

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС: НАУЧНЫЙ ПОДХОД**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ
В ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ВНЕСЕНИИ КАРБАМИДА****Иванова Ирина Александровна***студент 5 курса ГГУ им. Ф. Скорины,
Беларусь, г. Гомель
E-mail: irka.borisovets@mail.ru***Воробьева Елена Валерьевна***канд. хим. наук, доц. ГГУ им. Ф. Скорины,
Беларусь, г. Гомель
E-mail: evorobyova@gsu.by***THE CHANGE IN THE CONTENT OF NITRATE IONS IN FRUITS
AND VEGETABLES WHEN APPLYING FERTILIZER UREA****Irina Ivanova***the 5th course student F. Skoryna GSU,
Belarus, Gomel***Elena Vorobyova***candidate of chemical sciences, associate professor, F. Skoryna GSU,
Belarus, Gomel***АННОТАЦИЯ**

Актуальность работы: проблема токсикантов–анионов приобретает все большую актуальность, так как постоянно возрастает как количество, так и скорость круговорота нитратов, и других анионов в окружающей среде, растет их взаимодействие с природными системами.

Цель работы: изучение содержания нитрат-ионов в плодовоовощной продукции при внесении удобрений и без внесения удобрений.

В работе были исследованы особенности накопления нитрат-ионов в плодовоовощной продукции, выращенной на участке без внесения удобрений, и на участке с внесением удобрений. В качестве удобрения использовалась мочеви́на (карбамид). Содержание нитрат-ионов исследовалось в растениях 4 семейств: семейство Зонтичные (Apiaceae), семейство Пасленовые (Solanaceae), семейство Тыквенные (Cucurbitaceae) и семейство Амарантовые (Amaranthaceae). Показано, что содержание нитрат-ионов в плодовоовощной продукции на обоих участках колеблется в широком диапазоне, в зависимости от видовой принадлежности культуры, при этом, не превышая предельно допустимые концентрации (ПДК).

ABSTRACT

The relevance of the work: the problem of toxicants–anions becomes important because of the constant increasing of the number and rate circulation of nitrates and the other anions in the environment and their interaction with natural.

Objective: to study the nitrate-ions' content in fruits and vegetables with and without fertilizer application.

In this work, the features of the accumulation of nitrate ions in fruit and vegetable products grown on the site without fertilizer and on the site with fertilizer were investigated. Urea (carbamide) was the main fertilizer. There were study of nitrate-ions' content in 4 families' plants: the Umbrella family (Apiaceae), the Solanaceae family (Solanaceae), the Pumpkin family (Cucurbitaceae) and the Amaranth family (Amaranthaceae). Represented that the content of nitrate-ions in fruit and vegetable production varies in both areas in a wide range, depending on the species of the culture, while not exceeding the maximum permissible concentration.

Ключевые слова: нитрат-ионы, плодовоовощная продукция, внесение удобрений, мочеви́на (карбамид).

Keywords: nitrate ions, fruits and vegetables, fertilizer application, urea (carbamide).

Введение

За последние годы наблюдается устойчивая тенденция ухудшения экологической ситуации экосистем биосферы (почва, вода, воздух) и здоровья населения, вызванная преимущественно антропогенным воздействием человека на окружающую среду. Одним из важнейших факторов, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека, является употребление пищи растительного происхождения, содержащей нитраты.

Влияние нитратов на организм человека само по себе малотоксичное, их умеренное содержание в пище и воде не приводит практически ни к каким последствиям. Они не накапливаются в организме и легко выводятся из него. Ситуация меняется, когда ежедневное поступление нитратов и накопление их в организме человека приводит к образованию под влиянием кишечной микрофлоры уже более опасных соединений – нитритов [1, 2]. Токсическое действие нитритов на организм человека заключается в его взаимодействии с гемоглобином крови, в результате такого взаимодействия образуется метгемоглобин, неспособный связывать и переносить кислород. 1 мг нитрита натрия (NaNO_2) может перевести около 2000 мг гемоглобина в метгемоглобин. Кроме того, в присутствии аминов из нитритов могут образовываться N-нитрозамины, которые обладают канцерогенным и мутагенным действием [3, С. 36]. Канцерогенный эффект нитрозосоединений зависит от дозы и времени их воздействия на организм. При этом исследователи отмечают, что частое действие небольших доз является более опасным, чем действие одноразовых больших доз.

