

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc200344271)

[ГЛАВА 1. НИТРАТЫ, ЕГО СВОЙСТВА И ВЛИЯНИЕ 6](#_Toc200344272)

[1.1. Азот как необходимый элемент питания растений 6](#_Toc200344273)

[1.2. Роль азотных удобрений и их необходимость для растений 7](#_Toc200344274)

[1.3. Негативное действие азотсодержащих удобрений на растения и окружающую среду 9](#_Toc200344275)

[1.4. Влияние нитратов на рост и развитие растений 10](#_Toc200344276)

[1.5. Влияние нитратов на организм человека 16](#_Toc200344277)

[ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ 23](#_Toc200344278)

[Заключение 51](#_Toc200344279)

[Библиографический список 52](#_Toc200344280)

# **[Введение](#_Введение)**

В настоящее время сельское хозяйство ориентировано на повышение урожайности культур и обеспечение продовольственной безопасности, что требует активного применения минеральных удобрений, в частности азотсодержащих. Однако, использование таких удобрений может приводить к накоплению нитратов в тканях растений, что представляет серьезную проблему, связанную с качеством пищевых продуктов и их безопасностью для здоровья человека. Особенно остро эта проблема проявляется при выращивании овощных и зеленных культур, которые наиболее склонны к аккумуляции нитратов. При этом важно отметить, что степень накопления нитратов зависит не только от количества вносимых удобрений, но и от условий выращивания, сортовых особенностей растений и сроков сбора урожая.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения влияния азотных удобрений на процесс накопления нитратов в сельскохозяйственной продукции. Данный процесс определяется особенностями азотного метаболизма растений, агротехническими условиями выращивания и нормами внесения удобрений. Превышение предельно допустимых концентраций нитратов в растительной продукции представляет серьезную опасность для здоровья человека вследствие их токсического и канцерогенного воздействия, что определяет междисциплинарную значимость проблемы на стыке агрохимии, экологии и медицины. Особую актуальность приобретает формирование у обучающихся научных представлений о нитратной нагрузке в продуктах питания [Кузнецова, Петров, 2022].

Кроме того, в условиях изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на экосистемы важно разработать подходы к снижению уровня нитратов в растительной продукции, а также показать обучающимся основы экологической безопасности и физиологии растений, что подчеркивает значимость исследования для образовательной сферы.

База исследования включает изучение научных работ по физиологии растений, материалов по экологическому контролю, анализа нормативных документов (например, предельно допустимых концентраций нитратов), а также экспериментальные данные, представленные в литературе.

*Цель:* разработка содержания научно-исследовательской работы с обучающимися по теме «Определение количества нитратов в растительной продукции».

*Задачи:*

* изучить свойства нитратов, их образование и трансформацию в тканях растений;
* проанализировать механизмы азотного обмена, условия, способствующие накоплению нитратов, их воздействие на организм;
* разработать содержание научно-исследовательской работы.

Объект – учебно-воспитательный процесс по биологии на внеурочных занятиях по биологии при изучении нитратов.

Предмет – влияние изучения нитратов, применяемых на внеурочных занятиях по биологии.

Методы.

1. Теоретические методы: анализ и синтез научной, методической литературы; обобщение изученной информации [Рузавин, 2012];
2. Эмпирические методы: наблюдение, сравнение [Кравченко, 2007].

Структура работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, выводов и списка литературы.

# **[Глава 1. НИТРАТЫ, ЕГО СВОЙСТВА И ВЛИЯНИЕ](#_Глава_1._Нитраты,)**

## **1.1.** [**Азот как необходимый элемент питания растений**](#_Азот_как_необходимый)

Азот − это химический элемент V группы периодической системы Д.И. Менделеева, атомная масса (вес) 14,007, порядковый номер 7; в молекулярной форме (N2) − газ, составляющий по объему 78% земной атмосферы. Это важный элемент питания, необходимый для нормального развития растений. Он входит в состав белков (16−18 % от их массы), нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, хлорофилла, гемоглобина, алкалоидов. Соединения азота играют большую роль в процессе фотосинтеза, обмена веществ, образования новых клеток [Степанова, 2009].

Много противоположностей связано со словом азот: с одной стороны − это нежизненный газ, а с другой стороны − нет жизни без азота, так как он является составной частью белков. Азот способен то окисляться, то восстанавливаться. Он может быть как кислотного, так и щелочного характера, вдобавок ко всему, в отличие от других элементов, большую роль в жизни растения играет способность использовать в процессах синтеза разные степени окисления и восстановления, как азотная (HNO3), азотистая (HNO2) и азотноватистая кислоты (Н2N2O2), аммиак (NH3) и гидроксиламин (NH2OH), а у низших организмов ‒ и свободный азот (N2). С экономической стороны азот, в свою очередь, является то самым дорогим элементом, если речь идет о минеральных удобрениях, то совсем бюджетным и общедоступным, если брать в расчет использование азота бобовых [Ягодин, 2002].

Условия азотного питания оказывают большое влияние на рост и развитие растений. При достаточном поступлении в растения азота в них усиливается синтез органических азотистых веществ. Растения формируют мощные листья и стебли с интенсивно-зеленой окраской, хорошо растут и кустятся, улучшается формирование и развитие органов плодоношения. Благодаря этому, резко повышаются урожай и содержание белка в нем. Однако, при переизбытке азота задерживается созревание растений, они начинают образовывать внушительную вегетативную массу, но при этом, совсем недостаточно зерна или клубней и корнеплодов, а также, у зерновых и льна избыток азота может вызывать полегание [Мельников, Иванова, 2018].

При недостатке азота рост растений резко замедляется, листья становятся мелкие, бледно-зеленой окраски, преждевременно желтеют, стебли становятся тонкими и слабо ветвятся. Ухудшаются также формирование и развитие репродуктивных органов и налив зерна, сильно сокращается урожай и содержание белка в нем [Ягодин, 2019].

# **1.2.** **[Роль азотных удобрений и их необходимость для растений](#_Роль_азотных_удобрений)**

Азотные удобрения − неорганические и органические азотсодержащие вещества. Азотные удобрения получают главным образом из синтетического аммиака [Беликов, 2002].

Азоту принадлежит ведущая роль в повышении урожая сельскохозяйственных культур. Д. Н. Прянишников акцентировал внимание на том, что значимым условием, определяющим среднюю высоту урожая, была степень обеспеченности сельскохозяйственных растений азотом.

Огромное значение азотных удобрений в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур предопределяется исключительно важной ролью азота в жизни растений.

Азотные удобрения представляют собой белый или желтоватый кристаллический порошок (кроме цианамида калия и жидких удобрений), хорошо растворимы в воде, не поглощаются или слабо поглощаются почвой. В связи с этим, азотные удобрения нетрудно вымываются, что ограничивает их применение осенью в качестве основного удобрения. Большая часть из них обладает высокой гигроскопичностью и требует специальной упаковки и хранение.По выпуску и использованию в сельском хозяйстве наиболее значимые из этой группы аммиачная селитра и мочевина, составляющие около 60 % всех азотных удобрений [Безуглова, 2013].

Разновидность почвенных и климатических условий, биологические особенности многочисленных сельскохозяйственных культур, а также экономические соображения предопределили необходимость производства нескольких видов азотных удобрений.

Азотные удобрения содержат азот в трех основных формах:

* в виде аммиака, связанного с какой-либо минеральной кислотой;
* аммиачные удобрения;
* в виде нитратов, иными словами, в виде солей азотной кислоты − нитратные удобрения;
* в виде амидов, то есть, амидные удобрения.

Помимо перечисленных видов азотных удобрений, имеются также удобрения, содержащие азот одновременно в аммиачной и нитратной форме (например, аммиачная селитра). К аммиачным удобрениям относятся сульфат аммония, хлористый аммоний, бикарбонат аммония, жидкие аммиачные удобрения, а к аммиачно-нитратным удобрениям − аммиачная селитра (нитрат аммония, азотнокислый аммоний), известковая селитра (сульфонитрат аммония, лейна-селитра, монтан-селитра, нитросульфат аммония) [Кузнецов, 2015].

Нитратные удобрения − натриевая селитра (нитрат натрия, азотнокислый натрий, чилийская селитра), кальциевая селитра (нитрат кальция, азотнокислый кальций, известковая селитра, норвежская селитра), калийная селитра (нитрат калия, азотнокислый калий). Калийная селитра, кроме азота, содержит калий и является источником азотно-калийного питания растений.

Амидные удобрения − мочевина (карбамид), цианамид кальция, мочевиноформальдегидные удобрения. Наиболее ценна мочевина [Барсуков, Припутина, 2018].

