

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

А.Ф. Петров, Р.Р. Галеев, К.С. Макарова, О.Н. Колбина, Н.А. Петров

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: petrov190378@mail.ru

**Для цитирования:** Изучение влияния азотных удобрений на рост и развитие капусты белокочанной / А.Ф. Петров, Р.Р. Галеев, К.С. Макарова, О.Н. Колбина, Н.А. Петров // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 4 (77). – С. 77–82. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-77-4-77-82.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, азотные удобрения, урожайность, качество продукции, структура урожая.

**Реферат.** Капуста белокочанная – это одна из самых распространенных овощных культур России. Востребованность культуры обусловлена богатым биохимическим составом и широкой областью применения. В состав капусты входят макро- и микроэлементы, она богата клетчаткой, аминокислотами, фитонцидами и витаминами, особенно аскорбиновой кислотой. Капуста употребляется в пищу в свежем виде, в составе горячих блюд, используется для квашения и маринования. Выделяют капусту среди других овощных культур и благодаря потенциально высокой урожайности и длительному хранению. В данной работе использовали два гибрида капусты белокочанной Атрия F1 и Мегатон F1, на которых применяли различные дозы минеральных азотных удобрений. В результате работы установлено положительное действие удобрений на элементы структуры и урожайность культуры в целом. Так, применение азотных удобрений по сравнению с контролем на 30 % и более повышают размер кочана и в 2–3 раза его массу. При этом максимальные показатели структуры урожая отмечены на гибриде Мегатон F1, при норме внесения  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – 80 кг д.в., где масса кочана в среднем за три года составляла 7,7 кг, что в 2 раза выше показателей гибрида Атрия F1. В среднем за три года применение азотных удобрений прямо пропорционально влияло на урожайность капусты белокочанной, когда даже минимальные дозы удобрений  $\text{N}_{40}$  обеспечивают прибавку урожайности на 30 % по гибриду Атрия F1 и 65 % по гибриду Мегатон F1. В то же время максимальные дозы обеспечивают прибавку урожайности уже до 74 и 200 % соответственно. Кроме того, установлено, что биохимический состав капусты белокочанной как по сортам, так и по вариантам опыта отличается незначительно. Отклонения имеются лишь по отдельным показателям между контролем и обработанным фоном до 7–10 %.

## STUDY OF THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF WHITE CABBAGE

A.F. Petrov, R.R. Galeev, K.S. Makarova, O.N. Kolbina, N.A. Petrov

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: petrov190378@mail.ru

**Keywords:** white cabbage, nitrogen fertilizers, yield, product quality, crop structure.

**Report.** White cabbage is one of the most common vegetable crops in Russia. The culture is in demand due to its rich biochemical composition and wide range of applications. Cabbage contains macro- and microelements, it is rich in fiber, amino acids, phytoncides and vitamins, especially ascorbic acid. Cabbage is eaten fresh, as part of hot dishes, used for pickling and pickling. Cabbage is distinguished from other vegetable crops due to its potentially high yield and long-term storage. In this work, two hybrids of white cabbage Atria F1 and Megaton F1 were used, which used different doses of mineral nitrogen fertilizers. As a result of the work, the positive effect of fertilizers on the structural elements and crop yields as a whole has been established. Thus, the use of nitrogen fertilizers increases the head size and weight by 2–3 times by 30% or more compared to the control. At the same time, the maximum yield structure indicators were noted on the Megaton F1 hybrid, with a  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  application rate of 80 kg/day, where the head weight averaged 7.7 kg over 3 years, which is 2 times higher than the Atria F1 hybrid. On average, over three years, the use of nitrogen fertilizers had a directly proportional effect on the yield of white cabbage, when even the minimum doses of  $\text{N}_{40}$  fertilizers provide an increase in yield of 30 % for the Atria

*F1 hybrid and 65 % for the Megaton F1 hybrid, while the maximum doses provide an increase in yield of up to 74 and 200 %, respectively. In addition, it was found that the biochemical composition of white cabbage differs slightly in both varieties and experimental variants. There are deviations only in individual indicators between the control and the treated background up to 7–10 %.*

В условиях меняющегося рынка одной из основных задач является обеспечение населения свежей овощной продукцией [1]. По представленным Россельхознадзором данным, импорт овощной продукции в Россию за 2024 г. составил более 1,7 млн т, что выше, чем на 10 % аналогичных показателей прошлых лет. При этом доля капусты белокочанной составляет более 240 тыс. т, основной поставщик которой является Республика Узбекистан. В свою очередь, природно-климатические условия Западной Сибири благоприятны для производства данной культуры, однако производство ее в силу определенных особенностей, как правило, базируется на малообъемном ручном труде в частном секторе. Усугубляет вопрос и отсутствие севооборотов, системы удобрений и существенные нарушения в технологическом процессе, которые способствуют распространению вредителей и болезней, что в комплексе сказывается на недостаточной урожайности и качественных показателях продукции [2–4, 6]. В связи с этим одним из основных направлений исследований будет совершенствование технологии возделывания капусты белокочанной [5]. Для получения высоких показателей урожайности большое значение имеет посевной материал и, в частности, используемый сорт или гибрид. Наряду с этим немаловажное значение имеют агрофизические показатели почвы, температурный режим и особенно система минерального питания.

