
НИТРАТЫ И НИТРИТЫ В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

С.А. Койка, В.Т. Скориков

Кафедра генетики, селекции и растениеводства
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Показаны главные причины и особенности накопления нитратов и нитритов в растениеводческой продукции. Приведены предельно допустимые концентрации и их токсическое воздействие на организм человека. В работе также изложены основные способы снижения содержания нитратов и нитритов в продукции растениеводства.

Причинами избыточного содержания нитратов в растительной продукции наряду с высокими дозами азотных удобрений могут быть слабая освещенность, несбалансированность минерального питания, уборка недозревшей продукции, видовые и сортовые особенности растений, а также другие факторы агротехнического и экологического характера.

Повышенное содержание нитратов ухудшает качество продукции (уменьшается содержание витамина С и незаменимых аминокислот, изменяется состав макро- и микроэлементов, снижаются органолептические свойства), в результате чего продукты оказывают отрицательное действие на организм человека, которое усиливается еще и тем, что в продуктах и желудочно-кишечном тракте человека они могут восстановиться до нитритов, токсическое действие которых значительно сильнее. Нитриты, в свою очередь, взаимодействуя с аминами, образуют нитрозаселеины, обладающие канцерогенными свойствами.

Проблемы, связанные с накоплением нитратов в растительной продукции, особенно в условиях интенсивной химизации земледелия, определили необходимость систематического контроля за содержанием этих токсикантов в овощах, картофеле, бахчевых культурах, плодовых и кормовых [2].

Нитраты и нитриты являются естественными компонентами растительного организма. Поэтому считаем, что необходимы профессиональные разъяснения по основным аспектам нитратной проблемы в свете имеющихся научных данных.

Азот — один из главных элементов, необходимых для растений.

В растения он поступает из почвы, главным образом в виде солей азотной кислоты (нитраты) и аммония (аммиачные соединения), которые имеют равное значение в питании. Поступившие в растение минеральные соединения азота проходят сложный цикл превращений, конечным этапом которых является включение их в состав аминокислот и белковых молекул (без азота нет белка, а без белка нет жизни). Минеральные и органические соединения, содержащие азот в почве, в процессе нитрификации превращаются в нитраты — основной источник азотного питания растений. В самом же растении разные соединения азота выполняют различные роли. Нитраты являются транспортной (несвязанной) формой азота и их больше содержится в проводящих органах (в стебле, черешках и жилках), меньше — в пластинке листа, плодах, семенах [3].

Нитраты, по каким либо причинам не вовлеченные в синтез белка, могут накапливаться в растениях в значительных количествах (до 20% от общего содержания азота), причем растениям они не вредят, выполняя роль резервного азота для синтеза аминокислот и белков. Недостаток азота задерживает рост и развитие растений, в первую очередь листьев и вегетативных органов. При этом растения приобретают светло-зеленую окраску с желтоватым оттенком как результат уменьшения количества хлорофилла. Усиленное азотное питание при недостатке фосфатного и калийного очень часто приводит к неравномерности созревания растений, затягивая вегетационный период. Трансформация нитратов может происходить и в сырой фитомассе. Образование нитритов обусловлено только высокой активностью нитратредуктазы, являющейся основным фактором регуляции восстановления нитратов. Микробиологический переход нитратов в нитриты установлен при хранении овощей и продуктов их переработки уже в течение 10—12 часов при комнатной температуре. Установлено, что восстановление нитратов в нитриты в сырой растительной массе происходит постоянно в обычных условиях. Сначала значительная часть нитратов в быстром темпе превращается в нитриты в результате активного функционирования нитратредуктазы [8].

В дальнейшем, видимо, начинается постепенное инактивирование фермента и скорость процесса восстановления замедляется. Однако в результате микробиологического восстановления нитратов содержание нитритов в фитомассе в течение длительного времени (48—60 часов) остается на постоянном уровне.