Внесение азотных удобрений на поля приводит к накоплению излишнего количества нитратов в сельскохозяйственной продукции. Результаты выборочного контроля, проведенного в конце 90-х гг. показали, что ежегодно 10 - 20 % проб овощных, плодовых и бахчевых пищевых продуктов превышает установленные ПДК по содержанию нитратов [4]. За последующие двадцать лет проводился ряд ограничительных мер по внесению удобрений, менялась нормативная база по содержанию неорганических солей в растительной продукции, менялся ассортимент удобрений, поступающих в розничную торговую сеть. В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение содержания нитрат-ионов в плодоовощной продукции, выращенной на приусадебном участке Гомельского района, при внесении азотсодержащего удобрения (мочевина или карбамид) и без внесения удобрений.

Методы исследования

Объектом исследования являлись плодовоовощные культуры, выращенные на приусадебном участке города: без внесения и с внесением азотистых удобрений – мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (ГОСТ 2081-92). Удобрение вносилось из рекомендуемого расчета: 35-65 г мочевины на 10 л воды при распределении раствора на 10 м² (апрель-май).

Содержание нитрат-ионов исследовалось в растениях, принадлежащих к 4 семействам: семейство Зонтичные (Ariaceae), семейство Пасленовые (Solanaceae), семейство Тыквенные (Cucurbitaceae) и семейство Амарантовые (Amaranthaceae).

Определение содержания нитратов в растительной продукции осуществляли ионометрическим методом по следующей методике.

Свежий растительный материал средних проб – стебли и листья злаковых и бобовых трав, ботву, растения силосных культур, кочаны капусты, листовые овощи – измельчали ножницами или ножом на деревянной доске и тщательно перемешивали. Плоды, корне- и клубнеплоды измельчили на терке, тщательно перемешали. На технических весах отвешивали 12,5 г предварительно измельченного растительного материала и помещали в ступку с кварцевым песком и растирали до однородной массы. Предварительно песок настаивали в соляной кислоте, затем тщательно отмывали от хлорид-ионов водопроводной и дистиллированной водой и после высушивания на воздухе прокачивали в муфеле при температуре 250 °С.

Содержимое ступки заливали 10–20 мл (из отмеренного объема) раствором алюмокалиевых квасцов и продолжили растирать в течение 3-5 мин, а затем количественно перенесли в химический стаканчик вместимостью около 100 мл. Перенесенную массу энергично перемешали в стаканчике стеклянной палочкой в течение 2–3 мин. В подготовленных гомогенатах измерили потенциал нитратного ионоселективного электрода на иономере ЭВ-74.

Содержание нитратов в растительном материале (мг/кг сырой массы) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{10^{-p\text{CNO}_3} \times MV \times 10^{-3}}{m},$$

где X – содержание нитратов, мг/кг;

$p\text{CNO}_3$ – отрицательный десятичный логарифм концентрации нитрат-иона ($-\lg(\text{CNO}_3)$) по градуировочному графику;

M – молярная масса определяемого компонента, г/моль;

V – объем вытяжки, л;

m – масса навески анализируемого материала, кг;

10^3 – коэффициент перевода в мг. [1]

Для приготовления стандартных растворов для калибровки прибора 10,1 г химически чистого нитрата калия растворяли в алюмокалиевых квасцах (1% р-р) в мерной колбе емкостью 1 л. Методом разбавления приготовили стандартные растворы с молярной концентрацией 0,01; 0,001; 0,0001 моль/л.

Пробы плодовоовощной продукции отбирались по 5 раз в 3-х повторностях с июля по сентябрь 2018 года. Внесение удобрения произведено в мае 2018 года.

Полученные данные анализировались с позиции норм ПДК, которые для изучаемых культур представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Значения предельно допустимых концентраций нитрат-ионов
(Согласно постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 г. № 36
"О введении в действие санитарных правил"
(с изменениями от 31 мая, 20 августа 2002 г., 15 апреля 2003 г.))

Растительная культура	ПДК, мг/кг
Морковь	400
Укроп	1500
Перец	200
Томат	150
Кабачок	400
Огурец грунтовый	300
Свекла	1400

Считается, что для взрослого человека количество поступающих с пищей нитратов не должно превышать 325 мг в сутки (доза более 600 мг/сут. обладает выраженным токсическим эффектом). Для ребенка показатель определяется индивидуально, из расчета 5 мг/кг веса, но не более 50 мг в сутки.

