

Межрегиональная олимпиада школьников

«Будущие исследователи — будущее науки»


«СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТ-ИОНОВ В НАДЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ШПИНАТА ОГОРОДНОГО СОРТА «ЖИРНОЛИСТНЫЙ» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМОГО СУБСТРАТА»

Секция: Биология

Научный руководитель:

Алябышева Светлана Николаевна

(учитель биологии ГБОУ РМЭ «Политехнический лицей-интернат»)


(подпись)


(расшифровка подписи)

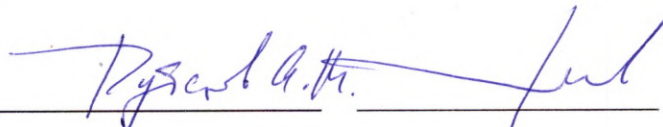
Количество баллов,
полученных на защите

(заполняется председателем жюри)

90

Председатель жюри

(подпись)



(расшифровка подписи)

Работу выполнила:

учащаяся 11В класса

ГБОУ Республики Марий Эл

«Политехнический лицей-интернат»

Александрова Виктория Эдуардовна

Саров
2025 год

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| Введение | 3 |
| Основная часть | 5 |
| 1 Объект и методы исследований | 5 |
| 1.1. Описание объекта исследований | 5 |
| 1.2. Схема закладки опыта | 8 |
| 1.3. Ионметрический метод определения нитратов | 8 |
| 2 Результаты исследований и их обсуждение | 10 |
| 2.1. Особенности накопления нитратов в процессе роста шпината огородного | 10 |
| 2.2. Распределение нитрат-ионов в вегетативных органах шпината огородного на разных этапах развития | 11 |
| 2.3. Влияние органических и минеральных удобрений на процессы накопления нитратов в растительных тканях | 14 |
| Выводы | 17 |
| Список использованной литературы | 18 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Одной из важных проблем экологии является охрана агроэкосистем от негативного воздействия научно-технического прогресса: интенсификации и химизации сельского хозяйства, химического загрязнения окружающей среды, которое вызывает накопление в продуктах растениеводства и животноводства различных токсических веществ, особенно нитратов и нитритов (Суржиков, Ксенофонтова, Лапшин, 2003).

Результаты выборочного контроля показывают, что ежегодно от 10% до 20% и более проб овощных, плодовых и бахчевых пищевых растений превышает установленные ПДК (Марин, Сидоров, 1999).

Известно, что поступление нитратов в больших количествах может вызвать различные нарушения функционального состояния организма - метгемоглобинемию, тканевую гипоксию, установлена также их способность к иммунодепрессивному действию (Ажипа, Реутов, Каюшин, 1990). Экспериментальные и исследования подтверждают роль нитратов как предшественников N-нитрозосоединений - группы веществ с выраженным канцерогенным и эмбриотоксическим действием (Назаров, 2004).

Цель настоящих исследований – оценка содержания нитрат-ионов в надземных и подземных органах шпината огородного сорта «Жирнолистный» в зависимости от применяемого субстрата.

Для достижения цели были сформулированы следующие **задачи**:

1. Определить содержание нитрат-ионов в вегетативных органах шпината огородного.
2. Исследовать динамику накопления нитрат-ионов в вегетативных органах шпината огородного на разных этапах развития
3. Изучить влияние органических и минеральных удобрений на процессы накопления нитратов в тканях модельного вида.

Объект исследования – шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.) сорта «Жирнолистный».

Предмет исследования – содержание нитрат-ионов в вегетативных органах шпината огородного (*Spinacia oleracea* L.) сорта «Жирнолистный».

Практическая значимость работы. Результаты данного исследования могут быть использованы для совершенствования системы мониторинга качества пищевого сырья и продуктов питания, а также для снижения риска для здоровья, как взрослого, так и детского населения.

Новизна работы. Установление связи между субстратом и содержанием нитрат-ионов в шпинате имеет важное значение для здоровья потребителей. Высокое содержание нитратов может вызвать негативные последствия для здоровья, поэтому результаты работы могут помочь в разработке рекомендаций по снижению нитратной нагрузки в конечном продукте.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Описание объекта исследований

Шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.)

Отдел *Magnoliophyta*

Класс *Magnoliopsida*

Порядок *Caryophyllales*

Семейство *Chenopodiaceae*

Род *Spinacia* L.

