

УДК 546.175:635.1/.8  
ГРНТИ 31.17.15

## НАКОПИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ НИТРАТ-ИОНОВ НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

**Хаданович Альбина Викторовна**

к.х.н., доцент кафедры химии биологического факультета

**Зайцева Анастасия Денисовна**

магистрант биологического факультета УО «Гомельский государственный университет  
имени Ф. Скорины»

Республика Беларусь, г. Гомель

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы, посвященные проблеме экологической рациональности, включающей практическое использование азотсодержащих удобрений в условиях выращивания овощной продукции. Показано и статистически обосновано, что применение карбамида влечет увеличение количества нитрат-ионов в растениях семейств Бобовые, Тыквенные, Зонтичные. Рассчитанные значения коэффициентов биологического накопления свидетельствуют об избирательности растений в зависимости от видовой принадлежности к накоплению нитрат-ионов. Максимальные значения отмечены для сельдерея семейства Зонтичные, минимальные – для спаржевой фасоли семейства Бобовые.

**Ключевые слова:** карбамид, нитрат-ионы, коэффициент, семейство, поглощение, Бобовые, Тыквенные, Зонтичные.

## STORAGE CAPACITY OF NITRATE IONS OF SOME VEGETABLE CROPS

**Khadanovich Albina Viktorovna**

Associate Professor, Associate Professor of Chemistry of Biological Faculty

**Zaytseva Anastasia Denisovna**

Student of the Faculty of Biology

Gomel State University named after F. Skorina

Republic of Belarus, Gomel

**Abstract:** The article discusses issues related to the problem of environmental rationality, including the practical use of nitrogen-containing fertilizers in the conditions of growing vegetable products. It is shown and statistically justified that the use of urea leads to an increase in the number of nitrate ions in plants of the Legume, Pumpkin, Umbrella families. The calculated values of the coefficients of biological accumulation indicate the selectivity of plants depending on the species belonging to the accumulation of nitrate ions. The maximum values are marked for celery of the Umbrella family, the minimum values are for asparagus beans of the Legume family.

**Keywords:** carbamide, nitrate ions, coefficient, family, absorption, Legumes, Pumpkin, Umbrella.

В связи с возрастающим загрязнением почвы и растений азотсодержащими-ионами и их высоким токсикологическим действием на организм животных и человека остается нерешенной проблема токсикантов-анионов, так как постоянно возрастает как количество, так и скорость круговорота нитратов и нитритов в окружающей среде, растет их взаимодействие с природными системами. Изучение вопросов минерального питания растений в условиях неудовлетворительной экологической обстановки актуально [1].

Усвоение нитрата – сложно организованная система последовательных

биохимических и физиологических процессов, включающая поступление аниона в корень, его восстановление и накопление в корнях, радиальный транспорт, загрузку  $\text{NO}_3^-$  в сосуды ксилемы и транслокацию в надземные органы, восстановление и накопление нитрата в листьях (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общая схема поступления и усвоения нитрата в растении

В почве одновременно протекают несколько процессов превращения азота: азотфиксация и денитрификация, аммонификация и нитрификация [2]. В результате этого обеспеченность почв азотом – величина непостоянная и зависит от того, какой из вышеперечисленных процессов является доминирующим. На содержание азота в почве оказывают влияние многие абиотические (аэрация почв, температурный режим и т.д.), биотические (количество органической массы) и антропогенные факторы. Из последних важными являются внесение органических и минеральных удобрений, степень окультуренности земель [3].

Недостаток нитратов тормозит процесс их переработки в органическую форму и ведет к повышенному накоплению в растении. Аммиак накапливается при резких нарушениях обмена веществ в растении в результате патологических процессов, а также при внесении аммиачных удобрений на фоне недостаточного калийного питания. Аммиак оказывает токсическое действие на растительную клетку. При недостатке азота тормозится рост растений, ослабляется образование боковых побегов и кущение у злаков, наблюдается мелколистность, уменьшается ветвление корней.

Усиление азотного питания при достаточной обеспеченности растений другими элементами резко улучшает рост и развитие растений [4]. Органические удобрения способствуют не только формированию высоких урожаев возделываемых культур, но и сохранению и повышению почвенного плодородия [5].

