

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ
ИОДИДА КАЛИЯ ПОД ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

A.V. Sindireva, O.I. Kurdumanova,
O.V. Stepanova, I.B. Gilyazova

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF VARIOUS METHODS OF IODIDE POTASSIUM
APPLICATION UNDER GRAIN CROPS

Синдирева А.В. – д-р биол. наук, проф. каф. экологии, биологии и природопользования Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: sindireva72@mail.ru

Курдуманова О.И. – д-р пед. наук, доц., зав. каф. химии и методики преподавания химии Омского государственного педагогического университета, г. Омск. E-mail: kurdumanovao@mail.ru

Степанова О.В. – асп. каф. экологии, биологии и природопользования Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: 888.olga@mail.ru

Гилязова И.Б. – канд. пед. наук, доц. каф. химии и методики преподавания химии Омского государственного педагогического университета, г. Омск. E-mail: irin.ter@mail.ru

Sindireva A.V. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Ecology, Biology and Environmental Management, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: sindireva72@mail.ru

Kurdumanova O.I. – Dr. Ped. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Chemistry and Methods of Teaching Chemistry, Omsk State Pedagogical University, Omsk. E-mail: kurdumanovao@mail.ru

Stepanova O.V. – Post-Graduate Student, Chair of Ecology, Biology and Environmental Management, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: 888.olga@mail.ru

Gilyazova I.B. – Cand. Ped. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry and Methods of Teaching Chemistry, Omsk State Pedagogical University, Omsk. E-mail: irin.ter@mail.ru

Агрохимический метод является одним из наиболее перспективных мероприятий по увеличению содержания йода в продуктах питания, составляющих кормовую базу животных и человека. В связи с этим актуальной представляется экологическая оценка различных способов применения микроудобрений в системе «почва-растение». Для оценки влияния соединений йода на растительный организм проведены вегетационные опыты по определению влияния различных концентраций йодсодержащих удобрений на интенсивность начального роста семян зерновых культур (ячменя и овса). Вегетационные опыты проводились в 2013–2015 годах на лугово-черноземной почве. Использовались три способа применения йодсодержащих микроудобрений под зерновые культуры – предварительное намачивание, некорневая обработка (растворами йодида калия с концентрациями 0,005, 0,01 и 0,02%), основное внесение йодида калия в почву (в дозах 9, 12 и 15 кг /га). В результате про-

ведения вегетационных опытов получены данные о влиянии йода на биомассу, высоту растений и длину корней. Влияние йодсодержащих соединений на показатели роста и развития растений ячменя и овса зависело от дозы, способа применения микроэлемента, а также от биологических особенностей культуры. Наибольшее влияние йод оказал на массу растений как овса, так и ячменя, при этом отмечалось увеличение данного показателя на 16–41 %. Применение йодсодержащих удобрений увеличивает содержание йода как в почве, так и в растениях по сравнению с фоном. Максимальное содержание микроэлемента наблюдается при предпосевной обработке семян овса и ячменя. Отмечается прямая и тесная взаимосвязь между дозами йода и его содержанием в растении. Установлены коэффициенты интенсивности действия микроэлемента на химический состав почвы и растений. С позиции экологической безопасности в условиях эксперимента применение йода в качестве

микроудобрения не способствует его накоплению в растениях в дозах, опасных для животных и человека.

Ключевые слова: микроэлемент, йод, вегетационный опыт, зерновые культуры, ячмень, овес.

Agrochemical method is one of the most perspective actions for increasing of iodine content in feeding nutrition supply of animals and the people. In this regard ecological assessment of various methods of application of microfertilizers in soil plant system is actual. For the assessment of influence of compounds of iodine on a vegetable organism vegetative experiments for the definition of influence of various concentrations of iodinated fertilizers on the intensity of initial growth of seeds of grain crops (barley and oats) were made. Vegetative experiments were made in 2013–2015 on meadow and chernozom soil. Three methods of application of iodinated microfertilizers under grain crops, i.e. preliminary soaking, nonroot processing (potassium iodide solutions with concentration of 0.005, 0.01 and 0.02 %), the main adding of iodide of potassium into the soil were used (in the doses of 9, 12 and 15 kg/hectare). As a result of carrying out vegetative experiment the data on the influence of iodine on biomass, the height of plants and roots length were obtained. The influence of iodinated compounds on the indicators of growth and development of plants of barley and oats depended on the dose, microelement method of application, and biological features of culture. Iodine had the greatest impact on the mass of plants as oats, and barley, thus the increase in this indicator by 16–41 % was noted. Using iodinated fertilizers increases the content of iodine both in soil and in plants in comparison with background. The maximum maintenance of the microelement is observed at preliminary processing of seeds of oats and barley. Straight line and close interrelation between the doses of iodine and its contents in the plant was noted. The coefficients of intensity of action of the microelement on chemical composition of the soil and plants were established. From ecological safety point of view in experimental conditions using of iodine as microfertilizer does not promote its accumulation in plants in the doses dangerous to animals and the people.

