

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ МИКРОБИОТЫ НА СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТОВ В КОРНЕПЛОДАХ МОРКОВИ

З.Е. Егорова, доцент, кандидат технических наук,  
Т.М. Шачек, Н.В. Гончарова, О.В. Гудинская  
УО «Белорусский государственный технологический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Нитриты относятся к ксенобиотикам химического происхождения, обладают высокой токсичностью в 10 раз превышающей токсичность нитратов. Проблема нитритов, также как и нитратов, связана с нерациональным применением азотистых удобрений, что приводит к накоплению данных контаминантов, а также усилению процессов нитрозования в объектах окружающей среды и организме человека и, как следствие этого, образованию высокотоксичных соединений N-нитрозаминов.

В отличие от нитратов, нитриты, являясь промежуточной стадией образования нитратов в процессе биологического окисления (нитрификации), поступают в растения из окружающей среды в незначительных количествах в [1, 2].

Так, согласно опубликованным данным [3, 4, 5] в плодах и овощах нитриты либо отсутствовали вообще, либо обнаруживались в небольших количествах. Так, при исследовании яблок, моркови и картофеля было установлено содержание нитритов на уровне 1,0 мг/кг, 1,0-1,5 мг/кг и 0,5-1,0 мг/кг соответственно [3]. Значительное содержание нитритов наблюдалось лишь при исследовании шпината (4,7 мг/кг) [1].

Результаты, полученные О.И. Цыганенко и другими [6], на основании ежемесячных исследований уровня нитритов в хранящейся моркови, свидетельствовали о циклических колебаниях данного ксенобиотика. Обнаружено также, что в процессе хранения сырых очищенных и измельченных овощей при температуре 20°C уровень нитритов возрастал: на 25-75% в первый день и на 270% – во второй день хранения [7]. Большинство исследований зарубежных авторов, хоть и касающиеся листовых овощей, также подтверждали приведенные выше данные об увеличении исходного уровня рассматриваемого ксенобиотика в процессе хранения свежей растительной продукции при повышенной температуре [1, 8].

Таким образом, из анализа литературных данных следует, что на динамику нитритов в овощах существенное влияние оказывают условия их хранения. Многие исследователи объясняют данный факт развитием микроорганизмов, обладающих способностью восстанавливать нитраты до нитритов [9]. Нитратредуцирующими свойствами обладают представители лактобацилл, *E.coli*, а также бактерии из родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus* [9, 10].

Учитывая вышесказанное, целью работы являлось исследование роли эпифитной микробиоты в изменении содержания нитритов в корнеплодах моркови при ее хранении.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследований являлись свежесобранные и хранившиеся в условиях охлаждаемого овощехранилища корнеплоды моркови, выращенные в хозяйствах Республики Беларусь в 2005г., а также чистые культуры микроорганизмов – представители доминирующей бактериальной микробиоты корнеплодов моркови. Всего было изучено 49 чистых культур микроорганизмов, выделенных с поверхности 85 образцов корнеплодов моркови (таблица 1).

Таблица 1

Количество культур микроорганизмов, выделенных из объектов исследования

Объект исследований	Количество выделенных бактерий
Морковь столовая свежесобранная	5
Морковь столовая хранившаяся	44

Отбор образцов для исследований осуществляли в соответствии с СТБ 1036 [11] и ГОСТ 26313 [12].

Количественное определение нитритов выполняли фотометрическим методом. Метод основан на экстрагировании нитритов водой, очистке экстракта и фотометрическом измерении интенсивности окраски, образующейся при взаимодействии нитрит-иона с ароматическими аминами. Реакция специфична для нитритов и протекает в две стадии: а) диазотирование нитрит-иона в кислой среде сульфаниловой кислотой или её производными; б) взаимодействие диазосоединения с нафтиламином и образование окрашенного азосоединения [13]. Нижний предел определения нитритов в анализируемой пробе – 0,5 мг  $\text{NO}_2/\text{кг}$  [14].

