

З. Е. Егорова, доцент; О. В. Гудинская, студентка; С. Т. Аксенчик, ст. науч. сотрудник;  
Н. В. Гончарова, мл. науч. сотрудник; Т. М. Шачек, ассистент

### ДИНАМИКА НИТРАТОВ И НИТРИТОВ В КОРНЕПЛОДАХ МОРКОВИ, КОНТАМИНИРОВАННЫХ НИТРАТРЕДУЦИРУЮЩИМ ШТАММОМ

It is known, that the change of nitrate/nitrite concentration in vegetables depends on conditions of its storage. There is no unanimity about the role of microorganisms in this process. The purpose of the given work was studying of nitrates/nitrites changes in the carrots infected by nitrate-reducing microorganisms at their storage. Obtained data have confirmed available information on a possible role of some microorganisms in change of the content of nitrates/nitrites in vegetables at its storage. However the relationships between the degree of nitrate-reducing ability of microorganisms and nitrate/nitrite concentration in vegetables could not be detected.

**Введение.** Отечественными [1, 2] и зарубежными исследователями [3] уделяется большое внимание изучению уровня нитратов в овощах. Проведенный нами анализ литературы показал, что в процессе хранения такой овощной продукции, как свекла и картофель, при соблюдении установленных в ТНПА режимов, содержание нитратов статистически достоверно снижалось на 45–67 и 37–80% соответственно [2]. При хранении моркови уменьшение концентрации нитратов относительно исходного уровня колебалось от 25 до 62% [4].

Вместе с тем имеется ряд данных, свидетельствующих о незначительном снижении [5], стабильности [6] и увеличении [7] уровня данного ксенобиотика в моркови при ее хранении. Особый интерес представляют результаты исследований О. И. Цыганенко с соавт. [2], указывающие на волнообразный характер динамики нитратов в хранящейся моркови: снижение концентрации в январе и феврале и увеличении в декабре и марте. Возможными причинами роста данного показателя назывались окисление аммония, образовавшегося в результате распада белков моркови [8]; воздействие микроорганизмов, проникающих во внутренние ткани моркови вследствие их повреждения в процессе транспортирования и закладки на хранение [9].

Исследования, посвященные изучению динамики нитритов в овощах, немногочисленны. По данным [6] уровень нитритов в моркови на протяжении всего периода ее хранения не изменялся и составлял около 1 мг/кг. Эти же авторы наблюдали снижение содержания рассматриваемого ксенобиотика на 50–60% в процессе хранения картофе-

ля. Результаты исследований других авторов [7] свидетельствуют об отсутствии нитритов в свекле на протяжении пяти месяцев хранения, появлении этих соединений в корнеплодах моркови на 2–3-й и исчезновении на 4–5-й месяц ее хранения, а также о постоянном обнаружении нитритов в картофеле, начиная с 3-го месяца хранения клубней. Среди причин, вызывающих появление, рост и исчезновение нитритов в овощах при хранении, указывают на возможную роль микроорганизмов, контаминантов овощного сырья, обладающих нитратредуцирующей способностью [10].

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют об отсутствии единого мнения о роли микроорганизмов в накоплении нитратов и нитритов в хранящемся овощном сырье. Поэтому исследования в данном направлении представляют научный интерес.

Учитывая вышеизложенное, целью данной работы было изучение динамики нитратов/нитритов в корнеплодах моркови, контаминированных микроорганизмами, обладающими нитратредуцирующей способностью.

**Основная часть.** Объектом исследования служили корнеплоды моркови урожая 2007 г. с различным уровнем нитратов, контаминированные в лабораторных условиях двумя штаммами бацилл из рабочей коллекции микроорганизмов кафедры физико-химических методов сертификации продукции БГТУ [11]. Характеристика объектов исследования и тест-микроорганизмов, которыми осуществляли контаминацию, представлена в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

#### Характеристика микроорганизмов-контаминантов

Обозначение штамма	Происхождение	Степень нитратредуцирующей способности	Титр контаминанта, КОЕ/мл
А	Морковь «Московская» урожая 2004 г., хранившаяся 4 мес	+++	$10^6-10^{10}$
Б	Свекла «Красный шар» урожая 2004 г., хранившаяся 3 мес	+	$10^{10}$

*Примечание.* +++ – высокая активность, + – низкая активность.