В этой связи при проведении текущего санитарно-гигиенического контроля пищевых растений, овощей, фруктов и продуктов их переработки, особенно при длительном хранении, необходимо устанавливать не только наличие нитратов, но и нитритов, потому что последние могут образовать с алифатическими аминами нитрозоамины, оказывающие канцерогенное действие. Восстановление нитратов в нитриты происходит во всех случаях, когда развиваются процессы самосогревания в зеленых растениях, нитриты образуются при ранних заморозках. Переход нитратов в нитриты происходит даже при непродолжительном хранении (1,5—2 часа), особенно в жаркую погоду [1].

Токсическое действие нитратов и нитритов проявляется в резком увеличении содержания метгемоглобина в крови. Связанное с этим уменьшение снабжения органов и тканей организма кислородом (гипоксия) ведет к изменению функций центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы и т.д. Особенно чувствительны к нитратам дети раннего возраста, лица преклонных лет, беременные женщины, больные, страдающие заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой систем [13].

Проблема вредного влияния повышенных доз нитратных и нитратных форм азота обсуждалась Продовольственной комиссией ООН, Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Академией медицинских наук. Решением данной проблемы занимаются медики, работники сельского хозяйства, агрохимии и селекционеры. Главной причиной накопления нитратов в продукции растениеводства считается применение высоких доз азотных туков.

В 1988 году Министерством здравоохранения утверждены новые санитарно-гигиенические нормы, распространяющиеся на различные виды продукции (мг NO₃ на 1 кг): капуста белокочанная ранняя — 900, капуста белокочанная поздняя — 500; морковь ранняя — 400, морковь поздняя — 250; томаты — 150; огурцы — 150; свекла столовая — 1400; лук репчатый — 80, лук перо — 600; листовые овощи (салаты, шпинат, щавель, капуста салатная, петрушка, сельдерей, кинза, укроп и т.д.) — 2000; дыни — 90, арбузы — 60; перец сладкий — 200, кабачки — 400; виноград столовых сортов — 60, яблоки — 60, груши — 60.

Продовольственной и сельскохозяйственной комиссией ФАО установлено, что суточное потребление человеком нитратов не должно превышать 500 мг. В США эта доза выше — 700 мг в сутки. Но в литературе имеются указания на то, что суточная доза не должна превышать 240 мг, а по нормативам, разработанным для Эстонии — 100 мг. Для взрослого человека она в РФ равна 300—325 мг, а для детей не должна превышать 5 мг на 1 кг массы тела [11].

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в овощной продукции в различных странах мира колеблется в значительных пределах. В РФ установлены самые низкие ПДК по сравнению с зарубежными странами. Так, например, ПДК нитратов для столовой свеклы составляет в Чехии 3500 мг, в Австрии — 3500 мг, в США — 3600 мг, в Голландии — 4000 мг при норме в РФ 1400 мг на 1 кг сырой массы.

С 1986 года действуют временные гигиенические нормативы содержания N-нитрозоаминов в пищевых продуктах, согласно которым концентрация этих канцерогенных веществ не должна превышать 0,002 мг на 1 кг.

Ученым известно около 20 факторов, влияющих на содержание нитратов в растениях. Многие из них неуправляемы. Большое влияние на содержание нитратов в растительной продукции оказывают условия минерального питания. Установлено, что повышенные несбалансированные дозы минеральных удобрений, особенно азоты, приводят к снижению качества продукции — уменьшению сахаров, ухудшению сохранности вследствие задержки созревания и накоплению в тканях минеральных форм азота. Применение избыточных доз азотных удобрений при несоблюдении прочих факторов (недостатке фосфора, калия, нарушении температурного режима, а также влажности почвы и воздуха) приводит к накоплению нитратов в продукции растениеводства в дозах, токсичных для человека [5; 10]. Все овощи, возделанные в теплицах, по сравнению с открытым грунтом содержат в 2—12 раз больше нитритного азота. Установлено, что больше всего нитратов в овощах накапливалось при использовании нитратных форм (аммиачная, калийная, натриевая селитры) и гораздо меньше при использовании аммонийных форм (карбамид, сульфат аммония). Фосфорные удобрения не являются прямым поставщиком азота для растений, но при одностороннем их внесении, изменяя сбалансированность элементов питания, улучшая условия корневого питания, они оказывают косвенное воздействие на биологические процессы в растениях и на уровень содержания нитратов и общего азота [9].

