ISSN 1817-7204 (Print)
ISSN 1817-7239 (Online)
УДК [633.81+635.7]:631.526.32:581.192
https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-4-282-290

Поступила в редакцию 03.03.2023
Received 03.03.2023

Т. В. Сачивко[1], Н. А. Коваленко[2], Г. Н. Супиченко[2], В. Н. Босак[1]

[1]Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки, Республика Беларусь
[2]Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры относятся к важнейшим пищевым, техническим и лекарственным растениям, зеленая масса, семена и эфирные масла которых применяются в различных отраслях экономики. Цель исследования заключалась в изучении показателей антиоксидантной активности зеленой массы новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур. Объектами исследования являлись новые районированные сорта душицы обыкновенной, иссопа лекарственного, базилика обыкновенного, базилика тонкоцветного, лука душистого, лука многоярусного, руты душистой, пажитника голубого, герани крупнокорневищной и бораго. Урожайность зеленой массы в фазу цветения изучали в полевых опытах согласно общепринятым методикам. В лабораторных экспериментах исследовали содержание витамина С и каротина по стандартным методикам, полифенольных соединений – методом градуировочного графика в расчете на стандартное вещество – рутин. В результате проведения полевых и лабораторных исследований установлено, что урожайность зеленой массы изучаемых культур составила 125–280 ц/га, витамина С – 27,0–69,0 мг/100 г, каротина – 7,5–40,7 мг/кг, полифенольных соединений – 9,6–374,2 мг рутина/г. Изучаемые пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры по показателям антиоксидантной активности (содержание полифенольных соединений) могут быть сгруппированы в следующий ряд: душица обыкновенная > герань крупнокорневищная > иссоп лекарственный > базилик > бораго > рута душистая > пажитник голубой > луки многолетние. Среди сортов душицы обыкновенной и иссопа лекарственного более высокие показатели антиоксидантной активности отмечены у сортов с более интенсивной окраской венчика (насыщенная розовая – у душицы обыкновенной, синяя – у иссопа лекарственного). Полученные результаты по урожайности товарной продукции и антиоксидантной активности позволяют более полно оценить пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры с перспективой их использования в различных отраслях экономики, в первую очередь при разработке продуктов функционального назначения.

Ключевые слова: пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры, зеленая масса, антиоксидантная активность, витамин С, каротин, полифенольные соединения

Для цитирования: Антиоксидантная активность новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко [др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 282–290. https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-4-282-290

Tatsiana U. Sachyuka[1], Natallia A. Kovalenko[2], Galina N. Supichenko[2], Viktar M. Bosak[1]

[1]Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus
[2]Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF NEW VARIETIES SPICY-AROMATIC AND ESSENTIAL-OIL PLANTS

Abstract. Spicy-aromatic and essential-oil plants are among the most important food, technical and medicinal plants; their green mass, seeds and essential oils are used in various sectors of the economy. The purpose of the research was to study the indicators of antioxidant activity of the green mass of new varieties of spicy-aromatic and essential-oil plants. The research subjects were new regionalized varieties of oregano, hyssop officinalis, common basil, fine-flowered basil, fragrant onion, multi-tiered onion, fragrant rue, blue fenugreek, large-rhizome geranium and borage. The yield of green mass during flowering phase was studied in field experiments according to generally accepted methods. In laboratory experiments, the content of vitamin C and carotene was studied according to standard methods, content of polyphenolic compounds – according to method of calibration schedule based on a standard substance – rutin. As a result of field and laboratory studies, it has been determined that the yield of the green mass of the studied crops was 125–280 c/ha, vitamin C – 27.0–69.0 mg/100 g, carotene – 7.5–40.7 mg/kg, polyphenol compounds – 9.6–374.2 mg rutin/g. The studied spicy-aromatic and essential-oil plants in terms of antioxidant activity (content of polyphenol compounds) can be grouped into the following series: oregano > large-rhizome geranium > hyssop officinalis > basil > borage > fragrant rue > blue fenugreek > perennial onions. Among the varieties of oregano and hyssop, higher rates of antioxidant activity are noted in varieties with a more intense corolla color

(rich pink – in oregano, blue – in hyssop). The results obtained on the yield of marketable products and antioxidant activity make it possible to more fully evaluate spicy-aromatic and essential-oil plants with the prospect of their use in various sectors of the economy, primarily in the development of functional products.

Keywords: spicy-aromatic and essential-oil plants, green mass, antioxidant activity, vitamin C, carotene, polyphenol compounds

For citation: Sachyuka T. U., Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Bosak V. M. Antioxidant activity of new varieties spicy-aromatic and essential-oil plants. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi.Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2023, vol. 61, no. 4, pp. 282–290 (in Russian). https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-4-282-290

Введение. Среди различных видов культурных растений пряно-ароматические и эфирномасличные культуры занимают значимое место. Их зеленая масса, семена и эфирные масла применяют в кулинарии, пищевой, консервной, ликеро-водочной и мыловаренной промышленности, в парфюмерии и косметологии, традиционной и народной медицине и т. д. [1–3].

