

УДК: 631.416.1:581.19

Хаданович Альбина Викторовна, Денисенко Яна Александровна  
УО «Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»  
(Гомель, Беларусь)

## ВЛИЯНИЕ ГИДРО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА НАКОПЛЕНИЕ НИТРАТ-ИОНОВ В РАСТЕНИЯХ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ МИКРО-ПОЛЕВОГО ОПЫТА

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы, посвященные закономерностям накопления нитрат-ионов в почве и плодовоовощной продукции в условиях микрополевого опыта с применением карбамида под влиянием метеорологических факторов. Рассчитаны значения гидротермических коэффициентов. Установлена тесная прямая корреляционная зависимость между температурным режимом, уровнем выпадающих осадков и содержанием нитратов в исследуемых растениях. Снижение среднесуточных температур и уровня выпадения осадков влекут уменьшение содержания исследуемых анионов в плодовоовощной продукции.

**Ключевые слова:** нитрат-ионы, минеральные удобрения, карбамид, гидро-метеорологические факторы, ионометрический метод, гидротермический коэффициент

*Hadanovich Albina Victorovna, Denisenko Yana Alexandrovna  
Francisk Scorina Gomel State University  
(Gomel, Belarus)*

## INFLUENCE OF HYDRO-METEOROLOGICAL FACTORS ON THE ACCUMULATION OF NITRATE IONS IN PLANTS UNDER THE CONDITIONS OF MICRO-FIELD EXPERIENCE

**Abstraction.** The article discusses the issues related to the patterns of accumulation of nitrate ions in soil and fruit and vegetable products in the conditions of a microfield experiment with the use of urea under the influence of meteorological factors. The values of hydrothermal coefficients are calculated. A close direct correlation was established between the temperature regime, the level of precipitation and the nitrate content in the studied plants. The decrease in average daily temperatures and the level of precipitation entail a decrease in the content of the studied anions in vegetables.

**Keywords:** nitrate ions, mineral fertilizers, urea, hydro-meteorological factors, ionometric method, hydrothermal coefficient

Без азотсодержащих соединений невозможен полноценный рост и развитие растений. Основными источниками азота для растений являются органические и минеральные удобрения, биологический азот, накапливаемый клубеньковыми бактериями и микроорганизмами, и азот, поступающий с атмосферными осадками. Однако при неконтролируемом поступлении

производных соединений азота растения возникает дисбаланс в ходе протекания биохимических реакций

Вопросы экологических последствий аккумуляции нитрат-ионов в почве, воде, растениях, атмосфере и воздействия их на здоровье человека, являются одной из актуальных проблем современного общества. Необходимо вести четкий контроль за характером поступления и трансформации исследуемых ионов [1, с. 172].

Цель работы – изучение характера накопления нитрат-ионов плодовоовощной продукцией в условиях микрополевого опыта под влиянием гидро-метеорологических факторов.

Объект исследования: образцы дерново-подзолистой почвы, отобранные на территории приусадебного хозяйства г. Речицы, плодовоовощные культуры, принадлежащие к семействам Тыквенные – Cucurbitaceae (тыква (кабачок) – *Cucurbita pepo* L.), Пасленовые – Solanaceae (томат обыкновенный – *Solanum lycopersicum* L.).

С целью изучения характера накопления нитрат-ионов растительной продукцией поставлен однофакторный микролевой опыт. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, способствующим повышению качества растениеводческой продукции, являются удобрения. В качестве минерального удобрения в исследовании использовалась мочевины, –  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  – содержит до 46 % азота. Выбор применения данного удобрения обусловлен тем что, на легких дерново-подзолистых почвах в зоне достаточного увлажнения карбамид более эффективен, чем другие азотсодержащие удобрения [2, с. 98].

Карбамид в почву вносили по следующей схеме: однократное внесение удобрения в дозе от  $35 \text{ г/м}^2$  до  $55 \text{ г/м}^2$  (на 10 л воды) в зависимости от вида растения; трехкратное внесение удобрения (доза от  $35 \text{ г/м}^2$  до  $55 \text{ г/м}^2$ ) делилась на 3 раза и вносилась в разные периоды вегетации исследуемых культур.

Определение агрохимических характеристик почвы велось по стандартным методикам [3, с. 253]. Содержание нитрат-ионов в почве и плодовоовощной продукции определялось потенциометрическим методом. Метод основан на извлечении нитратов из анализируемого материала 1%-ным раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода [3, с. 357].