Результаты исследований и их обсуждение

При выполнении исследований был проведен агрохимический анализ почвы [5], без внесения удобрения и с внесением удобрения, результаты

представлены в таблице 2. Данные показывают, что внесение карбамида привело к уменьшению кислотности водной и солевой вытяжки почв, значения pH изменилось с 6,78 до 6,9 ед. в водной и с 6,19 до 7,56 ед. в солевой вытяжках. Внесение удобрений привело к увеличению содержания хлорид-ионов с 211,5 до 241,4 мг/кг, содержания калия с 130,3 до 240,5 мг/кг К₂O и, конечно, нитрата-ионов – с 5,2 до 6,5 мг/кг.

Таблица 2.

Агрохимические характеристики почвы

Почва	pH _{H2O}	pH _{KCl}	K ₂ O, мг/кг	Cl, мг/кг	NO ₃ ⁻ , мг/кг
Без внесения удобрений	6,78±0,41	6,19±0,26	130,3±12,6	211,5±20,8	5,2±4,6
С внесением удобрений	6,91±0,24	7,56±0,71	240,5±20,4	241,4±23,5	6,5±5,9

Рассмотрим содержание нитрат-ионов в плодово-овощной продукции, выращенной на участке без дополнительного внесения карбамида, данные представлены на рисунке 1. Наиболее высокое содержание нитрат-ионов в период июль-сентябрь отмечено для растения двух видов: Укроп огородный из семейства Зонтичные – (июль – 1205,1 мг/кг; август – 1321,3 мг/кг; сентябрь – 960,3 мг/кг), Свекла обыкновенная из семейства Амарантовые (июль – 1267,0 мг/кг; август – 1421,1 мг/кг; сентябрь – 1002,3 мг/кг). Наименьшее содержание нитрат-ионов характерны для Огурца обыкновенного из семейства Тыквенные: июль – 93,5 мг/кг; август – 139,9 мг/кг; сентябрь – 148,3 мг/кг.

Установленные концентрации нитрат-ионов для плодово-овощной продукции, выращенной на участке с

внесением карбамида представлены в виде диаграммы на рисунке 2. На участке с внесением удобрений самым высоким содержанием нитрат-ионов в период июль-сентябрь характеризуются растения двух видов: Укроп огородный из семейства Зонтичные (июль – 1355,0 мг/кг; август – 1425,7 мг/кг; сентябрь – 1428,6 мг/кг), Свекла обыкновенная из семейства Амарантовые – (июль – 1325,0 мг/кг; август – 1665,6 мг/кг; сентябрь – 1251,6 мг/кг). Наименьшее содержание нитрат-ионов у растения из семейства Тыквенные – Огурца обыкновенного (июль – 107,2 мг/кг; август – 135,6 мг/кг; сентябрь – 145,3 мг/кг).