Вид *Spinacia oleracea* L.

Шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.).

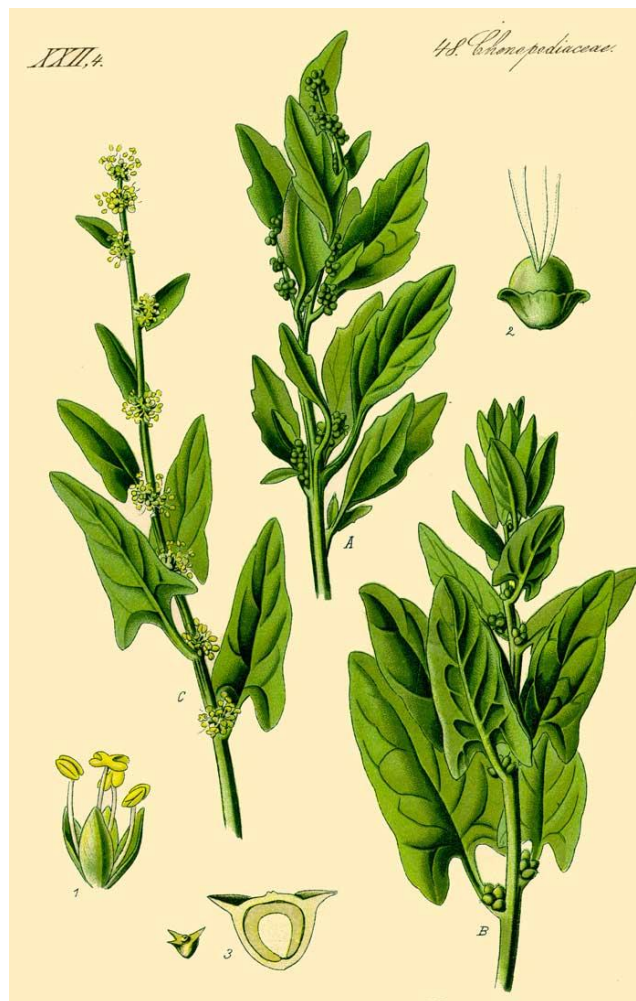


Рисунок 1 - Шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.)

(Рисунок с сайта: <http://scientific-web.com>)

Ботаническая и морфологическая характеристика. Растение однолетнее. Листья очередные, с черешками разной длины. У молодого растения они несколько сближены и образуют прикорневую розетку. Форма листа в зависимости от сорта удлинненно-овальная яйцевидная или круглая. В технической спелости шпинат огородный образует розетку из 8-14 крупных мясистых листьев, которая исчезает при формировании генеративного побега.

Корень стержневой, беловато-коричневый. Корневая система расположена в основном в верхнем слое почвы, однако стержневой корень проникает на глубину 1 м и более.

Шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.) - двудомное, раздельнополое растение, то есть мужские цветки расположены на одном, а женские - на другом растении. Растение перекрестноопыляющееся. Мелкая пыльца легко переносится ветром на большие расстояния, поэтому при семеноводстве требуется пространственная изоляция сортов.

Семена мелкие, созревают через 90-100 суток и сохраняют всхожесть в течение 4-5 лет.

Растение скороспелое: техническая (хозяйственная) спелость наступает на 30-40-е сутки после всходов.

Растение шпината требовательно к влаге в почве, при недостатке ее продуктивность снижается, листья грубеют, и быстро образуется стебель.

Шпинат – растение длинного дня, поэтому летом быстро переходит в фазу стеблевания. Наиболее благоприятен световой день длительностью 12-15 ч. Шпинат огородный устойчив к недостаточному освещению. В местах, слегка затененных от солнца, формирует листья лучшего качества.

Шпинат огородный – холодостойкое и морозостойчивое растение, в фазе розетки листьев переносит краткосрочные заморозки -6...-8°C, иногда до -12°C. Отдельные сорта в районах с мягкой зимой хорошо перезимовывают в открытом грунте. Поэтому для шпината пригодны озимые и подзимние сроки сева. На юге его убирают и зимой.