Важна также роль калия. Калий способствует синтезу углеводов и органических кислот, влияя на интенсивность связывания нитратов в органические соединения.

Важное значение для профилактики накопления нитратов в растениях имеет применение микроэлементов. Так, недостаток в почве металлов, активирующих редуктазу (молибдена, железа, меди, ванадия, марганца и т.д.), тормозит утилизацию нитратного азота растениями.

Действие указанных микроэлементов на накопление нитратов зависит от множества почвенно-климатических факторов, применения различных видов удобрений и содержания макро- и микроэлементов в почве.

Сильнее влияют на скорость восстановления нитритов в растениях такие факторы: погодные условия, освещенность, тип почвы. Интенсивность освещения обуславливает активность фермента нитратредуктазы. Применение мало-прозрачной пленки, загрязнение стекла теплицы также замедляют утилизацию поступивших в растения нитратов и увеличивает их содержание [12].

Неблагоприятные для фотосинтеза климатические условия (длительная засуха при высокой температуре или похолодание при пасмурной погоде, заморозки) способствуют наиболее интенсивному накоплению нитратов.

Недозрелые овощи содержат значительное количество нитратов.

Одним из факторов, влияющих на накопление нитратов, является генетическая особенность сортов. Данные научных учреждений показывают, что между различными сортами и гибридами разница в содержании нитратного азота составляет от двухсот до пятисот процентов.

Фактором, влияющим на накопление нитратов, относится густота стояния растений и размер корнеплодов. Больше всего они накапливаются в крупных корнеплодах моркови и свеклы. А загущение растений в полевых условиях ведет к преобладанию в урожае корнеплодов небольшого размера с низким содержанием нитратов.

На тяжелых почвах овощные культуры накапливают нитратов больше, чем на легких. На накопление нитратов оказывает влияние и режим орошения овощных культур. Избыток воды влияет на растворимость азотных удобрений, и нитраты, как правило, выносятся за пределы корнеобитаемой зоны, тем самым уменьшается их содержание в растениях. Вместе с тем на увеличение содержания нитратов влияют болезни, вредители с/х культур, способы предпосевной обработки почвы.

Под каждую культуру минеральные удобрения вносят в правильном соотношении элементов питания. Фосфорные и калийные удобрения снижают отрицательное действие азотных.

Известно, что в значительной степени возрастает концентрация нитратов в овощах при использовании нитратных форм удобрений — аммиачной, калийной и натриевой селитры. Подкармливать растения лучше амидными или аммонийными формами (карбомид, сульфатамонил). Амидная форма азота мочевины более безопасна, она разлагается в почве с образованием аммиака. Амми-

ачный азот поглощается растениями и включается в аминокислотные белки без накопления нитратов. В пасмурную погоду и при ослабленном метаболизме, особенно в защищенном грунте, аммонийная форма удобрений может привести к отравлению растений аммиаком. Поэтому лучше использовать нитратные формы. Избыток нитратов в продукции можно получить при чрезмерном удобрении почвы органикой. Поэтому важным фактором регулирования содержания их является совместное применение органических и минеральных удобрений [7].

Азотные подкормки в открытом грунте прекращают за 1,5—2 месяца до уборки урожая. Чем больше срок от последней подкормки до уборки, тем меньше нитратов в продукции.

С осторожностью нужно применять пестициды, так как вместе с нитратами они могут создавать дополнительный неблагоприятный фон, некоторые из них могут служить предшественниками N-нитрозосоединений. В засушливые годы при внесении высоких доз азотных удобрений в почву растения накапливают большое количество нитратов. В этой связи регулярный полив овощей способствует умеренному и равномерному азотному питанию растений, значительно снижая накопление нитратов.

Важно не загущать посевы, правильно формировать растения, не допуская избыточной листовой поверхности. Изменяя густоту стояния растений, можно существенно снизить содержание нитратов.

Необходимо знать распределение нитратов по различным органам растений. Установлено, что они в основном накапливаются в стеблях, корнях, корнеплодах, черешках и жилках листьев и меньше в плодах. Например, у капусты в наружных листьях содержится нитратов вдвое больше, чем во внутренних, в кочерыге еще больше. В плодах огурцов содержание нитратов в пять раз больше в кожуре, чем в мякоти. У столовой свеклы они концентрируются в хвостике и в верхушке корнеплода. Содержание их в восемь — десять раз выше, чем в середине корнеплода. Такое же размещение нитратов у редиса и редьки [4].

