ 2461; свекла, сорт Бордо 237; технология охлаждения; овощехранилище заглубленного типа; микроклиматические условия; биологически активные вещества; юг Красноярского края.

**Galina. A. Demidenko**

Krasnoyarsk State Agrarian University, professor head of the chair of landscape architecture and botany, doctor of biological sciences, professor, Russia, Krasnoyarsk, e-mail: demidenkoekos@mail.ru

**THE INFLUENCE OF COOLING TECHNOLOGY ON THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN VEGETABLES AT KEEPING IN A VEGETABLE STORAGE**

*The objective of the study was the effect of cooling technology on the mode of stabilization of microclimatic conditions on the content of biologically active substances in beets and carrots during bulk storage during the seasons (autumn, winter, spring, summer) in a buried storage facility with natural supply and exhaust ventilation. The research objectives were microclimatic conditions (temperature regime, air humidity) of vegetable storage in different seasons in the south of Krasnoyarsk Region; the determination and analysis of biologically active substances in beet and carrot root crops with identification of their seasonal differences. The objects of the research were beet roots (table medium-early variety Bordeaux 237)*

and carrots (table root, variety Chantenay 2461). The storage of beetroot varieties Bordeaux 237 and carrots, seeded variety Chantenet 2461, took place in a vegetable storehouse located in the village of Solontsy, Krasnoyarsk Region. Cooling technology during vegetable products storage allows long-term preservation of high quality raw materials, taking into account the assessment of the condition of vegetables. When using cooling technology, in vegetable stores of the buried type with natural supply and exhaust ventilation, there are storage stages: preparatory, preliminary and main. Biologically active substances (sugars, starch, organic acids, ascorbic acid) preserve optimal content while observing the storage stages and maintaining microclimatic conditions (temperature regime and relative humidity) in different seasons of the year. Optimal content of biologically active substances in the diet necessary for nutrition is maintained during autumn, winter and spring (270–280 days).

**Keywords:** root crops storage, carrots, variety Chantenay 2461, beets, variety Bordeaux 237, cooling technology, deepened vegetable storage, microclimatic conditions, biologically active substances, the south of Krasnoyarsk Region.

**Введение.** В современном мире овощи продолжают оставаться основными источниками витаминов [1]. Потребность в овощах в год для одного человека составляет примерно 150 кг. В цикле производства овощной продукции «вегетация – хранение» актуальным является сохранность как объема заготовленной продукции, так и высокого качества сырья [2–8].

В Сибири (в том числе на территории юга Красноярского края), в условиях резко континентального климата умеренного пояса Евразии, климатические показатели характеризуются резкими температурными колебаниями не только в зимнее и летнее время года, но и в течение месяца (заморозки, оттепели, морозы, возврат холодов и т.д.) [9].

Современные технологии хранения овощей строятся с учетом их физиологического состояния, регулирования процессов послеуборочного созревания и обеспечения длительной сохранности высококачественного сырья [10–14]. В сибирских условиях имеет особую значимость сохранение биологически активных веществ в корнеплодах овощей, в том числе свеклы и моркови [9].

**Цель исследования.** Влияние технологии охлаждения в режиме стабилизации микроклиматических условий на содержание биологически активных веществ в корнеплодах свеклы и моркови при бестарном хранении в разные сезоны года (осень, зима, весна, лето) в хранилище заглубленного типа с применением естественной приточно-вытяжной вентиляции.

**Задачи исследования:** изучение микроклиматических условий (температурный режим, влажность воздуха) хранения овощей в разные

сезоны года в условиях юга Красноярского края; определение и анализ биологически активных веществ в корнеплодах свеклы и моркови с выявлением их сезонных различий.

Для сохранения качества овощной продукции в условиях овощехранилища заглубленного типа необходимо соблюдение условий хранения, в том числе микроклиматических характеристик, контролирующих величину потерь, пищевую ценность, вкусовые качества, устойчивость к заболеваниям, скорость прорастания и другие качества продукции.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являются корнеплоды свеклы (столовый среднеранний сорт Бордо 237) и моркови посевной (столовый сорт Шантенэ 2461).

*Свекла сорта Бордо 237.* Среднеранний, высокоурожайный сорт свеклы. Корнеплоды круглой или овальной формы (длина 8–12 см; ширина 9–11 см; масса до 450 г). Мякоть сочная, плотная, нежная, имеет интенсивно темно-красную окраску с оттенком бордо и сахаристость. Свойства лежкости, транспортабельности, устойчивости к болезням – высокие. Корнеплоды имеют первоклассные вкусовые качества и высокую товарную ценность.