Белокочанная капуста – это одна из самых потенциально урожайных овощных культур. Ее урожайность и качественные показатели напрямую зависят от уровня минерального питания [7–10]. По данным литературных источников, в среднем для формирования урожайности в 55–60 т/га необходимо от 200 до 500 кг азота, от 20 до 80 кг фосфора и более 250 кг калия [9–11]. Несмотря на все имеющиеся научные данные по нормам внесения минеральных удобрений мнения многих ученых расходятся. В связи с этим целью наших исследований является изучение влияния минеральных удобрений на урожайность и качественные показатели капусты белокочанной.

Цель исследования – изучить влияние азотных удобрений на рост и развитие капусты белокочанной.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2023–2025 гг. на участке плодовоовощеводства учебно-опытного хозяйства «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ, расположенного в северной лесостепи Приобья, относящейся к Западно-Сибирскому региону лесостепной зоны страны. Почва опытного участка – темно-серая лесная. Содержание гумуса в пахотном горизонте 4,1–4,7 %, азота нитратного 16–17,5 мг/кг, азота аммиачного 16,2–17,6 мг/кг, подвижного фосфора 196–199 мг/кг (по Ю.И. Чирикову, 1969), обменного калия 182–191 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований 30,8–49,1 мг-экв. на 100 г почвы, pH солевой 7,2–7,5 (данные ЦАС Новосибирский).

В соответствии с поставленными задачами был заложен следующий опыт: изучение влияния азотных удобрений на рост и развитие капусты белокочанной. Повторность опытах 4-кратная, размещение делянок рендомизированное, площадь делянок – 6 м<sup>2</sup>, учетная – 4 м<sup>2</sup>.

В работе использовалась два голландских гибрида капусты белокочанной (Мегатон F1 и Атрии F1), на которых применяли различные дозы минеральных азотных удобрений производства АО «СДТ» азот, г. Кемерово (аммиачная селитра – NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>).

Агротехника в опыте классическая, внесение азотных удобрений перед посадкой с последующей заделкой в почву культиватором. Схема посадки 70×45 см.

Работа велась согласно существующим общепринятым методикам: определение запасов продуктивной влаги: весной, термостатно-весовым методом по Б. Доспехову (1985) [12]; фенологические наблюдения за ростом и развитием растений капусты белокочанной проводили с использованием методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве (Белик, 1979; Литвинова, 2011; Доспехов, 1985) [13]; химический анализ плодов проводился физико-химической лабораторией ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ по общепринятым методикам согласно ГОСТу; математическую обработку проводили в программе SNEDEKOR.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований было установлено, что на элементы структуры урожайности капусты белокочанной значительно влияют природно-климатические условия, уровень минерального питания и сортовые особенности культуры.

Так, наименьшие структурные показатели урожая были отмечены в 2023 г., когда отсутствие осадков и повышенные температуры воздуха даже в условиях орошения отрицательно сказывались на росте и развитии капусты. Средняя масса кочана в данный год исследований уступала показателям 2024–2025 гг. в среднем на 25–30 %, кроме того, в данный год исследований отмеча-

лись выпадения растений как в период высадки рассады в открытый грунт, так и в период вегетации, что впоследствии отрицательно сказывалось на выходе продукции в единицы площади.

Внесение минеральных азотных удобрений положительно сказалось на всех элементах структуры урожая, особенно средних дозах применения. Их использование в сравнении с контролем на 30 % и более повышают размер кочана и в 2–3 раза его массу, что в итоге сказывается на продуктивности культуры в целом (табл. 1).

Максимальные показатели структуры урожая отмечены на гибриде Мегатон F1 при норме внесения  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – 80 кг/д.в., при которой масса кочана в среднем за три года составляла 7,7 кг, что в два раза выше показателей гибрида Атрия F1.

Таблица 1

**Влияние применения азотных удобрений на элементы структуры урожая капусты белокочанной (среднее за 2023–2025 гг.)**

**The impact of nitrogen fertilizer application on the elements of white cabbage yield structure (average for 2023–2025)**

Сорт	Доза удобрений	Высота кочана, см	Диаметр кочана, см	Масса кочана, кг
Атрия F1	Контроль	15,1	15,9	2,2
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 40	19,2	19,6	2,9
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 60	19,6	19,9	3,7
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 80	19,1	19,6	3,9
Мегатон F1	Контроль	17,6	22,4	2,5
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 40	21,1	28,3	4,2
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 60	21,9	28,9	6,4
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 80	29,3	29,1	7,7
НСП 05		1,1	1,8	1,6

Увеличение структурных показателей капусты белокочанной прямо пропорционально сказывается и на урожайности культуры, прибавка

которой в среднем по годам составляла от 30 до 200 % в зависимости от сорта и дозы внесения удобрений (табл. 2).

