

### Работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТНОГО АЗОТА В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Среди всех питательных веществ, потребляемых растениями, наибольшая роль принадлежит азоту. Он выполняет важную физиологическую функцию, входя в состав белков, нуклеиновых кислот, ферментов, хлорофилла, витаминов. Человек и животные для жизни используют главным образом азот в органическом веществе. Минеральный азот в их организме способен образовывать токсичные соединения.

**Нитраты** – соли азотной кислоты ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ). Они являются продуктами обмена азотистых веществ любого живого организма – растительного и животного, поэтому «безнитратных» продуктов в природе не бывает. Даже в организме человека в сутки образуется и используется в обменных процессах 100 мг и более нитратов.

Азот усваивается растениями после нитрификации – процесса превращения азотосодержащих веществ в форму, пригодную для усвоения высшими растениями. Различают:

– автотрофную нитрификацию, осуществляемую бактериями-нитрификаторами (на корневой системе бобовых растений размножаются клубеньковые бактерии, переводящие молекулярный азот в химические соединения), которые обогащают почву азотом;

– гетеротрофную нитрификацию, осуществляемую микроорганизмами (в ходе гетеротрофной нитрификации происходит превращение органических и неорганических соединений азота).

Соединения азота (оксиды и азотная кислота) в небольших количествах образуются в атмосфере и выпадают с осадками. За год на 1 га площади поступает 2,5–4 кг связанного азота. Но этого недостаточно для нормального роста и плодоношения культурных растений. Поэтому используется дополнительное обогащение почвы азотом, внесением минеральных азотосодержащих удобрений.

При избыточном содержании азота в почве происходит излишнее накопление нитритов в растениях. Неблагоприятные погодные условия, недостаток света и тепла ранней весной существенно снижают активность фотосинтетических процессов, а на фоне усиленного азотного питания заставляют растения накапливать неиспользованный нитратный азот «впрок».

*Причинами избыточного накопления нитратов в растениях являются:*

- 1) нарушение норм, доз, сроков и способов внесения азотных удобрений;
- 2) нарушение агротехники возделывания культуры (несвоевременное проведение посева или посадки культуры, обработки почвы, несвоевременные сроки уборки, несбалансированное содержание элементов питания в почве);
- 3) неблагоприятные средовые условия (недостаток света, неоптимальная температура и др.), которые приводят к инактивации фермента нитратредуктазы и задержке участия нитратов в синтезе органических

соединений и их избыточному накоплению, что характерно для овощей защищенного грунта.

Из нитратов, ежедневно попадающих в организм взрослого человека, 70 % поступает с овощами, 20 % – с водой и 6 % – с мясом и консервированными продуктами, которые добавляют с целью улучшения потребительских свойств и для более длительного ее хранения. Так, в сырокопченой колбасе нитритов содержится 150 мг/кг, а в вареной – 50–60 мг/кг. Проявляется это за счет пищевых добавок E249 – нитрит калия и E250 – нитрит натрия, E51 – нитрат натрия и E252 – нитрат калия, которые используются как консерванты и фиксаторы окраски.

*Отрицательное действие нитратов на организм человека и животных обусловлено тремя основными причинами.*

1. Попадая в органы пищеварения, нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ) под действием микроорганизмов восстанавливаются до нитритов ( $\text{NO}_2^-$ ), которые токсичнее нитратов в 10–20 раз. Они вызывают хронические заболевания желудочно-кишечного тракта.

2. Нитриты взаимодействуют с железом гемоглобина крови, вызывая его окисление. При этом гемоглобин превращается в метгемоглобин, который не способен переносить кислород. Для образования 2000 мг метгемоглобина достаточно 1 мг нитрита натрия.

В нормальном состоянии у человека содержится в крови около 2 % метгемоглобина. Если содержание метгемоглобина возрастает до 30 %, то появляются симптомы острого отравления (одышка, тахикардия, цианоз, слабость, головная боль), при 50 % метгемоглобина может наступить смерть.

