

**А. Д. Зайцева**

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины  
(ГГУ имени Ф. Скорины), г. Гомель, Республика Беларусь

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ РАСТЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ ОДНОФАКТОРНОГО МИКРОПОЛЕВОГО ОПЫТА**

*В статье рассматриваются вопросы посвященные проблеме поступления в почву и накоплению в растениях нитрат-ионов. На примере трех семейств: семейство Тыквенные (огурец обыкновенный, кабачок обыкновенный), семейство Паслёновые (томат обыкновенный, картофель обыкновенный), семейство Капустные (капуста белокочанная, капуста цветная) показан характер накопления нитратов в условиях однофакторного микрополевого опыта.*

*Ключевые слова: удобрения, нитрат-ионы, предел, допустимая концентрация, почва, растение, семейство, Тыквенные, Пасленовые, Капустные.*

**Anastasia D. Zaytseva**

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus

## **FEATURES OF NITRATE ION ACCUMULATION BY PLANTS UNDER CONDITIONS OF SINGLE-FACTOR MICROFIELD EXPERIENCE**

*The article discusses issues related to the problem of entry into the soil and the accumulation of nitrate ions in plants. On the example of three families: the Pumpkin family (common cucumber, common squash), the Paslyonovy family (common tomato, common potato), the Cabbage family (white cabbage, colored cabbage) show the nature of nitrate accumulation in single-factor microfield experience.*

*Keywords: fertilizers, nitrate ions, limit, permissible concentration, soil, plant, family, Pumpkin, Paslene, Cabbage.*

В связи с возрастающим загрязнением почвы и растений нитрат-ионами и их высоким токсикологическим действием на организм животных и человека проблема токсикант-анионов приобретает все большую актуальность, так как постоянно возрастает как количество, так и скорость круговорота нитратов и нитритов в окружающей среде, растет их взаимодействие с природными системами. Азот – один из наиболее широко распространенных элементов в

природе. Основными его формами на Земле являются связанный азот литосферы и газообразный молекулярный азот атмосферы, составляющий около 78 % воздуха по массе. В почве сосредоточена лишь минимальная часть литосферного азота и только от 0,5 до 2 % почвенного азота доступно растениям. Этот азот представлен в форме  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$ -ионов [1].

Нитраты находятся в почве в виде водорастворимых солей. Они отличаются высокой подвижностью, в связи с чем содержание их в почве подвержено большим колебаниям. Из пахотных горизонтов почв, особенно песчаных, нитраты могут вымываться атмосферными осадками и поливными водами в более глубокие слои и водоемы. В образцах почвы с одного и того же варианта опыта, но взятых в различные сроки, содержание нитратов может значительно варьировать. На хорошо аэрируемых не очень кислых почвах большая часть минерального азота представлена нитратом, который находится в водной фазе. Анион легко перемещается с током воды в почве. Особенно быстро происходит его вымывание из поверхностного слоя, в котором расположены корни растений. В силу высокой подвижности концентрация  $\text{NO}_3^-$  в почвенном растворе изменяется в широких пределах: от 5 мкм до 2 мм и выше и во многом зависит от климатических факторов. Содержание нитратов в почве возрастает весной, когда создаются условия, благоприятные для деятельности нитрифицирующих бактерий [2].

*Цель.* Изучение особенностей поступления и миграции нитрат-ионов в системе почва-растение в условиях однофакторного микрополевого опыта.

*Объект исследования.* Образцы растений дерново-подзолистой почвы с внесением и без внесения карбамида, принадлежащие к семействам: Тыквенные – *Cucurbitaceae*, Паслёновые – *Solanaceae*, Капустные – *Brassicaceae*.

*Методы.* Фотоколориметрический (ГОСТ 24596.2-2015, ГОСТ 26213-91), ионометрический (ГОСТ 26951-86, ГОСТ 29270-95), титриметрический, потенциометрический (ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26212-91) [3-8]. Определение агрохимических показателей почв и содержания нитрат-ионов в почве и растениях проводили по стандартным методикам.

С целью изучения особенностей процессов и накопления растениями нитрат-ионов поставлен микролевой однофакторный опыт. На делянки почвы во время высадки и посева растений было внесено 20 г/м<sup>2</sup>, вторая подкормка осуществлялась во время вегетации – 10 г/м<sup>2</sup>.

В ходе микрополевого опыта проведён агрохимический анализ почвы без и с внесением карбамида. Значения рН солевой вытяжки почвы составили 7,3 и 7,1 единиц; рН водной вытяжки – 7,6 и 7,9; гидролитическая кислотность –

3,2 и 8,8 мг-экв/г; содержание нитрат-ионов – 12,8 и 24,9 мг/кг; количество соединений подвижного фосфора –  $P_2O_5$  51,3 и 62,4 мг/кг;  $K_2O$  – 69,2 и 83,8 мг/кг; гумуса – 2,5 и 3,4 % для образцов почвы без и с внесением карбамида соответственно.

Содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции за осенний период представлено в таблице 1.