Более привычно азот в плодородном слое почвы содержится в форме, которая растениям почти недоступна. Но тем не менее, вследствие микробиологических процессов азот из недоступных форм преобразуется в усвояемую растениями форму. В почве присутствуют некоторые микроорганизмы, которые в результате усваивают азот из воздуха и делают его доступным для растений. Однако, независимо от этих обстоятельств, подкормка растений азотистыми удобрениями в большинстве случаев целесообразна, так как почвы этим элементом бедны.

# **1.3.** [**Негативное действие азотсодержащих удобрений на растения и окружающую среду**](#_Негативное_действие_азотсодержащих)

Одним из значительных загрязнителей окружающей среды является сельскохозяйственное производство. В систему круговорота химических элементов искусственно вводятся внушительные массы азота в виде минеральных удобрений. Загрязнение почв чужеродными химическими веществами наносит им огромный ущерб [Черных, 2015].

Негативное действие азотсодержащих удобрений на растения и окружающую среду может проявляться различными способами:

* влияние на растения – уменьшение подвижности других элементов в почве;
* ухудшение физических свойств почв;
* ухудшение водных свойств почв;
* ослабление поступления веществ в растения, конкуренция за поглощение корнем, появление токсинов, изменение заряда корня и прикорневой зоны;
* проявление несбалансированности в корневых системах, нарушение циклов метаболизма;
* появление несбалансированности в листьях, нарушение циклов метаболизма, ухудшение технологических и вкусовых качеств;
* токсикация микробиологической активности;
* токсикация ферментативной активности;
* токсикация животного мира почвы;
* уменьшение адаптации к вредителям и болезням, экстремальным условиям в связи с перекормом;
* потери гумуса, изменение его фракционного состава;
* ухудшение физико-химических свойств почв;
* ухудшение физико-механических свойств почв;
* ухудшение воздушного режима почвы;
* утомляемость почвы (потеря плодородности);
* появление токсичных концентраций отдельных элементов;
* увеличение концентрации отдельных элементов в растениях выше допустимого уровня [Романова, 2020].

# **1.4.** [**Влияние нитратов на рост и развитие растений**](#_Влияние_нитратов_на)

Нитраты − это нормальный продукт обмена азота в растениях, несмотря на это, их содержание зависит от следующих факторов: а) несбалансированное применение удобрений; б) превышение применяемых доз по сравнению с буферной емкостью отдельных компонентов экосистемы; в) направленный подбор форм удобрений для отдельных типов почв, растений и условий среды; г) неправильные сроки внесения удобрений для конкретных почв и условий среды; д) внесение вместе с удобрениями и мелиорантами различных токсикантов и их постепенное накопление в почве выше допустимого уровня [Минеев, 2004]. При правильной организации и контроле применения минеральные удобрения не опасны для окружающей среды, здоровья человека и животных. Оптимальные научно-обоснованные дозы увеличивают урожайность растений и повышают количество продукции [Скурлатов, 1994].

Основным источником азота для растений являются соли азотной кислоты (нитраты) и соли аммония. В естественных условиях питание растений азотом происходит путем потребления ими аниона NО3- и катиона NH4+, находящихся в почвенном растворе. Поступившие в растения минеральные формы азота осуществляют сложный цикл превращения, в конечном итоге включаясь в состав органических азотистых соединений − аминокислот, амидов и, впоследствии, белка. Синтез органических азотистых соединений происходит через аммиак, образованием его завершается и их распад. Аммиак, по выражению Д.Н. Прянишникова «...есть альфа и омега в обмене азотистых веществ у растений» [Прянишников, 1995].

Нитратный азот не может непосредственно использоваться растениями для синтеза аминокислот. Нитраты в растениях подвергаются сначала ступенчатому, ферментативному восстановлению до аммиака. Нитраты, поступившие в растения, восстанавливаются по схеме:

NO3- 2*e* NO2- 6*e*  NH4+

(нитратредуктаза) (нитритредуктаза)

Первый этап восстановления нитрата протекает в соответствии с уравнением: NO3- + NAD(P)H + H+ 2*e*  NO2- + NAD(P)+ + H2O,

где NAД(Р)H – никотинамидадениндинуклеотидфосфат восстановленный, NAД(Р)+ – никотинамидадениндинуклеотидфосфат окисленный.

Нитратредуктаза – фермент класса оксидоредуктаз, синтезируемый в клетках в ответ на поступление NO3-; им особенно богаты молодые листья и кончики корней. Образующиеся нитриты не накапливаются, а быстро восстанавливаются до NH4+ с помощью фермента – нитритредуктазы: NO2- + 6ФДвосст + 8Н+ 6*e*  NH4+ + 6ФДокисл + 2H2O

где ФД – ферредоксин – железосодержащий белок, выполняющий функции переносчика электронов [Якушкина, Бахтенко, 2008].

Нитриты образуются не только на промежуточной стадии восстановления нитратов. Они, впрочем, как и нитраты, могут поступать в растение из почвы. Однако, нитриты абсолютно так же подвергаются восстановлению до аммиака при участии фермента нитритредуктазы.

Восстановление нитратов происходит с участием ферментов, содержащих микроэлементы молибден, медь, железо и марганец, и требует определенных затрат энергии, аккумулируемой в растениях при фотосинтезе и окислении углеводов. Восстановление нитратов в растениях осуществляется по мере использования образующегося аммиака на синтез органических азотистых соединений.

Для восстановления образующегося аммиака растению необходимы органические кислоты, такие как, глутамин и аспарагин. При присоединении аммиака к этим органическим кислотам образуются соединения − амиды. Ввиду этого, идет обезвреживание аммиака.

Органические кислоты, необходимые для образования амидов, образуются в качестве промежуточных продуктов при дыхании растений. Чем интенсивнее идет процесс дыхания, тем быстрее идёт обезвреживание аммиака. Вдобавок, процесс дыхания неразделимо связан с фотосинтезом. Без фотосинтеза невозможен процесс дыхания. Таким образом, основным условием восстановления нитратов в растениях является процесс фотосинтеза [Медведев, 2004].

Знание особенностей распределения нитратов в товарной части урожая продукции представляет особенный интерес для потребителя, в связи с тем, что позволяет рационально использовать продукцию как на переработку (варка, приготовление соков, соление, квашение, консервирование), так и в пищу в свежем виде. Это, в свою очередь, обеспечивает снижение количества нитратов, поступающих в организм человека.

Распределение нитратов связано с физиологической специализацией и морфологическими особенностями отдельных органов растений, типом и расположением листьев, размером листовых черешков и жилок, диаметром центрального цилиндра в корнеплодах. Распределение нитратов непосредственно связано с видом растения. Так, нитраты практически отсутствуют в зерне злаковых культур и преимущественно сосредоточены в стеблях и листьях. Зеленые культуры накапливают большое количество нитратов, как правило, в стеблях и черешках листьев. В листовой пластинке зеленых культур нитратов содержится в 4−10 раз меньше, чем в стеблях. Высокое содержание нитратов в стеблях и черешках обусловлено тем, что они являются местом транспорта нитратов к другим органам растений, где они ассимилируются до органических соединении азота. Способность ткани накапливать нитраты связана с целым комплексом факторов как внутренних, так и внешних. Наибольшее их количество находится в нижней части листа, минимальное − в его верхушке.

Накопление нитратов изменяется в зависимости от типа органа растения. В клубнях картофеля самый низкий уровень нитратов обнаружен в мякоти клубня, тогда как, в кожуре и сердцевине их содержание возрастает в 1,1−1,3 раза. Сердцевина, кончик и верхушка столовой свеклы отличаются от остальных его частей повышенным содержанием нитратов. Именно поэтому у столовой свеклы необходимо отрезать верхнюю и нижнюю части корнеплода.

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

Представители семейства тыквенных (кабачки, огурцы, патиссоны, арбузы, дыни, тыква) широко представлены в ассортименте продуктов питания человека. Содержание нитратов в огурцах и кабачках уменьшается от плодоножки к верхушке плода, их больше в самой кожице, чем в семенной камере и мякоти. Поэтому перед употреблением в пищу необходимо отрезать часть плода, примыкающую к хвостику. То же самое необходимо сделать и с плодами патиссона, поскольку значительное количество нитратов находится именно в этой зоне плода. Больше нитратов сосредоточено по периферии плодов, чем в их середине.

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 корешке, и снижается в направлении от кончика корня к верхушке. Высоким он остается и в верхней части корнеплода редьки и редиса [Егоров, 2015].