Таблица 2

**Эффективность применения азотных удобрений на капусте белокочанной (среднее за 2023–2025 гг.)**

**Efficiency of nitrogen fertilizer application on white cabbage (average for 2023–2025)**

Сорт	Доза удобрений	Урожайность, м <sup>2</sup>	Прибавка по урожайности к контролю, %
Атрия F1	Контроль	8,9	–
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 40	11,6	30
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 60	14,9	67
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 80	15,6	74
Мегатон F1	Контроль	10,2	–
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 40	16,9	65
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 60	25,4	149
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 80	30,6	200
НСП 05		3,1	

В среднем за три года применение азотных удобрений прямо пропорционально влияло на урожайность капусты белокочанной, когда даже минимальные дозы удобрений  $N_{40}$  обеспечивают прибавку урожайности на 30 % по гибриду Атрия F1 и 65 % по гибриду Мегатон F1. В то же время максимальные дозы обеспечивают прибавку урожайности уже до 74 и 200 % соответственно.

При проведении исследований было установлено, что биохимический состав капусты белокочанной по сортам и вариантам опыта отличался незначительно. Тем не менее было заметно, что на вариантах с применением азотных удобрений содержание сухого вещества ниже, чем на контроле в среднем на 7–10 % (табл. 3).

Таблица 3

**Биохимический состав капусты белокочанной в зависимости от применения азотных удобрений (среднее за 2023–2025 гг.)**

**Biochemical composition of white cabbage depending on the use of nitrogen fertilizers (average for 2023–2025)**

Сорт	Доза удобрений	Сухое вещество, %	Сахар, %	Витамин С, мг/кг	Нитраты, мг/кг
Атрия F1	Контроль	9,9	4,6	41,1	106
	$NH_4NO_3 - 40$	8,9	5,2	44,9	241
	$NH_4NO_3 - 60$	8,8	5,3	51,2	311
	$NH_4NO_3 - 80$	8,8	5,6	51,6	346
Мегатон F1	Контроль	9,1	4,9	43,1	151
	$NH_4NO_3 - 40$	8,6	5,2	52,4	263
	$NH_4NO_3 - 60$	8,6	5,2	52,4	336
	$NH_4NO_3 - 80$	8,5	5,4	52,3	387

Экспериментально установлено, что увеличение дозы удобрений существенного влияния на содержание сухого вещества не оказывало, все результаты здесь были в пределах ошибки опыта. Противоположная ситуация наблюдается по содержанию в кочанах общего сахара и витамина С. Так, применение азотных удобрений способствовало росту данных показателей от 7 до 30 % в зависимости от варианта опыта.

Биохимические показатели сортов также незначительно различались и имели одинаковые тенденции по вариантам опыта, разница составляла не более 5 %.

Одним из важных показателей производства овощной продукции и особенно капусты является содержание нитратов. В наших исследованиях в зависимости от варианта опыта содержание нитратов колебалось от 106 до 385 мг/кг, что существенно ниже предельно допустимой нормы, установленной ФАО (500 мг/кг) [14].

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Минеральное питание – один из основных регулирующих факторов отрасли овощеводства, обеспечивающих не только повышение урожайности, но и развитие отрасли в целом, так как ее эффективность во многом зависит от применения высоких доз минеральных удобрений.

Потребность в минеральном питании у всех культур индивидуальна. Каждый элемент питания по-своему влияет на рост и развитие растений, но общие принципы для всех культур одни. Наиболее важным элементом питания является азот.

Азот является основным элементом в жизни растений. Благодаря ему происходят все основные биохимические процессы в жизни растений, он – основа формирования вегетативной массы, плодов и их качественных показателей. Азот является основой белка, аминокислот, липидов и ферментов. За счет него идет синтез органических веществ, образуемых в процессе фотосинтеза. Потребность в азоте проявляется в течение всего вегетационного периода [15, 16].

Для получения хорошего урожая капусты необходима разработка рациональной, научно обоснованной системы удобрений [15]. По мнению многих ученых, нормы внесения удобрений под капусту белокочанную очень сильно зависят от ряда факторов, таких как плодородие почвы, уровень агротехники, предшественников и выбора сорта. Например, для получения оптимального урожая капусты на серой лесной почве после зерновых требуется в три раза больше удобрений ( $N_{120}$ ), чем после многолетних бобовых трав [15, 16]. Однако при применении повышенных доз азотных удобрений необходимо учитывать тот факт, что они могут повлиять на продолжитель-



ность вегетационного периода, что в условиях Сибири может быть критичным.