Содержание гумуса в изучаемой почве составило 2,41 % (для данного типа почв показатель гумуса лежит в пределах от 1,5 % до 4 %); содержание обменного калия – 71,2 мг/кг почвы; значение pH почвенной вытяжки 5,8 единиц. Содержание нитрат-анионов в почве без внесения минеральных удобрений, с однократным и с дробным внесением мочевины в летний период составило – 68,7 мг/кг, 89,3 мг/кг и 76,3 мг/кг соответственно. При дробном внесении удобрения содержание нитрат-ионов в почвенных образцах на 13,0 мг/кг меньше, чем при однократном внесении удобрения. Результаты однофакторного дисперсионного анализа показывают, что различия являются значимыми ( $F_{\text{факт.}}(7,13) > F_{\text{теор.}}(4,1)$ ).

В таблице 1 представлены результаты проведения микрополевого опыта.

Таблица 1

**Содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции, выращенной на почве с различным внесением удобрения в летне-осенний периоды (n=3, p=0,95)**

мг/кг

Исследуемые образцы растений	ПДК	Содержание нитрат-ионов		
		Без внесения удобрения	С однократным внесением удобрения	С последовательным внесением удобрения
Семейство Тыквенные – <i>Cucurbitaceae</i>				
Кабачок ( <i>Cucurbita</i> <i>pepo</i> L.)	400	<u>265,1 ± 23,7</u>	<u>640,3 ± 41,2</u>	<u>374,3 ± 28,1</u>
		203,2± 19,7	480,3± 29,2	274,3± 18,1
Семейство Пасленовые – <i>Solanaceae</i>				
Томат ( <i>Solanum</i> <i>lycopersicum</i> L.)	100	<u>31,4 ± 2,5</u>	<u>47,2 ± 4,2</u>	<u>36,6 ± 2,2</u>
		25,4± 1,5	39,1± 3,2	31,2± 1,9
Примечание – В числителе данные в летний период; в знаменателе – в осенний период.				

Внесение удобрения в почву повлекло увеличение содержания нитрат-ионов как в почве, так и растениях. При однократном и дробном внесении удобрения увеличение концентрации исследуемых ионов в растениях зафиксировано для представителей семейства Тыквенные на 60,4 % и 29,1 % в летний период и на 52,1 % и 25,9 % в осенний период. Содержание нитрат-ионов в растениях семейства Пасленовые возросло на 33,1 % и 12,7 % в летний период и на 34,8 % и 18,1 % в осенний период соответственно для растений, выращенных на почве с однократным и последовательным внесением удобрения по сравнению с содержанием нитратов в неудобренной почве. Результаты проведенного корреляционного анализа свидетельствуют о тесной прямой корреляционной связи между содержанием нитрат-ионов в растительных образцах и дозами вносимого удобрения. В среднем в летний период для кабачка и томата коэффициент корреляции между двумя факторами гидро-метеорологических факторов составил 0,993 и 0,991 соответственно;

Различное содержание исследуемых ионов зависит не только от способа и доз внесения азотных удобрений, но и от климатических условий в данный период исследования [4, с. 84]. В ходе эксперимента проведен анализ температурного режима и динамики выпадения осадков с использованием данных метеорологической станции «Гомель» (АМСГ) [5]. Результаты представлены на рисунках 1, 2.