Отбор проб для микробиологических исследований осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 26668 [15]. Выделение чистых культур микроорганизмов проводили общепринятыми методами.

Смывы с подготовленных соответствующим образом корнеплодов моркови и необходимые их разведения высевали в чашки Петри с мясо-пептонным агаром (МПА) глубинным методом в соответствии с [16]. Посевы термостатировали при  $30^\circ\text{C}$  (для определения мезофильных микроорганизмов) и  $(8-10)^\circ\text{C}$  (для определения психротрофных микроорганизмов) соответственно. Колонии микроорганизмов, выросшие на чашках Петри с МПА, снимали петлей и переносили в пробирки на скошенный МПА.

Идентификацию чистых культур до вида осуществляли по спектру культуральных, морфологических, физиологических и биохимических свойств согласно определителю бактерий Берджи (Bergey). Культуральные признаки бактерий описывали по характеру роста колоний на мясо-пептонном агаре и мясо-пептонном бульоне. Морфологические признаки микроорганизмов определяли путем микроскопирования мазков, окрашенных по Граму. С целью максимального выявления среди исследуемых штаммов спорообразующих видов проводили стимулирование спорообразования путем лимитирования чистых культур микроорганизмов по источникам углерода и азота [16] с последующим микроскопированием мазков, окрашенных по методу Пешкова [10].

Из физиолого-биохимических признаков исследовали каталазную активность, способность к гидролизу крахмала, разжижению желатина, нитратредуцирующую способность, образование ацетилметилкарбинола, потребность в кислороде, рост на средах с повышенным содержанием  $\text{NaCl}$  и при повышенных температурах.

Используемые нами для выявления и идентификации микроорганизмов питательные среды, их состав и приготовление соответствовали требованиям ГОСТ 10444.1.

Нитратредуцирующую способность определяли на среде Роберта ( $\text{KNO}_3$  – 2 г, желатин – 30 г, агар – 1 г, мясопептонный бульон (МПБ) – 25  $\text{см}^3$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 2 г, 1%-ный раствор 2-,3-,5-трифенилтетразолий хлорида – 10  $\text{см}^3$ , вода дистиллированная стерильная – 1 л). Посев в среду (предварительно охлажденную в холодильнике до застывания) производили уколом. Термостатирование посевов проводили при  $37^\circ\text{C}$  в течение 24-48 ч. Перед учетом результатов среду помещали на 20 мин в холодильник. Нитратредуцирующие микроорганизмы вызывают покраснение среды.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты, полученные при исследовании нитритов (см. рисунок) свидетельствовали о циклических колебаниях их уровня в процессе хранения корнеплодов моркови. Увеличиваясь в течение первых 56 дней, концентрация нитритов достигала своего максимального значения (1,32 мг/кг) в конце декабря, а затем незначительно (на 15 %) снижалась к концу периода хранения (февраль).



Рис. Динамика содержания нитритов в ходе промышленного хранения моркови

Динамика количественного состава мезофильных и психротрофных микроорганизмов в процессе хранения корнеплодов моркови представлена в таблице 2.

Таблица 2

Изменение количественного состава микробиоты моркови свежей в процессе хранения

Условия термостатирования, °С	Количество микроорганизмов, КОЕ/г						
	продолжительность хранения моркови, сут.						
	0	7	20	30	40	50	60
30±0,5	4,8·10 <sup>6</sup>	4,5·10 <sup>6</sup>	2,0·10 <sup>6</sup>	1,0·10 <sup>6</sup>	1,0·10 <sup>6</sup>	4,2·10 <sup>6</sup>	7,8·10 <sup>5</sup>
9±1	7,5·10 <sup>4</sup>	2,6·10 <sup>5</sup>	1,3·10 <sup>6</sup>	2,5·10 <sup>5</sup>	1,8·10 <sup>5</sup>	8,3·10 <sup>8</sup>	3,2·10 <sup>5</sup>

Как видно из данных таблицы 2, содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов на поверхности корнеплодов моркови в течение 3-х месяцев хранения практически не изменялось и составляло  $1,0 \cdot 10^6 - 4,8 \cdot 10^6$  КОЕ/г. К концу 4-го месяца хранения количество мезофильных микроорганизмов снизилось на один порядок, что может быть связано с отмиранием неустойчивой к пониженной температуре микробиоты.