Шпинат огородный требователен к плодородию почвы. Дает хороший урожай на всех видах почв, кроме кислых. Однако лучше растет на высокоплодородных хорошо увлажненных почвах с нейтральной реакцией ($pH=6-6,5$). Предпочитает почвы, заправленные преимущественно перегноем или компостом, азотными удобрениями на фоне фосфорных и калийных. Несмотря на это, внесение навоза свежего или только азотных удобрений способствует увеличению урожая, но вкусовые качества ухудшаются и повышается содержание нитратов (Баранов, Устименко, 1994).

Шпинат огородный сорт «Жирнолистный» (рис. 2) - ранний сорт, время созревания - 28-30 дней. Данный сорт хорошо растет как в открытом грунте, так и под пленочным укрытием. Листья зеленого цвета овальной формы, слабопузырчатые. Отличается особой сочностью и высокими вкусовыми качествами. Наличие в шпинате большого количества витаминов и минеральных веществ делают этот сорт подходящим для детского и диетического питания. Идеально подходит к салатам, используется в приготовлении первых блюд, гарниров к мясу, подходит для замораживания.



Рисунок 2 - Шпинат огородный сорт «Жирнолистный»

1.2. Схема закладки опыта

Исследования проводили в мае-августе 2024 года на территории Моркинского района Республики Марий Эл.

Опыт закладывали в трехкратной повторности. Контролем служила легкосуглинистая почва. На площадки размером 1,5 м на 3 м вносили:

- опад листьев (2 кг на 1 м²);
- куриный помет (1 кг на 1 м²);
- коровий навоз (5 кг на 1 м²);
- перегной (4 кг на 1 м²);
- древесную золу (0,1 кг на 1 м²);
- нитроаммофоску (0,02 кг на 1 м²).

Объектом исследования был выбран шпинат огородный (*Spinacia oleracea* L.) сорта «Жирнолистный».

Посев плодов шпината огородного проведен 13.05.2024 года.

Проростки шпината огородного появились 20.05.2024 года.

Образцы растений отбирались ежемесячно (15.06, 15.07, 01.08), в них было определено содержание нитратов в надземных и подземных органах. Всего нами было проанализировано 120 образца шпината огородного.

1.3. Ионометрический метод определения нитратов

(Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства № 5048-89 от 04.07.1989)

Ионометрический метод является унифицированным количественным методом определения нитратов, предназначенный для серийных (массовых) анализов свежей продукции растениеводства. Исследования проводили с использованием прибора ионометр «АНИОН-4100».

Сущность метода состоит в извлечении нитратов из анализируемого материала раствором алюмокалиевых квасцов и последующем измерении концентрации нитратов в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода.

Отбор проб

Отбор растительных проб проводили в утренние часы после схода росы до наступления жары (с 7 до 11 часов). Для составления средней пробы использовали метод прохода по диагонали с отбором точечных проб через равные расстояния.

Растения шпината огородного отбирали с участка по диагонали через равные промежутки. С каждого участка за весь период исследований было выкопано не менее 20 растений.

Подготовка проб для анализа

Растения шпината огородного обрезали и отбрасывали несъедобные части растений. Растения мыли водой и подсушивали сначала между листами фильтровальной бумаги или слоями чистой ткани, а затем подсушивали на воздухе.

Проведение анализа

Пробы для анализа измельчали с помощью терки механической. Зеленые культуры разрезали ножницами или ножом до частиц размером 0,5-1,0 см, или измельчали на мясорубке. Затем 10,0 г измельченного материала взвешивали, помещали в стакан гомогенизатора или измельчителя, наливали 50 см³ 1% раствора алюмокалиевых квасцов и гомогенизировали в течение 1 мин при частоте вращения 6000 мин⁻¹. В полученной суспензии измеряли концентрацию нитрат-ионов.

Результаты обработаны статистически с помощью программы «Статистика», рассчитаны среднее арифметическое и его ошибка, проведен корреляционный анализ. В работе принят уровень значимости $p < 0,05$.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

2.1. Особенности накопления нитратов в процессе роста шпината огородного

Активный рост и эффективное приспособление растений к меняющимся условиям среды определяется скоординированностью метаболических процессов и в первую очередь, таких конструктивных процессов как фотосинтез и утилизация азота.