Концентрация метгемоглобина в крови регулируется метгемоглобинредуктазой, которая восстанавливает метгемоглобин в гемоглобин. Метгемоглобинредуктаза начинает вырабатываться у человека только с трехмесячного возраста, поэтому дети до года, и особенно до трех месяцев, перед нитратами беззащитны.

3. Нитраты вступают в реакцию с вторичными аминами, образуя нитрозоамины. Основной токсический эффект нитрозоаминов связан с их высокой канцерогенностью. Около 80 % исследованных нитрозоаминов оказались канцерогенами и мутагенами, а в опытах на животных доказано еще тератогенное и эмбриотоксическое действие нитрозоаминов. Нитрозоамины приводят чаще всего к раку печени, пищевода, дыхательной системы, почек. Кроме того, эти вещества разрушают витамины А и В, нарушают функцию щитовидной железы, а также воздействуют на зародышевые ткани.

*Содержание нитратов обусловлено биологическим, средовым и технологическим факторами.* Распределение нитратов связано с физиологической специализацией и морфологическими особенностями отдельных органов возделываемых культур, типом и расположением листьев, размером листовых черешков и жилок, диаметром центрального цилиндра в корнеплодах.

Накопление нитратов тесно связано с видом растения. Так, они

практически отсутствуют в зерне злаковых культур и в основном сосредоточены в стеблях и листьях.

Накопление нитратов меняется в зависимости от типа органа растения. В клубнях картофеля низкий уровень нитратов обнаружен в мякоти клубня, тогда как в кожуре и сердцевине их содержание возросло в 1,1–1,3 раза. Сердцевина, кончик и верхушка столовой свеклы отличаются от остальных его частей повышенным содержанием нитратов.

В белокочанной капусте наибольшее количество нитратов находится в верхушке стебля (кочерыжке). Верхние листья кочана содержат их в 2 раза больше, чем внутренние. И так же как у зеленых овощей, черешки листьев капусты отличаются более высоким содержанием нитратного азота, чем листовые пластинки.

Содержание нитратов в огурцах и кабачках уменьшается от плодоножки к верхушке плода, их больше в кожуре, чем в семенной камере и мякоти. Больше нитратов сосредоточено по периферии плодов, чем в их середине.

Зоны с разным содержанием нитратов наблюдается и в корнеплодах. В нижней части корнеплодов, где расположены мелкие всасывающие корешки, содержание нитратов всегда выше, чем в верхней и средней части. В середине корнеплодов моркови уровень нитратов выше, чем в коре, и снижается в направлении от кончика корня к верхушке. Высоким он остается и в верхней части корнеплода редьки и редиса. Свекла столовая отличается повышенной способностью накопления нитратов. У нее основное количество их содержится в верхней части и кончике корнеплода.

Содержание нитратов уменьшается на пути: корень – стебель – лист – плод – семена.

Молодые растения накапливают больше нитратов, чем старые. При уборке многосборовых растений (огурец, томат) больше нитратов содержится в плодах ранних сборов. Различие между сортами одного вида по накоплению нитратов составляет 200–500 % (рис.1).

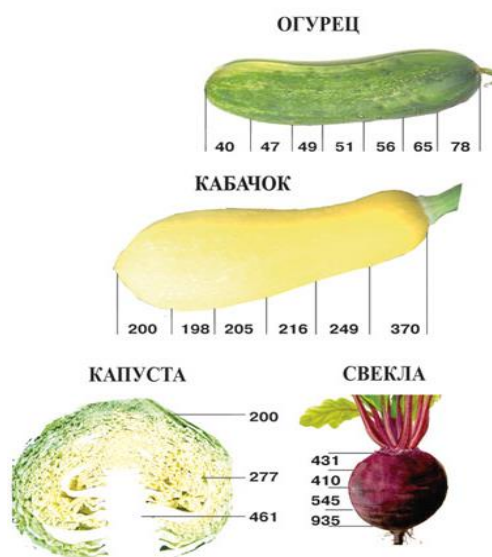


Рис.1. Содержание нитратов в овощах по зонам, мг/кг

В настоящее время разработаны гигиенические нормативы (предельно допустимые концентрации) содержания нитратов в основных продуктах растительного происхождения. Министерством здравоохранения утверждена суточная допустимая доза нитратов – 5 мг на 1 кг массы тела человека. Следовательно, взрослый человек без особого вреда для здоровья может получать с продуктами питания 300–350 мг нитратов ежедневно. Поступление такого количества нитратов не вызывает никаких изменений ни у человека, ни у потомков. Эта доза нитратов соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения.