По способности накапливать нитраты овощи, плоды и фрукты делятся на 3 группы:

* с высоким содержанием (до 5000 мг/кг сырой массы): салат, шпинат, свекла, укроп, листовая капуста, редис, зелёный лук, дыни, арбузы;
* со средним содержанием (300–600 мг): цветная капуста, кабачки, тыквы, репа, редька, белокочанная капуста, хрен, морковь, огурцы;
* с низким содержанием (10–80 мг): брюссельская капуста, горох, щавель, фасоль, картофель, томаты, репчатый лук, фрукты и ягоды (табл. 1) [Кондратенок, Шафран, 2019].

Таблица 1. Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения [Тутельян, Хотимченко, 2021].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Продукт | Грунт открытый | Грунт защищённый |
| Картофель | 250 мг | – |
| Морковь | 250 мг | – |
| Томаты | 150 мг | 300 мг |
| Морковь ранняя | 400 мг | – |
| Огурцы | 150 – 200 мг | 400 мг |
| Груша | 60 мг | – |
| Яблоки | 60 мг | – |
| Арбуз | 60 – 90 мг | – |
| Дыни | 90 мг | – |
| Виноград столовых сортов | 60 мг | – |
| Перец сладкий | 200 мг | 400 |
| Капуста белокочанная | 500 мг | – |
| Капуста ранняя белокочанная | 900 мг | – |
| Зелёный лук | 600 – 800 мг | 800 – 1000 мг |
| Лук репчатый | 80 мг | – |
| Свекла столовая | 1400 – 1800 мг | – |
| Листовые овощи | 2000 мг | 3000 мг |
| Кабачки | 400 мг | 400 мг |

# **1.5.** **[Влияние нитратов на организм человека](#_1.5Влияние_нитратов_на)**

Нитраты имеют возможность попадать в организм человека различными путями, но основным путём является попадание через продукты питания растительного и животного происхождения. Нитраты в основном скапливаются в корнях, корнеплодах, стеблях, черешках и крупных жилках листьев, значительно меньше их в плодах. Основная масса нитратов попадает в организм человека с консервами и свежими овощами (40−80% суточного количества нитратов). Незначительное количество нитратов поступает с хлебобулочными изделиями и фруктами; с молочными продуктами попадает их − 1% (10−100 мг на литр). Нитраты содержатся и в животной пище. Рыбная и мясная продукция в натуральном виде содержит немного нитратов (5−25 мг/кг в мясе, и 2−15 мг/кг в рыбе). Но нитраты и нитриты добавляют в готовую мясную продукцию с целью улучшения её потребительских свойств и для более длительного её хранения (особенно в колбасных изделиях). В сырокопчёной колбасе содержится нитритов 150 мг/кг, а в варёной колбасе − 50−60 мг/кг.

Также попадание нитратов в организм человека возможно через питьевую воду. В питьевой воде из подземных вод содержится до 200 мг/л нитратов, гораздо меньше их в воде из артезианских колодцев. Нитраты попадают в подземные воды через различные химические удобрения (нитратные, аммонийные), с полей и от химических предприятий по производству этих удобрений.

Некоторое количество нитратов может проникать в организм через лекарственные препараты и табак. Кроме того, часть нитратов может образовываться в самом организме человека при его обмене веществ [Мартинчик, Королев, 2022].

Нитраты в большом количестве опасны для здоровья. Допустимая суточная доза нитратов для человека 150−200 мг, доза в 500 мг считается предельно допустимой нормой, а уже свыше, 600 мг и более в сутки – доза, определенно является токсичной для взрослого человека. Для грудного ребёнка токсичной является суточная доза нитратов в 10 мг.

Министерством здравоохранения ранее была утверждена суточная допустимая доза нитратов – 5мг на 1кг массы тела человека. Вследствие этого, взрослый человек без особого вреда для своего здоровья может получать из продуктов питания 300−350 мг нитратов на ежедневной основе. Поступление данного количества нитратов не вызывает каких-либо изменений ни у человека, ни у будущих потомков. Указанная доза нитратов соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения.

Нитраты под воздействием фермента нитратредуктазы восстанавливаются до нитритов, которые взаимодействуют с гемоглобином крови и окисляют в нём двухвалентное железо в трёхвалентное. Впоследствии этого, образуется вещество метгемоглобин, который уже не способен переносить кислород. Метгемоглобинемия – это кислородное голодание (гипоксия), вызванное нитритами. 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 трёхмесячного возраста, поэтому дети до года, и особенно до трех месяцев, перед нитратами беззащитны.

Особенно чувствительны к нитритам и нитратам лица преклонных лет, дети раннего возраста, беременные женщины и больные, страдающие легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Нитраты способствуют развитию патогенной (вредной) кишечной микрофлоры, которая выделяет в организм человека ядовитые вещества, например, токсины, в результате чего идёт интоксикация, т.е. отравление организма. Основными признаками нитратных отравлений у человека являются:

* синюшность ногтей, лица, губ и видимых слизистых оболочек;
* тошнота, рвота, боли в животе;
* понос, часто с кровью, увеличение печени, желтизна белков глаз;
* головные боли, повышенная усталость, сонливость, снижение работоспособности;
* одышка, усиленное сердцебиение, вплоть до потери сознания;
* при выраженном отравлении − смерть.

Нитраты снижают содержание витаминов в пище, которые входят в состав многих ферментов, стимулируют действие гормонов, а через них влияют на все виды обмена веществ. У беременных женщин возникают выкидыши, у здоровых мужчин − снижение потенции. При длительном поступлении нитратов в организм человека (пусть даже в незначительных дозах) уменьшается количество йода, что приводит к увеличению щитовидной железы. Установлено, что нитраты сильно влияют на возникновение раковых опухолей в желудочно-кишечном тракте у человека [Воронина, 1992]. Также нитраты способны вызывать резкое расширение сосудов, в результате чего понижается кровяное давление.

Для того, чтобы снизить содержание нитратов и нитритов в организме, а такжеуменьшить их вредное воздействие, следует на регулярной основепринимать в достаточных количествах, так называемые, антиоксиданты,витамин С (аскорбиновая кислота), а также, витамины Е и А. Доказано, что эти витамины являются веществами, предотвращающими и тормозящими процессы преобразования нитратов в организме.Вывести же нитраты и нитриты из организма невозможно.Нитраты необходимы, ведь без них не произойдет синтез белка.

**[1.6. Пути снижения нитратов в растительной продукции](#_1.6._Пути_снижения)**

Пути регуляции содержания нитратов в растениях включают комплекс мероприятий. Снижение доз азотных удобрений до определенного количества (благодаря чему, снизится уровень нитратов) может обеспечить урожай растений лишь на 5−10 %, а это, тем самым, является ниже максимального. Оптимизация доз азотных удобрений возможна при учете запасов минерального азота и величины азотминерализующей способности почвы перед необходимостью применения удобрений [Минеев, 2004].

Для того, чтобы иметь возможность снизить содержание нитратов, необходимо выбрать путь применения медленнодействующих форм удобрения, таких, как мочевиноформальдегидное удобрение, протопил, изобутилидендимочевина, применение которых снижает содержание NO3- − в листовых овощах в 5−10 раз, а также путем покрытия гранул капсулами, защитными плёнками. Это снижает скорость растворения гранул и обеспечивает равномерное снабжение азота в растении, в течение, всей вегетации [Скворцова, Болотских, 2019].

Действенным средством снижения содержания нитратов в растении являются ингибиторы нитрификации (сероуглерод), использование которых, даже при высоком уровне содержания азота в почве, эффективно снижало количество нитратов в урожае зеленых овощей и редиса.

Существует технологический путь решения «нитратной» проблемы − локальное применение азотных удобрений под овощные, кормовые культуры.

Доза азота сокращается на 25−30%, а уровень продуктивности не снижается, зачастую даже повышается. Это объясняется тем, что в месте внесения азота образуется очаг повышенной концентрации аммония, который замедляет нитрификацию на 3−5 недель. Преимущественное использование растениями аммонийного азота позволяет достаточно использовать его на построение белков и, тем самым, снижать аккумуляцию нитратов.

Вместе с тем, в практике все большее распространение должны получить сорта с низкой способностью к накоплению нитратов, что может стать абсолютной основой для улучшения биологического качества растениеводческой продукции. Этот путь наиболее целесообразен при выращивании овощей с коротким периодом вегетации (редис, листовые овощи), отличающихся повышенной способностью к накоплению нитратов [Шепелев, Кожухова, 2020].

В снижении содержания нитратов в овощной продукции может поспособствовать выбор оптимальных сроков уборки урожая. Так, уборку листовых овощей необходимо проводить в вечерние часы, так как, в это время, в них содержится на 30−40% меньше нитратов.

