

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.14>

**ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТОК ЙОДИСТЫМ КАЛИЕМ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО  
ВИКО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ**

Научная статья

**Филиппова П.С.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-9726-8844;

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Санкт-Петербург,  
Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (tipolis[at]yandex.ru)

**Аннотация**

С целью изучить влияние йодных некорневых обработок на развитие однолетних трав при возделывании в различных почвенно-агрохимических условиях был проведен микрополевым опытом. Для этого были проведены некорневые обработки вико-овсяной смеси раствором KI (0,02%) в фазы кущения и выхода в трубку овса на дерново-подзолистых почвах средней, хорошей и высокой окультуренности с внесением доз минеральных удобрений. По результатам исследования было установлено, что йод увеличивает урожайность трав преимущественно на почвах с невысоким уровнем плодородия. При возделывании трав на высокоокультуренной почве двукратные некорневые обработки KI были неэффективны. С другой стороны, йод способствовал значительному снижению содержания нитратов в зеленой массе в вариантах с внесением минеральных удобрений на почвах всех уровней окультуренности. В том числе йодные обработки повышали содержание йода в зеленой массе трав на 16-49%.

**Ключевые слова:** йод, кормовые однолетние травы, вико-овсяная смесь, дерново-подзолистые почвы, некорневые обработки.

**INFLUENCE OF FOLIAR TREATMENT WITH POTASSIUM IODIDE ON YIELD AND QUALITY OF VETCH-  
OAT MIXTURE IN CONDITIONS OF NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Research article

**Filippova P.S.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0001-9726-8844;

<sup>1</sup> St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russian Federation

\* Corresponding author (tipolis[at]yandex.ru)

**Abstract**

In order to study the effect of iodine foliar treatments on the development of annual grasses under cultivation in different soil and agrochemical conditions, a micro-field experiment was conducted. For this aim, foliar treatments of vetch-oat mixture with KI solution (0.02%) were carried out in the phases of tillering and oat tube emergence on sod-podzolic soils of medium, good and high cultivation with application of mineral fertilizer doses. According to the results of the study, it was found that iodine increases the yield of grasses mainly on soils with low fertility level. When grasses were cultivated on highly fertile soils, double foliar treatments with KI were ineffective. On the other hand, iodine contributed to a significant reduction of nitrate content in green mass in variants with the application of mineral fertilizers on soils of all levels of cultivation. Including iodine treatments increased the iodine content in the green mass of grasses by 16-49%.

**Keywords:** iodine, forage annual grasses, vetch-oat mixture, sod-podzolic soils, foliar treatments.

**Введение**

Почвы и климат Северо-Западного региона России не позволяют возделывать зерновые высокого качества. Обильные осадки и выраженный промывной режим почв, резкие перепады температуры воздуха в зимний период могут привести к гибели посевов зерновых. Большая часть осадков выпадает в регионе в июле-октябре, что приходится на период уборки урожая. Это создает большие трудности при уборке и способствует потерям урожая. Поэтому посевные площади занимают преимущественно овощными и кормовыми культурами, а также зерновыми на фураж. Доля кормовых культур в структуре посевов региона составляет 63,1 %, что в 3 раза превышает средние данные по России [1], [2]. Из них однолетние травы составляют 4,6% от общей посевной площади Северо-Западного региона России. Современное сельскохозяйственное производство Северо-Запада, ориентированное главным образом на животноводство, сталкивается с проблемой качества кормов в силу низкого естественного плодородия почв и недостаточной обеспеченности микроэлементами. Одним из них является йод, дефицит которого в почвах и природных водах [3], [4] сказывается на качестве растениеводческой и животноводческой продукции [5], [6]. Кроме того, последние исследования показывают важную роль йода в стимулировании роста растений [7] и повышению урожайности [8]. Нами было установлено, что йодные некорневые обработки способствуют снижению содержания нитратов в продукции картофеля [9]. Целью данного исследования было изучить влияние йодных некорневых обработок на урожайность и качество однолетних трав при возделывании в различных вариантах системы удобрения.