Растение в ходе роста и развития меняет свое качественное состояние и отношение к условиям внешней среды. В индивидуальном развитии растений отдельные этапы различаются не только по морфологическим признакам, но и по физиологическим свойствам, что определяет единство физиологических процессов и структуру форм. Ростовые процессы, связанные с новообразованием структур и накоплением биомассы, вызывают потребление метаболитов фотосинтеза и азотного обмена, что, в свою очередь, определяет рост целого растения (Мокроносов, 1981; Рожина, Мокроносов, 1994).

Судьба азота, усвоенного растениями, в ходе онтогенеза, весьма различна. В растущих органах происходит активная переработка поступающего азота, благодаря чему устанавливается взаимосвязь между ростом, притоком азота и его ассимиляцией (Измайлов, Смирнов, 1985; Pate, Atkins, 1983; Ключикова, Алехина, 1992).

Нами было отмечено, что у растений шпината огородного в середине вегетации содержание нитратов снижалось в 1,4 раза, а к концу вегетации – в 1,9 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение содержания нитрат-ионов в растительных тканях шпината огородного(мг/кг)

| Объект исследования | Сроки вегетационного периода | | |
|---------------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| | Начало вегетации | Середина вегетации | Конец вегетации |
| Шпинат огородный сорта «Жирнолистный» | 185,9-282,4 | 124,4-220,8 | 91,9 |

2.2. Распределение нитрат-ионов в вегетативных органах шпината огородного на разных этапах развития

Относительная доля участия надземных и подземных органов в восстановлении нитратов у растений разных видов неодинакова. По этому признаку растения можно подразделить на три группы.

К первой из них относятся виды, у которых поглощаемые нитраты почти полностью восстанавливаются в корнях, и в надземные органы азот поступает в основном в органической форме. Представителями этой группы являются многие древесные растения, а также черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.). Из сельскохозяйственных культур к ней относятся некоторые бобовые растения, в частности горох посевной (*Pisum sativum* L.) и люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.).

У растений второй группы нитратредуктазная активность в корнях отсутствует и всецело сосредоточена в листьях. Поэтому поглощаемые ими нитраты в неизменном виде транспортируются с восходящим током в надземные органы, где и происходит их восстановление. Корневая же система этих растений получает необходимый для ее роста и деятельности азот уже в форме амидов и аминокислот, передвигающихся из листьев по флоэме вместе с ассимилятами. К этой группе относятся дурнишник

обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.), свекла обыкновенная (*Beta vulgaris* L.) и хлопчатник обыкновенный (*Gossypium hirsutum* L.).

Но большинство видов высших растений составляет третью группу, у них восстановление нитратов происходит как в корнях, так и в листьях, причем доля участия этих органов в данном процессе может варьировать в широких пределах в зависимости от ряда внутренних и внешних факторов.

На дефицит азота шпинат огородный реагирует резким снижением урожайности, в то время как обеспеченность почвы азотом замедляет переход растений к стеблеобразованию и цветению, способствует повышению урожая зеленой массы и придает ей интенсивную зеленую окраску. Однако избыточное азотное питание может привести к накоплению в листьях шпината значительного количества нитратных соединений.

Для шпината огородного уровень нитратов составляет: минимальный биологически необходимый – 660 мг/кг; санитарно допустимый – до 2000 мг/кг; максимальный, после которого наступает отравление самого растения – 4000 мг/кг.

В зеленых овощах по данным исследований (Федоренко и др., 2010) большая часть нитратов (163-833 мг) находится в стеблях и черешках листьев, меньше их в жилках листа, а минимальное количество – в листовых пластинках. В стебли и черешки поступает из почвы основное количество солей азота. В корне шпината, кориандра, укропа содержится от 74 до 384 мг/кг, а в листьях – 14-231 мг. В листовых пластинках шпината обнаружено в три раза меньше нитратов, чем в стебле, а кориандра и укропа – примерно в 5-12 раз.

Как показали результаты наших исследований, в начале вегетации (15.06) в листовых пластинках растений шпината огородного, выращиваемых в открытом грунте концентрация нитратов составила $185,90 \pm 0,058$ мг/кг, в черешках листьев их накапливалось на 49,9% больше. Наибольшее содержание нитрат-ионов было обнаружено в проводящих пучках листьев -

282,40±0,058. В стержневом корне растений нитратов содержалось 275,60±0,057 мг/кг.