Для того, чтобы уберечь себя и близких от отравления нитратами, необходимо:

* хранить овощи и любые плоды в холодильнике, так как, при низкой температуре нитраты не смогут превратится в нитриты;
* употреблять в пищу только те части растений, в которых даже логически меньшее содержание нитратов;
* тщательно мыть овощи и очищать их от кожуры – это снизит содержание нитратов на 15%;
* замачивать зелень на 2 часа в воде, при этом вымоется 20% нитратов. Тот же способ применим, касательно моркови, свеклы, картофеля и капусты ‒ 1 час в воде и уменьшится на 25−30% нитратов;
* овощи следует варить. В картофеле – снизится на 80% нитратов, в капусте и моркови – на 70%, в свекле – на 40%;
* все свежевыжатые соки из овощей и салаты употреблять сразу, так как их хранение обеспечит рождение нитритов из нитратов;
* не использовать майонез и сметану для заправки, так как в них стремительно развивается микрофлора, способствующая образованию нитритов из нитратов;
* при приготовлении овощного супа, вымачивать овощи в воде, а потом уже забрасывать в кипящую воду;
* тушить овощи, что снизит количество нитратов на 10%;
* хранить овощные заготовки в прохладном и темном месте, к приходу весны нитраты в них снизятся на 20−30%;
* употреблять консервированные, соленые, квашеные заготовки не раньше, чем через 15 дней, так как в первые дни образуется сильный союз нитритов и нитратов [Пругар, Пругарова, 1990].

## **[ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ](#_ГЛАВА_2._ОРГАНИЗАЦИЯ)**

**[2.1. Научно-исследовательская работа как форма организации внеклассной работы по изучению накопления нитратов в тканях растений в школьном курсе биологии](#_2.1_Научно-исследовательская_работа)**

Одной из первоочерёдных задач современного образования в настоящее время является обеспечение определенных условий для всестороннего развития обучающихся и формированию ответственности к окружающей их среде.

Внеурочная деятельность по биологии для обучающихся играет ключевую роль в формировании экологического воспитания. Соблюдение стандартов ФГОС во внеурочной деятельности по биологии позволяет создать условия для вовлечения обучающихся в экологических проектах, различных исследованиях, посвящённых научно-исследовательской работе в процессе обучения биологии, выявляются ключевые аспекты, способствующие эффективному усвоению материала и развитию у обучающихся навыков критического мышления, впоследствии этого, еще и является важным шагом к созданию более устойчивого будущего человека [Мартинчик, Королев, 2022].

Необходимо так же отметить, что активное вовлечение обучающихся в научно-исследовательскую деятельность с раннего возраста закладывает основы для формирования нового будущего поколения, способного заботиться о природе и использовать природные ресурсы рационально.

Внеурочная деятельность − неотъемлемая часть образовательного процесса, позволяющая расширить знания у обучающихся. Научно- исследовательская работа является в наибольшей степени перспективной формой обучения в организации внеурочной деятельности [Леонтович, 2021].

Актуальность обучения в школе с использованием научно-исследовательских работ на сегодняшний день осознается всеми. Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) в настоящее время требует внедрения технологий деятельностного типа в образовательном процессе, а также, определяет необходимые условия для выполнения работы и ожидаемые результаты, которые должны быть зафиксированы в образовательном стандарте. Следовательно, каждый обучающийся должен быть осведомлён, как необходимо самостоятельно выполнять научно-исследовательскую работу. Именно в процессе правильного выполнения самостоятельной работы над созданием научно- исследовательской работы лучше всего формируется культура умственного труда обучающихся. Современные развивающие программы интегрируют научно-исследовательскую деятельность в содержание различных курсов биологии и внеурочной деятельности [Суматохин, 2021].

Научно-исследовательская работа для обучающихся является учебно-познавательной, имеющая определённую цель, согласованные методы и способы работы в процессе её выполнения, направленная на достижение окончательного результата деятельности. Непременным условием научно-исследовательской работы является наличие заранее выработанных представлений о конечном продукте деятельности, этапов и реализации данной работы, с учётом её понимания и рефлексию результатов деятельности. Самое главное в научно-исследовательской работе после определения темы – это постановка гипотез, проблемы, планирование учебной деятельности, которая включает в себя так же планирование ресурсов, объектов исследования, списка необходимого оборудования, изучение литературы, сопоставление фактов, планируемых результатов работы. Этой поэтапной и пошаговой деятельностью необходимо обязательно научить обучающихся в школе [Леонтович, 2006].

Научно-исследовательская деятельность вносит свои вклады в формирование ключевых компетентностей обучающихся, подготовку их к реальным условиям жизни.

Научно-исследовательская деятельность имеет интегрированный характер, расширяет знания, кругозор, полученные обучающимися при изучении на занятиях по биологии, окружающего мира, технологии [Обухов, 2022].

Для того, чтобы начать выполнение научно-исследовательской работы, необходимо учесть, что она состоит из нескольких главных этапов. Первоначальным этапом является определение темы, в которой может быть заинтересован сам обучающийся и возможность учителя воплотить эту идею в реальность с помощью оборудования, имеющегося в наличии в школе или с возможностью его приобрести для проведения исследований и других вспомогательных методов для работы. В процессе выбора темы так же определяется возможность её выполнения на всех её этапах, чтобы полностью реализовать работу в действии, а также получить её результат, с помощью которого можно сделать выводы о проделанной работе и получить важнейший навык исследования, который, в свою очередь, поможет обучающемуся расширить свои знания, умения и навыки, а по возможности, использовать метод вне школы [Савенков, 2020].

При сборе информации обучающиеся обращаются к различным источникам информации, тщательно собирают интересующие их сведения, обрабатывают и анализируют эту информацию от лишнего, фиксируют их, обсуждают с педагогом и, в случае, если найденная информация подходит, то обучающиеся готовятся к её использованию в своей работе, а также, при необходимости или недостаточной информации педагог может дополнить или направить обучающегося нужным путём, чтобы информации было достаточно для выполнения научно-исследовательской работы.

Основные виды предоставления информации – это записи, рисунки, схемы, таблицы, ксерокопии текста и изображений, информация на электронном носителе и видеозаписи. Основная задача педагога на этом этапе – направить деятельность обучающихся на самостоятельный поиск информации, что является важным для развития творческих способностей обучающегося, а также, формированием критического мышления, расширение кругозора, умения работать с текстом и другими различными источниками информации.

Источником информации для обучающегося может быть отдельный предмет (книга, фильм); организация (библиотека, предприятие, лаборатория, производство; определённый человек (родитель, педагог, специалист) и др.

После того, когда вся необходимая информация собрана по научно-исследовательской работе и завершена, начинается размещение сведений в определённом одном или нескольких информационных ресурсах. После завершения сбора информации, обучающемуся предлагается принять участие в реализации научно-исследовательской деятельности. При этом, педагог должен познакомить обучающегося с множеством научных работ, которые возможно реализовать в средней школе по биологии по изучаемой теме, предоставляя так же возможность при этом и самостоятельно придумать свою тему научно-исследовательской работы и с возможностью её дальнейшего осуществления на всех этапах. На этапе реализации научно-исследовательской деятельности обучающийся готовит выбранный им будущий проект-исследование, сочетая действия в средней школе по биологии (на некоторых уроках или после уроков) и вне школы [Загвязинский, Атаханов, 2021].

В процессе обучения можно эффективно применять научные технологии, которые учитывают прогрессивный образовательный процесс, делая его более увлекательным и содержательным. В ходе образовательной деятельности обучающийся должен владеть комплексом ключевых интеллектуальных и исследовательских компетенций, включающих в себя:

* выявление и анализ проблемных ситуаций;
* формулировку цели и содержательных вопросов;
* разработку и проверку гипотез;
* точное определение и конкретизацию понятий;
* упорядочивание информации по группам;
* проведение заключений и экспериментов с получением результатов;
* логическое построение умозаключений и обоснованных выводов;
* структурирование информации и создание связных текстовых материалов;
* аргументированное изложение, защита и критическая оценка идей [Зимняя, 2003].

Эти навыки развивают исследовательское мышление, что позволяет обучающимся не только приобретать необходимые знания, но и самостоятельно проводить новые, применяя научные методы познания. Развитие таких компетенций обеспечивает самостоятельность, критический анализ информации и творческое решение задач, что особенно важно в условиях быстро меняющегося мира.

Кроме того, в процессе обучения необходимо развивать умение осознавать и регулировать собственные мыслительные процессы. Это включает в себя планирование исследовательской деятельности, рефлексию результатов, что в конечном итоге сформирует у обучающегося гибкое и адаптивное мышление, необходимое для успешной профессиональной и личностной самореализации в будущем [Холодная, 2019].