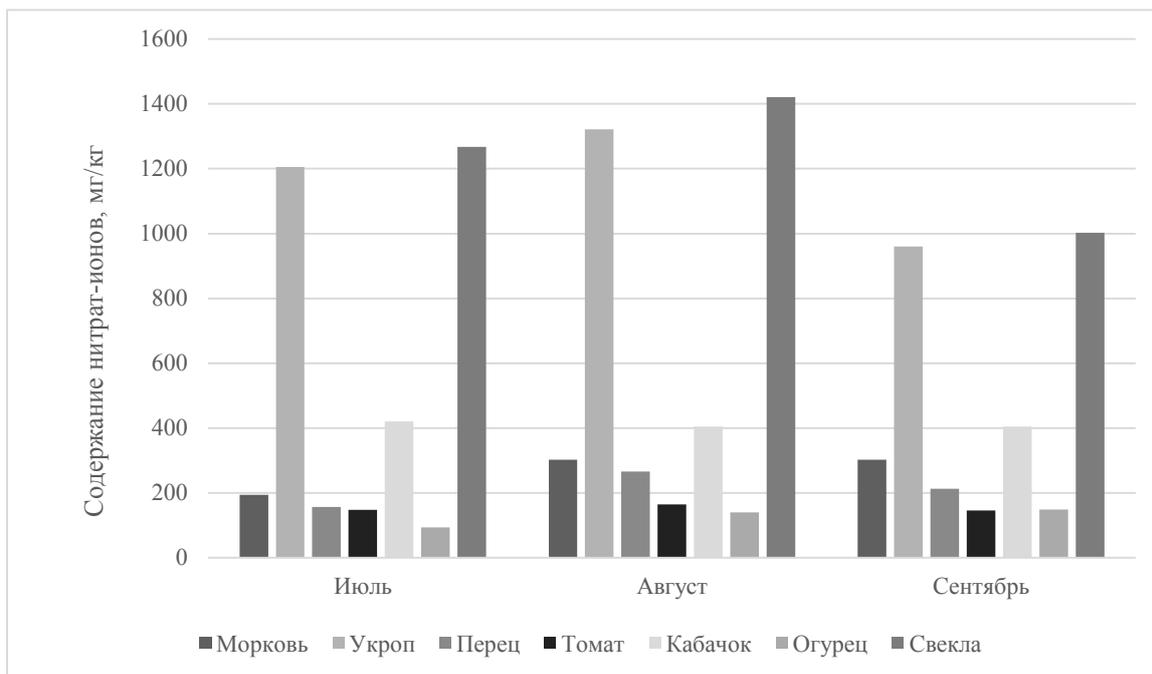


Рисунок 1. Содержание нитрат-ионов в растениях, выращенных на участке без внесения удобрения

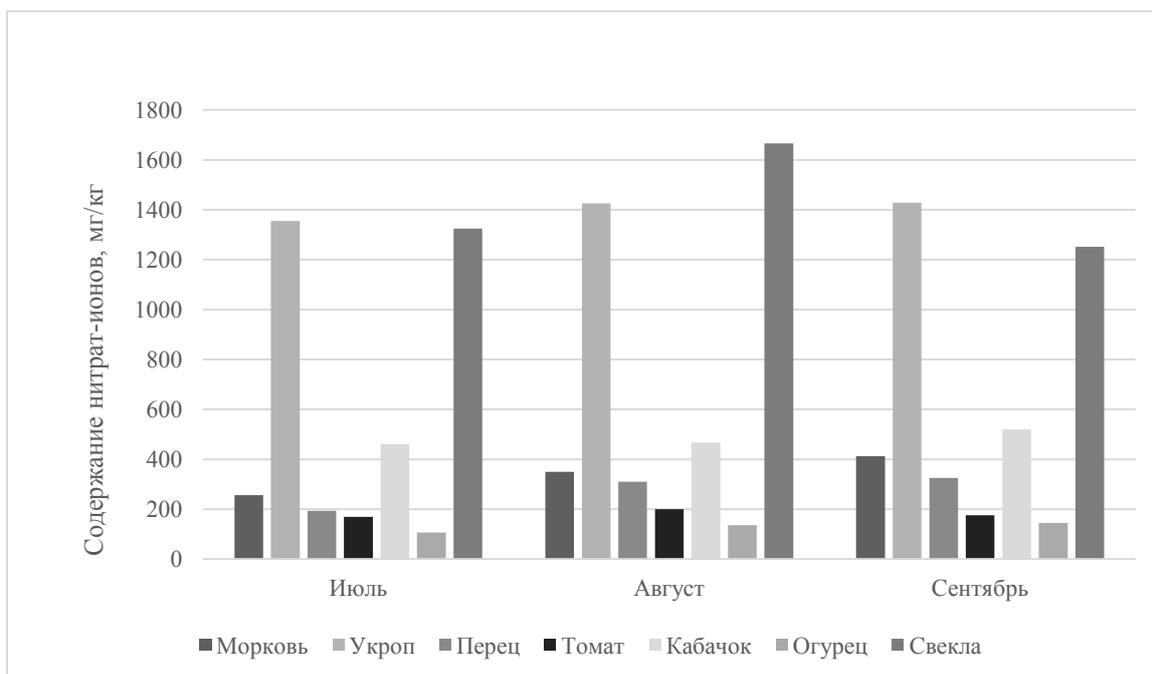


Рисунок 2. Содержание нитрат-ионов в растениях, выращенных на участке с внесением удобрения

Сравнительный анализ по содержанию нитрат-ионов в плодоовощной продукции, выращенной на

участках без внесения удобрений и с внесением удобрений, представлен на рисунке 3.