*Морковь сорта Шантенэ 2461.* Среднеранний, высокоурожайный сорт моркови. Корнеплоды конической или тупоконической формы (длина 9–15 см; ширина 4–6 см; масса 150–160 г). Поверхность корнеплодов – оранжевая, мякоть – интенсивно темно-оранжевая, сердцевина – темно-оранжевая (занимает до 50 % диаметра). Свойства лежкости и транспортабельности –

высокие. Корнеплоды сочные, с очень хорошим вкусом.

Местом хранения овощей является постоянное овощехранилище заглубленного типа, построенное из кирпича и предназначенное для длительного хранения овощей и картофеля в пос. Солонцы Красноярского края. Такой тип овощехранилищ широко распространен в южной зоне Сибирского региона. Режим хранения продукции регулируется установленной естественной приточно-вытяжной вентиляцией. Продукция размещена в секциях в соответствии с объемом хранилища. Овощехранилище механизировано погрузчиком и подъемником для перемещения продукции.

Овощи поступают на хранение вызревшими, неповрежденными, с крепкой кожурой, очищенными от примесей, здоровыми и т.д.

При исследовании качества продукции использован метод агроэкологического мониторинга и следующие методики: цианидный метод определения сахаров в растениях; количественное определение крахмала, определение содержания органических кислот и аскорбиновой кислоты [15].

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.

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

**Результаты исследования и их обсуждение. Оптимальные условия хранения.** Овощи среди пищевых продуктов особо требовательны к условиям хранения, так как в них на всех его этапах происходят процессы жизнедеятельности. При применении технологии охлаждения в овощехранилищах заглубленного типа с естественной приточно-вытяжной вентиляцией выделяют этапы хранения: подготовительный, предварительный и основной.

Первый этап (подготовительный, лечебный) – учет (анализ) физиологического состояния

овощей. В овощехранилище закладывают вызревшие корнеплоды с естественным иммунитетом, устойчивым к болезням. К уборке овощей приступают, как правило, поздно, когда овощехранилище охлаждено ночным воздухом.

Второй этап (предварительный, период охлаждения) – регулирование процессов послеуборочного дозревания. Корнеплоды моркови способны к «зарубцеванию» небольших механических повреждений. Поэтому для устранения «раневых» процессов используют период охлаждения их в насыпи (при температуре 11–13 °С, относительной влажности воздуха 90–95 %) при активном вентилировании с удельной подачей воздуха в насыпь 50–70 м<sup>3</sup>/ч-т. Поврежденные корнеплоды свеклы направляют сразу на переработку или укладывают на срок не более 1 месяца в кагаты краткосрочного хранения с принудительной вентиляцией.

Далее охлаждают корнеплоды на 0,5–1,0 °С в течение 10–15 суток.

Третий этап (основной, длительного хранения) – обеспечение длительной сохранности высококачественного сырья продолжительностью 10 месяцев. Для корнеплодов свеклы и моркови оптимальными являются микроклиматические условия: температура хранения для корнеплодов моркови составляет 0,0–1,0 °С, а для свеклы – 1,0–3,0 °С; относительная влажность воздуха для моркови – 85–95 %, а свеклы – 90 %. Корнеплоды переносят накопление СО<sub>2</sub> до 3–5 % с повышением лежкости, так как происходит увеличение периода покоя из-за замедления процессов обменов веществ [5]. Корнеплоды не выдерживают даже легкого подмораживания, так же как и незначительного подъема температуры в хранилище, резко снижая «лежкость».

**Биологически активные вещества.** Биологически активные вещества необходимы человеку для жизнедеятельности: формирования тканей мускулов, функционирования мозга, получения энергии и т.д.

В любых овощах имеется так называемый органический сахар, преобразующийся в процессе обмена в глюкозу и поступающий в клетки и ткани организма человека. Крахмалистые овощи, к которым относятся свекла и морковь, имеют в своем составе крахмал. Крахмал также

преобразуется в организме в форму полисахаридов – глюкозу.

Содержание биологически активных веществ в моркови сорта Шантенэ 2461 в хранилище заглубленного типа показано в таблице 1.

Содержание биологически активных веществ в свекле сорта Бордо 237 в хранилище заглубленного типа показано в таблице 2.