Keywords: microelement, iodine, vegetative experiment, grain crops, barley, oats.

Введение. Омская область, как и многие другие регионы России, является дефицитной по содержанию йода в почвах, растениях, следовательно, в кормах животных [1]. Одним из перспективных мероприятий по увеличению содержания йода в продуктах питания является агрохимический метод, т.е. обогащение растений, составляющих кормовую базу животных и человека, путем применения удобрений, содержащих йод [2]. Согласно литературным данным, обогащение растений – это наиболее оптимальный выход из сложившейся в мире ситуации из-за дефицита йода [3]. На сегодняшний день в ряде стран (России, Италии, Китае и др.) разработаны национальные программы и проекты по обогащению йодом зерновых культур, овощей и фруктов [4–9]. В то же время при разработке научно обоснованных методов применения йода должна быть дана экологическая оценка действия этого микроэлемента в системе «почва-растение».

Пределы содержания микроэлементов в живых организмах имеют узкую грань между токсичностью и необходимостью. При этом с целью оптимизации питания растений микроэлементами возникает необходимость определения оптимальных и критических концентраций микроудобрений.

Цель работы. Дать экологическую оценку различных способов применения йодида калия под зерновые культуры.

Задачи исследования: оценить влияние различных доз и способов применения йодида калия на начальные показатели роста и развития зерновых культур; установить влияние йодида калия на химический состав почвы и растений.

Методы исследования. Известно, что действие микроэлементов начинает проявляться на самых ранних стадиях развития растений. В связи с этим для оценки влияния йода на растительный организм нами проведены вегетационные опыты по определению воздействия различных концентраций данного микроэлемента на интенсивность начального роста семян зерновых культур.

Вегетационные опыты проводились по следующей схеме:

1. Контроль.
2. Предварительное намачивание семян (за 24 часа до посева) раствором йодида калия с концентрацией йода 0,005; 0,01 и 0,02 %.

3. Опрыскивание растений раствором иодида калия с концентрацией 0,005; 0,01 и 0,02 %. Опрыскивание производилось через неделю после всходов.

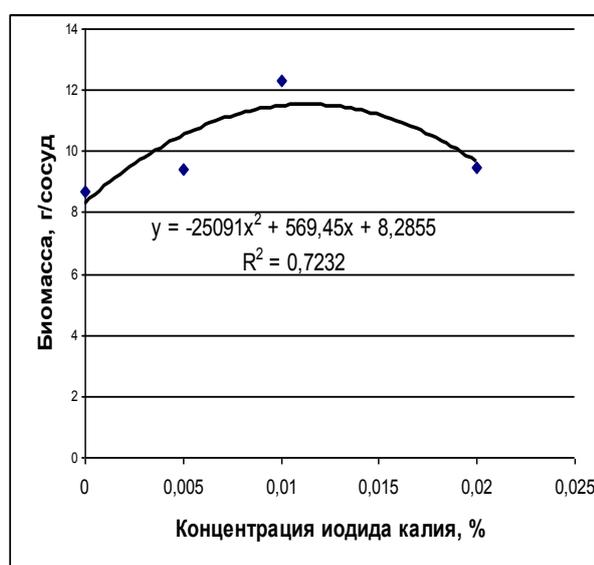
4. Основное внесение иодида калия в дозах йода 9, 12 и 15 кг/га [2].

Для проведения вегетационных опытов использовали семена ярового ячменя Омский 87 и ярового овса Иртыш 13. Опыты проводились на лугово-черноземной почве. Повторность опыта – шестикратная.