Наряду с традиционными для Республики Беларусь видами пряно-ароматических и эфирно-масличных культур (укроп, кориандр, тмин и т. д.), все больший интерес вызывает возделывание малораспространенных и нетрадиционных для нашей страны пряностей, в т. ч. различных видов базилика, душицы обыкновенной, иссопа лекарственного, многолетних луков, огуречной травы (бораго), пажитника голубого, герани крупнокорневищной, руты душистой и др.

Важнейшими показателями качества товарной продукции пряно-ароматических и эфирномасличных культур являются содержание, компонентный и энантиомерный состав эфирных масел, антимикробные свойства, жирнокислотный состав, аллелопатическая активность, биохимический состав, содержание макро- и микроэлементов и т. д. [4–11]. Особый интерес вызывает антиоксидантная активность различных видов и сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур в связи с актуальностью введения их в культуру и использования различными отраслями промышленности отечественного растительного сырья [12–25].

К основным группам растительных антиоксидантов относятся аскорбиновая кислота, терпеноидные хиноны, каротиноиды, пептиды, фенольные соединения [26–31]. Антиоксиданты используются в качестве пищевых добавок с целью уменьшения порчи пищевых продуктов и кормов, а также для производства биологически активных добавок с антиоксидантными свойствами. Антиоксидантные консерванты добавляют в жиросодержащую косметику, в том числе в помады, увлажняющие и смягчающие средства, с целью предотвратить прогорклость. Их применяют в производстве горюче-смазочных материалов для стабилизации топлива (уменьшение его осмоления). В медицине и фармацевтике прием антиоксидантов, в т. ч. свежей растительной пищи, уменьшает вероятность возникновения сердечно-сосудистых и ряда неврологических заболеваний [12, 13, 27, 29].

Цель исследования – изучить антиоксидантную активность новых районированных сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур, произрастающих в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

Материалы и методы исследований. Изучение антиоксидантной активности пряно-ароматических и эфирно-масличных культур проводили в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Белорусский государственный технологический университет» в 2018–2022 гг.

В исследованиях изучали новые районированные сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур, в т. ч. авторские сорта селекции УО БГСХА: базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) Володар и Настена, базилик тонкоцветный (*Ocimum tenuiflorum* L.) Источник, бораго (огуречная трава) (*Borago officinalis* L.) Блакіт, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) Росквіт, иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) Завея, Лазурит и Розоцветковый, душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) Завіруха и Аксаміт, лук душистый (*Allium odorum* L.) Водар, лук многоярусный (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак, герань крупнокорневищная (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша, рута душистая (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца [1, 3].

Учет урожая зеленой массы и отбор образцов для определения показателей антиоксидантной активности проводили в фазу цветения. У многолетних пряно-ароматических и эфирно-масличных

культур (душица обыкновенная, иссоп лекарственный, рута душистая, герань крупнокорневищная, лук душистый, лук многоярусный) образцы отбирали в посевах третьего года пользования.

Полевые исследования с новыми сортами пряно-ароматических и эфирно-масличных культур проводили на опытном поле УО БГСХА в условиях дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, подстилаемой лессовидным суглинком (pH_{KCl} – 6,5–6,8, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг почвы, гумуса (0,4 n $K_2Cr_2O_7$) – 2,9–3,1 % (индекс агрохимической окультуренности 1,0)), согласно общепринятым методикам [3].

Определение витамина С проводили по ГОСТ 24556-89[1], каротина – по ГОСТ 13496-17-2019[2].

Сумму полифенольных соединений определяли методом градуировочного графика в расчете на стандартное вещество – рутин [26–29].

Для количественного определения полифенольных соединений в качестве фотометрического реагента использовали 18-молибдендифосфатный гетерокомплекс структуры Доусона (18-МФК). Для получения спиртовых экстрактов навеску измельченного растительного сырья (~1 г) помещали в круглодонную колбу с обратным холодильником, добавляли 30 мл 70%-го этанола и содержимое нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин. Экстракцию проводили дважды. После отделения нерастворимого остатка фильтрованием полученный экстракт помещали в мерную колбу вместимостью 100,0 мл, охлаждали и доводили объем до метки 70%-м этанолом. Для измерения оптической плотности экстрактов растений и стандартных растворов рутина аликвоту исследуемого раствора помещали в мерную колбу вместимостью 25,0 мл, вносили 0,8 мл раствора 18-МФК с концентрацией $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 5 мл фосфатного буферного раствора с pH 7,7 и доводили объем до метки дистиллированной водой. Оптическую плотность измеряли через 15 мин при 820 нм на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ в стеклянной кювете с толщиной слоя 1 см относительно раствора сравнения, содержащего все компоненты кроме анализируемого. Для построения градуировочного графика использовали стандартные растворы рутина с концентрациями $1 \cdot 10^{-6} – 4 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

Согласно результатам исследований урожайность и показатели антиоксидантной активности зеленой массы варьировали в зависимости от вида и сорта изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур (таблица).