Таблица 1

**Условия хранения моркови сорта Шантенэ 2461 для оптимального содержания биологически активных веществ в хранилище заглубленного типа**

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, %			
6,4	3,5	5,7	1,9
Количество крахмала, %			
1,9	1,8	3,2	1,5
Органические кислоты (кислотность), мг/ 100 г			
0,4	0,4	0,7	0,2
Аскорбиновая кислота, мг/ 100 г			
15,0	14,3	11,3	4,0

Таблица 2

**Условия хранения свеклы Бордо 237 для оптимального содержания биологически активных веществ в хранилище заглубленного типа**

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, %			
18,0	10,2	11,4	6,9
Количество крахмала, %			
1,2	1,1	3,0	0,9
Органические кислоты (кислотность), мг/ 100 г			
0,4	0,4	0,5	0,2
Аскорбиновая кислота, мг/ 100 г			
30,0	29,3	26,2	13,5

Анализ таблиц 1, 2 показал, что соблюдение технологии охлаждения при длительном хранении в овощехранилище заглубленного типа с естественной приточно-вытяжной вентиляцией позволяет сохранять оптимальное содержание биологически активных веществ в рационе, необходимом для питания, в течение осени, зимы и весны (270–280 дней).

Содержание биологически активных веществ в корнеплодах колеблется, но постепенно уменьшается. Например, у моркови количество сахаров снижается с 6,4 до 3,5 %; содержание

аскорбиновой кислоты с 15,0 до 11,3 мг/ 100 г. У свеклы количество сахаров снижается с 18,0 до 11,4 %; содержание аскорбиновой кислоты – с 30,0 до 26,2 мг/ 100 г.

Следует отметить, что весной по сравнению с зимой как в моркови, так и свекле наблюдается повышение количества сахаров, крахмала и органических кислот. Такое закономерное увеличение биологически активных веществ в корнеплодах исследуемых культур связано с повышением температуры воздуха.

Летом наблюдается резкое уменьшение содержания биологически активных веществ в корнеплодах культур по сравнению с контролем – в 2–3 раза, хотя условия хранения свеклы соответствуют рекомендованным микроклиматическим условиям для этой культуры.

**Влияние сроков хранения на содержание биологически активных веществ.** По ре-

зультатам статистической обработки данных выявлена линейная зависимость между содержанием биологически активных веществ в исследуемых культурах и сроками их хранения. На рисунках 1, 2 показана прямая линейная зависимость между содержанием аскорбиновой кислоты и сроками хранения моркови и свеклы.

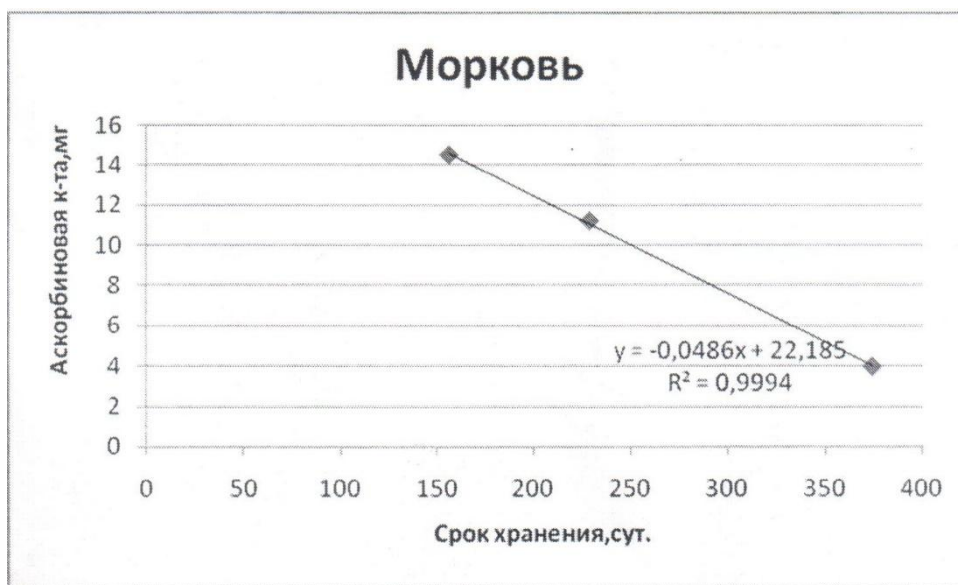


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты в моркови сорта Шантенэ 2461 в зависимости от сроков хранения