Содержание нитратного азота зависит от возраста растений. По мере созревания овощей уровень нитратов в них снижается. Необходимо убирать овощи спелыми, не дожидаясь перезревания. Часто переросшие корнеплоды столовой свеклы, массой 400 г и более, кабачки содержат повышенное количество нитратов. У моркови лучшее качество корнеплода отмечено при его массе 100—200 г. Сбор овощей лучше производить во второй половине дня в солнечную погоду. Повышенное содержание нитратов в зелени нейтрализуется в ней аскорбиновой кислотой (витамина С).

При варке, бланшировании, консервировании, солении, квашении и очистке уровень нитратов уменьшается. Первые 3—4 дня после подобной обработки образования нитритов из нитратов идет ускоренно. В этой связи нельзя употреблять свежесоленную капусту, огурцы и другие заквашенные овощи раньше, чем через 10—15 дней. При длительном, в течение двух часов, вымачивании в воде листьев петрушки, укропа, салата из них вымывается 15—20% нитратов [6].

Таким образом, нитрат и нитрит ионы — естественные компоненты растений. Практически избавиться от нитратов совсем невозможно. К этому явлению человеческий организм приспособился в ходе эволюции. Достаточно снизить количество нитратов в суточном рационе человека. Минеральные и органические удобрения становятся опасными и приносят вред при неправильном их хранении и применении. Для предотвращения накопления нитратов в плодах и овощах необходимо повышать культуру земледелия, уровень агротехники в садах и огородах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Гайлитис М.* Еще раз о нитратах // Наука и мы. — 1990. — № 6. — С. 2.
- [2] *Глунец Н.М., Дмитриева Л.В., Макарова С.О.* Как снизить содержание нитратов в продукции // Картофель и овощи. — 1990. — № 1. — С. 24—28.
- [3] *Дерягина В.П.* Ах, нитраты! И кто же вас выдумал? // Здоровье. — 1989. — № 9.
- [4] *Мугицев А.Ф., Посмитная И.В.* Содержание нитратов в овощах можно регулировать // Картофель и овощи. — 1989. — № 1.
- [5] *Покровская С.Ф.* Пути снижения содержания нитратов в овощах. — М., 1988.
- [6] *Рычков А.Л.* Нитратная кухня // Химия и жизнь. — 1989. — № 7.
- [7] *Соколов О.А.* Нитраты под строгий контроль // Наука и жизнь. — 1988. — № 3.
- [8] *Соколов О.А.* Особенности распределения нитратов и нитритов в овощах // Картофель и овощи. — 1987. — № 6.
- [9] *Соколов О., Семенов В., Агаев В.* Нитраты в окружающей среде. — Пушкино, 1990.
- [10] *Сопильняк Н.Т., Федотова Л.С.* Удобрения и качество продукции // Картофель и овощи. — 1987. — № 5. — С. 18—19.
- [11] *Чапкявиченс Э.С.* Как уменьшить содержание нитратов и нитритов в овощах // Здоровье. — 1988. — № 3.
- [12] *Черняева И.И.* Экологические проблемы использования азотных удобрений // Химизация сельского хозяйства. — 1990. — № 4. — С. 20—21.
- [13] *Эвентейн З.* Нитраты, нитриты, нитрозамины // Общественное питание. — 1989. — № 3.

NITRATES AND NITRITES IN PRODUCTION VEGETATIVE

S.A. Kojka, V.T. Skorikov

Department of genetics and plant growing
Russian People's Friendship University
Miklucho-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

In spring the years period all vegetable production contains a plenty of nitrates. Therefore there is a necessity to establish a way of its hit and reduction of concentration to a plant. In work the main reasons and features of accumulation of nitrates and nitrites in crop are shown production. Maximum permissible concentration and their toxic influence on an organism of the person are given. In work as the basic ways of reduction of the maintenance of nitrates and nitrites in production.