Показатели антиоксидантной активности пряно-ароматических и эфирно-масличных растений (зеленая масса, фаза цветения)

Indicators of antioxidant activity of spicy-aromatic and essential-oil plants (green mass, flowering phase)

Сорт растения	Зеленая масса, ц/га	Содержание полифенолов, мг рутина/г	Витамин С, мг/100 г	Каротин, мг/кг
Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.)				
Завіруха	185	315,6	27,6	23,8
Аксаміт	190	374,2	33,1	26,8
Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.)				
Завея	170	62,0	29,4	26,4
Лазурит	160	102,0	27,2	25,3
Розоцветковый	170	94,0	27,6	24,5
Базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.)				
Володар	245	73,5	27,2	22,5
Настена	280	102,6	26,7	19,0
Базилик тонкоцветный (*Ocimum tenuiflorum* L.)				
Источник	230	93,7	27,0	23,5

[1] Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С: ГОСТ 24556-89. Введен 01.01.1990. М.: Издательство стандартов,1989. 10 с.

[2] Корма. Методы определения каротина: ГОСТ 13496-17-2019. Введен 01.10.2020. М.: Стандартинформ, 2019. 18 с.

Окончание таблицы

Сорт растения	Зеленая масса, ц/га	Содержание полифенолов, мг рутина/г	Витамин С, мг/100 г	Каротин, мг/кг
Пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.)				
Росквіт	165	9,7	39,7	35,2
Рута душистая (*Ruta graveolens* L.)				
Смаляніца	250	2,2	69,0	40,7
Бораго (*Borago officinalis* L.)				
Блакіт	125	20,2	27,0	15,0
Герань крупнокорневищная (*Geranium macrorrhizum* L.)				
Танюша	175	190,6	43,9	7,5
Лук душистый (*Allium odorum* L.)				
Водар	210	9,6	31,0	18,6
Лук многоярусный (*Allium proliferum* Schrad.)				
Узгорак	185	9,8	37,9	9,6

Урожайность зеленой массы в фазу цветения у душицы обыкновенной в зависимости от сорта составила 185–190 ц/га, иссопа лекарственного – 160–170 ц/га, базилика обыкновенного – 245–280 ц/га.

У базилика тонкоцветного сорта Источник средняя урожайность зеленой массы в фазу цветения оказалась 230 ц/га, у пажитника голубого сорта Росквіт – 165, у руты душистой сорта Смаляніца – 250, у бораго сорта Блакіт – 125, у герани крупнокорневищной сорта Танюша – 175, у лука душистого сорта Водар – 210, у лука душистого сорта Узгорак – 185 ц/га.

Максимальное содержание витамина С отмечено в зеленой массе руты душистой – 69,0 мг/100 г. У герани крупнокорневищной среднее содержание витамина С в зеленой массе составило 43,9, пажитника голубого – 39,7, лука многоярусного – 37,9, лука душистого – 31,0, бораго – 27,1, базилика тонкоцветного – 27,0 мг/100 г.

Содержание витамина С в зеленой массе душицы обыкновенной, иссопа лекарственного и базилика обыкновенного в определенной мере зависело также и от сортовых отличий.

Так, у растений душицы обыкновенной большее содержание витамина С отмечено у сорта Аксаміт с насыщенной розовой окраской венчика (33,1 мг/100 г), меньшее – у сорта Завіруха с белой окраской венчика (27,6 мг/100 г).