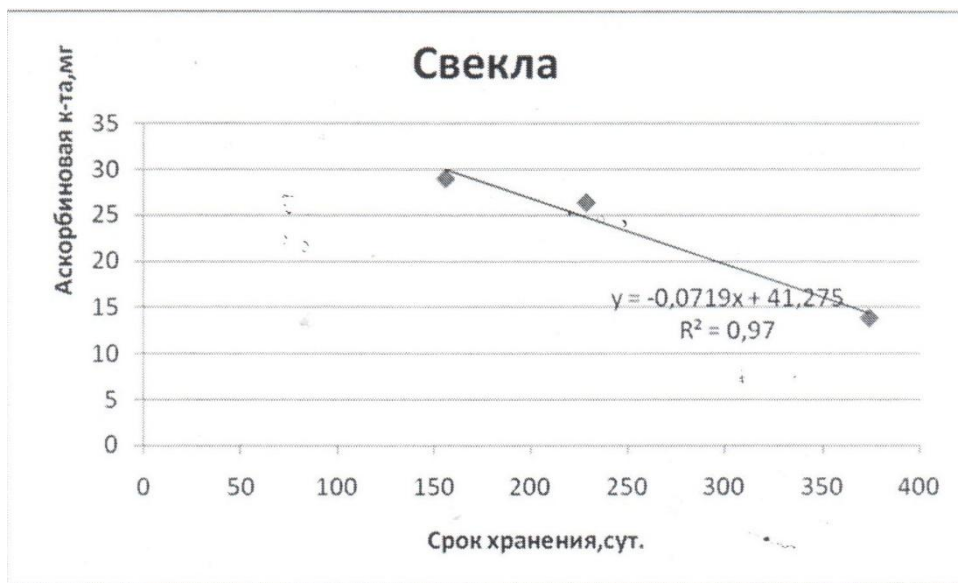


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в свекле сорта Бордо 237 в зависимости от сроков хранения

Анализ рисунков 1, 2 показал, что содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах мор-

кови и свеклы имеет прямую линейную зависимость от сроков хранения. В летнее время (ав-

густ) отмечено наименьшее содержание аскорбиновой кислоты в культурах. Установлены связи между величинами  $X$  и  $Y$  и уравнение регрессии, связывающее эти величины. Показатель  $R^2$  может иметь варьирование от  $R^2 = 0$  (полное отсутствие связи) до  $R^2 = 1$  (абсолютная связь). В результате исследования показатель  $R^2$  для моркови равен 0,99, а у свеклы – 0,97. Это свидетельствует о тесной связи между величинами  $X$  и  $Y$ , а также о том, что модель в виде линейной связи является адекватной и соответствует существующей зависимости между  $X$  и  $Y$ .

**Выводы.** Актуальным в цикле производства овощной продукции «вегетация – хранение» является сохранность как объема заготовленной продукции, так и высокого качества сырья. Сохранение биологически активных веществ в корнеплодах овощных культур (моркови и свеклы) необходимо человеку для жизнедеятельности. При применении технологии охлаждения в овощехранилищах заглубленного типа с естественной приточно-вытяжной вентиляцией необходимо соблюдение этапов хранения: подготовительного, предварительного и основного. Сохраняется оптимальное содержание биологически активных веществ в рационе, необходимом для питания, в течение осени, зимы и весны (270–280 дней).

Рекомендуется модернизация в овощехранилищах заглубленного типа вентиляционной системы – замена на активную (принудительную) вентиляцию с искусственным охлаждением, для продления сохранности качественного сырья овощей. Использование активной вентиляции обеспечивает равномерное проветривание и позволяет хранить овощи в закромах (секциях) [15, 16]. Цены на продукцию возрастают незначительно, так как себестоимость продукции снижается из-за отсутствия расходов на тару.