В ходе дальнейшего развития содержание нитратов в ассимиляционных тканях шпината огородного снижалось: максимальное снижение наблюдалось в листовых пластинках – до 35%, в проводящих пучках листьев – до 22%, в черешках листьев – до 25%, в стержневом корне – до 25% (табл. 2, рис. 3).

В конце вегетационного сезона в листовых пластинках шпината огородного количество нитрат-ионов по сравнению с началом вегетации уменьшилось в 2,0 раза (91,90±0,058 мг/кг) и было в 4,6 раза меньше ПДК.

Таблица 2 - Динамика содержания нитрат-ионов в надземных и подземных органах шпината сорта «Жирнолистный» (мг/кг)

| Органы растения | Сроки наблюдения | | |
|--------------------------|------------------|--------------|------------|
| | 15.06.2024 | 15.07.2024 | 01.08.2024 |
| Листовые пластинки | 185,90±0,058 | 124,40±0,058 | 91,9±0,058 |
| Жилки (проводящие пучки) | 282,40±0,058 | 220,80±0,058 | 182±0,042 |
| Черешки | 278,60±0,057 | 210,60±0,057 | 176±0,037 |
| Корень | 275,60±0,057 | 205,50±0,057 | 140±0,062 |
| ПДК (листовые пластинки) | 2000 мг/кг | | |

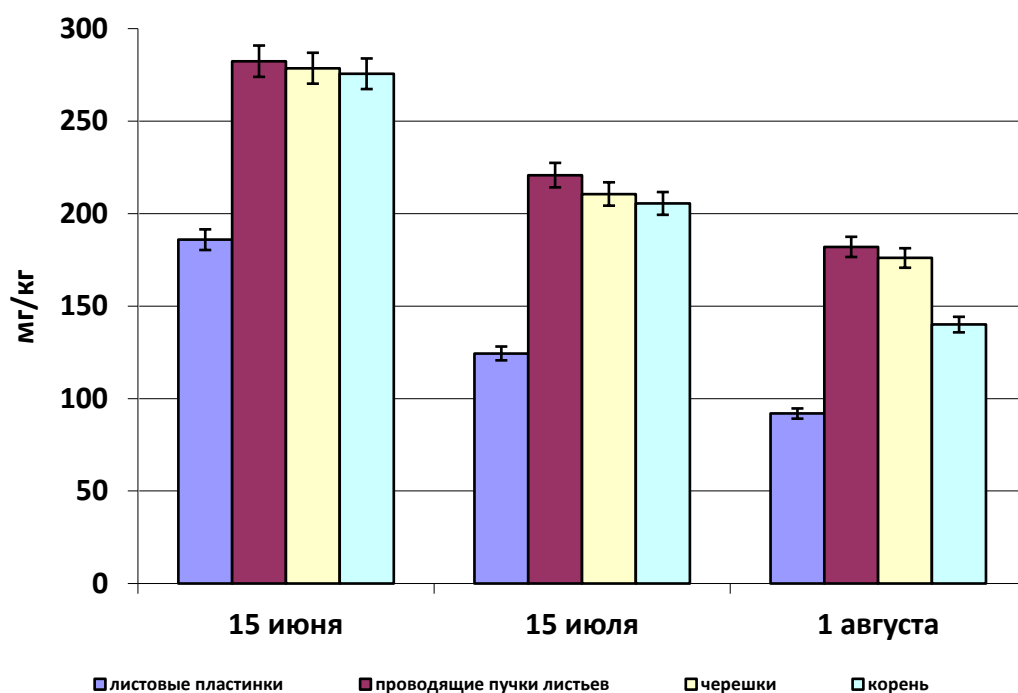


Рисунок 3 – Концентрация нитратов в растительных тканях шпината огородного сорта «Жирнолистный»

2.3. Влияние органических и минеральных удобрений на процессы накопления нитратов в растительных тканях

Хорошие результаты получают при сочетании минеральных удобрений с органическими, в первую очередь с коровьим навозом. При таком использовании удобрений потребности картофеля в питательных веществах в течение всего периода вегетации удовлетворяются полнее. Рекомендуемые дозы вносят до посадки при основной или предпосадочной обработке почвы, а часть лучше при посадке.