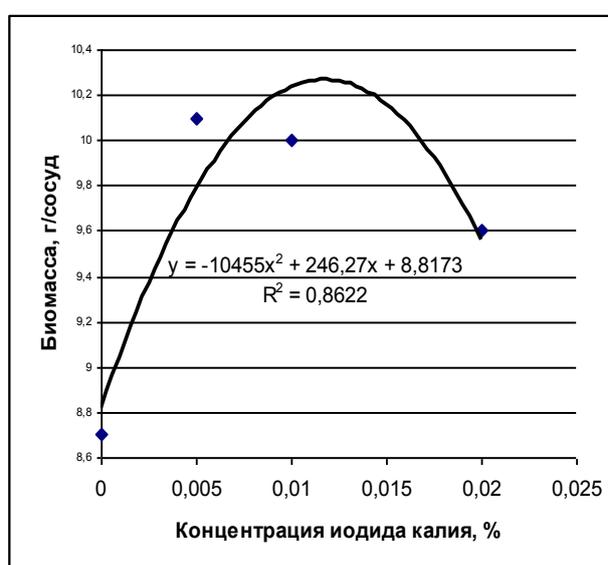
По окончании вегетационных опытов определяли биометрические показатели растений: биомассу, высоту растений и длину корней. В растительных образцах определяли содержа-

ние сухого вещества, микроэлементов йода. Определение йода в почве и растениях производилось кинетическим роданидно-нитритным методом [10]. Полученные данные обрабатывали статистически.

Результаты исследования. Исследования показали, что применение йода в виде иодида калия способствовало увеличению биомассы растений овса. Установлена зависимость между концентрацией йода в растворе иодида калия и биомассой растений овса, как при предпосевной обработке, так и при некорневом внесении (рис. 1). В то же время данные способы применения йода не способствовали увеличению высоты растений и длины корня растений овса.



а – намачивание



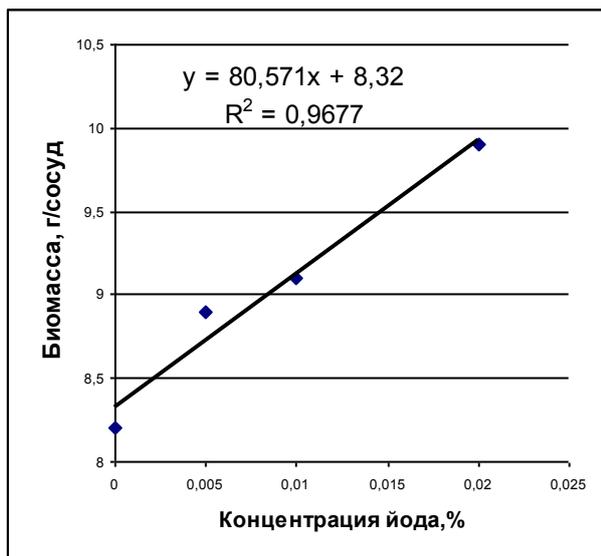
б – опрыскивание

Рис. 1. Влияние йода на биомассу растений овса: а – при намачивании; б – опрыскивании (в среднем за 2013–2015 гг.)

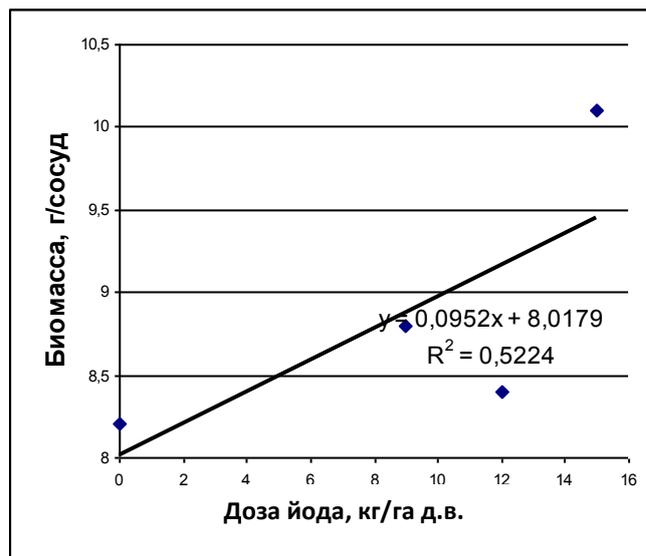
Согласно данным, приведенным на рисунке 1, наибольшее увеличение массы растений овса при намачивании семян отмечалось при концентрации йода в растворе иодида калия, равной 0,01%, а при некорневом внесении – при меньшей концентрации – 0,005 %. При этом увеличение массы растений превышало уровень контроля соответственно на 41 и 16 % в среднем за годы исследования. С увеличением концентрации йода в растворе KI до 0,02 % масса растений овса снижалась, но оставалась выше контроля.