### Литература

1. *Кононков П.Ф., Гинс В.К., Пивоваров В.Ф.* [и др.]. Овощи как продукт функционального питания. М.: ООО «Столичная типография», 2018. 128 с.
2. *Ярмак А.* Каковы перспективы российского производства плодоовощной продукции // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2017. № 9. С. 8–10.
3. *Сизенко Е.И.* Неотложные задачи пищевой и перерабатывающей промышленности // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2009. № 6. С. 8–10.
4. *Бекетов П.В., Матусевич Г.И.* Снижение потерь картофеля и овощей при уборке и хранении. М.: Россельхозакадемия, 1986. 220 с.
5. *Борисов В.А., Литвинов С.В., Романова А.В.* Качество и лежкость овощей М.: Агропромиздат, 2003. 125 с.
6. *Климов Ю.* Хранение моркови // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2007. № 8. С. 51–53.
7. *Колесник А.А.* Факторы длительного хранения плодов и овощей. М.: Госторгиздат, 1959. 356 с.
8. *Першина Г.* Как сохранить зимой овощи // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2009. № 1-2. С. 53–58.
9. *Демиденко Г.А.* Содержание биологически активных веществ в корнеплодах сахарной свеклы в условиях овощехранилища // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Курск: ФГБНУ КФАНЦ, 2020. С.117–119.
10. *Банадьцев С., Селиванов В., Козик А.* Как длительно хранить картофель и овощи // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2018. № 6. С. 51–54.
11. *Карпов Б.А.* Технология послеуборочной обработки и хранения сахарной свеклы. М.: Агропромиздат, 2007. 177 с.
12. *Попова Н.И.* Современные технологии в плодоовощной отрасли // Агробизнес-Россия. 2016. № 11. С. 52–55.
13. *Трисвятский Л.А.* Хранение сахарной свеклы. М.: Агропромиздат, 2006. 80 с.
14. *Трисвятский Л.А., Лесник Б.В., Курдина В.Н.* Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. М.: Агропромиздат, 1991. 445 с.
15. *Волосов Ю.В.* Методы оценки качества плодов и овощей: учеб. пособие. М.: ТСХА, 1971. 210 с.
16. *Рослов Н.Н.* Хранение картофеля и овощей. М.: Россельхозиздат, 1980. 125 с.

**Literatura**

1. *Kononkov P.F., Gins V.K., Pivovarov V.F.* [i dr.]. *Ovoshhi kak produkt funkcional'nogo pitaniya*. M.: ООО «Stolichnaja tipografija», 2018. 128 s.
2. *Jarmak A.* Kakovy perspektivy rossijskogo proizvodstva plodoovoshhnoj produkcii // *Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo*. 2017. № 9. S. 8–10.
3. *Sizenko E.I.* Neotlozhnye zadachi pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti // *Hranenie i pererabotka sel'kohozjajstvennogo syr'ja*. 2009. № 6. S. 8–10.
4. *Beketov P.V., Matusевич G.I.* Snizhenie poter' kartofelja i ovoshhej pri uborke i hranenii. M.: Rossel'hoz'akademija, 1986. 220 s.
5. *Borisov V.A., Litvinov S.V., Romanova A.V.* Kachestvo i lezhkost' ovoshhej. M.: Agropromizdat, 2003. 125 s.
6. *Klimov Ju.* Hranenie morkovi // *Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo*. 2007. № 8. S. 51–53.
7. *Kolesnik A.A.* Faktory dlitel'nogo hranenija plodov i ovoshhej. M.: Gostorgizdat, 1959. 356 s.
8. *Pershina G.* Kak sohranit' zimoj ovoshhi // *Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo*. 2009. № 1-2. S. 53–58.
9. *Demidenko G.A.* Soderzhanie biologicheski aktivnyh veshhestv v korneplodah saharnoj svekly v uslovijah ovoshhehranilishha // *Problemy i perspektivy nauchno-innovacionnogo obespechenija agropromyshlennogo kompleksa regionov*. Kursk: FGBNU KFANC, 2020. S.117–119.
10. *Banadysev S., Selivanov V., Kozik A.* Kak dlitel'no hranit' kartofel' i ovoshhi // *Ovoshhevodstvo i teplichnoe hozjajstvo*. 2018. № 6. S. 51–54.
11. *Karpov B.A.* Tehnologija posleuborochnoj obrabotki i hranenija saharnoj svekly. M.: Agropromizdat, 2007. 177 s.
12. *Popova N.I.* Sovremennye tehnologii v plodoovoshhnoj otrasli // *Agrobiznes-Rossija*. 2016. № 11. S. 52–55.
13. *Trisvjatskij L.A.* Hranenie saharnoj svekly. M.: Agropromizdat, 2006. 80 s.
14. *Trisvjatskij L.A., Lesnik B.V., Kurdina V.N.* Hranenie i tehnologija sel'skohozjajstvennyh produktov. M.: Agropromizdat, 1991. 445 s.
15. *Volosov Ju.V.* Metody ocenki kachestva plodov i ovoshhej: ucheb. posobie. M.: TSHA, 1971. 210 s.
16. *Roslov N.N.* Hranenie kartofelja i ovoshhej. M.: Rossel'hozizdat, 1980. 125 s.