Шпинат огородный очень требователен к плодородию почвы. Для его выращивания необходима рыхлая некислая (рН 6,5-7,0) почва с высоким содержанием органических веществ. Шпинат огородный - скороспелый овощ, поэтому в качестве быстродействующего удобрения под его посеvy вносят хорошо разложившийся навоз или перегной. Особенно необходимо внесение перегноя при ранней культуре и загущенных посевах.

Как показали результаты наших исследований (табл. 3, рис. 4) при внесении древесной золы и опада листьев в почву содержание нитратов в растительных тканях шпината огородного незначительно возрастает по сравнению с контролем. При добавлении перегноя в наземных органах растений данного вида содержание NO_3^- по сравнению с контролем возрастает в 2,8 раза.

Шпинат огородный хорошо отзывается на внесение в почву минеральных удобрений. Их вносят весной из расчета 30 г аммиачной селитры, 10-15 г суперфосфата и до 10 г хлористого калия на 1 м и мелко заделывают в борозды. Излишество калийных и фосфорных удобрений способствует стрелкованию шпината огородного и снижению качества продукции.

При внесении в почву нитроаммофоски концентрация нитрат-ионов в растительных тканях шпината огородного составляла $409,5 \pm 0,576$ мг/кг. Высокое содержание нитратов в листовых пластинках шпината огородного мы наблюдали при внесении птичьего помета - $1183,6 \pm 0,576$ мг/кг. Максимальное содержание нитратов в листовых пластинках шпината огородного было отмечено при внесении в почву коровьего навоза - $1952,2 \pm 0,577$ мг/кг.

В период с 15.06-15.07 наблюдалось снижение содержания нитратов в наземных органах шпината огородного сорта «Жирнолистный».

В конце вегетации (01.08), вне зависимости от вида удобрения, внесенного в почву, содержание нитрат-ионов в листовых пластинках шпината было минимальным. Наименьшее содержание нитратов было отмечено нами при выращивании растений на почве с внесением опада листьев и древесной золы (4,1-5,8 мг/кг). Более высокий уровень NO_3^- был отмечен в листовых пластинках шпината огородного, выращенных при внесении в почву перегноя и птичьего помета (в 2,2-4,0 раза больше по сравнению с контролем). Наибольшее содержание нитратов было отмечено

при выращивании шпината огородного в условиях подкормки коровьим навозом ($32,5 \pm 0,577$ мг/кг).

Таблица 3 - Динамика содержания нитрат-ионов в листовых пластинках шпината сорта «Жирнолистный» (мг/кг)

| Субстрат | Сроки наблюдения | | |
|----------------|--------------------|--------------------|------------------|
| | 15.06.2024 | 15.07.2024 | 01.08.2024 |
| Контроль | $285,9 \pm 0,578$ | $224,4 \pm 0,575$ | $4,6 \pm 0,577$ |
| Опад листьев | $393,9 \pm 0,577$ | $349,1 \pm 0,577$ | $5,8 \pm 0,576$ |
| Куриный помет | $1183,6 \pm 0,576$ | $1104,6 \pm 0,576$ | $18,3 \pm 0,577$ |
| Коровий навоз | $1952,2 \pm 0,577$ | $1904,0 \pm 0,577$ | $32,5 \pm 0,577$ |
| Перегной | $808,4 \pm 0,578$ | $764,4 \pm 0,578$ | $10,3 \pm 0,577$ |
| Древесная зола | $282,6 \pm 0,577$ | $218,7 \pm 0,576$ | $4,1 \pm 0,577$ |
| Нитроаммофоска | $409,5 \pm 0,576$ | $365,3 \pm 0,577$ | $5,8 \pm 0,576$ |