Характеристика объектов исследования (моркови)

Обозначение партий	Период хранения до эксперимента, мес	Исходное содержание, мг/кг		Исходное количество микроорганизмов, КОЕ/г
		нитратов	нитритов	
Партия I	1,5	580	0,1	$3,4 \cdot 10^4$
Партия II	2,5	127	0,02	$2,4 \cdot 10^6$

Эксперимент проводили в два этапа: в декабре – январе 2007 г. (схема исследований представлена на рис. 1) и январе – феврале 2008 г. (рис. 2). В процессе исследований варьировали температурой хранения и условиями контаминации.

На первом этапе партию моркови разделили на три равные части. Первую часть ( $A_1$ ) тщательно вымыли, обсушили и поместили в стерильную емкость с предварительно простерилизованным питательным грунтом, контаминированным штаммом А. Морковь и грунт осторожно перемешали и выдержали некоторое время для закрепления тест-штамма на поверхности корнеплодов. Количество микроорганизмов в 1 г зараженной моркови ( $A_1$ ) составляло  $5,6 \cdot 10^5$  КОЕ/г.

Вторую часть моркови (А) также контаминировали штаммом А, равномерно нанося суспензию тест-микроорганизма на поверхность корнеплодов с помощью разбрызгивателя (общее содержание микроорганизмов составляло  $1,8 \cdot 10^8$  КОЕ/г).

Третья часть моркови (К) служила контролем. Все части первой партии моркови хранили

в течение 30 дней при температуре 11–13°C (по данным [2, 4, 7] при таких температурах ускоряются процессы восстановления и образования нитратов).

На втором этапе эксперимента корнеплоды моркови также были разделены на 3 части (рис. 2): первую часть моркови контаминировали суспензией штамма А (общее количество микроорганизмов ОМЧ в 1 г моркови составляло  $3,5 \cdot 10^6$  КОЕ/г), вторую часть – суспензией штамма Б (ОМЧ равнялось  $9,5 \cdot 10^8$  КОЕ/г), третья служила контролем. Вторую партию (все три части) хранили в течение 36 дней при температуре 6–8°C, которая является типичной для домашних холодильников.

Отбор проб во всех партиях моркови осуществляли каждые 5–7 дней.

Для определения содержания нитратов использовали стандартный ионометрический метод по ГОСТ 29270 [12].

Количественное определение нитритов в образцах осуществляли фотометрическим методом [13].