## Методы и принципы исследования

Микрополевой опыт проводился на базе «Агрофизического стационара» в Меньковском филиале Агрофизического института в Гатчинском районе Ленинградской области в 2019 году. В условиях многолетнего стационара в звене овощекормового севооборота микрополевой опыт велся по трехфакторной схеме. Фактор А включал в себя варианты почв различной степени окультуренности – средняя, хорошая и высокая. Фактор Б включал в себя 3 варианта минеральной системы удобрения:

- 1) контроль без удобрений;
- 2) N80P30K100;
- 3) N120P30K150.

Фактор В – два варианта некорневых обработок 0,02% раствором KI (однократная в фазу кущения овса, а также двукратная в фазу кущения и выхода в трубку овса). Минеральные удобрения вносили под предпосадочную обработку почвы. Почва экспериментального участка – дерново-подзолистая супесчаная на опесчаненной морене. В опыте площадь опытной делянки составляла 1 м<sup>2</sup>, повторность – 6-кратная. Размещение вариантов и повторностей систематическое. Учеты проводили в опыте сплошным весовым методом.

Погодные условия в год исследования были благоприятные. Сумма среднесуточных температур за вегетационный период с апреля по август – 1911 °С, сумма осадков за тот же период 346,7 мм, ГТК – 1,6. Среднемесячные температуры воздуха в год проведения опыта соответствуют средним многолетним значениям. Но месяцы апрель и июнь характеризовались недостаточным выпадением осадков. Засушливые условия в начале вегетации задержали развитие трав.

В исследовании параметров качества кормов использовались для определения содержания сырой золы – ГОСТ 32933-2014, общего содержания йода в зеленой массе трав – ГОСТ 28458-90, содержания нитратов – ГОСТ 34570-2019.

Статистическая обработка результатов проводилась по Б.А. Доспехову в программе MicrosoftExcel. Достоверность представлена НСР в виде планок погрешностей на диаграммах.

## Результаты и обсуждение

В ходе проведенного исследования было установлено, что йодные некорневые обработки положительно влияли на урожайность зеленой массы однолетних трав (рис. 1). В сложившихся благоприятных погодных-климатических условиях года исследования наибольшие прибавки были отмечены в вариантах системы удобрения с низким уровнем плодородия и без внесения минеральных удобрений. Так, в вариантах без внесения минеральных удобрений и со средней дозой NPK на среднеокультуренной почве прибавки урожая зеленой массы составили от 14 до 33% в зависимости от кратности йодных обработок в сравнении с контрольными вариантами без применения йода. С повышением уровня плодородия почв отдача от йодных удобрений снижалась, особенно, от двукратных некорневых обработок. Максимальная абсолютная прибавка от KI в опыте составила 2,32 т/га в варианте со средней дозой NPK на высокоокультуренной почве. По результатам исследования было установлено, что наиболее эффективной стала однократная обработка KI в фазу кущения овса. На среднеокультуренной почве средняя прибавка от однократной обработки раствором йодистого калия составила 18% по сравнению с контрольным вариантом без применения KI. А также в варианте без удобрений на хорошо окультуренной почве однократная и двукратная обработки KI позволили повысить урожайность на 26% и 16% от однократной и двукратной обработок соответственно.