В ходе решения систем научно-исследовательских задач по биологии в средней школе с применением лабораторных методов у обучающихся используются ключевые знания, соответствующие требованиям ФГОС и направленные на развитие метапредметных и предметных компетенций.

1. Исследовательские навыки: постановка проблемы, формулировка целей и задач исследования, выдвижение и проверка гипотез, планирование эксперимента (подбор методов, материалов, контроль качества), проведение лабораторных и экспериментальных исследований с соблюдением техники безопасности, фиксация и анализ данных (работа с реактивами, цифровыми и др. методами), интерпретация результатов и формулировка выводов.

2.Аналитические и когнитивные методы (в соответствии с ФГОС ООО, СОО): классификация биологических объектов и процессов, сравнение, обобщение и систематизация информации, построение логических умозаключений на основе доказательств, критическая точность достоверности источников информации (в т.ч. и цифровых).

3. Практико-ориентированные навыки: владение лабораторным оборудованием (pH-метрами, спектрофотометрами и др.).

4. Коммуникативные и презентационные навыки (ФГОС УУД): оформление результатов в виде отчётов, мультимедийных презентаций или научных статей, докладов или публичные проекты защиты с использованием ИКТ-инструментов, аргументация своей позиции в дискуссиях на основе биологических принципов.

5. Личностные результаты (по ФГОС): развитие научного мировоззрения и экологического мышления, формирование ответственности за достоверность данных, готовность к сотрудничеству в междисциплинарных проектах (на стыке с химией, экологией, медициной).

В результате можно увидеть, как усвоение обучающимися дополнительных образовательных программ во внеурочной работе обеспечивает полноценное развитие личности, развивает мотивацию личности к познанию и творчеству, расширяет познавательные возможности и творческую активность обучающихся; формирует теоретические знания и практические навыки, раскрывает творческие способности личности в избранной области деятельности, способствует достижению повышенного уровня знаний, умений, навыков в выбранной области, что помогает для самореализации, самоопределения личности, её профориентации.

[**2.2. Разработка научно-исследовательской работы «Определение количества нитратов в растительных продуктах»**](#_._2.2._Разработка)

Данная научно-исследовательская работа в средней школе по биологии рассчитана на проведение в течение полного годового цикла (осень, зима, весна, лето), что позволяет: обеспечить комплексный мониторинг качества растительной продукции, выявить сезонные колебания содержания нитратов, проследить изменения динамики показателей, установить зависимость между временем года и уровнем количества нитратов в растительных продуктах питания, получить важные и значимые данные [Скворцова, Иванова, 2022]. При этом возможно исследование широкого ассортимента продукции, охват различных каналов реализации (сетевые магазины, рынок) и учёт региональных особенностей поставок.

*Методология сезонного исследования.* Для реализации проекта можно использовать следующую систему работы.

* Осенний период (сентябрь–ноябрь): необходимо изучить поставляемую растительную продукцию в сетевом магазине на выбор, исследовать и проанализировать количество нитратов в предоставленный период времени.
* Зимний период (декабрь–февраль): необходимо изучить поставляемую растительную продукцию в сетевой магазин(на выбор), исследовать и проанализировать количество нитратов в предоставленный период времени, проконтролировать качество хранящейся продукции, а так же оценить длительную транспортировку в сетевой магазин, насколько выбранные растительные продукты сохранили свой первоначальный внешний облик и качество в данный период времени.
* Весенний период (март–май): необходимо изучить поставляемую продукцию в сетевой магазин (на выбор), исследовать и проанализировать количество нитратов в предоставленный период времени, сделать мониторинг первой зелени, выявить сезонные пики содержания нитратов.
* Летний период (июнь–август): необходимо изучить поставляемую продукцию в сетевой магазин (на выбор), исследовать и проанализировать количество нитратов в предоставленный период времени, исследовать сезонную растительную продукцию, оценить эффективность естественной детоксикации.

Практическая значимость для потребителей заключается в том, что полученные результаты могут предоставить возможность на основе данной научно-исследовательской работы определить наиболее безопасные периоды потребления растительной продукции; выявить растительную продукцию со значительным рисков; ознакомиться с нормами безопасного потребления; установить оптимальные способы обработки растительной продукции для безопасного потребления; повысить потребительскую грамотность, а именно – научиться выбирать качественную продукцию; сформировать культуру здорового питания, а именно – обосновать необходимость сезонного потребления растительной продукции; определить преимущества между импортной продукцией и продукцией местного производства [Скворцова, 2021].

Образовательные аспекты научно–исследовательской работы в рамках текущего процесса исследования основаны на:

* формировании исследовательских компетенций (навыков долгосрочного наблюдения, умения анализировать динамические процессы, способности проводить сезонный мониторинг и сравнение их между собой по количеству нитратов в растительных продуктах питания); количеству нитратов в растительных продуктах питания);
* развитии научного мышления (понимания цикличности биологических процессов, осознания взаимосвязи агротехники и качества растительной продукции, умения прогнозировать результаты);
* практическом применении знаний (использование лабораторных методов исследования растительной продукции, работа с нормативной документацией для точности данных исследования, интерпретации полученных данных) [Григорьев, Степанов, 2010].

Ожидаемые результаты научно–исследовательской работы в рамках школы: создание базы данных, полученных в процессе изучения и исследования растительной продукции, анализ сезонных показателей по основным культурам, составление сравнительных характеристик разных поставщиков растительной продукции в сетевой магазин (по выбору), наблюдение за динамикой изменения содержания количества нитратов, разработка практических материалов (календарь безопасного потребления, рекомендации по выбору продукции, методы по снижению нитратной нагрузки на организм), подготовка образовательных ресурсов (наглядные графики, таблицы и диаграммы, методические пособия для школы, материалы для просветительской работы) [Леонтьева, 2020].

Данный подход обеспечивает не только как научное исследование определения количества нитратов в растительной продукции, но и его практическую инновационность и значимость для повседневной жизни, позволяющую потребителям делать осознанный выбор продуктов питания с учётом сезонных факторов, помимо этого, данные научно-исследовательской работы могут быть представлены в рамках школы или класса по биологии для общего пользования в кратком виде, чтобы каждый желающий обучающийся смог ознакомиться с данной работой, и, в дальнейшем, при желании, пользоваться её разработкой или ещё больше заинтересоваться и продолжить исследование и по возможности дополнить полученный материал ранее, а также, получить новые исследования на основе данной работы [Скворцова, Мягкова, 2021].

Для разработки научно–исследовательской работы необходимо сформировать цели и задачи исследования.

*Цель научно–исследовательской работы:* определение содержания нитратов в растительных продуктах питания и оценка их безопасности для здоровья человека.

*Задачи научно-исследовательской работы:*

1. изучить теоретические основы накопления нитратов в растениях.
2. освоить методы определения нитратов (экспресс-тесты, лабораторные методы).
3. провести сравнительный анализ содержания нитратов в овощах и фруктах из разных источников на свой выбор (магазин, рынок, домашний огород).
4. разработать рекомендации по снижению нитратной нагрузки в продуктах питания [Муравин, Картамышев, 2019].

*Этапы проведения исследования.*

* Подготовительный этап (инструктаж по технике безопасности при работе с оборудованием, изучение литературы о нитратах и их влиянии на организм, подготовка оборудования (нитратомер, реактивы, лабораторная посуда).

Диетологи Всемирной организации здравоохранения и НИИ питания РАМН утверждают, что человеку требуется не менее 139 кг овощей в год (табл. 2). С учётом наших климатических условий минимум 15 кг из этого количества необходимо выращивать в теплицах.

Таблица 2. Нормы потребления овощей, рекомендованные НИИ питания РАМН

|  |  |
| --- | --- |
| Овощи | Норма, кг |
| Баклажан и перец | 2–5 |
| Зелёный горошек и фасоль | 7–10 |
| Капуста (разная) | 35–55 |
| Лук и чеснок | 6–10 |
| Морковь | 6–10 |
| Огурец | 10–13 |
| Патиссон и кабачок | 3–5 |
| Помидоры | 25–32 |
| Столовая свекла | 6–10 |
| Зелёные (салат, укроп и др.) | 5–9 |
| Прочие овощи (спаржа, ревень, сахарная кукуруза, сельдерей, пастернак и др.) | 19–26 |

Объекты для исследования выбирались на основе доступности и в соответствии с нормами питания. Все исследуемые объекты принадлежат к одному царству, отделу и двум классам и представлены в (табл. 3).