***Содержание нитратов в продуктах питания можно снизить в результате ряда мероприятий:***

- оптимизация доз азотных удобрений;
- применение медленно действующих форм азотных удобрений;
- локальное и дробное внесение удобрений;
- исключение поздних подкормок азотом;
- селекция на снижение накопления нитратов;
- соблюдение технологии возделывания культуры;
- выбор оптимальных сроков уборки (вечерние часы для листовых овощей);
- создание оптимальных условий выращивания в защищенном грунте.

Способы снижения нитратов в сельскохозяйственной продукции:

– термическая обработка овощей – мойка, варка, жарка, тушение и бланширование. Так, при вымачивании количество нитратов уменьшается на 20–30 %, а при варке на 60–80 %. В капусте – на 58 %, в столовой свекле – на 20 %, в картофеле – на 40 %. При этом следует помнить, что при усиленной мойке и бланшировании овощей в воду уходят не только нитраты, но и ценные вещества: витамины, минеральные соли.

- хранение свежих овощей при пониженной температуре;
- консервирование уменьшает содержание нитратов на 20–25 % в овощах, особенно при консервировании огурцов, капусты, так как нитраты уходят в рассол и маринад;
- закладка овощей на длительное хранение сроком более чем на 5 месяцев.

**Задание.** Определить содержание нитратов в растительной продукции и дать оценку ее качественному состоянию.

**Материалы и оборудование:** пробы растительного материала, терка овощная, нож, фильтровальная бумага, предметные стекла; реактивы: 1%-ный раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте.

**Методика выполнения работы.** Для анализа берут небольшое количество растительной пробы и измельчают на мелкой терке. Из полученной однородной массы выжимают несколько капель сока на предметное стекло и приливают к нему две капли дифениламина. Содержание нитратов в образце определяют по изменению окраски сока, пользуясь табл.1.

Т а б л и ц а 1. Шкала оценки содержания нитратов в продукции

Характер окраски	Содержание NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг
Сок окрашивается быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает	>3000
Сок окрашивается в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время	3000
Сок окрашивается в синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время	1000
Окраска светло-синяя, исчезает через 2–3 минуты	500
Окраска светло-синяя, быстро исчезает	250
Следы голубой, быстро исчезающей окраски	100
Нет ни голубой, ни синей окраски	0

Уровень загрязнения продукции устанавливают путем сопоставления полученных результатов с санитарно-гигиеническими нормативами (прил. 1).  
Результаты опытов заносят в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Содержание нитратов в растительной продукции

Анализируемая продукция	Окраска сока	Содержание нитратов, мг/кг	ПДК, мг/кг	Качество продукции

Приложение 1

**Допустимые уровни нитратов в отдельных пищевых продуктах растительного происхождения для населения Беларуси (временный региональный норматив)**

Наименование продукта	Содержание нитрат-иона (NO <sub>3</sub> ), мг/кг
Картофель	150
Капуста белокочанная	400
Морковь	200
Томаты	100
Огурцы	150
Лук (перо)	400
Лук (луковица)	80
Редис	1500
Баклажаны, патиссоны	300
Свекла столовая	1400
Листовые овощи (салаты, щавель, петрушка, сельдерей, кинза, укроп и т. д.)	1500
Дыни	90
Арбузы	60
Перец сладкий	200
Кабачки	400
Виноград столовых сортов	60
Яблоки	60
Груши	60
Продукты детского питания (овощи консервированные)	50