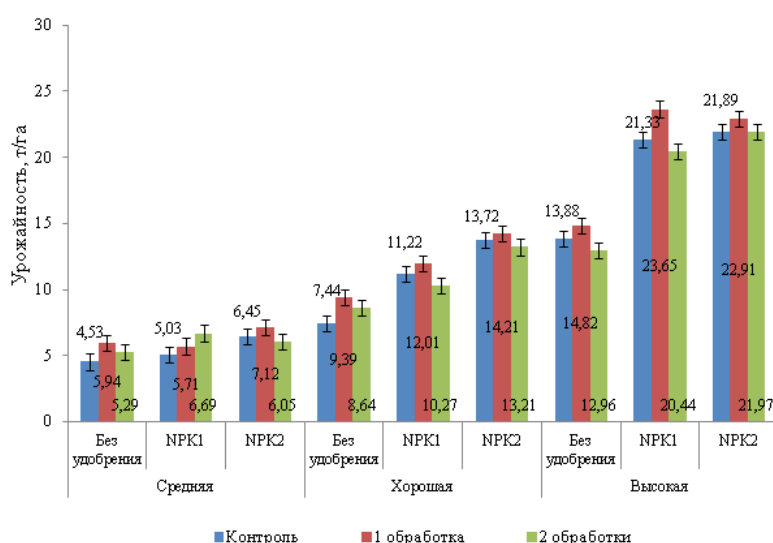


Рисунок 1 - Зависимость урожайности вико-овсяной смеси от некорневых обработок йодистым калием в фазы кущения и выхода в трубку овса в различных вариантах системы удобрения

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.14.1>

Данные анализов содержания нитратов в зеленой массе вико-овсяной смеси также получены для всех вариантов системы удобрения (рис. 2). Установлено, что при возделывании во всех вариантах без внесения удобрений в зеленой

массе трав содержалось минимальное количество нитратов. Внесение минеральных удобрений, особенно высокой дозы, способствовало повышению содержания нитратов в продукции. Во всех вариантах с внесением минеральных удобрений йод способствовал достоверному снижению содержания нитратов, что позволяет улучшать качество кормов. Так, в среднем по опыту однократная и двукратная некорневые обработки КИ способствовали снижению содержания нитратов на 20 и 29% соответственно. Максимальное влияние йода установлено в вариантах с высокой дозой NPK2, где в зеленой массе трав содержание нитратов уменьшалось на 41 и 42% на хорошо и высокоокультуренной почвах соответственно. Blasco с соавторами установили, что наряду со снижением содержания нитратов в растениях, ингибировалась активность нитратредуктазы [10]. Влияние йода на содержание нитритов и активность нитритредуктазы (второй реакции восстановления нитратов) не отмечалось. Следовательно, снижение содержания нитратов связано не с усиленным восстановлением нитратов до аммиака, а с их меньшим поглощением из почвы. Поскольку йод находится в растении преимущественно в форме йодида [11], то йодид как сильный восстановитель может влиять на ионный обмен и диффузию ионов из почвы.

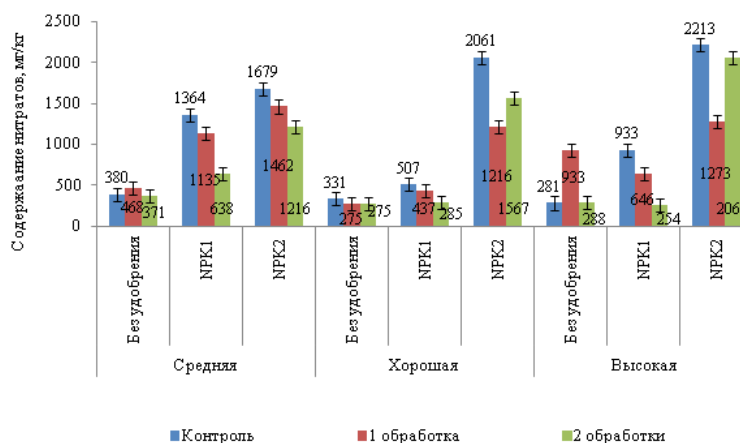


Рисунок 2 - Зависимость содержания нитратов в зеленой массе вико-овсяной смеси от некорневых обработок йодистым калием в фазы кущения и выхода в трубку овса в различных вариантах системы удобрения  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.14.2>

Проведение некорневых обработок 0,02% раствором йодида калия позволило достоверно повысить содержание йода в зеленой массе трав вико-овсяной смеси (рис. 3). Стоит отметить, что содержание йода несущественно различалось под влиянием одно- или двукратной обработки КИ. Так, на среднеокультуренной почве применение йодных удобрений позволяло повышать содержание йода в зеленой массе трав на 16 и 40%, на хорошо окультуренной – на 31 и 30%, на высокоокультуренной – 47 и 49% от однократной и двукратной обработок соответственно. По абсолютной величине валового йода в пересчете на с.в. в массе однолетних трав было отмечено на 34% меньше при возделывании на высокоокультуренной почве, чем на среднеокультуренной. Это может быть связано с меньшей долей водорастворимого йода на почвах с высоким уровнем плодородия, поскольку в этих условиях он больше связывается почвенным органическим веществом [12].