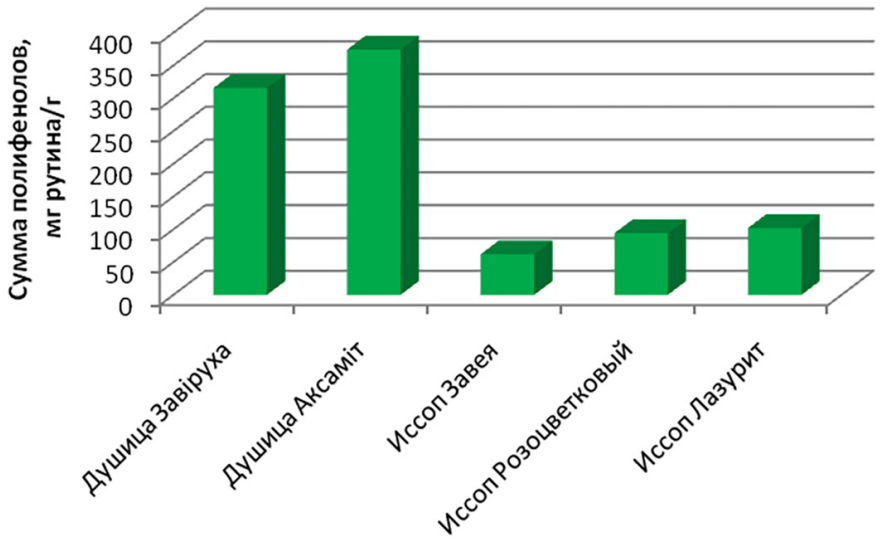
У иссопа лекарственного, наоборот, наибольшее содержание витамина С отмечено в зеленой массе сорта Завея с белой окраской венчика – 29,4 мг/100 г. У сорта Розоцветковый с розовой окраской венчика и у сорта Лазурит с синей окраской венчика содержание витамина С в зеленой массе оказалось 27,2–27,6 мг/100 г.

У базилика обыкновенного содержание витамина С у сорта Володар (зеленолистный сорт, перечно-анисовый аромат) составило 27,2 мг/100 г, у сорта Настена (зеленолистный сорт, лимонный аромат) – 26,7 мг/100 г.

Данная тенденция во многом отмечена и при анализе содержания каротина в зеленой массе изучаемых сортов душицы обыкновенной и базилика обыкновенного. Так, у душицы обыкновенной сорта Аксаміт с насыщенной розовой окраской венчика среднее содержание каротина оказалось 26,8 мг/кг, у сорта Завіруха с белой окраской венчика – 23,8 мг/кг. У базилика обыкновенного сорта Володар содержание каротина составило 22,5 мг/кг, у сорта Настена – 19,0 мг/кг.

У иссопа лекарственного сорта Завея с белой окраской венчика содержание каротина в зеленой массе составило 26,4 мг/кг, у сорта Лазурит с синей окраской венчика – 25,3, у сорта Розоцветковый с розовой окраской венчика – 24,5 мг/кг.

Наибольшее содержание каротина, как и витамина С, в исследованиях отмечено в зеленой массе руты душистой – 40,7 мг/кг. А вот в зеленой массе герани крапнокорневищной, несмотря



Содержание полифенольных соединений, мг рутина/г

Content of polyphenolic compounds, mg rutin/g

на высокое содержание в ней витамина С, содержание каротина составило всего 7,5 мг/кг, в зеленой массе лука многоярусного – 9,6 мг/кг. В зеленой массе остальных растений содержание каротина варьировало от 15,0 мг/кг у бораго до 35,2 мг/кг у пажитника голубого.

Наиболее комплексным показателем антиоксидантной активности у растений служит содержание полифенольных соединений [12, 27, 29–31].

В наших исследованиях максимальное количество полифенольных соединений оказалось у зеленой массы душицы обыкновенной и составляло более 300 мг/г в расчете на рутин.

Для растений душицы обыкновенной и иссопа лекарственного характерна зависимость суммы полифенольных соединений от окраски венчика (рисунок). Так, фитомасса сорта с насыщенной розовой окраской венчика (сорт Аксаміт) содержит примерно на 20 % больше полифенолов по сравнению с сортом Завіруха с белым венчиком.

Аналогичная зависимость отмечена у растительного сырья иссопа лекарственного. Наибольшее содержание полифенольных соединений оказалось у сорта Лазурит с синей окраской венчика (102,0 мг рутина/г), наименьшее – у сорта Завея с белой окраской венчика (62,0 мг рутина/г). У сорта иссопа лекарственного Розоцветковый с розовой окраской венчика содержание полифенольных соединений составило 94,0 мг рутина/г.

Среди сортов базилика обыкновенного максимальная концентрация полифенольных соединений оказалась у сорта Настена – 102,6 мг рутина/г. У сорта Володар содержание полифенольных соединений составило 73,5 мг рутина/г.

Достаточно высокая концентрация полифенольных соединений отмечена в зеленой массе герани крупнокорневищной (190,6 мг рутина/г) и базилика тонкоцветного (93,7 мг рутина/г).

В зеленой массе бораго содержание полифенольных соединений составило 20,2 мг рутина/г. Более низкая концентрация полифенольных соединений отмечена в зеленой массе пажитника голубого, лука душистого и лука многоярусного (9,6–9,8 мг рутина/г). Наименьшая концентрация полифенольных соединений оказались у руты душистой (2,2 мг рутина/г).