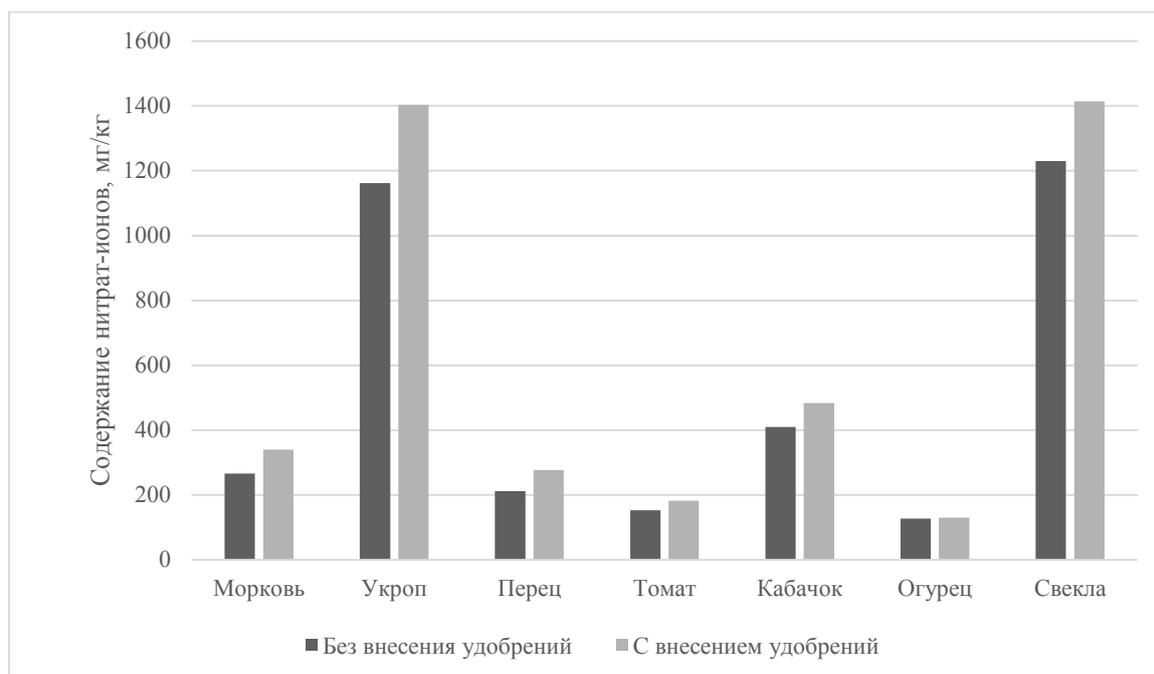


Рисунок 3. Содержание нитрат-ионов в растениях, выращенных на участках без внесения удобрения и с внесением удобрения

В ходе исследования было установлено, что внесение удобрения карбамида повлияло на содержание нитрат-ионов в плодовоовощной продукции. При этом содержание нитрат-ионов увеличилось на 23,6% – для Перца стручкового, на 21,6% – для Моркови посевной; на 17,2% – для Укропа огородного; на 16,2% – для Томатов; на 15,1% – для Кабачков, на 13% – для Свеклы обыкновенной; на 1,7% – для Огурца обыкновенного). Значит, Перец стручковый и Морковь посевная в большей степени, чем другие культуры, отреагировали на внесение удобрения карбамида. В этих культурах отмечено увели-

чение содержания нитрат-ионов по сравнению с фоновыми значениями на 23,6% и 21,6%.

Выявлено, что в пробах перцев, томатов, кабачков, выращенных на участке без внесения удобрения, содержание нитрат-ионов незначительно превышало значения ПДК. В пробах растительной продукции, выращенной на участке с внесением карбамида, содержание нитрат-ионов увеличилось, и увеличился список культур, в которых зафиксировано превышение значения ПДК: перец, томат, кабачок, свекла.

Список литературы:

1. Батян А., Фрумин Г., Базылев В. Основы общей и экологической токсикологии. – Litres, 2009 – 352 с.
2. Крохалёва С.И., Черепанов П.В. Содержание нитратов в растительных продуктах питания и их влияние на здоровье человека // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2016. – №. 3 (24) – С.27-36.
3. Григорьева Р.З. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: Учебное пособие. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 86 с.
4. Фролова Н.В. Экологическая оценка содержания нитратов и нитритов в пищевых продуктах растительного и животного происхождения и методы их снижения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. 03.00.16. Брянск, 2007. 24 с.
5. Вильдфлуш И.Р. Агрохимия: Учебное пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; – Минск.: РИПО, 2011. – 300 с.