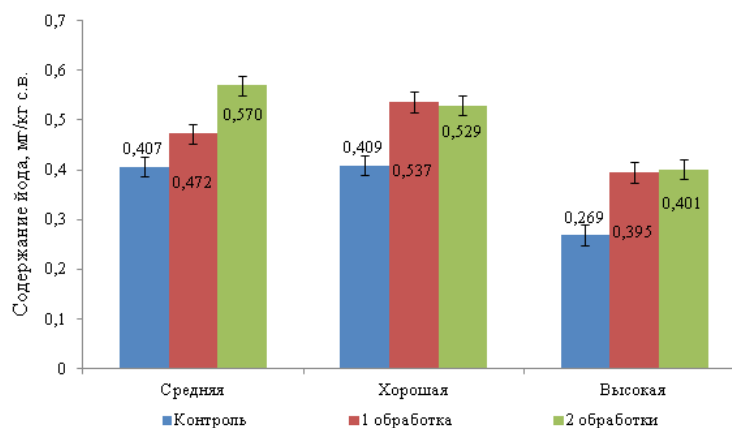


Рисунок 3 - Зависимость содержания йода в зеленой массе вико-овсяной смеси от некорневых обработок йодистым калием в фазы кущения и выхода в трубку овса на почвах различной степени окультуренности  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.14.3>

Также было изучено влияние йодных подкормок на содержание сырой золы как важного показателя качества кормов (рис. 4). Было установлено, что содержание сырой золы под влиянием йода изменялось в зависимости от окультуренности почвы.

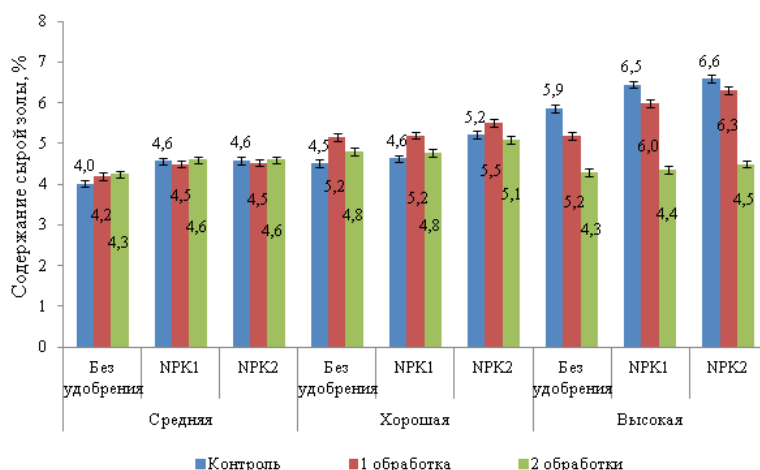


Рисунок 4 - Зависимость содержания сырой золы в зеленой массе вико-овсяной смеси от некорневых обработок йодистым калием в фазы кущения и выхода в трубку овса в различных вариантах системы удобрения  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.14.4>

Влияние йода не сказалось на содержании сырой золы в зеленой массе трав при возделывании на среднеокультуренной почве. На хорошо окультуренной почве вне зависимости применения минеральных удобрений содержание сырой золы достоверно увеличивалось от однократной обработки КИ. Двукратная обработка не оказалась существенного влияния. При возделывании на высокоокультуренной почве йод снижал содержание сырой золы в зеленой массе трав, и если от однократной обработки снижение составляло 5–12%, то от двукратной – 27–32%. Зольность – это важный показатель качества кормов, отражающий содержание минеральных веществ в зеленой массе, которые представлены в большей степени обменными катионами. Вероятно, это связано с влиянием йода на возможности поглощения катионов из почвы, однако, этот вопрос слабо освещен в литературе и требует изучения.