Заключение. Изучение показателей антиоксидантной активности у новых районированных сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур показало, что содержание полифенольных соединений в зеленой массе составило от 2,2 (рута душистая) до 374,2 (душица обыкновенная) мг рутина/г, витамина С – от 27,0 (базилик тонкоцветный) до 69,0 (рута душистая) мг/100 г, каротина – от 7,5 (герань крупнокорневищная) до 40,7 (рута душистая) мг/кг при урожайности зеленой массы от 125 (бораго) до 280 (базилик обыкновенный) ц/га.

Изучаемые пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры по показателям антиоксидантной активности (содержание полифенольных соединений) могут быть сгруппированы в сле-

дующий ряд: душица обыкновенная > герань крупнокорневищная > иссоп лекарственный > базилик > бораго > пажитник голубой > луки многолетние > рута душистая.

Среди сортов душицы обыкновенной и иссопа лекарственного более высокие показатели антиоксидантной активности отмечены у сортов с более интенсивной окраской венчика (насыщенная розовая – у душицы обыкновенной, синяя – у иссопа лекарственного).

Список использованных источников

1. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.

2. Маланкина, Е. Л. Лекарственные и эфирномасличные культуры: учебник / Е. Л. Маланкина, А. Н. Цицилин. – М.: Инфра-М, 2016. – 367 с.

3. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.

4. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного / Н. А. Коваленко [и др.] // Химия раст. сырья. – 2019. – № 1. – С. 191–199. https://doi.org/10.14258/jcprm.2019014083

5. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта / Т. В. Сачивко [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 68–73. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-68-73

6. Особенности биохимического состава пряно-ароматических, зеленных и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 3. – С. 93–96.

7. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: урожайность и жирнокислотный состав семян / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых пр-в. – 2022. – Т. 52, № 4. – С. 675–684. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2397

8. Сачивко, Т. В. Аллелопатические свойства пряно-ароматических и эфирно-масличных растений / Т. В. Сачивко, А. А. Блохин, В. Н. Босак // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Самохваловичи, 2021. – Т. 29. – С. 171–179.

9. Сачивко, Т. В. Оценка хозяйственно полезных признаков *Borago officinalis* L. / Т. В. Сачивко // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Самохваловичи, 2022. – Т. 30. – С. 139–146.

10. Содержание и вынос элементов питания зеленными, пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак [и др.] // Овощеводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Самохваловичи, 2022. – Т. 30. – С. 6–13.

11. Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых пр-в. – 2018. – № 1. – С. 164–171. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-164-171

12. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области / Г. Н. Чупахина [и др.]. – Калининград : Изд-во БФУ, 2016. – 145 с.

13. Бахмет, М. П. Перспективы получения пищевых добавок из листьев и соцветий базилика эвгенольного и базилика обыкновенного / М. П. Бахмет, Г. И. Касьянов // Изв. высш. учеб. заведений. Пищевая технология. – 2021. – № 5–6. – С. 67–72. https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.5-6.13

14. Компонентный состав эфирных масел и антиоксидантная активность сортов *Hyssopus officinalis* L., интродуцированных в горных условиях Дагестана / М. К. Курамагомедов [и др.] // Вопр. биол., мед. и фармацевт. химии. – 2020. – Т. 23, № 12. – С. 24–30. https://doi.org/10.29296/25877313-2020-12-04

15. Кукушкина, Т. А. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium* L.) / Т. А. Кукушкина, Т. И. Фомина // Аграр. вестн. Урала. – 2021. – № 4 (207). – С. 85–92. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92

16. Нилова, Л. П. Каротиноиды в растительных пищевых системах / Л. П. Нилова, И. Ю. Потороко // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 54–69. https://doi.org/10.14529/food210407

17. Оценка содержания биологически активных веществ в свежем и высушенном сырье базилика камфорного (*Ocimum basilicum* L.) / Н. В. Нестерова [и др.] // Вопр. обеспечения качества лекарств. средств. – 2020. – № 2 (28). – С. 62–68. https://doi.org/10.34907/jpqai.2020.85.74.009

18. Состав и антиоксидантная активность лука угловатого (*Allium angulosum* L.), произрастающего в Прибайкальском регионе / Б. А. Баженова [и др.] // Химия раст. сырья. – 2020. – № 3. – С. 81–89. https://doi.org/10.14258/jcprm.2020036549

19. Сравнительная оценка показателей антиоксидантной активности некоторых видов многолетних луков / Н. А. Голубкина [и др.] // Овощи России. – 2018. – № 5. – С. 73–76. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-73-76

20. Эссенциальные микронутриенты – компоненты антиоксидантной защиты в некоторых видах рода *Allium* / Т. И. Ширшова [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 1. – С. 68–79. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-68-79