Нами изучено влияние различных доз азотных удобрений на рост и развитие капусты белокочанной. В результате установлено, что для получения гарантированно высоких урожаев капусты белокочанной в размере 15,6–30,6 кг/м<sup>2</sup> необходимо внесение аммиачной селитры (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) в дозе – 60–80 кг д.в./га. Результаты данной работы позволят оптимизировать производственный процесс и увеличить выход продукции.

## ВЫВОДЫ

1. Почвенно-климатические условия лесостепной зоны Западной Сибири по приходу

фотосинтетически активной радиации и сумме активных температур достаточны для роста и развития урожайности.

2. Внесение минеральных азотных удобрений положительно сказывается на всех элементах структуры и урожайности в целом. Так, в среднем по годам прибавка урожайности капусты белокочанной составляла от 30 до 200 %.

3. Максимальная урожайность 30,6 кг/м<sup>2</sup> получена на гибриде Мегатон F1 на вариантах с применением азотных минеральных удобрений в дозе 80 кг д.в./га.

4. Биохимический состав капусты белокочанной по сортам и вариантам опыта отличался незначительно, колебания по отдельным показателям составляли не более 7–10 %.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров А.Ф., Холдобина Т.В., Матенькова Е.А. Условия правильного выбора семян // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 16–17 окт. 2017 г. / Новосибирский государственный аграрный университет. Вып. 2. – Новосибирск, 2017. – С. 56–58. – EDN ZVNRV.
2. Дьяконова Р.Н. Технология возделывания среднеспелой белокочанной капусты в условиях Центральной Якутии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Якутск, 2007. – 23 с. – EDN NJABRT.
3. Вирченко И.И., Янченко Е.В., Борисов В.А. Эффективность применения минеральных удобрений и биокомпоста при возделывании новых отечественных гибридов капусты белокочанной // Картофель и овощи. – 2022. – № 3. – С. 15–18. – DOI: 10.25630/PAV.2022.68.58.002. – EDN BEZQBP.
4. Эффективность применения удобрений при возделывании капусты белокочанной F1 Континент / И.Ю. Васючков, В.А. Борисов, Г.А. Костенко [и др.] // Картофель и овощи. – 2020. – № 1. – С. 15–18. – DOI: 10.25630/PAV.2020.50.79.006. – EDN YUUCPR.
5. Борисов В.А., Меньших А.М. Влияние орошения и удобрений на урожайность и качество капусты белокочанной // Орошаемое земледелие. – 2015. – № 4. – С. 15–16. – EDN YNAGDN.
6. Карова И.А., Шаваев М.А. Влияние минеральных удобрений на накопление нитратов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2006. – № 2. – С. 52–53.
7. Влияние комплексных минеральных удобрений на урожайность и качество капусты белокочанной ранней при разных способах посадки / А.Р. Аксенюк, Ю.М. Забара, А.В. Якимович, Н.В. Мойсевич // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2 (49). – С. 150–159. – EDN MENGJF.
8. Королев А.А. Влияние орошения и удобрений на рост и развитие растений капусты // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – № 2 (6). – С. 104–108. – EDN MRMXEB.
9. Овощеводство открытого грунта / В.И. Алексахин, Р.А. Андреева, Ю.П. Антонов [и др.]; под ред. В.Ф. Белика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 336 с.
10. Аксенюк А.Р. Особенности приемов возделывания новых сортов и гибридов капусты белокочанной различных групп спелости: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Жодионо, 2010. – 20 с.
11. Ваняян С.С., Вишнякова А.Ф. Удобрение и орошение как факторы влияния на урожай белокочанной капусты // Главный агроном. – 2004. – № 9. – С. 30–33.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
13. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / науч.-исслед. ин-т овощ. хоз-ва, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В.Ф. Белика, Г.Л. Бондаренко. – М., 1979. – 211 с.
14. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 9 июня 2009 г., № 63.
15. Петров А.Ф. Научные основы технологии возделывания пасленовых культур в лесостепи Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Махачкала, 2023. – 385 с. – EDN IOUTNK.

16. *Научные основы формирования продуктивности и качества томата* / Т.С. Астарханова, Е.Н. Пакина, Н.Г. Андреева, И.Р. Астарханов. – Махачкала, 2018. – 136 с.