Царство: Растения *(лат. Plantae)*

Отдел: Цветковые *(лат. Magnoliophita)*

Класс: Однодольные *(лат.* *Monocotyledones*)

Класс: Двудольные *(лат. Dicotyledones)*

Таблица 3. Пример заполнения таблицы объектов исследования для определения содержания нитратов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Исследуемая часть растения | Систематическая принадлежность |
|  | **Плод** |  |
| 1 | Ягода | Семейство: Паслёновые  *(лат. Solanaceae)*  Вид: Томат обыкновенный  *(лат. Solаnum lycopеrsicum L.)* |
| 2 | Тыквина | Семейство: Тыквенные  *(лат. Cucurbitаceae)*  Вид: Огурец обыкновенный  *(лат. Cucumis sativus L.)* |
| 3 | Тыквина | Семейство: Тыквенные  *(лат. Cucurbitаceae)*  Род: Тыква  *(лат. Cucиrbita L.)*  Разновидность: Кабачок |
| 4 | Ложная ягода | Семейство: Паслёновые  *(лат. Solanaceae)*  Вид: Перец овощной, сладкий  *(лат. Capsicum annuum subsp. grossum Fil.)* |
| 5 | Многоорешек | Семейство: Розоцветные  *(лат. Rosаceae)*  Вид: Клубника настоящая  *(лат. Fragaria moschata Weston.)* |
| 6 | Яблоко | Семейство: Розоцветные  *(лат. Rosаceae)*  Вид: Груша обыкновенная  *(лат. Pуrus communis L.)* |
| 7 | Ягода | Семейство: Банановые  *(лат. Musаceae)*  Вид: Банан райский  *(лат. Musа paradisiaca L.)* |
| 8 | Гесперидий | Семейство: Рутовые  *(лат. Rutaceae)*  Вид: Апельсин  *(лат. Citrus sinensis (L.) Osbeck.)* |
| 9 | Яблоко | Семейство: Розоцветные  *(лат. Rosаceae)*  Род: Яблоня  *(лат. Mаlus P.Mill.)* |
|  | **Корнеплод** |  |
| 10 |  | Семейство: Сельдерейные  *(лат. Apiaceae)*  Вид: Морковь посевная  *(лат. Daucus sativus (Hoffm.) Arcang.)* |
| 11 |  | Семейство: Капустовые  *(лат. Brassicаceae)*  Вид: Редька посевная  *(лат. Rаphanus sativus L.)* |
| 12 |  | Семейство: Капустовые  *(лат. Brassicаceae)*  Род: Редька  *(лат. Rаphanus L.)*  Разновидность: Редис |
|  | **Лист** |  |
| 13 |  | Семейство: Капустовые  *(лат. Brassicаceae)*  Вид: Капуста белокочанная  *(лат. Brаssica olerаcea L.)* |
| 14 |  | Семейство: Сельдерейные  *(лат. Apiaceae)*  Вид: Укроп огородный  *(лат. Anеthum graveolens L.)* |
| 15 |  | Семейство: Астровые  *(лат. Asterаceae)*  Вид: Латук посевной  *(лат. Lactuca sativa L.)* |
| 16 |  | Семейство: Луковые  *(лат. Alliaceae)*  Вид: Лук репчатый  *(лат. Allium cepa L.)* |
|  | **Побег** |  |
| 17 | Луковица | Семейство: Луковые  *(лат. Alliaceae)*  Вид: Лук репчатый  *(лат. Allium cepa L.)* |

* Экспериментальный этап (сравнение полученных данных с нормами СанПиН, выявление продуктов с наибольшим содержанием нитратов).

Распространенные методы определения нитратов в растительной продукции, которые можно использовать при выполнении научно–исследовательской работы в школе – это:

* полуколичественный метод определения нитратов с использованием дифениламина (этот метод может быть использован для анализа продукции растениеводства как ориентированный). Сущность метода состоит в визуальной оценке окрашенных соединений, образующихся при взаимодействии нитратов с дифениламином. Нижний предел обнаружения нитратов в анализируемой пробе – 100 мг/кг. Метод может быть использован при определении нитратов во всех продуктах растениеводства. Оценку концентрации нитратов в пробе проводят путём визуального сравнения интенсивности окраски растворов и сока анализируемых образцов по шкале (рис. 1) [Сысоева, Муравьева, 2020].

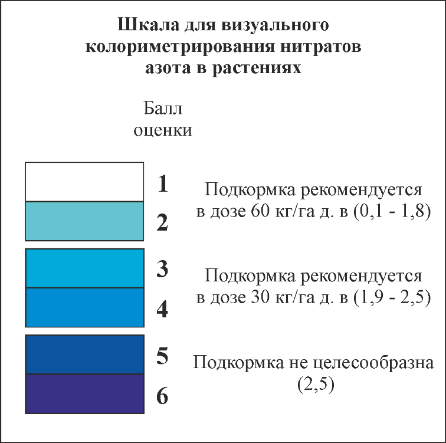


Рис. 1. Шкала для визуального колориметрирования нитратов азота в растениях

* экспресс–метод (портативный нитратомер). Персональный электронный тестер для определения нитратов в овощах, фруктах. Прибор сконструирован для быстрого определения относительного содержания солей нитратов в распространённых овощах и фруктах [Алексеева-Попова, 2010].

*– Зелёная зона.* Если стрелка при нахождении щупа в толще продукта находится в «зелёной зоне» – содержание нитратов незначительное и далеко от предельной концентрации.

– *Оранжевая зона.* Если стрелка при нахождении щупа в толще продукта находится в «оранжевой зоне» – содержание нитратов зависит от типа продукта, что также позволяет сравнить результаты с ПДК нитратов в растительных продуктах. Если стрелка стоит вначале (слева) оранжевой зоны – то рекомендуется провести тщательную мойку и варку данных овощей или фруктов с тем, чтобы снизить в них уровень нитратов. Если же стрелка стоит в середине, либо в правой части оранжевой зоны – рекомендуется воздержаться от употребления таких продуктов.

*– Красная зона.* Если после калибровки и теста стрелка стоит в красной зоне – то такие овощи или фрукты употреблять нельзя. Для получения более точных результатов рекомендуется провести аналогичный тест на том же продукте, но воткнув щуп в другое место исследуемого овоща или фрукта – во избежание ошибок и случайностей при исследовании.

Сравнительный анализ данных по сезонам (осень, зима, весна, лето) и источникам продукции. Для сравнительного анализа данных по сезонам (осень, зима, весна, лето) и источникам продукции можно использовать фотографии объектов исследования (например, весна, лето) (рис. 2, 3), таблицы (табл. 4, 5).



Рис. 2. Пример содержания нитратов в моркови весной



Рис. 3. Пример содержания нитратов в моркови летом

Таблица 4. Пример сравнительной таблицы на обнаружение содержания нитратов в растительной продукции, определенное полуколичественным методом с использованием дифениламина

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукт | Содержание нитратов | | | |
| Осень | Зима | Весна | Лето |
| Капуста белокочанная  (магазинная) | «+» 20-25% | «+» 80−90% | «+» 80−90% | «+» 10−15% |
| Огурец обыкновенный  (среднеплодные, длинноплодные) | «+» 5%  «+» 10-15% | «+» 20-25%  «+» 30-40% | «−»  «+» 5% | «−»  «−» |
| Томат обыкновенный  (тепличные, Ташкент) | «+»5%  «+»10% | «+» 15%  «+» 15% | «−»  «−» | «−»  «−» |
| Лук репчатый  (луковица)  (магазинный) | «+» 5% | «+»10% | «−» | «−» |
| Лук репчатый  (зеленый) | перо «+» 80%  черешок  «+» 5% | перо «+»  10%  черешок  «+» 5% | перо «−»  черешок  «+» 1% | Перо «+» 100%  черешок  «+» 20% |
| Редис | «+»5% | «+»60% | «+» 100% | «+» 1−2% |
| Перец сладкий | «+» 5% | «+» 10% | «−» | «−» |
| Укроп | «+» 10-15% | «+» 100% | «+» 100% | «+»5−10% |
| Морковь посевная магазинная  (вымытая) | «+» 80% | «+» 20-30% | «−» | «+» 100% |
| Салат (латук посевной) | «+» 30-40% | «+» 100% | «+» 80−90% | «−» |
| Редька посевная  (магазинная) | середина  «+» 80%  черешок  «+» 30% | середина  «+» 100%  черешок  «+» 90% | середина  «+» 80−90%  черешок  «+»  90-100% | середина  «+» 80−90%  черешок  «+» 50−60% |
| Кабачок | середина  «+» 70%  черешок  «+» 80% | середина  «+» 50-60%  черешок  «+» 70% | середина  «+» 40%  черешок  «+» 90% | середина  «+» 90%  черешок  «+» 100% |
| Банан | «+» 10% | «+» 50% | «−» | «−» |
| Груша (Конференция,  Аббат) | «+» 5%  «+»10% | «+»15%  «+»20% | «−»  «−» | «−»  «−» |
| Апельсин  (Отборный) | «+»5% | «+»10% | «−» | «−» |
| Яблоки  (Ред, Польша,  Гренни Смит) | «+» 1-2%  «+»5%  «+» 5%  «+»5% | «+» 10%  «+»10%  «+» 5%  «+»15% | «−»  «−»  «−» | «−»  «−»  «−» |
| Клубника настоящая | «+» 20% | «+» 40% | «+» 5−10% | «−» |