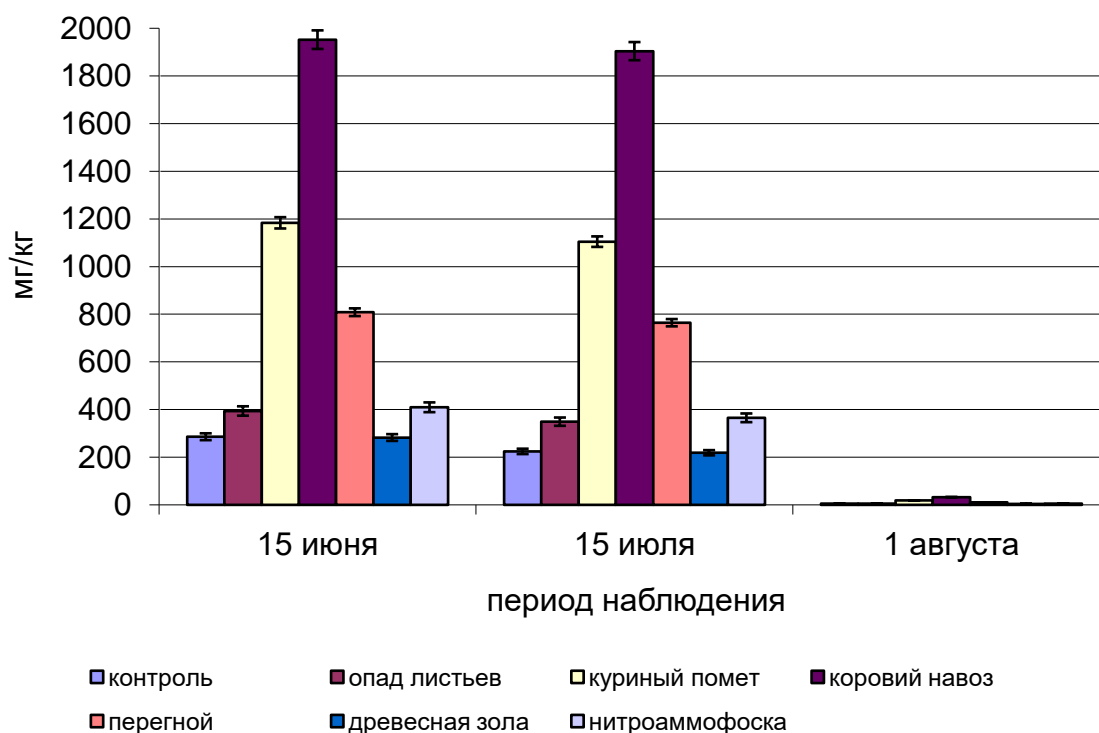


Рисунок 4 – Влияние вида удобрений на содержание нитратов в листовых пластинках шпината огородного сорта «Жирнолистный»

ВЫВОДЫ

1. Содержание нитрат-ионов в ходе онтогенеза шпината огородного изменялось, наибольшее содержание нитратов было обнаружено в начале вегетации, в дальнейшем их концентрация уменьшалась.

2. У шпината огородного сорта «Жирнолистный» содержание нитратов в вегетативных органах уменьшалось в следующем порядке: проводящие пучки > черешки > стрелковой корень > листовые пластинки.

3. К моменту технической зрелости в листьях шпината огородного сорта «Жирнолистный» содержание нитратов было ниже ПДК и не зависело от вида внесенного в почву удобрения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин Н.С. Почвы, удобрения и качество овощеводческой продукции / Н.С. Авдонин, ВАСХНИЛ. - М.: Колос, 2009. – 302 с.
2. Агрохимия и качество растениеводческой продукции. - М.: Изд-во МГУ, 2002. – 197 с.
3. Андриющенко В.К. Содержание нитратов в овощах / В.К.Андриющенко // Вопросы питания. - 1981. - № 5. - С. 57-59.
4. Анохина В.И. Содержание нитратов в плодовоовощном сырье и возможности их снижения / В.И. Анохина, И.Ф. Овчинникова // Проблемы индустриализации общественного питания страны: тез. докл. 2 Всесоюз. науч. конф.- Харьков, 1989. - С. 259-260.
5. Алексеев Ю.В. Качество растениеводческой продукции / Ю.В. Алексеев. - Л.: Колос, 2008. – 155 с.
6. Андриющенко В.К. Содержание нитратов в овощах / В.К. Андриющенко // Вопросы питания. - 2003. - № 5. - С. 57-59.
7. Баранов В.Д. Мир культурных растений / В.Д. Баранов, Г.В. Устименко. – М.: Мысль, 1994. – 384 с.
8. Борисов В.А. Удобрение овощных культур / В.А. Борисов. - М.: Колос, 2010. – 180 с.
9. Гигиеническая оценка нитратов в пищевых продуктах / Г.П. Зарубин [и др.] // Гигиена и санитария. - 1984. - № 7. - С. 49-52.
10. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях / С.Ф. Измайлов. - М.: Наука, 1986. - 320 с.
11. Корма растительные. Методы определения нитратов: ГОСТ 13496. 19-86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. - 9 с.
12. Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений / В.Л. Кретович. - М.: Наука, 1987. - 486 с.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов / Г.Ф. Лакин. - М.: Высш. шк., 1976. - 343 с.