Следует отметить, что не установлено четкой зависимости между дозой вносимого в почву йода и показателями роста развития овса.

В опытах с ячменем наблюдалась другая тенденция. Установлена прямая зависимость между концентрацией йода в растворе при намачивании, дозами йода при основном внесении и биомассой растений (рис. 2). Максимальное увеличение биомассы растений отмечено при намачивании концентрацией 0,02 % и при внесении йода в дозе 15 кг/га (увеличение по сравнению с контролем соответственно 17,1 и 23%).



а – намачивание

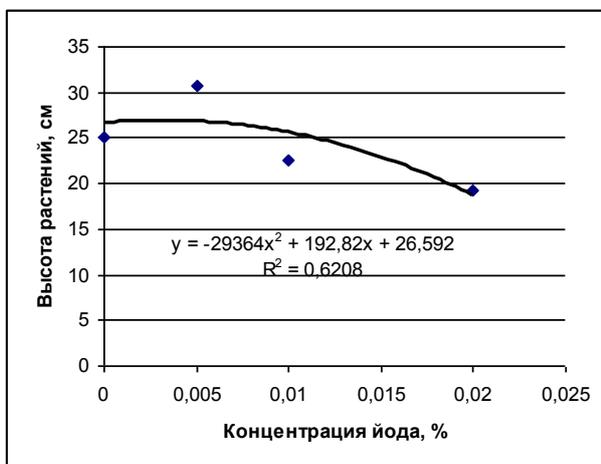


б – внесение в почву

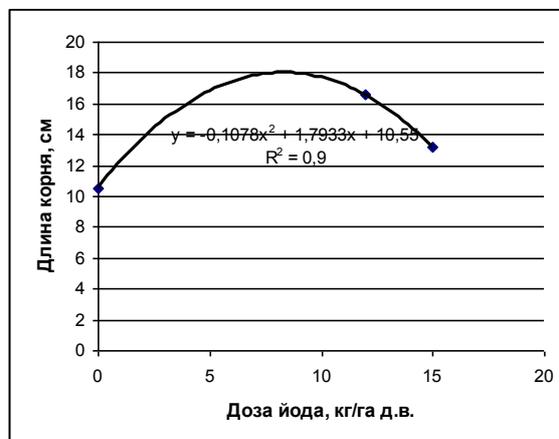
Рис. 2. Влияние йода на биомассу растений ячменя: а – при намачивании; б – внесении в почву (в среднем за 2013–2015 гг.)

На высоту растений ячменя наиболее положительное влияние оказало опрыскивание раствором с концентрацией йода 0,005 %, при этом данный показатель превышал уровень контроля на 22,8 %. Однако с повышением концентрации до 0,02 % высота растений ячменя снижалась

на 23,5 % по сравнению с контролем. В результате исследования выявлено, что на длину корня наиболее значимое влияние оказало внесение йодсодержащих удобрений в почву (рис. 3, а, б).



а – опрыскивание



б – внесение в почву

Рис. 3. Влияние йода на показатели роста растений ячменя: а – при опрыскивании; б – внесении в почву (в среднем за 2013–2015 гг.)

Таким образом, влияние йодсодержащих соединений на показатели роста и развития растений ячменя и овса зависело от дозы, способа применения микроэлемента, а также от биологических особенностей культуры. При этом йод

оказывал как положительное, так и отрицательное действие на изучаемые показатели.

Как считает В.К. Кашин [11], явления временного угнетения ростовых процессов под влиянием йода на начальных этапах онтогенеза

растений связаны с увеличением содержания йода в прорастающих семенах и проростках и вызваны в связи с этим адаптационными перестройками метаболических процессов. В дальнейшем ходе роста, по мере связывания йода различными соединениями и в связи с потерями в результате улетучивания и разбавления его в увеличивающейся биомассе, характер реакции на йод изменяется и переходит в стимулирующую стадию.