Таблица 5. Пример содержания нитратов в растительной продукции, определенное с помощью портативного нитратомера

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Продукт | Содержание нитратов, мг | | | | ПДК,  мг |
| Осень  (магазин) | Зима  (магазин) | Весна  (магазин) | Лето  (рынок,  центральный  район) |
| Огурец обыкновенный  (среднеплодные, длинноплодные) | N=139  зел. зона  (черешок)  N=102  зел. зона  (середина)  N=87  зел. зона  (черешок)  N=92  (середина) | N=43  зел. зона  (черешок)  N=43  зел. зона  (середина)  N=64  зел. зона  (черешок)  N=54  (середина) | N=0  зел. зона  (черешок)  N=87  зел. зона  (середина)  N=93  зел. зона  (черешок)  N=77  (середина) | N=102  зел. зона  (черешок)  N=138  зел. зона  (середина)  N=112  зел. зона  (черешок)  N=115  (середина) | 400 |
| Томат обыкновенный  (тепличные,  Ташкент) | N= 98  зел. зона  N= 285  зел. зона | N= 143  зел. зона  N= 267  зел. зона | N= 98  зел. зона  N= 93  зел. зона | N= 76  зел. зона  N= 207  зел. зона | 300 |
| Лук (репчатый)  (магазинный) | N=124  зел. зона | N=57  зел. зона | N=73  зел. зона | N=99  зел. зона | 800 |
| Редис | N=124  зел. зона | N=65  зел. зона | N=87  зел. зона | N=106  зел. зона | 1500 |
| Перец сладкий | N=164  зел. зона | N=86  зел. зона | N=0  зел. зона | N=118  зел. зона | 400 |
| Морковь посевная  (магазинная) (крупная вымытая) | N=287  зел. зона  (середина)  N=183  зел. зона  (черешок) | N=126  зел. зона  (середина)  N=167  зел. зона  (черешок) | N=176  зел. зона  (середина)  N=202  зел. зона  (черешок) | N=238  зел. зона  (середина)  N=213  зел. зона  (черешок) | 400 |
| Кабачок | N=143  зел. зона  (середина)  N=186  зел. зона  (черешок) | N=124  зел. зона  (середина)  N=102  зел. зона  (черешок) | N=119  зел. зона  (середина)  N=129  зел. зона  (черешок) | N=137  зел. зона  (середина)  N=159  зел. зона  (черешок) | 400 |
| Редька посевная  (магазинная) | N= 94  зел. зона  (середина)  N=92  зел.зона  (черешок) | N= 223  зел. зона  (середина)  N=128  зел.зона  (черешок) | N= 135  зел. зона  (середина)  N=75  зел.зона  (черешок) | N= 70  зел. зона  (середина)  N=83  зел.зона  (черешок) | 1000 |
| Груша  (Конференция, Аббат) | N=75  красн. зона  N=58  зел. зона | N=43  зел. зона  N=15  зел. зона | N=56  зел. зона  N=23  зел. зона | N=91  красн. зона  N=51  зел. зона | 60 |
| Яблоки  (Ред, Польша, Гренни Смит) | N= 38  зел. зона  N=47  зел. зона  N=41  зел. зона | N= 56  зел. зона  N=23  зел. зона  N=30  зел. зона | N= 50  зел. зона  N=19  зел. зона  N=46  зел. зона | N=44  зел. зона  N=58  зел. зона  N=46  зел. зона | 60 |
| Банан | N=137  зел. зона | N=230  красн. зона | N=119  зел. зона | N=134  зел. зона | 200 |
| Апельсин  (отборный) | N= 34  зел. зона  (кожура)  N=55  зел. зона  (мякоть) | N= 16  зел. зона  (кожура)  N=46  зел. зона  (мякоть) | N= 9  зел. зона  (кожура)  N=85  красн. зона  (мякоть) | N= 22  зел. зона  (кожура)  N=80  красн. зона  (мякоть) | 60 |
| Клубника  настоящая | N=92  зел. зона | N=43  зел. зона | N=0  зел. зона | N=137  красн. зона | 100 |

Результаты исследования заносят в таблицу и анализируют. Например, выявили значительные различия в содержании нитратов среди различных видов овощей и фруктов в осенний период. Наибольшая концентрация нитратов была зафиксирована в листовых овощах (капуста белокочанная, салат листовой, укроп), корнеплоды (редька, редис), тыквенные (кабачок). Указанные культуры демонстрировали повышенное, но не превышающее ПДК содержание нитратов за счёт понижения температуры и впоследствии замедлении метаболизма растений, а также сокращения светового дня, что привело к уменьшению интенсивности фотосинтеза, ограничивая преобразование нитратов. Помимо этого, предлагается сделать сравнительный анализ. Например, сравнительный анализ показал, что другие исследованные культуры (огурцы, томаты, лук, перец, морковь, клубника, груши, бананы, яблоки) содержали минимальное количество нитратов (менее 1% от ПДК). Такие различия объясняются разными сроками созревания и отличиями в технологии выращивания.

Результатом зимнего мониторинга стала тревожная тенденция в содержании нитратов в растительной продукции. Анализ показал, что в клубнике, грушах, апельсине, банане было критическое повышение ПДК за счёт интенсивного использования азотных удобрений и поздние подкормки (за 1–2 недели до сбора). Общая динамика по другим культурам (огурцы, томаты, редис, морковь, кабачок, яблоки) показала незначительное повышение. Причинами такой динамики стало замедлении метаболизма растений в зимний период, а также, минимальный фотосинтез в условиях недостатка света.

По данным исследования, лидерами по содержанию нитратов в весенней продукции являются такие овощи как капуста, листовые (салат, укроп), редька, кабачок и редис. Концентрация нитрат-ионов в них высокая, но не превышает ПДК, за исключением апельсина (N=85). В других образцах (огурец, томат, лук, перец, морковь, клубника, груша, банан, яблоки) содержание нитратов минимально и не превышает 1%. Можно предположить, что такой результат является следствием нарушения технологии выращивания данных культур и холодная весна, что способствовало медленному восстановлению нитратов в листьях из-за снижения процессов фотосинтеза и дыхания.

По результатам проверки летних овощей и фруктов было выявлено превышение норм ПДК нитрат-ионов в клубнике, груше и апельсине. В остальных случаях (огурцах, томатах, луке, редисе, перце, моркови, редьке, кабачке, яблоках, банане) наблюдается повышение концентрации нитратов, по сравнению с весенним периодом, при этом, к лету концентрация нитрат-ионов должна уменьшаться за счёт активных физиологических процессов в растениях. Связано это с внесением избыточных доз азотных удобрений и поздние подкормки, вызывающие накопление нитратов. Установлено, что подкормка азотом за 1–2 недели до уборки урожая ведёт к увеличению содержания нитратов в растительной продукции. Чем больше срок между внесением удобрений и уборкой урожая, тем меньше нитрат-ионов в продукции. Кроме того, разное содержание нитратов в плодоовощной продукции из разных торговых точек объясняется тем, что поступающие в продажу овощи и фрукты в магазине подвергаются более тщательному контролю, чем рыночные образцы.

Исходя из полученных данных видно, что нитратная нагрузка на население г. Красноярска (осенью, зимой, весной, летом) в целом не велика, однако рекомендуется ограничить употребление ранней плодоовощной продукции и соблюдать правила по хранению и приготовлению такой продукции.

* Заключительный этап (формулировка выводов, разработка рекомендаций по выбору и обработке продуктов). Пример заключительного этапа работы с формулировкой выводов и разработкой рекомендаций по выбору и обработке продуктов:
* Проведённое исследование выявило выраженную сезонную динамику накопления нитратов в растительной продукции, а именно: осенью максимальное накопление отмечено у листовых овощей и корнеплодов (в пределах ПДК), зимой критическое превышение норм зафиксировано в клубнике, цитрусовых и грушах, весной сохраняется высокий уровень в ранних овощах, летом, вопреки ожиданиям, сохраняется повышенное содержание в отдельных культурах;
* Возможные ключевые факторы влияния (агротехнические (интенсивные подкормки азотом), физиологические (замедление метаболизма в холодный период), технологические (сроки между подкормкой и сбором урожая).