21. Essential oil and ethanol extract of oregano (*Origanum vulgare* L.) from Armenian flora as a natural source of terpenes, flavonoids and other phytochemicals with antiradical, antioxidant, metal chelating, tyrosinase inhibitory and antibacterial activity / A. Moghrovyan [et al.] // Curr. Pharm. Des. – 2019. – Vol. 25, № 16. – P. 1809–1816. https://doi.org/10.2174/1381612825666190702095612

22. Essential oils from fruit and vegetables, aromatic herbs and spices: composition, antioxidant and antimicrobial activities / S. De-Montijo-Prieto [et al.] // Biology. – 2021. – Vol. 10, № 11. – Art. 1091. https://doi.org/10.3390/biology10111091

23. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of oregano (*Origanum vulgare* L.) preparations during storage of lowpressure mechanically separated meat (baader meat) from chickens / E. Hać-Szymańczuk [et al.] // Food Sci. Biotechnol. – 2019. – Vol. 28, № 2. – P. 449–457. https://doi.org/10.1007/s10068-018-0491-1

24. Gao, Y. The effect of polarity of environment on the antioxidant activity of carotenoids / Y. Gao, A. L. Focsan, L. D. Kispert // Chem. Phys. Lett. – 2020. – Vol. 761. – P. 138098. https://doi.org/10.1016/j.cplett.2020.138098

25. Relationships between bioactive compound content and the antiplatelet and antioxidant activities of six *Allium* vegetable species / H. V. Beretta [et al.] // Food Technol. Biotechnol. – 2017. – Vol. 55, № 2. – P. 266–275. https://doi.org/10.17113/ftb.55.02.17.4722

26. Антиоксиданты: свойства, механизм действия, применение / Ю. В. Болдырева [и др.] // Вестн. Урал. мед. акад. науки. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 132–137. https://doi.org/10.22138/2500-0918-2021-18-2-132-137

27. Голубкина, Н. А. Антиоксиданты растений и методы их определения / Н. А. Голубкина, Е. Г. Кекина, А. В. Молчанова. – М.: Инфра-М, 2023. – 181 с.

28. Денисенко, Т. А. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу / Т. А. Денисенко, А. Б. Вишникин, Л. П. Цыганок // Аналитика и контроль. – 2015. – Т. 19, № 4. – С. 373–380. https://doi.org/10.15826/analitika.2015.19.4.012

29. Шарова, Е. И. Антиоксиданты растений: учеб. пособие / Е. И. Шарова. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. гос. ун-та, 2016. – 139 с.

30. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity / G. Ksouda [et al.] // Ind. Crops Prod. – 2018. – Vol. 123. – P. 768–778. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.008

31. Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity of selected species of the genus *Allium* / M. Lenková [et al.] // J. Central Eur. Agric. – 2016. – Vol. 17, № 4. – P. 1119–1133. https://doi.org/10.5513/jcea01/17.4.1820

References

1. Sachyuka T. U., Duktova N. A., Porkhuntsova O. V., Bosak V. M., Tsyrkunova O. A., Naumov M. V., Blokhin A. A. *Plant genetic resources. Spicy-aromatic and essential-oil plants*. Gorki, Belarusian State Agricultural Academy, 2021. 22 p. (in Russian).

2. Malankina E. L., Tsitsilin A. N. *Medicinal and essential-oil plants*. Moscow, Infra-M Publ., 2016. 367 p. (in Russian).

3. Sachyuka T. U., Bosak V. M., Gordeeva A. P., Naumov M. V. *Characteristics and features of agricultural techniques of new varieties of spicy-aromatic crops*. Gorki, Belarusian State Agricultural Academy, 2019. 19 p. (in Russian).

4. Kovalenko N. A., Ahramovich T. I., Supichenko G. N., Sachivko T. V., Bosak V. N. Antibacterial activity of *Hyssopus officinalis* essential oils. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of Plant Raw Materials], 2019, no. 1, pp. 191–199 (in Russian). https://doi.org/10.14258/jcprm.2019014083

5. Sachyuka T. V., Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Bosak V. M. Using indicators of the essential oils composition to identify the variety. *Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia*, 2019, no. 3, pp. 68–73 (in Russian). https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-68-73

6. Bosak V. M., Sachyuka T. U., Maksimenko N. V., Naumov M. V. Peculiarities of biochemical composition of spicy-aromatic, leaf vegetable and ornamental crops. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy,* 2018, no. 3, pp. 93–96 (in Russian).