### Заключение

В ходе исследования было изучено влияние йодных некорневых обработок на урожайность и содержание нитратов в зеленой массе вико-овсяной смеси в различных почвенно-агрохимических условиях. Таким образом, установлено, что наибольший эффект от некорневых обработок йодистым калием был достигнут на почвах с невысоким уровнем плодородия, то есть на среднеокультуренной почве и хорошо окультуренной без внесения минеральных удобрений. Максимальные прибавки урожая однолетних трав достигали 1,66, 1,95 и 2,32 т/га для средне-, хорошо и высокоокультуренной почв соответственно. Однократная некорневая обработка раствором йодистого калия оказывала наибольший эффект на урожайность. Также отмечено положительное влияние йода на один из ключевых показателей качества и безопасности растениеводческой кормовой продукции – содержание нитратов. Так, некорневые обработки однолетних трав йодистым калием достоверно снижали содержание в них нитратов практически во всех вариантах опыта. Наиболее выражено это снижение происходило в вариантах с предпосевным внесением минеральных удобрений, что, вероятно, связано с изначальным более высоким потенциалом аккумуляции азотсодержащих соединений в зеленой массе растений данных вариантов. Кроме того, обработки КИ способствовали повышению содержания йода в зеленой массе трав на 16–49%.

Влияние йода на содержание сырой золы было различным в зависимости от окультуренности почвы. Несущественным оно было на фоне среднеокультуренной почвы. На фоне хорошей окультуренности почвы – достоверно увеличивалось (вне зависимости применения минеральных удобрений). А на фоне высокоокультуренной почвы применение йода уже наоборот снижало содержание сырой золы в зеленой массе трав пропорционально кратности обработок.