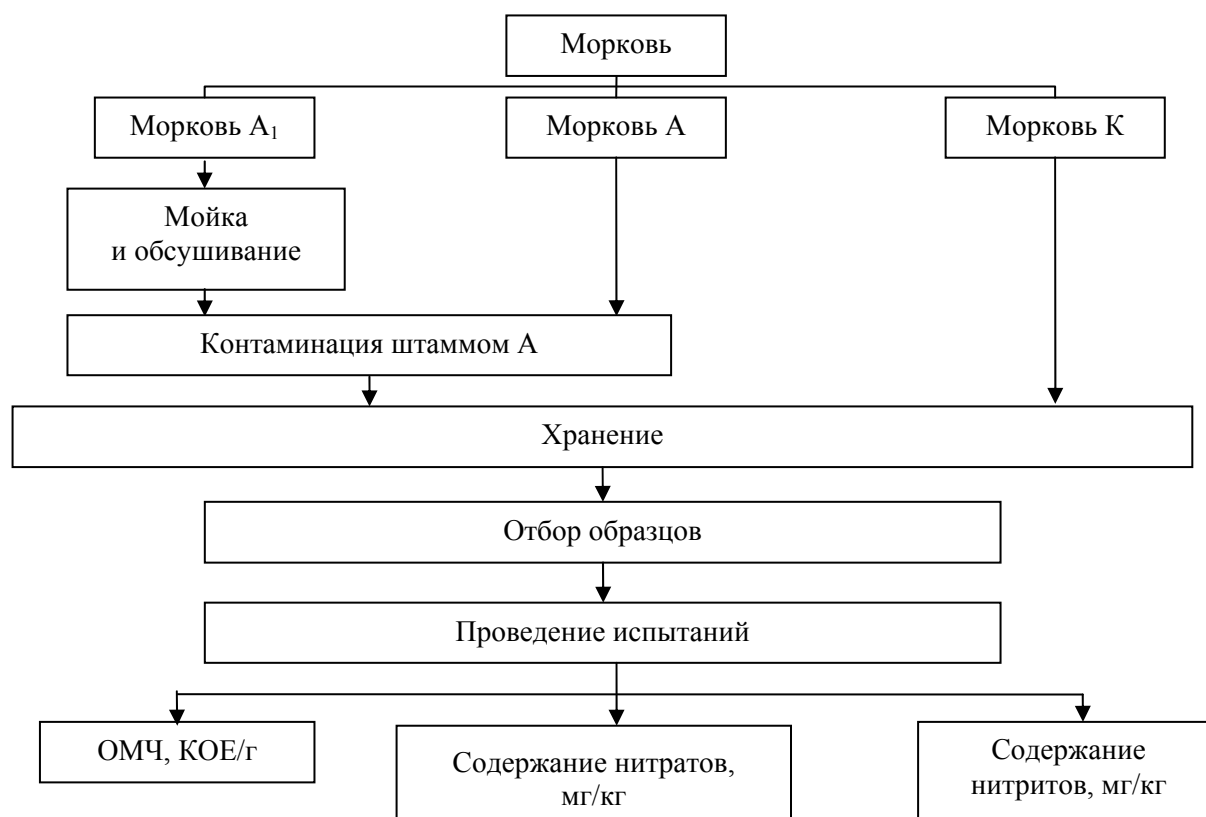


Рис. 1. Схема проведения первого этапа эксперимента

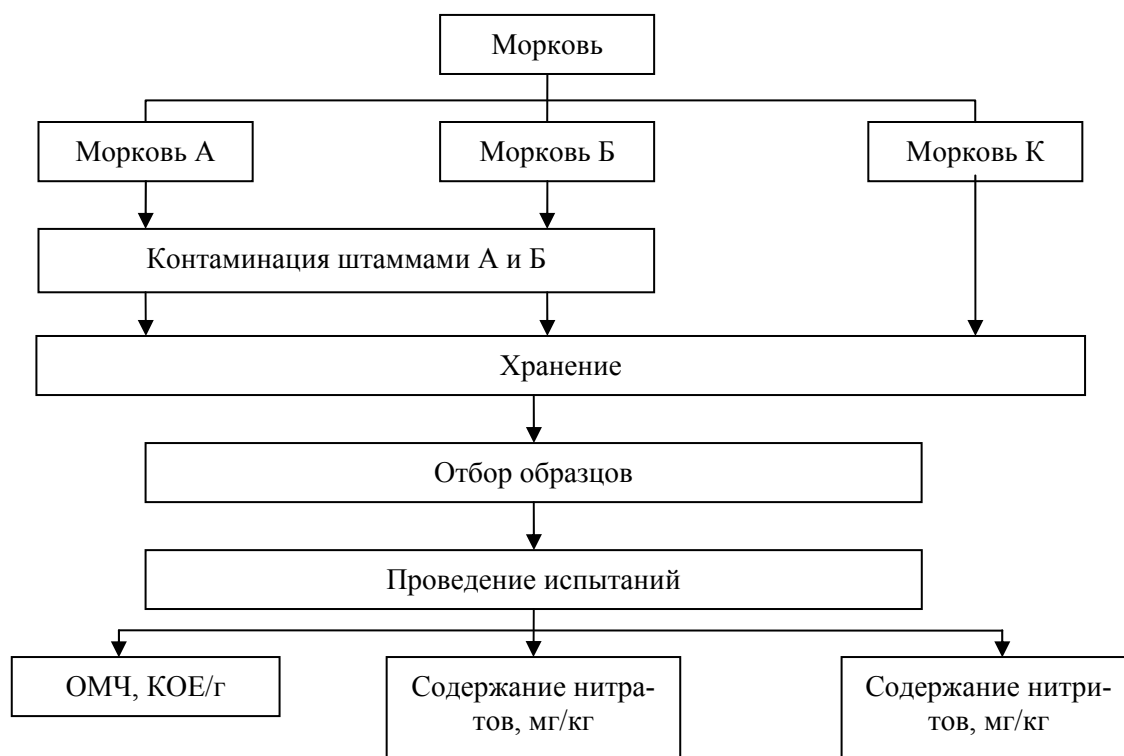


Рис. 2. Схема проведения второго этапа эксперимента

Общую численность микроорганизмов определяли по ГОСТ 10444.15 путем высева необходимых разведений смывов с корнеплодов моркови в чашки Петри с мясопептонным агаром (МПА) глубинным методом [14]. Посевы термостатировали при 30°C в течение 3 сут.