## REFERENCES

- Petrov A.F., Kholdobina T.V., Maten'kova E.A., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Current issues in the agro-industrial complex), Proceedings of the Conference Title, Vyp. 2, Novosibirsk, 2017, pp. 56–58, EDN ZVNRRV. (In Russ.)
- D'yakonova R.N., *Tekhnologiya vozdel'yvaniya srednespeloy belokochannoy kapusty v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii* (Technology of cultivation of mid-season white cabbage in the conditions of Central Yakutia), Abstract of a candidate of sciences dissertation, Yakutsk, 2007, 23 p., EDN NJABRT.
- Virchenko I.I., Yanchenko E.V., Borisov V.A., *Kartofel' i ovoshchi*, 2022, No. 3, pp. 15–18, DOI: 10.25630/PAV.2022.68.58.002, EDN BEZQBP. (In Russ.)
- Vasyuchkov I.Yu., Borisov V.A., Kostenko G.A. [i dr.], *Kartofel' i ovoshchi*, 2020, No. 1, pp. 15–18, DOI: 10.25630/PAV.2020.50.79.006, EDN YUUCPR. (In Russ.)
- Borisov V.A., Men'shikh A.M., *Oroshaemoe zemledelie*, 2015, No. 4, pp. 15–16, EDN YNAGDN. (In Russ.)
- Karova I.A., Shavaev M.A., *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*, 2006, No. 2, pp. 52–53. (In Russ.)
- Aksenyuk A.R., Zabara Yu.M., Yakimovich A.V., Moysevich N.V., *Pochvovedenie i agrokhimiya*, 2012, No. 2 (49), pp. 150–159, EDN MENGJF. (In Russ.)
- Korolev A.A., *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2007, No. 2 (6), pp. 104–108, EDN MRMXEB. (In Russ.)
- Aleksashin V.I., Andreeva R.A., Antonov Yu.P. [i dr.], *Ovoshchevodstvo otkrytogo grunta* (Open-ground vegetable growing), pod red. V.F. Belika, 2-e izd., pererab. i dop., Moscow: Kolos, 1984, 336 p.
- Aksenyuk A.R., *Osobennosti priemov vozdel'yvaniya novykh sortov i gibridov kapusty belokochannoy razlichnykh grupp spelosti* (Features of cultivation techniques for new varieties and hybrids of white cabbage of different maturity groups), Abstract of a candidate of sciences dissertation, Zhodino, 2010, 20 p.
- Vaneyan S.S., Vishnyakova A.F., *Glavnyy agronom*, 2004, No. 9, pp. 30–33. (In Russ.)
- Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy ob-rabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
- Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve i bakhchevodstve* (Methodology of field experiments in vegetable and melon growing), pod red. V.F. Belika, G.L. Bondarenko, Moscow, 1979, 211 p. (In Russ.)
- Sanitarnye normy, pravila i gigienicheskie normativy «Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov»: postanovlenie Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus'* (Sanitary norms, rules and hygienic standards "Hygienic requirements for the quality and safety of food raw materials and food products": Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus), 9 iyunya 2009 g., No. 63. (In Russ.)
- Petrov A.F., *Nauchnye osnovy tekhnologii vozdel'yvaniya paslenovykh kul'tur v lesostepi Zapadnoy Sibiri* (Scientific foundations of cultivation technology of nightshade crops in the forest-steppe of Western Siberia), Makhachkala, 2023, 385 p., EDN IOUTNK.
- Astarkhanova T.S., Pakina E.N., Andreeva N.G., Astarkhanov I.R., *Nauchnye osnovy formirovaniya produktivnosti i kachestva tomata* (Scientific basis for the formation of tomato productivity and quality), Makhachkala, 2018, 136 p.

## Информация об авторах:

А.Ф. Петров, доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
К.С. Макарова, кандидат сельскохозяйственных наук  
О.Н. Колбина, аспирант  
Н.А. Петров, студент

## Contribution of the authors:

A.F. Petrov, Doctor OF Agricultural Sciences, Associate Professor  
R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
K.S. Makarova, Candidate of Agricultural Sciences  
O.N. Kolbina, PhD student  
N.A. Petrov, student

## Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ФИТОХИМИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ РАСТЕНИЙ *HELICHRYSUM ITALICUM*, ВЫРАЩЕННЫХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА

О.А. Пехова, Л.А. Тимашева, И.Л. Данилова, И.В. Белова

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Республика Крым, Россия

E-mail: olga.pehova@mail.ru

**Для цитирования:** Фитохимический скрининг растений *Helichrysum italicum*, выращенных в предгорной зоне Крыма / О.А. Пехова, Л.А. Тимашева, И.Л. Данилова, И.В. Белова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 4 (77). – С. 83–92. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-77-4-83-92.

**Ключевые слова:** растения *Helichrysum italicum*, листья, фаза вегетации, соцветия, стебли, эфирное масло, флавоноиды, сырье эфиромасличное, сырье лекарственное.