Положительное действие йода можно объяснить, по мнению В.К. Кашина [11], усилением биосинтеза триптофана и трансаминированием его в индольные ауксины. Способность клеток растений к растяжению под действием йода усиливается, так как ауксины способствуют ослаблению связей между мицеллами целлюлозы в клеточной оболочке. Размеры листовой поверхности увеличиваются. По мнению П. Илиева [12], йод проявляет «секундерную» форму действия, когда в отличие от «стартовой» формы стимуляция физиологических процессов происходит не в начале, а на более поздних этапах развития.

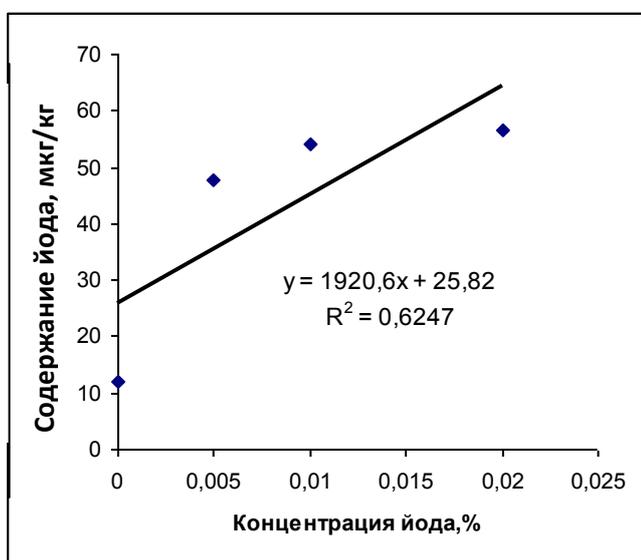
Согласно представленным выше данным, между дозами применения йода и показателями роста и развития существует тесная взаимо-

связь, следовательно, представляет особый интерес накопление йода в растениях овса и ячменя при различных способах применения микроэлемента [13, 14].

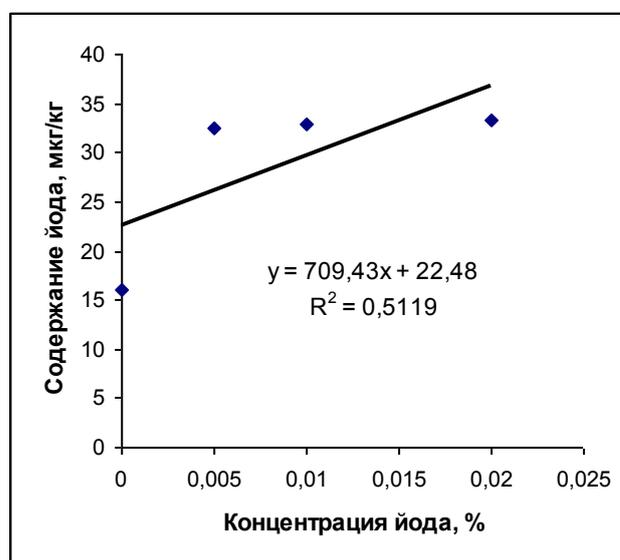
На основании имеющихся в литературе сведений В.К. Кашин пришел к выводу, что содержание йода в растениях является видовым признаком, но абсолютную величину его определяет экологический фактор [11].

Отдельные виды растений могут значительно различаться по содержанию йода, даже если они произрастают рядом на одной и той же почве. Это говорит о том, что различные виды обладают селективной способностью накопления, обусловленной генотипическими качествами растительного организма [11].

Исследования показали, что наиболее интенсивно накапливается йод при предпосевной обработке семян, как в опытах с овсом, так и в опытах с ячменем. При этом йод интенсивнее накапливается в растении овса. В то же время без обработки наибольшее содержание отмечается у ячменя (рис. 4, а, б). При максимальной концентрации йода в растворе KI при намачивании 0,02 % отмечается превышение йода в растении овса в 4,7 раза (56,6 мкг/кг), в растении ячменя – в 2,2 раза (33,4 мкг/кг).