*Результаты исследований и их обсуждение.* Результаты первого этапа исследований показаны на рис. 3–5. Как видно из представленных на рис. 3 данных, изменения общего содержания

микроорганизмов и концентрации нитратов в процессе хранения контаминированной моркови (А<sub>1</sub>) имели одинаковый волнообразный характер: уменьшение (увеличение) численности микробов совпадало со снижением (увеличением) содержания данного ксенобиотика. При этом количество нитритов постепенно снижалось (с 0,12 до 0,026 мг/кг) в течение первых трех недель хранения, а затем несколько увеличивалось, но не достигло к концу эксперимента исходного уровня.

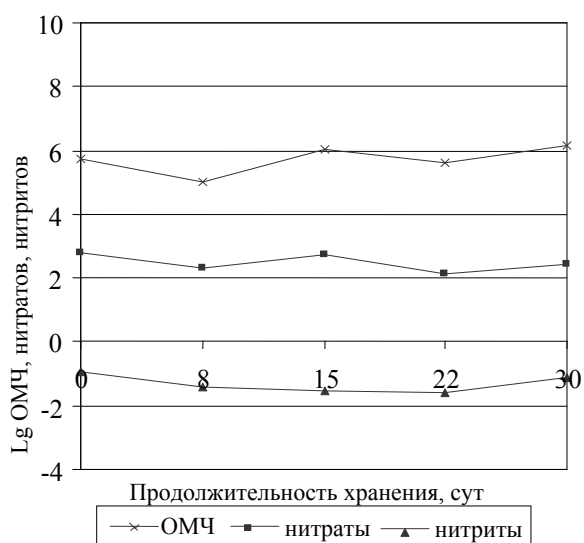


Рис. 3. Динамика микроорганизмов и азотсодержащих ксенобиотиков в образце А<sub>1</sub> (I этап эксперимента)

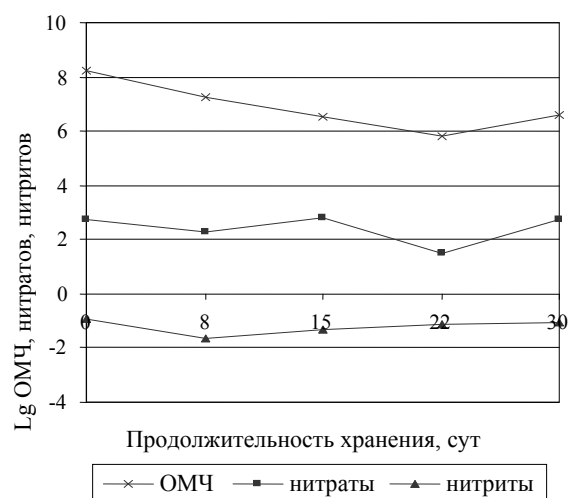


Рис. 4. Динамика микроорганизмов и азотсодержащих ксенобиотиков в образце А (I этап эксперимента)

При хранении контаминированной моркови (А) (рис. 4) общая микробная обсемененность снизилась практически на два порядка, а характер динамики нитратов/нитритов напоминал изменение содержания данных показателей в контаминированной моркови (А<sub>1</sub>).

В контрольных образцах моркови (К) (рис. 5) в первую неделю хранения произошло увеличение содержания микроорганизмов на 2 порядка, после чего этот уровень сохранялся на протяжении всего эксперимента. Содержание нитратов в этих же образцах, как и в случае с контаминированной морковью (А<sub>1</sub>, А), изменялось волнообразно, однако отличаясь тем, что вначале наблюдался рост, а затем снижение этого показателя. Характер изменения содержания нитритов в контрольных образцах моркови отличался от динамики данного ксенобиотика в контаминированных объектах исследования (А<sub>1</sub>, А) только тем, что наименьшее его количество было обнаружено в первую, а не в третью неделю хранения (рис. 5).