7. Sachyuka T. V., Feskova A. V., Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Bosak V. N. Species, herbs and essential-oil plants: yield and fatty acid composition of seeds. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Food Processing: Techniques and Technology*, 2022, vol. 52, no. 4, pp. 675–684 (in Russian). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2397

8. Sachivko T. V., Blohin A. A., Bosak V. N. Allelopathic properties of aromatic and essential oil plants. *Ovoshchevodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Vegetable growing: collection of scientific papers]. Samokhvalovichi, 2021, vol. 29, pp. 171–179 (in Russian).

9. Sachivko T. V. Evaluation of economically valuable signs of *Borago officinalis* L. *Ovoshchevodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Vegetable growing: collection of scientific papers]. Samokhvalovichi, 2022, vol. 30, pp. 139–146 (in Russian).

10. Bosak V. N., Sachivko T. V., Tsyrkunova O. A., Blohin A. A. Content and removal of the nutrients of green, aromatic and essential-oil plants on sod-podzolic soils. *Ovoshchevodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Vegetable growing: collection of scientific papers]. Samokhvalovichi, 2022, vol. 30, pp. 6–13 (in Russian).

11. Sachyuka T. V., Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Bosak V. N. Enantiomeric composition of essential oils *Ocimum* L. components. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv = Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, no. 1, pp. 164–171 (in Russian). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-164-171

12. Chupakhina G. N., Maslennikov P. V., Skrypnik L. N., Feduraev P. V., Chupakhina N. Yu., Feduraev P. V. *Antioxidant properties of cultivated plants of the Kaliningrad region*. Kaliningrad, Publishing house Baltic Federal University, 2016. 145 p. (in Russian).

13. Bakhmet M. P., Kasyanov G. I. Prospects for obtaining food additives from leaves and flowers. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya = Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2021, no. 5, pp. 67–72 (in Russian). https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.5-6.13

14. Kuramagomedov M. K., Aliev A. M., Islamova F. I., Mamalieva M. M., Radjabov G. K., Musaev A. M. Component composition of essential oils and antioxidant activity of *Hyssopus officinalis* l. cultivars introduced in the mountainous

conditions of Dagestan. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii = Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*, 2020, vol. 23, no. 12, pp. 24–30 (in Russian). https://doi.org/10.29296/25877313-2020-12-04

15. Kukushkina T. A., Fomina T. I. The content of biologically active substances in the green biomass of perennial onions (*Allium* L.). *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2021, no. 4 (207), pp. 85–92 (in Russian). https://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-207-04-85-92

16. Nilova L. P., Potoroko I. Yu. Carotenoids in plant food systems. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii = Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 54–69 (in Russian). https://doi.org/10.14529/food210407

17. Nesterova N. V., Kravchuk K. I., Ermakova V. Yu., Biryukova N. V., Dobrokhotov D. A. Assessment of the content of biologically active substances in fresh and dried raw materials of camphor basil (*Ocimum basilicum* L.). *Voprosy obespecheniya kachestva lekarstvennykh sredstv = Journal of Pharmaceuticals Quality Assurance Issues*, 2020, no. 2, pp. 62–68 (in Russian). https://doi.org/10.34907/jpqai.2020.85.74.009

18. Bazhenova B. A., Yegorova R. A., Zabaluyeva Yu. Yu., Burkhanova A. G. Composition and antioxidant activity of onion angular (*Allium Angulosum* L.), growing in the Baikal region *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of Plant Raw Materials], 2020, no. 3, pp. 81–89 (in Russian). https://doi.org/10.14258/jcprm.2020036549

19. Golubkina N. A., Seredin T. M., Molchaniva A. V., Kosheleva O. V. Comparative evaluation of antioxidant activity in several perennial onion. *Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia*, 2018, no. 5, pp. 73–76 (in Russian). https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-73-76

20. Shirshova T. I., Beshley I. V., Golubkina N. A., Golubev F. V., Kljuykov E. V., Cheryomushkina V. A. Essential micronutrients – components of antioxidant protection in some species *Allium. Ovoshchi Rossii = Vegetable Crops of Russia*, 2019, no. 1, pp. 68–79 (in Russian). https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-68-79

21. Moghrovyan A., Sahakyan N., Babayan A., Chichoyan N., Petrosyan M., Trchounian A. Essential oil and ethanol extract of oregano (*Origanum vulgare* L.) from Armenian flora as a natural source of terpenes, flavonoids and other phytochemicals with antiradical, antioxidant, metal chelating, tyrosinase inhibitory and antibacterial activity. *Current Pharmaceutical Design*, 2019, vol. 25, no. 16, pp. 1809–1816. https://doi.org/10.2174/1381612825666190702095612

22. De-Montijo-Prieto S., Razola-Díaz M. del C., Gómez-Caravaca A. M., Guerra-Hernandez E. J., Jiménez-Valera M., Garcia-Villanova B., Ruiz-Bravo A., Verardo V. Essential oils from fruit and vegetables, aromatic herbs and spices: composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Biology*, 2021, vol. 10, no. 11, art. 1091. https://doi.org/10.3390/biology10111091