**Реферат.** Бессмертник итальянский (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don) является ценным и перспективным растением для парфюмерно-косметической и пищевой промышленности, фармации и медицины. Цель исследований – провести фитохимический скрининг растений *Helichrysum italicum*, выращенных в предгорной зоне Крыма по содержанию эфирного масла и других видов биологически активных веществ (БАВ) по фазам вегетации и органам растений. Объекты исследований – свежесобранное и воздушно-сухое сырье *H. italicum* (селекционный образец ЕОА-81). Методы исследований – общепринятые. В результате исследований выявлена вариабельность содержания БАВ по фазам вегетации и органам растений. Установлено, что растения *H. italicum* синтезируют в процессе вегетации целый комплекс БАВ: эфирное масло – 0,50–1,49 % на абсолютно сухую массу (а. с. м.); экстрактивные вещества – 22,47–36,79 %; общие фенольные соединения – 2,25–6,26 %, фенолкарбоновые кислоты и флавоноиды – 1,34–5,92 %; дубильные вещества – 0,24–1,34 %. Определено, что основными маслосинтезирующими органами *H. italicum* являются листья и соцветия. Наибольшее количество эфирного масла содержалось в листьях – 2,01 %, а в соцветиях – 1,73 %. Преобладающими компонентами эфирного масла *H. italicum* являлись монотерпеновые углеводороды, сумма которых достигала максимума в фазы начала бутонизации – начала цветения 87,41–92,71 %, при этом преобладал  $\alpha$ -пинен: 69,93–76,17 %. Данный селекционный образец ЕОА-81 по компонентному составу эфирного масла относится к  $\alpha$ -пиненовому хемотипу. Оптимальным сроком уборки сырья *H. italicum* для получения эфирного масла является фаза полной бутонизации, для которой свойственно наиболее высокое содержание эфирного масла характерного качества. Оптимальным сроком уборки *H. italicum* для получения лекарственного сырья является фаза окончания бутонизации, в которую содержание экстрактивных веществ, общих фенольных соединений, суммы фенолкарбоновых кислот и флавоноидов максимально, и фаза отрастания – для дубильных веществ. Исходя из полученных данных надземную часть растений *H. italicum* можно рекомендовать для использования в качестве эфиромасличного и лекарственного сырья.

## PHYTOCHEMICAL SCREENING OF *HELICHRYSUM ITALICUM* PLANTS GROWN IN THE FOOTHILL ZONE OF CRIMEA

О.А. Pekhova, L.A. Timasheva, I.L. Danilova, I.V. Belova

Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

E-mail: olga.pehova@mail.ru

**Keywords:** *Helichrysum italicum* plants, leaves, vegetation phase, inflorescences, stems, essential oil, flavonoids, essential oil raw materials, medicinal raw materials.

**Abstract.** *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don is a valuable and promising plant for the perfumery, cosmetics, food industry, pharmacy and medicine. The aim of the study is to conduct phytochemical screening of *Helichrysum italicum* plants grown in the foothills of Crimea for the content of essential oil and other types of biologically (BAS) active substances by vegetation phases and plant organs. The objects of study are freshly harvested and air-dried raw materials of *H. italicum* (selection sample EOA-81). The methods of research are generally accepted. The studies revealed variability in the content of BAS by vegetation phases and plant organs. It has been established that *H. italicum* plants synthesize a whole complex of biologically active substances during the vegetation period: essential oil – 0.50–1.49 % on an absolutely dry weight (a. d. m.); extractive substances – 22.47–36.79 %; total phenolic compounds – 2.25–6.26 %, phenolic carboxylic acids and flavonoids – 1.34–5.92 %; tannins – 0.24–1.34 %.

%). It has been determined that the main oil-synthesizing organs of *H. italicum* are leaves and inflorescences. The greatest amount of essential oil was contained in the leaves – 2.01 %, and in the inflorescences – 1.73 %. The predominant components of the essential oil of *H. italicum* were monoterpene hydrocarbons, the sum of which reached a maximum in the phases of the beginning of budding – beginning of flowering 87.41–92.71 % with a predominance of  $\alpha$ -pinene 69.93–76.17 %. This selection sample EOA-81, according to the component composition of the essential oil, belongs to the  $\alpha$ -pinene chemotype. The optimal time for harvesting *H. italicum* raw materials for obtaining essential oil is the phase of complete budding, which is characterized by the highest content of essential oil of characteristic quality. The optimal time for harvesting *H. italicum* for obtaining medicinal raw materials is the phase of the end of budding, when the content of extractive substances; total phenolic compounds, the sum of phenol carbonic acids and flavonoids is maximum and the regrowth phase – for tannins. Based on the data obtained, the above-ground part of *H. italicum* plants can be recommended for use as essential oil and medicinal raw materials.

Бессмертник итальянский (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don), или цмин итальянский, – это вид цветкового растения семейства *Asteraceae*. Ботанический род *Helichrysum* включает несколько сотен видов, распространенных в Европе и Средней Азии, Евразии, Африке, Австралии и Новой Зеландии. В диком виде растет в Северной Италии, Далмации, Венгрии и на островах Средиземного моря. В России встречается в европейской части, в Западной Сибири, на Кавказе и Крыму. Это растение является ценным и перспективным для парфюмерно-косметической и пищевой промышленности, фармации и медицины. Его перерабатывают различными методами (дистилляция и экстракция) с получением эфирного и абсолютного масел, гидролатов и различных видов экстрактов; фармацевтических препаратов желчегонного действия, стимулирующих желчеотделение, мягко повышающих тонус желчного пузыря и улучшающих метаболизм печени. На лекарственное сырье бессмертника итальянского распространяются ВФС 42-2138-92 (целые цветки) и ВФС 42-2137-92 (резано-прессованные цветки), которое используется для получения целого ряда медицинских препаратов, обладающих антиаллергическим, антиоксидантным, антимикробным, антибактериальным, противовоспалительным, противовирусным и фунгицидным действием [1–4].