Пример рекомендаций по снижению нитратной нагрузки при выборе продукции:

* отдавать предпочтение сезонным местным овощам и фруктам;
* выбирать овощи среднего размера (гигантские чаще содержат больше нитратов);
* покупать продукцию в проверенных торговых сетях с системой контроля качества.

При кулинарной обработке:

* тщательное мытьё (удаляет 10–15% поверхностных нитратов);
* очистка кожуры и удаление верхних листьев капусты, черешковой части и прожилок листовых овощей, кончиков корнеплодов;
* вымачивание в холодной воде (1–2 часа) с последующей сменой воды;
* кратковременное отваривание (до 30% снижения);
* квашение и ферментация (естественное снижение содержания).

Особые рекомендации:

* для детского питания использовать овощи после предварительного вымачивания;
* соки употреблять свежеприготовленными (не хранить более 2 часов)
* разнообразить рацион для предотвращения накопления [Черников, Алексеев, 2021].

Данные меры позволяют снизить поступление нитратов в организм на 40 – 60%, минимизируя потенциальные риски для здоровья. Особое внимание следует уделять продукции в зимне–весенний период, когда естественные механизмы детоксикации в растениях минимальны.

* Презентационный этап. Презентационный этап включает в себя оформление научно–исследовательской работы для выступления и является завершающей стадией работы. И включает в себя: текст выступления, где изложены цели, задачи, методы исследования и выводы научно-исследовательской работы; наглядные материалы, использование которых помогут визуализировать абстрактные понятия (представление); раздаточные материалы исследования (образцы данных, данные самого исследования).

Также для научно-исследовательской работы необходимо оформить письменный отчёт, состоящий из титульного листа, оглавления, введения, методов, результатов, а также обсуждения, выводов и списка литературы в соответствии с ГОСТом и требованиями и, немаловажным является подготовка речи для выступления с научным стилем и четкостью изложения материала [Бухтиярова, 2023].

Данная научно-исследовательская работа по теме «Определение количества нитратов в растительной продукции» может реализовываться на протяжении всего учебного года у обучающихся средней школы.

# **Выводы**

1. Нитраты – соли азотной кислоты. Являются элементом питания растений и естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения.

2. Образование нитратов и их трансформация в тканях растений связаны с физиологической специализацией, морфологическими особенностями отдельных органов и видов растений.

3. Механизмы азотного обмена у растений определяют циклический процесс превращения азота.

4. Условия накопления нитратов связаны с временем сбора урожая и особенностями выращивания плодоовощной продукции, а их избыток может представлять опасность при потреблении продукции.

5. Содержание научно-исследовательской работы по теме «Определение количества нитратов в растительной продукции питания». включает в себя четыре основных этапа: подготовительный, экспериментальный, заключительный, презентационный.

# **Библиографический список**

1. Алексеева-Попова Н.В. Методы биохимического анализа растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010. 152 с.

2. Барсуков Л.Н., Припутина И.В., Иванова М.К. Динамика накопления нитратов в сельскохозяйственной продукции при различных системах удобрения // Агрохимия. 2018. № 7. С. 45–53.

3. Бухтиярова И.Н. Искусство презентации научных исследований. Новосибирск: НГПУ, 2023. 96 с.

4. Безуглова О.С. Удобрения и качество продукции: агрохимический практикум. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 256 с.

5. Беликов П.С. Физиология растений. М.: Изд-во РУДН, 2002. 248 с.

6. Верзилин Н. М., Корсунская В. М. Общая методика преподавания биологии. М.: Просвещение, 1983. 384 с.

7. Воронина Л. П. Нитраты, их токсичность и содержание в продуктах растениеводства. Новосибирск: Наука, 1992. 143 с.

8. Григорьев Д. М., Степанов П. В. Внеурочная деятельность школьников. М.: Просвещение, 2010. 223 с.

9. Егоров В. Ф. Нитраты в агроэкосистемах: мониторинг, регулирование, нормирование. М.: Росинформагротех, 2015. 284 с.

10. Загвязинский В. И., Атаханов Р. Методология и методы психолого-педагогического исследования. М.: Академия, 2021. 208 с.

11. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. 2003. № 5. С. 34–42.

12. Кондратенок Б.В., Шафран С.А. Современные аспекты накопления нитратов в овощной продукции // Вопросы питания. 2019. Т. 88. № 4. С. 34–42.

13. Кравченко А. И. Методы социологического исследования. М.: Проспект, 2007. 240 с.

14. Кузнецов В. В. Агрохимия и удобрения. М.: Колос, 2015. 320 с.

15. Кузнецова В. И., Петров К. А. Нитраты в окружающей среде: агроэкологические и медико-биологические аспекты. М.: Агропромиздат, 2010. 256 с.

16. Мельников В. В., Иванова Е. А. Современные методы оптимизации азотного питания сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 2018. 256 с.

17. Леонтович А. В. Учебно-исследовательская деятельность школьников как модель педагогической технологии // Народное образование. 2006. № 10. С. 152 – 158.

18. Леонтович А. В. Научно-исследовательская деятельность учащихся в системе общего и дополнительного образования. Москва: Национальный книжный центр, 2021. 208 с.

19. Леонтьева О.А. Научно-исследовательская деятельность школьников в области экологии и агроэкологии. Москва: ВАКО, 2020. 192 с.

20. Мартинчик А. Н., Королев А. А., Несвижский Ю. В. Физиология питания. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. 480 с.

21. Медведев С. С. Физиология растений. СПб.: Изд-во СПУ, 2004. 336 с.

22. Минеев В. Г. Агрохимия: учебник. Москва: Изд-во МГУ, 2004. 720 с.

23. Муравин Э. А., Картамышев Н. И. Методы определения нитратов в растениеводческой продукции. Москва: КолосС, 2019. 184 с.

24. Обухов А. С. Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве. Москва: Национальный книжный центр, 2022. 320 с.

25. Степанова Т. Е. Определение содержания нитратов в овощах и фруктах. [Электронный ресурс] // Сyberleninka, 2023. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-nitratov-v-syryh-ovoschah-i-produktah-ih-pererabotki (дата обращения: 12.05.2024).

26. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1995. 195 с.

27. Романова Т. А., Игнатьев А. И. Безопасность овощной продукции: контроль нитратов. СПб.: Проспект Науки, 2020. 150 с.

28. Рузавин Г. И. Методология научного исследования. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. 287 с.

29. Савенков А. И. Психология исследовательского обучения: монография. Москва: Академия, 2020. 336 с.

30. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии. М.: Народное образование, 2020. 256 с.

31. Скворцова Е. И., Болотских А. С. Экологически безопасные технологии выращивания овощей. СПб.: Проспект Науки, 2019.144 с.

32. Скворцова Е. И. Безопасность растительной продукции: от поля до прилавка. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021. 245 с.

33. Скворцова Е. И., Мягкова А. М. Нитраты в агроэкосистемах: мониторинг, контроль и практическое значение. Москва: Лань, 2021. 180 с.

34. Скворцова Е. И. Иванова Т. Н. Практикум по определению нитратов в сельскохозяйственной продукции. Москва: Лань, 2022. 156 с.

35. Скурлатов Ю. И. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994. 400 с.

36. Суматохин С. В. Внеурочная деятельность по биологии. 5–9 классы. М.: Вентана-Граф, 2021. 208 с.

37. Сысоева Л. А., Муравьева Е. В. Экспресс-методы анализа качества сельскохозяйственной продукции. Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2020. 128 с.

38. Тутельян В. А., Хотимченко С. А., Алексеева И. А. Гигиеническая оценка безопасности пищевой продукции. М.: ГЭОТАР–Медиа, 2021. 416 с.

39. Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. Санкт-Петербург: Питер, 2019. 272 с.

40. Черников В. А., Алексеев Ю. В. Агрохимия и биохимия азота в земледелии. М.: Лань, 2021. 352 с.

41. Черных Н. А., Милащенко Н. З., Сычев В. Г. Экологизация применения удобрений. М.: РГАУ-МСХА, 2015. 320 с.

42. Шепелев А. Ф., Кожухова О. И., Туров А. С. Безопасность пищевой продукции: учебное пособие. – М.: МарТ, 2020. 256 с.

43. Ягодин Б. А. Агрохимия. М.: КолосС, 2002. 584 с.

44. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И. Агрохимия и окружающая среда. М.: КолосС, 2019. 488 с.

45. Якушкина Н. И., Бахтенко Е. Ю. Физиология растений. М.: ВЛАДОС, 2008. 463 с.