23. Hać-Szymańczuk E., Cegiełka A., Karkos M., Gniewosz M., Piwowarek K. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of oregano (*Origanum vulgare* L.) preparations during storage of lowpressure mechanically separated meat (baader meat) from chickens. *Food Science and Biotechnology*, 2019, vol. 28, no. 2, pp. 449–457. https://doi.org/10.1007/s10068-018-0491-1

24. Gao Y., Focsan A. L., Kispert L. D. The effect of polarity of environment on the antioxidant activity of carotenoids. *Chemical Physics Letters*, 2020, vol. 761, p. 138098. https://doi.org/10.1016/j.cplett.2020.138098

25. Beretta H. V., Bannoud F., Insani M., Berli F., Hirschegger P., Galmarini C. R., Cavagnaro P. F. Relationships between bioactive compound content and the antiplatelet and antioxidant activities of six *Allium* vegetable species. *Food Technology and Biotechnology*, 2017, vol. 55, no. 2, pp. 266–275. https://doi.org/10.17113/ftb.55.02.17.4722

26. Boldyreva Yu. V., Gadjiumarova E. A., Lebedev I. A., Alyokhina M. N., Adamchuk S. V. Antioxidants: properties, mechanism of action, application. *Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki = Journal of Ural Medical Academic Science*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 132–137 (in Russian). https://doi.org/10.22138/2500-0918-2021-18-2-132-137

27. Golubkina N. A., Kekina E. G., Molchanova A. V. *Plant antioxidants and methods for their determination*. Moscow, Infra-M Publ., 2023. 181 p. (in Russian).

28. Denisenko T. A., Vishnikin A. B., Tsiganok L. P. Spectrophotometric determination of phenolic compounds sum in plants using aluminum chloride, 18-molybdodiphosphate and Folin-Ciocalteu reagents. *Analitika i kontrol' = Analytics and Control*, 2015, vol. 19, no. 4, pp. 373–380 (in Russian). https://doi.org/10.15826/analitika.2015.19.4.012

29. Sharova E. I. *Plant antioxidants*. St. Petersburg, Publishing house of St. Petersburg State University, 2016. 139 p. (in Russian).

30. Ksouda G., Hajji M., Sellimi S., Merlier F., Falcimaigne-Cordin A., Nasri M., Thomasset B. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*, 2018, vol. 123, pp. 768–778. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.008

31. Lenková M., Bystrická J., Tóth T., Hrstková M. Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity of selected species of the genus *Allium. Journal of Central European Agriculture*, 2016, vol. 17, no. 4, pp. 1119–1133. https://doi.org/10.5513/jcea01/17.4.1820

Информация об авторах

Сачивко Татьяна Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры ботаники и физиологии растений, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (ул. Мичурина, 5, 213407, Горки, Могилевская обл., Республика Беларусь). https://orcid.org/0000-0001-9707-8215. E-mail: sachyuka@rambler.ru

Information about the authors

Tatsiana U. Sachyuka – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Department of the Botany and Plant Physiology, Belarusian State Agricultural Academy (5, Michurina Str., 213407, Gorki, Mogilev Region, Republic of Belarus). https://orcid.org/0000-0001-9707-8215. E-mail: sachyuka@rambler.ru

Коваленко Наталья Александровна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры физической, коллоидной и аналитической химии, Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). https://orcid.org/0000-0001-7692-1664. E-mail: chembstu@rambler.ru

Супиченко Галина Николаевна – кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры физической, коллоидной и аналитической химии, Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). https://orcid.org/0000-0003-4798-1267. E-mail: chembstu@rambler.ru

Босак Виктор Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (ул. Мичурина, 5, 213407, Горки, Могилевская обл., Республика Беларусь). https://orcid.org/0000-0001-7197-2315. E-mail: baa_bgd@mail.ru

Natallia A. Kovalenko – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Associate Professor of the Department of the Physical, Colloid and Analytical Chemistry, Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). https://orcid.org/0000-0001-7692-1664. E-mail: chembstu@rambler.ru

Galina N. Supichenko – Ph. D. (Chemistry), Senior lecturer of the Department of the Physical, Colloid and Analytical Chemistry, Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). https://orcid.org/0000-0003-4798-1267. E-mail: chembstu@rambler.ru

Viktar M. Bosak – D. Sc. (Agriculture), Professor, Head of the Department of Occupational Safety, Belarusian State Agricultural Academy (5, Michurina Str., 213407, Gorki, Mogilev Region, Republic of Belarus). https://orcid.org/0000-0001-7197-2315. E-mail: baa_bgd@mail.ru