

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ В ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ,  
ВЫРАЩЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Статья посвящена изучению вопроса накопления некоторых соединений азота в системе «почва-растение» при внесении минерального удобрения – карбамид. Внесение удобрения способствует повышению уровня содержания нитрат-ионов в плодах в среднем на 25%, что находится в пределах нормы предельно допустимой концентрации. На современном уровне проблема накопления нитрат-ионов затрагивает социально-экологические стороны жизни человека.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, карбамид, нитрат-ионы, ПДК, ионометрический метод.

The article is devoted to the study of the accumulation of some nitrogen compounds in the system "soil-plant" when using mineral fertilizer – urea. The introduction of fertilizer contributes to an increase in the level of nitrate ions in vegetables by an average of 25%, which is within the normal limits of the maximum permissible concentration. At the present level, the problem of accumulation of nitrate ions affects the socio-ecological aspects of human life.

**Keywords:** mineral fertilizer, urea, nitrate ions, MPC, ionometric method.

Проблемы азота и органического вещества почвы – ключевые факторы плодородия, продуктивности севооборотов и экологического равновесия. Они в теоретическом и практическом плане самые крупные по масштабу и важные по значению на современном этапе каждой земледельческой зоны. Карбамид применяют под все сельскохозяйственные культуры в качестве основного удобрения [1].

В почве мочевины очень быстро превращаются в карбонат аммония. Это превращение происходит в результате воздействия уробактерий и некоторых других почвенных микроорганизмов, выделяющих фермент уреазу; под влиянием данного фермента происходит гидролиз мочевины с образованием карбоната аммония:



Скорость гидролиза мочевины и соответственно превращения ее в карбонат аммония изучались в опытах лаборатории азота Научно-исследовательского института по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова, данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Скорость аммонификации мочевины в почве [2]**

Почвы	Внесено мочевины, мг N	Найдено в почве через 24 часа, мг N	
		азот мочевины	азот аммонийный
Подзолистая супесчаная	33	10,9	19,55

Углекислый аммоний – соединение нестойкое, на воздухе разлагается, образуя бикарбонат аммония и аммиака:



по этой причине при внесении мочевины без заделки в почву в отсутствие осадков часть азота в виде аммиака теряется, такие потери значительнее в почвах с нейтральной и щелочной реакцией [1].

Целью работы явилось изучение накопления нитрат-ионов в летний период в плодоовощной продукции, выращенной на почве без внесения и с внесением неорганических удобрений.

Объекты исследования: образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы, отобранные на приусадебном участке г. Речица, и растений принадлежащих к следующим семействам:

Крестоцветные – *Cruciferae*, Пасленовые – *Solanaceae*, семейство Тыквенные – *Cucurbitaceae*, семейство Сельдерейные – *Apiaceae*.

Исследование проводилось с постановкой микрополевого опыта. В почву вносили неорганическое удобрение карбамид, раствор которого готовили из расчета 10 г – 30 г на 10 литров воды (10 л на 1 м<sup>2</sup>) в зависимости от вида исследуемых образцов растений. Выбор применения данного удобрения обусловлен тем что, на легких дерново-подзолистых почвах в зоне достаточного увлажнения карбамид более эффективен, чем другие азотсодержащие удобрения [3].

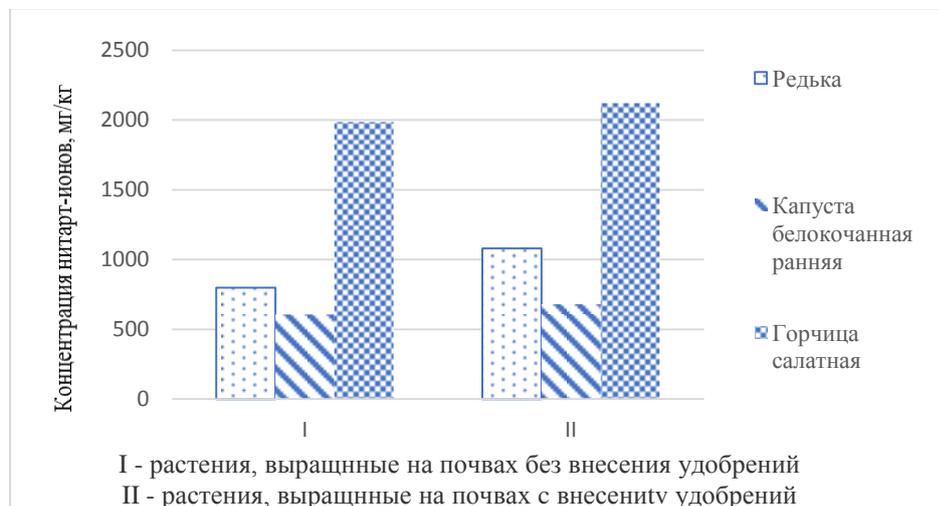
Определение нитрат-ионов в почвенных и растительных образцах проводилось ионометрическим методом. Метод основан на извлечении нитратов из анализируемого материала 1%-ным раствором алюмокалиевых квасцов или 1%-ным раствором сульфата натрия с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода [3,5]. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Содержание нитрат-ионов в дерново-подзолистой супесчаной почве в летний период 2018 г (n=3, p=0,95), мг/кг**

Почва	ПДК	Концентрация нитрат-ионов	
		июль	
Без внесения удобрений	130	68,7 ± 4,6	
С внесением удобрений	130	89,3 ± 5,3	

Содержание исследуемых анионов варьировало в пределах 68,7 – 89,3 мг/кг, что находится в пределах допустимой концентрации.