Таблица 1

Содержание нитрат-ионов (мг/кг) в плодоовощной продукции  
осенний период 2019

| Растения                | Содержание нитрат-ионов |            | ПДК |
|-------------------------|-------------------------|------------|-----|
|                         | 1                       | 2          |     |
| Семейство Тыквенные     |                         |            |     |
| Огурец<br>обыкновенный  | 19,2±1,3                | 95,1±7,2   | 150 |
| Кабачок<br>обыкновенный | 201,4±10,8              | 305,5±24,6 | 400 |
| Семейство Паслёновые    |                         |            |     |
| Томат<br>обыкновенный   | 23±2,5                  | 36,4±3,7   | 150 |
| Картофель               | 129,1±9,2               | 132,3±11,5 | 250 |
| Семейство Капустные     |                         |            |     |
| Капуста<br>белокочанная | 358,8±21,3              | 614,5±40,1 | 900 |
| Капуста<br>цветная      | 240,6±18,6              | 292,1±14,3 | 900 |

*Примечание: содержание  $NO_3^-$  в растениях выращенных на почвах: без внесения удобрений – 1, с внесением удобрений – 2.*

Плодоовощная продукция, выращенная на почве с внесением карбамида, характеризовалась более высокими значениями концентрации нитратов. Наибольшее увеличение концентрации нитрат-ионов отмечалось для представителей семейства капустные – капуста белокочанная (с 358,8 до 614,5 мг/кг). Наименьшим увеличением концентраций изучаемых ионов характеризовались представители семейства Паслёновые (томат обыкновенный и картофель). Результаты однофакторного дисперсионного анализа свидетельствуют о статистической достоверности отличий результатов ( $F_{\text{прак}} > F_{\text{теор}}$ ).

В таблице 2 представлены результаты расчётов коэффициентов биологического накопления (КБН). КБН – объективная величина,

характеризующая переход нитрат-ионов из почвы в растение, рассчитывается как отношение количества нитрат-ионов в растении к их количеству в почве. Он позволяет оценить аккумулятивные способности различных видов растений к поглощению из почвы тех или иных питательных элементов [9].

Таблица 2

Значение коэффициентов биологического накопления для образцов плодовоовощной продукции (осенний период 2019 г.)

| Растения                  | Содержание нитрат-ионов |      |
|---------------------------|-------------------------|------|
|                           | 1                       | 2    |
| Семейство Тыквенные       |                         |      |
| Огурец<br>обыкновенный    | 1,5                     | 3,8  |
| Кабачок<br>обыкновенный   | 15,7                    | 12,3 |
| Семейство Пасленовые      |                         |      |
| Томат<br>обыкновенный     | 1,8                     | 1,5  |
| Картофель<br>обыкновенный | 10,1                    | 5,3  |
| Семейство Капустные       |                         |      |
| Капуста<br>белокочанная   | 28                      | 24,7 |
| Капуста цветная           | 18,8                    | 11,7 |

Примечание – КБН, рассчитанный для растений, выращенных на почвах: без внесения удобрений – 1, с внесением удобрений – 2.

Наивысшие значения КБН зафиксированы для представителей семейства тыквенные (кабачок обыкновенный – 15,7 и 12,3) и капустные (капуста белокочанная – 28 и 24,7, капуста цветная – 18,8 и 11,7).

**Заключение.** 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. Растения, выращенные на почвах без внесения карбамида, характеризуются меньшими значениями КБН. Наибольшее значение коэффициента биологического накопления зафиксировано для представителей семейства Тыквенные (*Brassia oleracea L.* – 28) в летний период с двукратной дозой внесения минерального удобрения. Минимальным значением КБН характеризовался представитель семейства Тыквенных – огурец обыкновенный (*Cucumis sativus L.*) – 1,5.

**Научный руководитель – к. хим. н., доцент кафедры химии А. В. Хаданович, ГГУ имени Фр. Скорины.**

## Список литературы

1. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. – Изд-во Санкт-Петербургского университета. – 2004. – 336 с. – Текст : непосредственный
2. Дорофеева, Т. И. Эти двуликие нитраты / Т. И. Дорофеева. – Текст : непосредственный // Химия в школе. – 2002. – №5. – С.45.
3. ГОСТ Р 54650-2011. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО = Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by Kirsanov method modified by CINAO : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 799-ст : введен впервые : дата введения 2013-01-01 / разработан Государственным научным учреждением "Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н.Прянишникова" Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ "ВНИИА им.Д.Н.Прянишникова" Россельхозакадемии). – Москва : Стандартиформ, 2019. – 8 с. – Текст : непосредственный.
4. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества = Soils. Methods for determination of organic matter : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 29.12.91 № 2389 : взамен гост 26213-84 : дата введения 1993-07-01 / разработан Всесоюзным производственно-научным объединением "Союзсельхозхимия". – Москва : Стандартиформ, 1992. – 8 с. – Текст : непосредственный.
5. ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов = Fruit and vegetable products. Methods for determination of nitrates : Межгосударственный стандарт: издание официальное : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 8 от 12 октября 1995 г.) : взамен ГОСТ 29270-91 : дата введения 1997-01-01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом консервной и овощесушильной промышленности (ВНИИКОП) и МТК 93 "Продукты переработки плодов и овощей". – Москва : АО «Кодекс», 1997. – 11 с. – Текст : непосредственный.
6. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – Москва : Высш. шк., 2002. – 334 с.: ил. – Текст : непосредственный.