Нитраты поступают в растения и локализуются в некоторых его органах или тканях. Избирательное накопление нитратов в них связано с физиологическими и морфологическими особенностями отдельных органов культур. У зеленых овощей наибольшее количество нитратов находится в стеблях и черешках листьев, где осуществляется транспорт солей азота. Накопление нитратов различными частями растений зависит от их возраста. В молодых органах некоторых растений концентрируется значительное количество нитрат-ионов, что связано с активностью фермента нитратредуктазы. Некоторые корнеплоды имеют высокую активность этого фермента в корнях. Поэтому основную массу в соке составляют органические, то есть безвредные, соединения азота. У других культур нитратредуктаза более активна в надземной части растения [6].

Длительное внесение небольших доз аммиачных и нитратных удобрений подкисляет дерново-подзолистые почвы, увеличивает содержание алюминия и марганца, снижает урожай растений и его качество. Применение же высоких доз азотных удобрений может быть экономически неоправданно и экологически опасно.

В связи с повсеместным использованием минеральных удобрений в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур возникает необходимость изучения и контроля химического состава почв и растений [7].

Объект исследования. Образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы, с внесением и без внесения минерального удобрения, и растения, принадлежащие к семействам Бобовые, Тыквенные, Зонтичные.

Методы исследования. Фотокolorиметрический, ионометрический, титриметрический, потенциометрический [8–11]. Определение агрохимических характеристик почвы и количественное определение содержания нитрат-ионов проводили по стандартным методикам [3].

Проведен микрополевой однофакторный опыт. I (контроль). Растения высаживались в почву без внесения азотсодержащего удобрения. II – В почву вносили 20 г/м<sup>2</sup> минерального удобрения (карбамид), вторая доза которого составляла 10 г/м<sup>2</sup> и внесена в почву во время вегетации растений. III – Выращивание растений проводили на почве без внесения удобрения, подкормку проводили по листу изучаемых представителей семейств раствором, полученным путем смешивания 20 г удобрения на 10 л воды (1 л раствора на 1 растение).

Исследуемая почва без и с внесением азотсодержащего удобрения характеризовалась следующими агрохимическими показателями: значениями рН солевой вытяжки 7,7 и 7,4; рН водной вытяжки – 7,8 и 8; гидролитической кислотностью – 3,5 и 8,9 мг-экв/г; содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 56 и 70 мг/кг; K<sub>2</sub>O – 70 и 85,2 мг/кг; гумуса 2,6 и 3,8% соответственно. Содержание нитрат-ионов составило в почве без внесения удобрения 29,3 мг/кг; с внесением карбамида – 41,2 мг/кг.

В таблице 1 приведены результаты количественного определения изучаемых ионов.

Таблица 1 – Содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции (осенний период 2021)

Растения	Содержание нитрат-ионов			В мг/кг
	1	2	3	ПДК
Семейство Бобовые				
Фасоль	167,5±6,4	216,3±16,2	234,6±9,8	300
Спаржевая фасоль	154,3±18,5	157,6±6,6	236,4±6,6	300
Семейство Тыквенные				
Тыква	198,1±8,7	310,2±8,9	335,2±7,7	400
Патиссон	205,3±9,5	215,7±6,9	287,8±9,2	400
Семейство Зонтичные				
Морковь	224,2±6,6	323,6±10,9	332,9±12,4	400
Сельдерей	560,1±20,7	1352±72	1599±27	2000

Примечание – Содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в растениях выращенных на почвах: без внесения удобрения – 1, с внесением удобрения – 2, внесение по листу – 3.

Представители изучаемых семейств, выращенные на почве с внесением карбамида,

содержали нитратов больше, по сравнению с выращенными образцами на удобренной почве, фасоль – на 29%, фасоль спаржевая – на 2% (семейство Бобовые); тыква – на 56%, патиссон – на 5% (семейство Тыквенные); морковь – на 44%, сельдерей – на 141% (семейство Зонтичные). Увеличение содержания изучаемых ионов в растениях, выращенных в условиях внесения по листу, составило: 40% – фасоль, 52% – фасоль спаржевая (семейство Бобовые); 69% – тыква, 40% – патиссон (семейство Тыквенные); 48% – морковь, 186% – сельдерей (семейство Зонтичные) по сравнению с образцами контроля. Различия являются значимыми  $F_{пр. 147,3} > F_{теор. 7,7}$ .