а – овес



б – ячмень

Рис. 4. Содержание йода при предпосевной обработке семян: а – в овсе; б – ячмене

С целью прогноза содержания йода в зерновых культурах при предпосевной обработке раствором йодида калия, согласно уравнениям, представленным на рисунке 4, установлены ко-

эффициенты интенсивности накопления микроэлемента – коэффициенты «b», которые составляют для овса – 1920,6, а для ячменя – 709,43.

При некорневом поступлении микроэлемента его накопление было не столь интенсивное. При максимальной концентрации йода в растворе при опрыскивании 0,02 % его содержание в растениях овса и ячменя составляло соответственно 46,6 и 31,9 мкг/кг.

Отмечалась прямая зависимость между дозами йода и его содержанием в растениях овса и ячменя:

$$y = 1434,9x + 23,82, R^2 = 0,56; \quad (1)$$

$$y = 795x + 16,75, R^2 = 0,97, \quad (2)$$

где y – содержание йода в растении, мкг/кг; x – концентрация йода в растворе при опрыскивании, %.

Установлено, что при увеличении дозы йода, содержание этого микроэлемента в почве увеличивается прямо пропорционально дозе вносимого элемента (рис. 5).

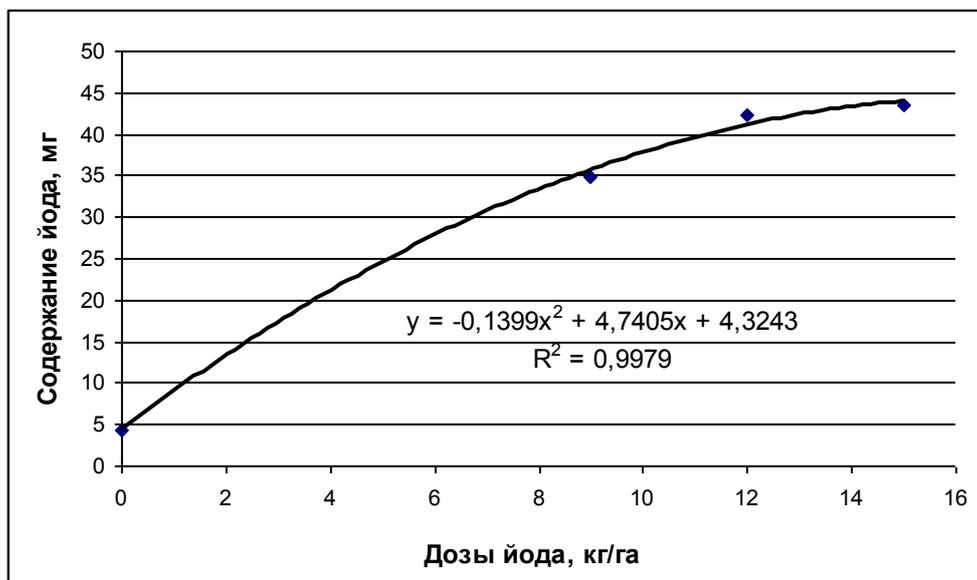


Рис. 5. Зависимость содержания йода в почве от дозы внесения

Необходимо отметить, что не установлена тесная прямая зависимость между дозой содержания йода в почве и его накоплением в растениях овса и ячменя. При этом максимальное содержание йода отмечалось в растении ячменя при дозе 15 кг/га (42 мкг/кг) и превышало уровень контроля в 3,5 раза. Содержание йода в ячмене в опытах с основным внесением отличалось от уровня контроля незначительно. С позиции экологической безопасности в условиях эксперимента применение йода в качестве микроудобрения не способствует его накоплению в растениях в дозах, опасных для животных и человека [13].

Выводы. По данным, полученным в результате проведения вегетационных опытов, можно судить о том, что различные культуры по-разному отзываются на одни и те же дозы и способы внесения йода калия. Оптимальным способом обогащения овса и ячменя является предварительное намачивание семян концентрацией 0,01 % и опрыскиванием той же концентрацией.