Исследования по интродукции и селекции *H. italicum* проводились в Никитском ботаническом саду (зона Южного берега Крыма). Результатом работы стало создание двух сортов этой культуры: ВИМ и Кристалл [5]. ФГБУН «НИИСХ Крыма» также проводит работу по интродукции и селекции бессмертника итальянского в предгорной зоне Крыма. Изучение динамики накопления БАВ в течение вегетационного периода в растениях бессмертника итальянского, выращенных в предгорной зоне Крыма, ранее не проводилось. Экспериментально не обоснованы сроки уборки

сырья для получения эфиромасличной продукции и лекарственного сырья.

Цель исследований – провести фитохимический скрининг растений *Helichrysum italicum*, выращенных в предгорной зоне Крыма по содержанию эфирного масла и других видов БАВ по фазам вегетации и органам растений для комплексного применения в качестве эфиромасличного, лекарственного и пищевого сырья.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2022–2024 гг. в лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «НИИСХ Крыма». Объекты исследований – сырье свежесобранное и воздушно-сухое *H. italicum* (селекционный образец ЕОА – 81), выращенное на экспериментальном участке института (с. Крымская Роза, Белогорский район).

*H. italicum* в предгорье Крыма представляет собой многолетний полукустарник полудревесневшего типа высотой до 60 см, сильно разветвленный, сероопушенный. Листья очередные, цельнокрайние, мелкие, длиной 2–5 см, шириной 1–2 см, сидячие, войлочно-белоопушенные, с одноклеточными, многоклеточными и железистыми волосками, в которых синтезируется эфирное масло. Корневища короткие, слабоветвистые, снаружи темно-бурые, с тонкими длинными светлыми корнями. Соцветия головчатые, плотные, слабоветвистые, собранные в щиток на верхушке побега, желтого или оранжевого цвета. На одном растении развивается от 300 до 800 соцветий. Цветки сростнолепестные, трубчатые, состоят из пяти лепестков, пяти тычинок и одного пестика. Плод – семянка округлой формы.

В качестве растительного сырья использовалась вся надземная облиственная часть растения, срезанная в разные фазы вегетации. Общий вид растений и сырья *H. italicum* представлен на рис. 1.





а

б

в

Рис. 1. Общий вид растений и сырья *H. italicum* в фазу бутонизации: а – растения в фазу бутонизации; б – свежесрезанное сырье в фазу начала бутонизации; в – свежесрезанное сырье в фазу полной бутонизации

General view of plants and raw materials of *H. italicum* in the budding phase: а- plants in the budding phase; б - freshly cut raw materials in the beginning of budding phase; в- freshly cut raw materials in the full budding phase

Почвенно-климатические условия экспериментального участка института характерны для IV агроклиматического района Крыма – верхнего предгорного, теплого, недостаточно влажного. Климат – умеренно континентальный, среднегодовая температура воздуха составляет 9,8 °С, среднегодовая сумма осадков – 450–500 мм, ГТК – 0,92. Почвы представлены предгорными карбонатными черноземами на элювии и делювии плотных карбонатных пород [6].

Качественные характеристики свежесобранного и воздушно-сухого сырья определяли общепринятыми методами: влажность – гравиметрическим методом, содержание эфирного масла – методом гидродистилляции по Клевенджеру, содержание экстрактивных веществ – методом экстрагирования водно-спиртовым раствором, содержание общих фенольных соединений, фенолкарбоновых кислот и флавоноидов, дубильных веществ – титриметрическим методом. Все результаты исследований представлены в пересчете на абсолютно сухую массу сырья (а.с.м.). Компонентный состав эфирных масел определяли методом газовой хроматографии. Повторность определения содержания БАВ в сырье – 3-кратная. Полученные данные исследований обрабатывали общепринятыми статистическими методами при помощи пакета программ Microsoft Office Excel 2010 [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вопросы изучения фитохимического скрининга *H. italicum* по фазам вегетации и органам растений, выращенных в предгорной зоне Крыма, являются актуальными. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Структурный анализ растений *H. italicum*, выращенных в предгорной зоне Крыма, в 2022–2024 гг. показал, что надземная часть растений по фазам вегетации имеет следующий фракционный состав: листья (14,9–71,9 %), стебли (23,3–42,7 %) и соцветия (23,4–61,8 %). Соотношение фракций по фазам вегетации менялось, а именно: в фазу отрастания преобладали листья, а в фазу окончания цветения их содержание достигало минимальных значений; содержание соцветий достигало максимума в фазу окончания цветения.