В таблице 2 представлены результаты расчетов коэффициентов биологического накопления (КБН) – объективной величины, характеризующей переход нитрат-ионов из почвы в растение, рассчитываемый как отношение количества нитрат-ионов в растении к их количеству в почве [4].

Таблица 2 – Значения КБН, рассчитанные для образцов плодоовощной продукции

Растения	Значения КБН		
	1	2	3
Семейство Бобовые			
Фасоль	6	5	6
Спаржевая фасоль	5	4	6
Семейство Тыквенные			
Тыква	7	8	8
Патиссон	7	5	7
Семейство Зонтичные			
Морковь	7	8	8
Сельдерей	19	33	39

Примечание – КБН, рассчитанный для растений, выращенных на почвах: без внесения удобрений – 1, с внесением удобрения в почву – 2, с внесением удобрения по листу – 3.

КБН позволяет оценить аккумулятивные способности различных видов растений к поглощению из почвы тех или иных питательных элементов. Наивысшие показатели отмечались для представителей семейства Зонтичные, выращенных в условиях внесения удобрения по листу – сельдерей (39). Минимальное значение КБН отмечалось для спаржевой фасоли, выращенной на удобренном участке (4).

С целью установления зависимости содержания нитрат-ионов в растениях от вносимого азотсодержащего удобрения проведен однофакторный статистический анализ в таблице 3 представлены результаты.

Таблица 3 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа данных

Источник изменчивости	Источник вариации	Наблюдаемое значение критерия	Критическое значение критерия	
Семейство Бобовые				
Фасоль				
Фактор F (между группами)	$S_1^2 = 7915,9$	$F_{набл} = 19,7$	$F_{кр1} = 5,14$	$F_{кр2} = 10,92$
Спаржевая фасоль				
Фактор F (между группами)	$S_1^2 = 15057,1$	$F_{набл} = 34,97$	$F_{кр1} = 5,14$	$F_{кр2} = 10,92$
Семейство Тыквенные				
Тыква				
Фактор F (между группами)	$S_1^2 = 30824,51$	$F_{набл} = 141,89$	$F_{кр1} = 5,14$	$F_{кр2} = 10,92$
Патиссон				
Фактор F (между группами)	$S_1^2 = 12716,97$	$F_{набл} = 60,198$	$F_{кр1} = 5,14$	$F_{кр2} = 10,92$
Семейство Зонтичные				
Морковь				
Фактор F (между группами)	$S_1^2 = 23116,67$	$F_{набл} = 72,13$	$F_{кр1} = 5,14$	$F_{кр2} = 10,92$
Сельдерей				
Фактор F (между группами)	$S_1^2 = 1725642$	$F_{набл} = 266,9$	$F_{кр1} = 5,14$	$F_{кр2} = 10,92$

Таким образом, анализ накопительной способности изучаемых семейств растений показал, что внесения азотсодержащего удобрения по листу в большей мере способствует переходу нитрат-ионов из почвы в растения. Различия результатов количественного определения являются значимыми, результаты однофакторного анализа позволяют утверждать, что значения  $F_{табл.}$  входят в критические области источника изменчивости (фактора F между группами), проверка нулевой гипотезы о равенстве средних на двух уровнях значимости  $\alpha=0,05$  и  $\alpha=0,01$  свидетельствует о существенном влиянии внесения минеральных удобрений на содержание нитратов в плодоовощной продукции.

#### Список литературы:

1. Ловкис, З.В. Качество и безопасность пищевых продуктов: учеб. пособие для студентов ВУЗов. / З.В. Ловкис. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 369 с.
2. Шешиев, В.Б. Нитраты и другие знаки беды / В.Б. Шешиев – М.: Советская Россия, 1990. – 125 с.
3. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 720 с.
4. Афанасьева, Н. Б. Введение в экологию растений: учебное пособие / Н. Б. Афанасьева. – М.: Изд-во Московского университета. – 2011. – 800 с.
5. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д.С.

Орлов. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.7. Никляев, В.С. Основы земледелия и растениеводства / В.С. Никляев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 364 с.

6. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов монометрическим методом. – Введ. 01.08.1987. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 10 с.

7. ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов. – Введ. 01.01.1997. – АО «Кодекс», 1997. – 11 с.

8. ГОСТ 26483-85. Почвы. Определение рН 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.

9. 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.



РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. Скоринны