14. Маркарова Е.Н. Физиология корневого питания: учеб. пособие / Е.Н. Маркарова. - М.: МГУ, 1989. – 514 с.
15. Методика определения нитратов и нитритов в пищевых продуктах: временные метод. рекомендации. - Таллин: Минздрав ЭССР, 1984. - 11 с.
16. Методические подходы к установлению максимально допустимой нагрузки нитритов и нитратов поступающих с водой и пищей / Г.Н. Красовский [и др.] // Гигиена и санитария. - 1982. - № 4. - С. 23-24.
17. Методические рекомендации по использованию продуктов растениеводства с повышенным содержанием нитратов / А.П. Ильницким [и др.]. -М., 1992. - 23 с.
18. Методические указания по определению азота нитратов и нитритов в почвах, природных водах, кормах и растениях. - М.: МСХ СССР ЦИНАО, 1982. - 68 с.
19. «Нитратная проблема» и пути ее решения / В.Д. Антипина, З.П. Фалунина, Ю.Б. Моисеев, Н.Н. Рощина. - М.: Мосгосагропром НПО «Хранение», 1990. - 42 с.
20. Полевой В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. - М.: Высш. шк., 1989. - 221 с.
21. Соколов О.А. Нитраты в окружающей среде / О.А. Соколов, В.М. Семенов, В.А. Агаев. – Пушкино, 1990. - 317 с.
22. Соколов О.А. Атлас распределения нитратов в растениях / О.А. Соколов, Т.В. Бубнова. - Пушкино, 1989. - 68 с.

Фамилия И.О. Александрова Т.Т.
 Город Иркутск
 Школа ГБОУ РМЭ "Технический-
 лицей-интернат"

Шифр

Шифр

ЛИСТ ОТВЕТОВ

на задания теоретического тура олимпиады школьников
 г. Саров 2025 г.

Внимание! Образец заполнения матрицы:

| | | | | | |
|------------------|---|---------------|---|--------------------|---|
| Правильный ответ | × | Отмена ответа | ⊗ | Отмена исправления | ■ |
|------------------|---|---------------|---|--------------------|---|

Задание А. Один правильный ответ (максимально 60 баллов)

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| а | | | | | | × | | | | | | × | | | | | | | | |
| б | | | | × | | | | × | × | | | | | | | | | | × | × |
| в | × | | | | × | | | | | | × | | × | | | × | × | × | | |
| г | | × | × | | | | × | | | × | | | | × | × | | | | | |

16

| № | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| а | | | | × | | × | | | | × | | | | | | | | | × | |
| б | × | | | | | | | | | | | × | × | | | × | × | × | | |
| в | | | | | × | | × | | × | | × | | | × | × | | | | | × |
| г | | × | × | | | | | × | | | | | | | | | | | | |

18

| № | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| а | × | | | | | × | × | | | | | | × | | | | | | | |
| б | | × | | | | | | | | × | | × | | | | | × | × | | × |
| в | | | × | | × | | | × | × | | | | | × | × | × | | | | |
| г | | | | × | | | | | | | × | | | | | | | | × | |

17

51

Задание Б. Множественные ответы (максимально 30 баллов)

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| а | × | | | | × | | | | | × | | × | | | | × | × | × | | × |
| б | | | × | × | × | × | × | ⊗ | × | | × | × | | | | | | | × | |
| в | | × | | × | | | | ⊗ | × | × | × | | | × | | × | × | × | × | |
| г | × | × | × | | × | × | × | × | × | | | | × | × | × | × | | | | |
| д | × | × | × | | | × | × | × | | × | | × | × | × | × | | | × | | × |
| е | | | | × | | | | × | | | × | | × | | × | | × | | × | × |

28,5

Задание В. Суждения (максимально 10 баллов)

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| ДА | | | × | × | | | | | | × |
| НЕТ | × | × | | | × | × | × | × | × | |

10

Максимальное количество баллов – 100

ИТОГО: 89,5