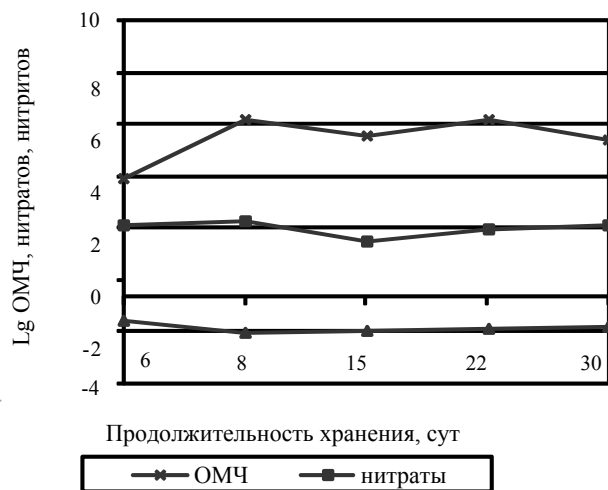


Рис. 5. Динамика микроорганизмов и азотсодержащих ксенобиотиков в образце К (I этап эксперимента)

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что нитратредуцирующие микроорганизмы способны изменять характер динамики нитратов/нитритов в процессе хранения корнеплодов моркови.

Результаты второго этапа исследований показаны на рис. 6–8.

Сравнивая характер изменения ОМЧ, содержания нитратов и нитритов в контаминированной моркови (А и Б), можно отметить следующее.

В процессе эксперимента количество микроорганизмов на поверхности корнеплодов моркови (А) повышалось, а моркови (Б), наоборот, снижалось в среднем на 1 порядок (рис. 6, 7). Содержание нитратов в зараженной моркови (А и Б) постепенно увеличивалось в первой по-

ловине периода ее хранения, а во второй – концентрация данного ксенобиотика изменялась волнообразно: вначале снижаясь до практически первоначального уровня с последующим увеличением к концу эксперимента в 3–5 раз.

Таким образом, можно предположить, что степень нитратредуцирующей способности тест-микроорганизмов не оказывает существенного влияния на характер динамики нитратов. Аналогичное заключение можно сделать и в отношении динамики нитритов в контаминированных образцах моркови (А и Б) (рис. 6, 7).

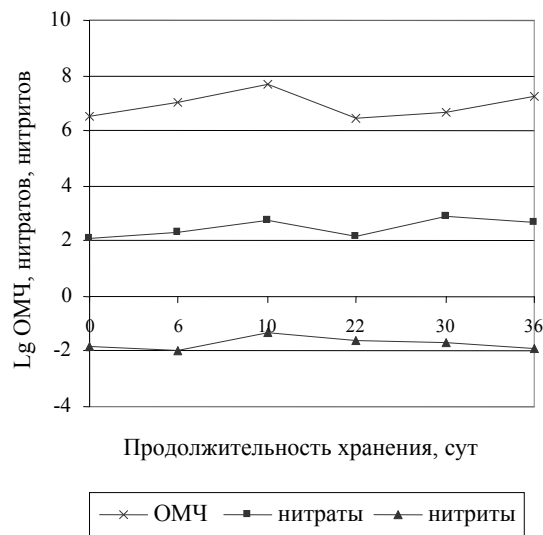


Рис. 6. Динамика микроорганизмов и азотсодержащих ксенобиотиков в образце А (II этап эксперимента)

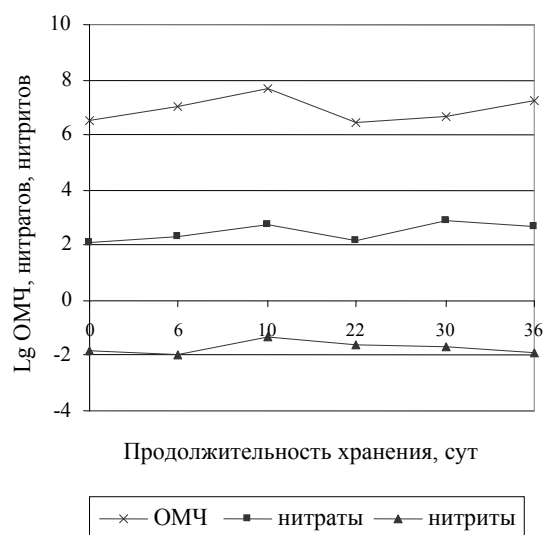


Рис. 7. Динамика микроорганизмов и азотсодержащих ксенобиотиков в образце Б (II этап эксперимента)

В контрольных образцах моркови (К) (рис. 8) содержание микроорганизмов в процессе хранения колебалось в пределах одного порядка и

не превышало нескольких миллионов КОЕ в 1 г продукта. Характер изменения содержания нитратов в этих образцах не отличался от динамики данного ксенобиотика в зараженных образцах моркови (А). При этом концентрация нитритов изменялась неоднозначно: в течение 30 дней хранения их уровень колебался незначительно относительно исходного, а к концу эксперимента снизился в 2 раза (рис. 8).

