

УДК 661.8'043:661.8'042:635.075:635.1/.8
DOI 10.24411/2409-3203-2019-11014

ХАРАКТЕР НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ

Хаданович Альбина Викторовна

доцент, к.х.н., доцент кафедры химии биологического факультета УО «Гомельский
государственный университет имени Ф. Скорины»
Беларусь, г. Гомель

Зайцева Анастасия Денисовна

студентка биологического факультета УО «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины»
Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, посвященные проблеме поступления в почву и накоплению в растениях нитрат-ионов. На примере трех семейств: семейства Тыквенные (огурец обыкновенный, кабачок обыкновенный), семейства Пасленовые (томат обыкновенный, картофель обыкновенный), семейства Капустные (капуста белокочанная, капуста цветная) показан характер накопления нитратов в условиях однофакторного микрополевого опыта. Рассчитанные значения коэффициентов биологического накопления свидетельствовали о неоднозначной накопительной способности культур в отношении исследуемых ионов.

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

THE NATURE OF NITRATE-ION ACCUMULATION IN THE SOIL-PLANT SYSTEM

Khadanovich Albina Viktorovna

Associate Professor, PhD in Chemistry, Associate Professor of Chemistry of Biological
Faculty, EE "Gomel State University named after F. Skorina",
Belarus, Gomel

Zaytseva Anastasia Denisovna

Student of the Faculty of Biology
EE "Gomel State University named after F. Skorina",
Belarus, Gomel

Abstract. The article deals with the issue of soil entry and the accumulation of nitrate ions in plants. Three families: Pumpkin family (common cucumber, common marrows), Paslones family (common tomato, common potatoes), Cabbage family (white cabbages, colored cabbages) show the nature of nitrate accumulation under conditions of single-factor microfield experience. Calculated values of biological accumulation coefficients indicated ambiguity of accumulation capabilities of cultures with respect to studied ions.

Keywords: fertilizers, nitrate ions, limit, permissible concentration, coefficient, absorption, soil, plant, family, Pumpkin, Solanaceae, Cabbage.

Азот – один из важнейших элементов, потребляемый растениями, в которые он поступает из почвы в виде нитрат-ионов и катионов аммония.

Нитраты – соли азотной кислоты, накапливающиеся в воде и почве при избыточном содержании в почве азотсодержащих удобрений. Нитрат-ионы образуются в процессе естественного круговорота азота в природе. Без нитрат-ионов рост растения прекратится, т.е. они жизненно необходимы. Повышенное содержание нитрат-ионов ухудшает качество продукции, снижает уровень содержания витамина С и незаменимых аминокислот; при этом изменяется состав макро- и микроэлементов, снижаются органолептические свойства. Избыток нитрат-ионов приводит к изменению деятельности не только экологических систем, но и оказывает негативное влияние на организм человека. Избыточные количества данных токсикантов негативны, так как влекут загрязнение окружающих вод, почвы, вследствие чего происходит нарушение питания растений. Изучение вопросов, связанных с проблемами поступления, миграции и транслокации соединений азота в системе почва – растения является актуальным [1].

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

Объект исследования. Образцы растений дерново-подзолистой почвы, отобранные на территории приусадебного хозяйства г. Гомеля (Беларусь) на глубине 0-20 см с внесением и без внесения карбамида и растения, принадлежащие к семействам: Тыквенные – *Cucurbitaceae*, Паслёновые – *Solanaceae*, Капустные – *Brassicaceae*.

Методы. Фотоколориметрический, ионометрический, титриметрический, потенциометрический. Определение агрохимических показателей почв и содержания нитрат-ионов в почве и растениях проводили по стандартным методикам [4-7].

С целью изучения особенностей процессов и накопления нитрат-ионов поставлен микролевой однофакторный опыт. На делянки почвы во время высадки и посева растений было внесено 20 г/м² мочевины, вторая подкормка осуществлялась во время вегетации – доза вносимого удобрения составила –10 г/м².

В ходе микрополевого опыта проведён агрохимический анализ почвы без и с внесением карбамида. Значения рН солевой вытяжки 7,3 и 7,1; рН водной вытяжки 7,6 и 7,9; гидролитический кислотность 3,2 и 8,8 мг-экв/г; P₂O₅ 51,3 и 62,4 мг/кг; K₂O 69,2 и 83,8 мг/кг; гумус 2,5 и 3,4% соответственно. В таблице 1 представлены результаты количественного определения нитрат-ионов в растительной продукции, выращенной в условиях опыта. Содержание нитрат-ионов в почве без внесения удобрения 15,8 мг/кг; с внесением карбамида - и 27,9

Таблица 1 – Содержание нитрат-ионов в растительной продукции, (август 2019 г)

мг/кг

Растения	Содержание нитрат-ионов		ПДК
	1	2	
Семейство Тыквенные			
Огурец обыкновенный	27,6±2,6	128,0±11,7	150
Кабачок обыкновенный	241,3±11,6	388,8±34,8	400
Семейство Паслёновые			
Томат обыкновенный	33,8±3,2	41,9±4,3	150
Картофель обыкновенный	153,9±11,7	157,6±14,6	250
Семейство Капустные			
Капуста белокочанная	407±29	789±42	900
Капуста цветная	310±21	349±16	900

Примечание: содержание NO₃⁻ в растениях выращенных на почвах: без внесения удобрений – 1, с внесением удобрений – 2.