Динамика потребления нитрат-ионов представителями семейства Крестоцветные (*Cruciferae*), выращенных на почвах с внесением и без внесения карбамида представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Характер накопления нитрат-ионов в плодах растений семейства Крестоцветные (*Cruciferae*)**

Концентрация нитрат-ионов в плодах представителей семейства Крестоцветные, выращенных на почвах с внесением удобрений, больше чем в таковых, произрастающих на почвах без внесения удобрений: в редьке на 26,1 %, в капусте белокочанной на 10,7 %, в горчице салатной на 6,3 %. Нормы превышения ПДК наблюдаются в образцах горчицы салатной (2121,3 ± 123,4 мг/кг), на 121,3 мг/кг нитратов.

В таблице 3 представлены результаты определения нитрат-ионов в овощах семейств Тыквенные – *Cucurbitaceae* и Сельдерейные – *Apiaceae*.

Таблица 3. Содержание нитрат-ионов в растениях (n=3, p=0,95), мг/кг

Исследуемые образцы растений	ПДК	Содержание нитрат-ионов в летний период	
		Без внесения удобрений	С внесением удобрений
Семейство Тыквенные – <i>Cucurbitaceae</i>			
Огурец посевной	150	107,9 ± 13,9	169,3 ± 12,1
Кабачок	400	341,3 ± 15,7	607,1 ± 37,1
Патиссон	400	357,4 ± 14,3	461,2 ± 16,2
Семейство Сельдерейные – <i>Apiaceae</i>			
Укроп	1500	947,3 ± 63,4	1200,1 ± 72,4
Петрушка	1500	989,4 ± 68,2	1234,2 ± 76,2
Морковь ранняя	400	62,1 ± 3,3	98,3 ± 11,4

Количество исследуемых анионов увеличивается в плодоовощной продукции, выращенной на почвах с внесением удобрений по сравнению с таковыми выращенными без внесения удобрений. Увеличение количества нитратов составило для представителей семейства Тыквенные: на 36,3 % (огурец посевной), что превышает ПДК на 19,3 мг/кг; на 43,9 % (кабачок), что превышает ПДК на 207,1 мг/кг; на 22,5 % (патиссон). Для представителей семейства Сельдерейные: на 21,1% (укроп); на 19,8 % (петрушка); на 36,8 % (морковь).

Содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции, семейства Пасленовые – *Solanaceae*, составило: в картофеле 97,2 ± 9,4 мг/кг и 118,4 ± 12,9 мг/кг, в томате 54,3 ± 3,1 мг/кг и 62,2 ± 3,9 мг/кг, в перце сладком 69,8 ± 4,6 мг/кг и 127,3 ± 13,7 мг/кг, выращенных на почвах без внесения и с внесением неорганического удобрения соответственно. Данные свидетельствуют о способствовании внесения удобрения увеличению содержания нитратов в растительной продукции. Варьирование исследуемого показателя зафиксировано в интервале от 62,2 мг/кг до 127,3 мг/кг.

Результаты микрополевого опыта показали, что уровень нитрат-ионов в растительных образцах различен для представителей разных семейств, что связано с их индивидуальными биологическими особенностями. Внесение мочевины в почву влечет увеличение количества нитратов в образцах овощной продукции для представителей семейства Крестоцветные (*Cruciferae*) в среднем на 14,4 %; семейства Тыквенные (*Cucurbitaceae*) – на 34,2 %; семейства Крестоцветные (*Cruciferae*) – на 25,9 %, семейства Пасленовые (*Solanaceae*) – на 25,2 %, по сравнению с таковыми, выращенными на почвах без внесения удобрений. Был проведен однофакторный дисперсионный анализ результаты которого показывают, что все данные статистически достоверно отличаются, так как  $F_{факт} > F_{теор}$ .

#### ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлова, Л.А. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова. М-во с.-х. РФ, федеральное гос. Бюджетное образоват. учреждение высшего. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. 426 с.
2. Агрохимия: практикум / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. Минск.: РИПО, 2011. 300 с.
3. Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова. URL: <http://www.niuf.ru>. – Дата доступа: 10.11.2018
4. Воробьева Е. В. Физико-химические методы анализа в биохимии: Тексты лекций по спецкурсу для студентов биологического факультета / Е. В. Воробьева. Гомель: Мин. образов. РБ, УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2005. 133 с.
5. Экологические основы бионеорганической и биоорганической химии: руководство к лабораторным занятиям // ВГУ имени П.М. Машерова, 2017. 160 с.

Научный руководитель: кандидат химических наук, доцент Хаданович А.В.