Литература

1. *Конарбаева Г.А., Смоленцев Б.А.* Влияние разных факторов на содержание йода в почвах Западной Сибири // Мат-лы докл. VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – Кн. 1.
2. *Синдирева А.В.* Влияние селена на показатели качества рапса ярового в условиях южной лесостепи Омской области // Вестник Бурятской ГСХА. – 2011. – № 4. – С. 85–89.
3. *Синдирева А.В., Степанова О.В.* Категориально-системный подход при решении проблемы йододефицита // Вестник Омского университета. – 2015. – № 2. – С. 119–122.
4. Iodine uptake and distribution in horticultural and fruit tree species / *A. Caffagni, N. Pecchioni, P. Meriggi* [et al.] // *Italian Journal of Agronomi.* – 2012. – V. 7. – P. 229–236.
5. Transfer of iodine from soil to vegetables by applying exogenous iodine / *Chun-Lai Hong,*

- Huan-Xin Weng, Ya-Chao Qin [et al.] // Agronomy for Sustainable Development. – 2008. – V. 28. – P. 575–583.*
6. *Яковлева Е.А., Бондарева Т.Н., Шеуджен А.Х.* Об использовании йодных и борных удобрений на посевах риса // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по мат-лам IX Всерос. конф. молодых ученых. – 2016. – С. 62–64.
 7. Влияние видовой и сортовой принадлежности семян на процесс биоконверсии йода / *А.В. Ранделин, Е.Ю. Злобина, Н.И. Мосолова [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 9 (115). – С. 12–14.*
 8. *Синдирева А.В., Степанова О.В., Серебренникова А.А.* С Влияние селена и йода на показатели роста и развития зерновых культур // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика: мат-лы XI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (г. Пермь, 14–15 ноября 2013 г.). – Пермь: Изд-во Перм. национал. исслед. политехн. ун-та, 2014. – С. 233–241.
 9. *Кашин В.К.* Йод в объектах окружающей среды Забайкалья и эффективность обогащения им растений // Химия в интересах устойчивого развития. – 2008. – № 16. – С. 173–182.
 10. *Проскуракова Г.Ф., Никитина О.Н.* Ускоренный вариант кинетического роданидно-нитритного метода определения микроколичеств йода в биологических объектах // Агробиохимия. – 1976. – № 7. – С. 140–143.
 11. *Кашин В.К.* Биогеохимия, физиология и агрохимия йода. – Л.: Наука, 1987. – 260 с.
 12. *Илиев П.* Формы общебиологической стимуляции у растений // Стимуляция у растений. – София, 1969. – С. 81–90.
 13. *Синдирева А.В., Кекина Е.Г., Степанова О.В.* Экологическая оценка влияния йодсодержащих удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. – 2016. – № 1. – С. 41–47.
 14. Агрономическая и экологическая оценка эффективности применения йода под яровую пшеницу / *А.В. Синдирева, О.В. Степанова, О.Д. Шойкин [и др.] // Экологические проблемы региона и пути их решения: мат-лы национал. науч.-практ. конф. с междунар. участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-BOOM» (13–15 октября 2016 г.). – 2016. – С. 318–324.*

Literatura

1. *Konarbaeva G.A., Smolencev B.A.* Vlijanie raznyh faktorov na sodержanie joda v pochvah Zapadnoj Sibiri // Mat-ly dokl. VI s'ezda obshhestva pochvedov im. V.V. Dokuchaeva. – Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2012. – Kn. 1.
2. *Sindireva A.V.* Vlijanie selena na pokazateli kachestva rapsa jarovogo v uslovijah juzhnoj lesostepi Omskoj oblasti // Vestnik Burjatskoj GSHA. – 2011. – № 4. – S. 85–89.
3. *Sindireva A.V., Stepanova O.V.* Kategorial'no-sistemnyj podhod pri reshenii problemy jododeficyta // Vestnik Omskogo universiteta. – 2015. – № 2. – S. 119–122.
4. Iodine uptake and distribution in horticultural and fruit tree species / *A. Caffagni, N. Pecchioni, P. Meriggi [et al.] // Italian Journal of Agronomi. – 2012. – V. 7. – P. 229–236.*
5. Transfer of iodine from soil to vegetables by applying exogenous iodine / *Chun-Lai Hong, Huan-Xin Weng, Ya-Chao Qin [et al.] // Agronomy for Sustainable Development. – 2008. – V. 28. – P. 575–583.*
6. *Jakovleva E.A., Bondareva T.N., Sheudzhen A.H.* Ob ispol'zovanii jodnyh i bornyh udobrenij na posevah risa // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sb. st. po mat-lam IX Vseros. konf. molodyh uchenyh. – 2016. – S. 62–64.
7. Vlijanie vidovoj i sortovoj prinadlezhnosti semjan na process biokonversii joda / *A.V. Randelin, E.Ju. Zlobina, N.I. Mosolova [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. – 2013. – № 9 (115). – S. 12–14.*
8. *Sindireva A.V., Stepanova O.V., Serebrennikova A.A.* S Vlijanie selena i joda na pokazateli rosta i razvitija zernovyh kul'tur // Jekologija i nauchno-tehnicheskij progress. Urbanistika: mat-ly XI Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh

- s mezhdunar. uchastiem (g. Perm', 14–15 nojabrja 2013 g.). – Perm': Izd-vo Perm. nacional. issled. politehn. un-ta, 2014. – S. 233–241.
9. *Kashin V.K.* Jod v ob'ektah okružhajushhej sredy Zabajkal'ja i jeffektivnost' obogashhenija im rastenij // *Himija v interesah ustojchivogo razvitija.* – 2008. – № 16. – S. 173–182.
 10. *Proskurjakova G.F., Nikitina O.N.* Uskorenyj variant kineticheskogo rodanidno-nitritnogo metoda opredelenija mikrokolicestv joda v biologicheskikh ob'ektah // *Agrohimiya.* – 1976. – № 7. – S. 140–143.
 11. *Kashin V.K.* Biogeohimija, fitofiziologija i agrohimiya joda. – L.: Nauka, 1987. – 260 s.
 12. *Iliev P.* Formy obshhebiologicheskoy stimuljacji u rastenij // *Stimuljacija u rastenij.* – Sofija, 1969. – S. 81–90.
 13. *Sindireva A.V., Kekina E.G., Stepanova O.V.* Jekologicheskaja ocenka vlijanija jodsoderzhashhih udobrenij na urozhajnost' jarovoj mjagkoj pshenicy v uslovijah juzhnoj lesostepi Omskoj oblasti // *Vestnik Burjatskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii imeni V.R. Filippova.* – 2016. – № 1. – S. 41–47.
 14. *Agronomicheskaja i jekologicheskaja ocenka jeffektivnosti primenenija joda pod jarovuju pshenicu / A.V. Sindireva, O.V. Stepanova, O.D. Shojkin [i dr.] // Jekologicheskie problemy regiona i puti ih reshenija: mat-ly nacional. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, provodimoj v ramkah Sibirskogo jekologicheskogo foruma «Jeko-BOOM» (13 – 15 oktjabrja 2016 g.).* – 2016. – S. 318–324.



УДК 543.544:547.913

Е.Е. Савельева, А.А. Ефремов

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НЕКОТОРЫХ ДИКОРАСТУЩИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ СИБИРИ

Е.Е. Savelieva, A.A. Efremov

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS OF SOME WILD-GROWING WOOD PLANTS OF SIBERIA

Савельева Е.Е. – канд. фарм. наук, доц. каф. биологии с экологией и курсом фармакогнозии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. E-mail: AEfremov@sfu-kras.ru

Ефремов А.А. – д-р хим. наук, проф. каф. химии Политехнического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: AEfremov@sfu-kras.ru

Savelieva E.E. – Cand. Pharm. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biology with Ecology and the Course of Pharmacognosy, Krasnoyarsk State Medical University named after V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk. E-mail: AEfremov@sfu-kras.ru

Efremov A.A. – Dr. Chem. Sci., Prof., Chair of Chemistry, Polytechnic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: AEfremov@sfu-kras.ru

Известно, что терпеновые соединения эфирных масел дикорастущих растений могут обладать антиоксидантной активностью. Для оценки антиоксидантных свойств природных соединений используют различные модельные реакции, которые заметно различаются своей чувствительностью. Для опре-

деления антиоксидантной активности эфирных масел предложена модельная реакция процесса ингибирования автоокисления 2-гексенала до соответствующей кислоты кислородом воздуха в неводных средах, обеспечивающих гомогенность 2-гексенала и компонентов эфирных масел. Цель данной рабо-