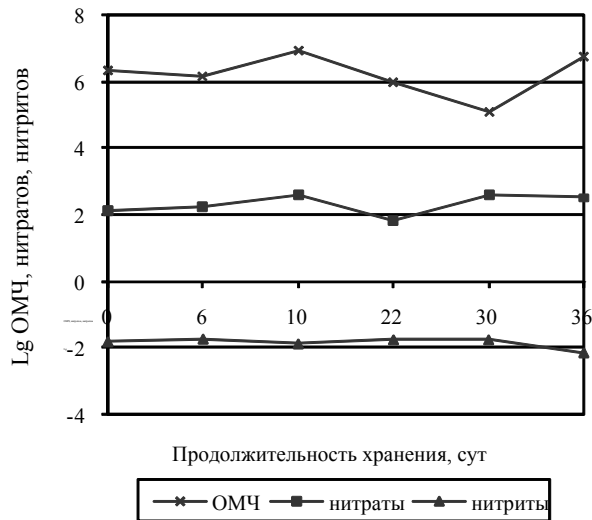


Рис. 8. Динамика микроорганизмов и азотсодержащих ксенобиотиков в образце К (II этап эксперимента)

Таким образом, полученные на втором этапе исследований экспериментальные данные подтверждают сделанный нами вывод о возможной роли нитратредуцирующих микроорганизмов в динамике нитратов/нитритов в моркови в процессе ее хранения.

**Заключение.** Полученные в процессе проведенного нами эксперимента данные подтвердили мнение ряда авторов [8, 10] о роли некоторых микроорганизмов в восстановлении и образовании нитратов в процессе хранения овощного сырья. Вместе с тем не удалось выявить зависимость между степенью нитратредуцирующей способности микроорганизмов-контаминантов и уровнем нитратов/нитритов в овощном сырье.

### Литература

1. Гигиеническая оценка овощей с высоким содержанием нитратов при длительном хранении / Н. Б. Рымарь-Щербина [и др.] // Вопросы питания. – 1991. – № 6. – С. 42–45.

2. Акиев, А. Нитраты и продукты питания / А. Акиев. – Ашхабад: Пищевая пром-сть, 1991. – 42 с.

3. Гигиенические критерии состояния окружающей среды – нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения: совместное издание программы ООН по окружающей среде и ВОЗ. – М.: Медицина, 1981. – 118 с.

4. Доронин, А. Ф. Влияние условий и сроков хранения на содержание нитратов в плодово-овощной продукции / А. Ф. Доронин, С. Н. Панфилова, Ю. И. Иванова // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1995. – № 6. – С. 55–56.

5. Siciliano, J. Nitrate and nitrite content of some fresh and processed marketed vegetables / J. Siciliano, S. Krulick, Jr. White // J. Agr. And Food Chem. – 1995. – V. 23, № 3. – P. 461–464.

6. Покровская, С. Ф. Пути снижения нитратов в овощах / С. Ф. Покровская. – М.: Пищевая пром-сть, 1988. – 61 с.

7. Gnaegi, F. Conservation et qualité des carottes inbigenes / F. Gnaegi, G. Perraudin, J.-F. Schopfer // Rev. Suisse viticult., arboricult. et horticult. – 1977. – Vol. 9, № 4. – P. 15

8. Колодязная, В. С. Содержание нитратов в моркови при выращивании и хранении / В. С. Колодязная, А. В. Морозова // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1983. – № 8. – С. 24.

9. Опополь, Н. И. Нитраты / Н. И. Опополь, Е. В. Добрянская. – Кишинев: Пищевая пром-сть, 1986. – 116 с.

10. Болотов, М. П. Нитратная проблема / М. П. Болотов, Е. А. Соболева, Г. Ф. Канякин // Гигиена и санитария. – 1972. – № 4. – С. 38–41.

11. Изучение видового состава бактериальной микробиоты корнеплодов моркови / З. Е. Егорова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология орган. в-в. – 2007. – Вып. XV. – С. 196–200.

12. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения нитратов: ГОСТ 29270–97. – Введ. 01.07.97. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1997. – 24 с.

13. Методические указания по определению нитратов в продукции растениеводства: № 5048-89. – М.: Минздрав СССР, 1989. – 19 с.

14. Продукты пищевые. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов: ГОСТ 10444.15–94. – Введ. 01.07.96. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1996. – 12 с.