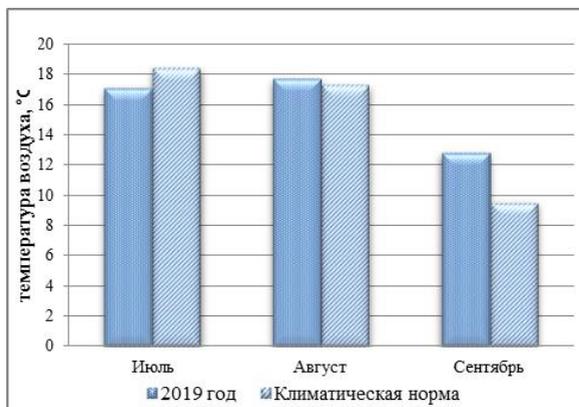


Рисунок 1 – Среднемесячная температура воздуха

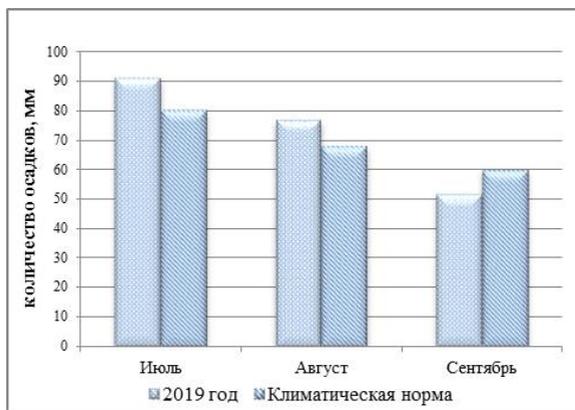


Рисунок 2 – Сумма осадков

Средняя температура воздуха июля 2019 года составила  $+17,1^{\circ}\text{C}$ , что ниже климатической нормы на  $1,3^{\circ}\text{C}$ , что повлекло уменьшение содержания нитрат-ионов в растениях, выращенных на удобренной и удобренной почве на  $13\text{ мг/кг}$  и  $40\text{ мг/кг}$  соответственно. В августе средняя температура воздуха составила  $+17,7^{\circ}\text{C}$ , что выше климатической нормы на  $0,4^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура сентября составила  $+12,8^{\circ}\text{C}$ , дневные температуры варьировали в интервале от  $+20$  до  $+28^{\circ}\text{C}$ , что способствовало уменьшению содержания нитратов в растительных образцах исследуемых семейств в августе в среднем на  $13\%$ , в сентябре – на  $25\%$  по сравнению с таковыми в июле месяце.

В июле сумма осадков в среднем составила  $91,1\text{ мм}$  осадков ( $107\%$  климатической нормы). В августе зарегистрировано выпадение  $76,8\text{ мм}$  осадков ( $115\%$  климатической нормы). В сентябре на территории Гомельской области осадков выпало  $87\%$  нормы.

Количество выпавших осадков в исследуемый период оказывало прямое влияние на содержание нитрат-ионов в растениях. Данные корреляционного анализа указывают на прямую корреляционную взаимосвязь между двумя факторами (коэффициент корреляции варьировал от 0,993 до 0,997 в зависимости от вида исследуемой культуры). При уменьшении количества осадков в осенний период по сравнению с летним периодом на 37 мм уменьшалось содержание нитратов в растениях в среднем для кабачка на 58,4 %, для томата на 22,5 %. Период проведения микрополевого опыта характеризовался повышенными среднемесячными температурами и недобором осадков, в результате чего местами возникла почвенная засуха. Содержание нитрат-ионов в образцах растений в осенний период меньше на 10 % – 60 % по сравнению с таковыми в летний период, в зависимости от видовой принадлежности растения.

Гидротермический коэффициент (ГТК) – показатель естественного обеспечения территории влагой. Значение гидротермического коэффициента в летне-осенний период равен 0,8. По данным Г.Т. Селянинова территория, на которой проводился однофакторный микролевой опыт, являлась очень засушливой [6].

Процессы поступления и накопления нитрат-ионов в системе почва-растения зависят от ряда факторов – от дозы и последовательности вносимых удобрений в почву, от климатических условий.

Установлена прямая корреляционная связь между дозами вносимых удобрений в почву и содержанием нитрат-ионов в растениях. Способ внесения удобрения оказывает влияние на накопительный характер нитратов в плодовоощной продукции – целесообразным является внесение минеральных удобрений последовательным способом.

Гидрометеорологические условия являются неотъемлемыми факторами, влияющими на характер накопления нитрат-ионов в плодовоощной продукции. Снижение температуры и уменьшение количества осадков способствуют уменьшению накопления нитратов в растительной продукции.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Агрохимия и система применения удобрений: учебнометодическое пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.
2. Быстряков, В.П. Экологические основы бионеорганической и биоорганической химии: руководство к лабораторным занятиям / В.П. Быстряков. – ВГУ имени П.М. Машерова, 2017. – 160 с.
3. Минеев, В.Г. Агрохимия: учеб. пособие / В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ, 2004. – 720 с.
4. Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. / Институт почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 158 с.

5. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Белгидромет). – Минск, 2016. – URL: <http://www.hmc.by>. Дата доступа: 16.12.2019.
6. Клебанович, Н.В. География увлажненности территории Беларуси УДК 551.573:551.577