Динамика количества психротрофных микроорганизмов характеризовалась возрастанием его на 2 порядка в первый месяц хранения, а в последующие месяцы содержание психротрофных микроорганизмов колебалось в пределах сотен тысяч – миллионов КОЕ/г без определенной закономерности (таблица 2).

Результаты исследований морфологических свойств микроорганизмов свидетельствуют о том, что бактериальная поверхностная микробиота корнеплодов моркови представлена, главным образом, палочковидными формами (до 95%). Учитывая сказанное, особое внимание при исследованиях уделялось изучению штаммов, имеющих палочкообразную форму.

По биоразнообразию видовой состав эпифитной микробиоты свежесобранной моркови отличался от микробиоты хранившихся корнеплодов преобладанием неспорных форм бактерий (более 70%), которые отмирают в процессе хранения овощного сырья, в результате чего в составе бактериальной эпифитной микробиоты хранившихся корнеплодов доминируют спорообразующие виды (около 80%).

Большинство изученных нами штаммов (около 88%) в той или иной степени проявляли нитратредуцирующую активность. При этом необходимо отметить тот факт, что способностью в разной степени восстанавливать нитраты до нитритов обладали все спорообразующие штаммы, выделенные с поверхности свежесобранной и хранившейся моркови (табл. 3).

Кроме того, как следует из данных, представленных в таблице 3, нитратредуцирующая способность была более выражена у спорообразующих микроорганизмов – представителей эпифитной микробиоты свежесобранной моркови.

Таблица 3

Степень продукции нитратредуктазы

Образцы моркови	Количество штаммов		
	степень проявления нитратредуцирующей способности		
	+++	++	+
Свежесобранные	2	2	1
Хранившиеся	3	5	4
Всего	5	7	5

Примечание – +++ - высокая; ++ - средняя; + - низкая

По спектру изученных свойств большинство (53 %) выделенных чистых культур спорообразующих бактерий было отнесено нами к виду *Bacillus licheniformis*, 23,5 % исследованных культур были идентифицированы как *Bacillus pumilus*. Два неидентифицированных штамма (11,7 %) по своим физиолого-биохимическим свойствам были близки виду *Bacillus cereus*. При этом вид *Bacillus licheniformis* являлся доминирующим среди споровой эпифитной микробиоты как свежесобранной моркови, так и хранившихся корнеплодов.

**Выводы.** В результате проведенных теоретических исследований установлено, что содержание нитритов является динамичной характеристикой и может изменяться в процессе хранения плодоовощной продукции.

Результаты экспериментальных исследований моркови, хранившейся в условиях охлаждаемого овощехранилища в период с октября по февраль, выявили циклические изменения данного азотсодержащего ксенобиотика.

В тоже время нами не подтвердились литературные данные о влиянии на данный процесс поверхностной микробиоты. В частности нами не была обнаружена какая-либо закономерность в сохранении или исчезновении штаммов, обладающих нитратредуцирующей способностью, в процессе хранения моркови.

Литература:

1. Гигиенические критерии состояния окружающей среды – нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения: совместное издание программы ООН по окружающей среде и ВОЗ. –М.: Медицина, 1981. – 118 с.
2. Покровская С.Ф. Пути снижения нитратов в овощах. –М., 1988. – 61 с.
3. Флоринская Е.Э., Дударева Н.Т., Варварина А.М., Прокопенко А.А. Пути улучшения качества и сохраняемости пищевых продуктов. –Л., 1988. – С. 31–35.
4. Митченков В.Т., Оганян А., Яковлева Е. Содержание нитратов и нитритов в продуктах растениеводства и суточных рационах в Эстонской СССР / Актуальные вопросы гигиены окружающей и производственной среды / Материалы 18 Всес. Съезда гигиенистов и санитарных врачей. Вильнюс, 17–19 октября, 1984. –Вильнюс, 1984. – С. 60-64.
5. Smoczynski S.S., Pietrzak-Fiecko R. Nitrates and nitrites in selected vegetables // (Inst. Of Commodity and Food Quality Assessment). Nat. Sci. – 1999. –№ 3 – Р. 333–339.
6. Рымарь-Щербина Н.Б., Цыганенко О.И., Лапченко В.С., Емченко Н.Л., Гиль Н.А., Цыпко М.И., Стахурская Л.В., Стадничук Н.А., Михалюк Е.Н. Гигиеническая оценка овощей с высоким содержанием нитратов при длительном хранении // Вопросы питания. – 1991. – № 6. – С. 42–45.
7. Опополь Н.И., Добрянская Е.В. Нитраты. –Кишинев, 1986. – 116 с.

8. Health aspects of nitrate and its metabolites (particularly nitrite). International workshop Bilthoven (Netherlands), 8-10 November 1994. // Council of Europe Press. – 1995. – 325 с.
9. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. –Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. – 448 с.
10. Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. –М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.
11. СТБ 1036-97. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности. - Введ. 01.07.2000. -Мн.: Госстандарт, 2000. – 68 с.
12. ГОСТ 26313-84. Продукты переработки плодов и овощей. Правила приемки, методы отбора проб. - Взамен ГОСТ 8756.0-70 – в части плодоовощных консервированных продуктов. введ. 01.07.1985. –М.: Госстандарт, 1985. – 4 с.
13. Методические указания по определению нитратов в продукции растениеводства. № 5048-89. –М.: Минздрав СССР, 1989. – 19 с.
14. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. –М.: Медицина, 1998. – 341 с.
15. ГОСТ 26668-85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов. - Введ. 01.07.1986. -Мн.: Госстандарт, 2000. –8 с.
16. Бациллы. Генетика и биотехнология / Пер. с англ.; Под ред. К. Харвуда. –М.: Мир, 1992. – 531 с.

УДК 664.84

## **О РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ОБЕДЕННЫХ БЛЮД В ТАРЕ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Д.А. Сафронова, Л.М. Павловская, В.З. Егорова, Н.А. Баровская**  
**РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»**  
**г. Минск, Беларусь**

В настоящее время в плодоовощной перерабатывающей отрасли появляются новые виды потребительской тары, изготовленные из комбинированных материалов, взамен традиционным банкам, изготовленным из жести и стекла. Новая тара из комбинированных материалов должна быть безопасной, надежной, удобной.

В современной экологической обстановке, характеризующейся расширением зон риска загрязнения среды обитания патогенной микрофлорой, радионуклидами и другими ксенобиотиками, огромное значение приобретает повышение барьерных свойств потребительской тары, предназначенной для защиты пищевых продуктов.

Под барьерными принято понимать такие свойства материалов, как паро-, водо-, газо-, аромато-, свето-, жиронепроницаемость [1].

Повышение барьерных качеств полимерных упаковочных материалов достигается за счет комбинирования их либо друг с другом, либо с фольгой. В последние годы преобладает тенденция замены фольгированных материалов металлизированными.

К упаковкам с повышенными барьерными свойствами относятся упаковки типа Дой-пак.

Пакеты Дой-пак изготавливаются из двух-, трех- или четырехслойных ламинатов. В качестве материалов используется ламинированная бумага, алюминиевая фольга, комбинированные материалы такие, как бумага-пластик и различные виды пластиковых пленок.

Пакеты Дой-пак имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными видами упаковки (стеклянной и металлической тарой):

- удобны в транспортировке, выдерживают значительные нагрузки, занимают мало места на прилавках магазина, значительно экономят складские площади;
- влагонепроницаемы, удерживают запах и сохраняют оригинальные качества продукта;