Таким образом, в ходе исследования выявлено достоверное влияние некорневых обработок йодистым калием на основные качественные показатели зеленой массы однолетних трав и установлены некоторые закономерности во влиянии данного приема в зависимости от различных почвенно-агрохимических условий.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. ЕМИСС. Государственная статистика // ЕМИСС. Государственная статистика. — 2023. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения: 11.12.2023).
2. Синицына С. М. Многолетние травы Северо-Запада РФ: состояние и проблемы / С. М. Синицына // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. — 2017. — № 92. — С. 102–110.
3. Ковальский В. В. Микроэлементы в почвах СССР / В. В. Ковальский, Г. А. Андрианова. — Москва : Наука, 1970. — 180 с.
4. Панасин В. И. Избранные научные труды: Микроэлементы в земледелии / В. И. Панасин. — Калининград : БФУ им. И. Канта, 2018. — 1 т.
5. Карабаева М. Э. Проблема йододефицита у животных / М. Э. Карабаева // Эффективное животноводство. — 2018. — № 2. — С. 28–29.
6. Субботин С. В. Влияние качества кормов на уровень и полноценность питания коров / С. В. Субботин, Е. Е. Хоштария, Л. В. Смирнова // Молочнохозяйственный вестник. — 2011. — № 4. — С. 44–46.
7. Kiferle C. Evidences for a Nutritional Role of Iodine in Plants / C. Kiferle, M. Martinelli, A. M. Salzano et al. // *Frontiers in Plant Science*. — 2021. — № 12. — P. 616–868.
8. Данилова Т. А. Влияние йодистого калия на урожайность и качественные показатели свеклы столовой и картофеля / Т. А. Данилова // *Агрохимический вестник*. — 2022. — № 5. — С. 16–20.
9. Иванов А. И. Некоторые возможности управления продуктивностью и качеством картофеля (*Solanum tuberosum* L.) с использованием йода / А. И. Иванов // *Проблемы агрохимии и экологии*. — 2019. — № 4. — С. 43–49.
10. Blasco B. Photorespiration Process and Nitrogen Metabolism in Lettuce Plants (*Lactuca sativa* L.): Induced Changes in Response to Iodine Biofortification / B. Blasco, J. J. Rios, L. M. Cervilla et al. // *Journal of Plant Growth Regulation*. — 2010. — № 29 (4). — P. 477–486. DOI: 10.1007/s00344-010-9159-7.
11. Weng H. X. Uptake of Different Species of Iodine by Water Spinach and Its Effect to Growth / H. X. Weng, A. L. Yan, C. L. Hong et al. // *Biological Trace Element Research*. — 2008. — № 124 (2). — P. 184–194. DOI: 10.1007/s12011-008-8137-4.
12. Конарбаева Г. А. Изменение почвенного фонда йода в агроценозах лесостепи Западной Сибири / Г. А. Конарбаева, В. С. Бойко, В. Н. Якименко // *Агрохимия*. — 2022. — № 12. — С. 55–61.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. EMISS. Gosudarstvennaja statistika [EMISS. Government Statistics] // EMISS. Government Statistics. — 2023. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (accessed: 11.12.2023). [in Russian]
2. Sinitsyna S. M. Mnogoletnie travy Severo-Zapada RF: sostojanie i problemy [Perennial Grasses of the North-West of the Russian Federation: Status and Problems] / S. M. Sinitsyna // *Technologies and Technical Means of Mechanized Production of Crop and Livestock Products*. — 2017. — № 92. — P. 102–110. [in Russian]
3. Koval'skij V. V. Mikroelementy v pochvah SSSR [Trace Elements in Soils of USSR] / V. V. Koval'skij, G. A. Andrianova. — Moskva : Nauka, 1970. — 180 p. [in Russian]
4. Panasin V. I. Izbrannye nauchnye trudy: Mikroelementy v zemledelii [Selected Scientific Works: Micronutrients in Agriculture] / V. I. Panasin. — Kaliningrad : BFU named after I. Kant, 2018. — 1 vol. [in Russian]
5. Karabaeva M. E. Problema jododefitsita u zhivotnyh [Iodine Deficiency Problem of Animals] / M. E. Karabaeva // *Effective Animal Husbandry*. — 2018. — № 2. — P. 28–29. [in Russian]
6. Subbotin S. V. Vlijanie kachestva kormov na uroven' i polnotsennost' pitaniya korov [Influence of Feed Quality on the Level and Nutritional Value of Feed for Cows] / S. V. Subbotin, E. E. Hoshtarija, L. V. Smirnova // *Dairy Farming Bulletin*. — 2011. — № 4. — P. 44–46. [in Russian]
7. Kiferle C. Evidences for a Nutritional Role of Iodine in Plants / C. Kiferle, M. Martinelli, A. M. Salzano et al. // *Frontiers in Plant Science*. — 2021. — № 12. — P. 616–868.
8. Danilova T. A. Vlijanie jodistogo kalija na urozhajnost' i kachestvennye pokazateli svekly stolovoj i kartofelja [Influence of Potassium Iodide on Crop Yield and Quality Parameters of Beet and Potato] / T. A. Danilova // *Agrochemical Bulletin*. — 2022. — № 5. — P. 16–20. [in Russian]
9. Ivanov A. I. Nekotorye vozmozhnosti upravlenija produktivnost'ju i kachestvom kartofelja (*Solanum tuberosum* L.) s ispol'zovaniem joda [Some Management Possibilities of Production and Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.) with Use of Iodine] / A. I. Ivanov // *Issues of Agrochemistry and Ecology*. — 2019. — № 4. — P. 43–49. [in Russian]
10. Blasco B. Photorespiration Process and Nitrogen Metabolism in Lettuce Plants (*Lactuca sativa* L.): Induced Changes in Response to Iodine Biofortification / B. Blasco, J. J. Rios, L. M. Cervilla et al. // *Journal of Plant Growth Regulation*. — 2010. — № 29 (4). — P. 477–486. DOI: 10.1007/s00344-010-9159-7.
11. Weng H. X. Uptake of Different Species of Iodine by Water Spinach and Its Effect to Growth / H. X. Weng, A. L. Yan, C. L. Hong et al. // *Biological Trace Element Research*. — 2008. — № 124 (2). — P. 184–194. DOI: 10.1007/s12011-008-8137-4.
12. Konarbaeva G. A. Izmenenie pochvennogo fonda joda v agrotsenozah lesostepi Zapadnoj Sibiri [Changes in Soil Stock of Iodine in Agrocenosis of Forest Steppe of Western Siberia] / G. A. Konarbaeva, V. S. Bojko, V. N. Jakimenko // *Agrochemistry*. — 2022. — № 12. — P. 55–61. [in Russian]