Результаты исследования показали, что по содержанию нитрат-ионов вся плодоовощная продукция, выращенная как на удобренной, так и на почве с внесением карбамида, соответствует нормам, не отмечено превышения значений предельно допустимых концентраций исследуемых ионов в растительных образцах. Все образцы изучаемых семейств растений, выращенные на почве с внесением карбамида, содержали большее количество изучаемых ионов по сравнению с пробами, выращенными на почве без внесения удобрения. Процент увеличения концентрации нитратов для представителей семейства Тыквенные (огурец обыкновенный) и семейства Капустные (капуста белокочанная) составил 77,9 и 48,4 соответственно. Наименьшие различия в уровне нитрат-ионов в растительных образцах отмечено для представителей семейства Пасленовые (картофель обыкновенный) – 2,3%, семейства Капустные (капуста цветная) – 11,1% по сравнению с таковыми, выращенными на удобренной почве.

Проведен однофакторный дисперсионный анализ для оценки влияния внесения минерального удобрения на содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Вид растения	$F_{\text{эмп.}}$	$F_{\text{кр.}}$
Семейство Тыквенные		
Огурец обыкновенный	1149,76	7,71
Кабачок обыкновенный	15,50	7,71
Семейство Паслёновые		
Томат обыкновенный	57,99	7,71
Картофель	11,25	7,71
Семейство Капустные		
Капуста белокочанная	273,52	7,71
Капуста цветная	8,75	7,71

Различия содержания изучаемых ионов для растений, выращенных в условиях однофакторного микрополевого опыта являются значимыми [8]. Эмпирические значения критерия Фишера больше критических – нулевая гипотеза о том, что карбамид не влияет на содержание нитрат-ионов в плодах растений отвергается.

Определены значения коэффициентов биологического накопления (КБН) – объективной величины, характеризующей переход нитрат-ионов из почвы в растение, как отношение содержания нитрат-ионов в растении к их содержанию в почве. Данная величина позволяет оценить аккумулятивную способность различных видов растений к поглощению из почвы тех или иных питательных элементов [9].

Таблица 3 – Значение коэффициентов биологического накопления

Растения	Содержание нитрат-ионов	
	1	2
Семейство Тыквенные		
Огурец обыкновенный	1,7	4,6
Кабачок	15,2	13,9
Семейство Пасленовые		
Томат обыкновенный	2,1	1,5
Картофель обыкновенный	9,7	5,8
Семейство Капустные		
Капуста белокочанная	25,6	28,3
Капуста цветная	19,5	12,5

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

Наименьшие значения КБН отмечались для представителей семейства Тыквенные (огурец обыкновенный) – 1,7; семейства Пасленовые (томат обыкновенный) – 1,5, выращенных на почве без внесения и с внесением карбамида, соответственно. Максимальные значения КБН выявлены для представителей семейства Капустные (капуста белокочанная) 25,6 и 28,3.

Проведенный однофакторный микрополевой опыт позволил выявить особенности накопительной способности растений в зависимости от вносимого азотсодержащего удобрения и от видовой принадлежности. Все исследуемые плодовоовощные культуры содержали большее количество нитрат-ионов в условиях произрастания на удобренной почве, увеличение концентрации нитратов варьировало от 2,3% (картофель обыкновенный семейства Пасленовые) до 77,9% (огурец обыкновенный семейства Тыквенные). Наибольшей накопительной способностью характеризовалась капуста белокочанная (семейство Капустные) – КБП 25,6 и 28,3 для образцов, выращенных на почве без и с внесением карбамида соответственно. Накопление нитрат-ионов растениями зависит от ряда факторов: их видовой принадлежности, дозировки вносимых удобрений, погодных условий (освещенности, уровня влажности, температуры воздуха), содержание микроэлементов в почве.

Список литературы:

1. Говорина, М.С. Нитраты в продуктах питания и почве / М.С. Говорина, И.В. Журавлёв // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования: сб. науч. ст.; Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск. – 2014. – С. 66 – 70.
2. 2 ГОСТ Р 54650-2011. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО – Введ. 01.01.2013. – М.: Стандартинформ, 2019. – 8 с.
3. 3 ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – Введ. 1993.07.01. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 8 с.
4. 4 ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов монометрическим методом. – Введ. 01.08.1987. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 10 с.
5. 5 ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов. – Введ. 01.01.1997. – АО «Кодекс», 1997. – 11 с.
6. 6 ГОСТ 26483-85. Почвы. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами цинао. – Введ. 01.01.1985. – М. сельского хозяйства, 1985. – 6 с.

7. 7 ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. – Введ. 29.12.1991 – Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 7 с.
8. 8 Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 720 с.
9. 9 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. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.: ил.