Экспериментально определено, что в условиях предгорной зоны Крыма содержание эфирного масла в растениях в течение вегетационного периода колебалось в пределах 0,50–1,49 %. Изменение содержания эфирного масла в онтогенезе *H. italicum* происходило следующим образом: в процессе развития растений количество эфирного масла увеличивалось начиная с фазы отрастания (0,92 %), достигало максимума в фазу полной бутонизации (1,49 %) и снижалось в фазу цветения (0,50 %).

Таблица 1

Динамика накопления эфирного масла в различных органах растений *H. italicum* по фазам вегетации (2022–2024 гг.)

Dynamics of essential oil accumulation in various organs of *H. italicum* plants by vegetation phases (2022–2024)

Фаза вегетации растений	Органы растений	Фракционный состав, %	Массовая доля, % m/m	
			влаги	эфирного масла (на а. с. м.)
Отрастание	Листья	71,9±0,07	75,7±0,08	0,94±0,02
	Стебли	28,1±0,03	79,3±0,08	–
	Целое	100,0±0,00	76,2±0,08	0,92±0,01
Начало бутонизации	Листья	40,9±0,04	70,0±0,07	1,33±0,03
	Стебли	35,7±0,04	80,5±0,08	–
	Соцветия	23,4±0,03	72,5±0,07	1,45±0,04
	Целое	100,0±0,00	74,0±0,07	1,23±0,02
Полная бутонизация	Листья	32,8±0,04	71,5±0,07	2,01±0,05
	Стебли	42,7±0,04	83,5±0,08	–
	Соцветия	24,5±0,03	78,4±0,08	1,73±0,04
	Целое	100,0±0,00	73,8±0,07	1,49±0,04
Окончание бутонизации	Листья	19,5±0,02	63,0±0,05	1,82±0,05
	Стебли	39,1±0,04	75,0±0,06	–
	Соцветия	41,4±0,05	67,3±0,05	1,03±0,03
	Целое	100,0±0,00	69,8±0,07	1,06±0,03
Начало цветения	Листья	17,1±0,02	68,5±0,07	1,39±0,04
	Стебли	26,9±0,03	71,0±0,07	–
	Соцветия	56,0±0,05	72,0±0,08	0,85±0,02
	Целое	100,0±0,00	69,5±0,07	0,79±0,02
Массовое цветение	Листья	22,1±0,02	59,0±0,06	1,21±0,03
	Стебли	27,9±0,03	65,0±0,06	–
	Соцветия	50,0±0,05	64,5±0,06	0,68±0,01
	Целое	100,0±0,00	65,0±0,07	0,59±0,01
Окончание цветения	Листья	14,9±0,02	52,5±0,05	1,04±0,03
	Стебли	23,3±0,03	63,5±0,06	–
	Соцветия	61,8±0,06	64,5±0,06	0,56±0,01
	Целое	100,0±0,00	60,5±0,05	0,50±0,01
НСР <sub>05</sub> (целое растение)				0,08
НСР <sub>05</sub> (листья)				0,13
НСР <sub>05</sub> (соцветия)				0,10

Полученные данные показали, что основными маслосинтезирующими органами *H. italicum* являются листья и соцветия. На протяжении всего периода вегетации наибольшее количество эфирного масла содержалось в листьях (0,94–2,01 %), меньше в соцветиях (0,56–1,73 %). Стебли содержали лишь следы эфирного масла.

Эфирное масло, полученное из свежесрезанного сырья *H. italicum* методом гидродистилляции

по органолептическим показателям представляло собой легкоподвижную прозрачную жидкость светло-желтого цвета с хвойно-бальзамическим запахом. Физико-химические показатели эфирного масла были следующими: относительная плотность при 20 °С – от 0,900 до 0,920; показатель преломления при 20 °С – от 1,4700 до 1,4850; угол вращения плоскости поляризации света при

20 °С, градус – от минус 2 до 0; кислотное число, мг КОН/г – от 1,0 до 3,0.

В эфирном масле *H. italicum* было определено 37 компонентов, из них идентифицировано 18. Установлено, что химический состав эфирного масла *H. italicum* состоит из следующих основных групп веществ: монотерпеновые углеводороды –  $\alpha$ -пинен, камфен, сабинен, лимонен, мирцен,

$\alpha$  и  $\gamma$ -терпинены, р-цимен; сесквитерпеновый углеводород – кариофиллен; терпеновые спирты: линалоол, борнеол, гераниол,  $\alpha$ -терпинеол; сложные эфиры: геранилацетат, линалилацетат; оксид: транс-линалоол оксид; кетон: камфора.

Типичная хроматограмма эфирного масла *H. italicum*, полученного из растений в фазу полной бутонизации, представлена на рис. 2.

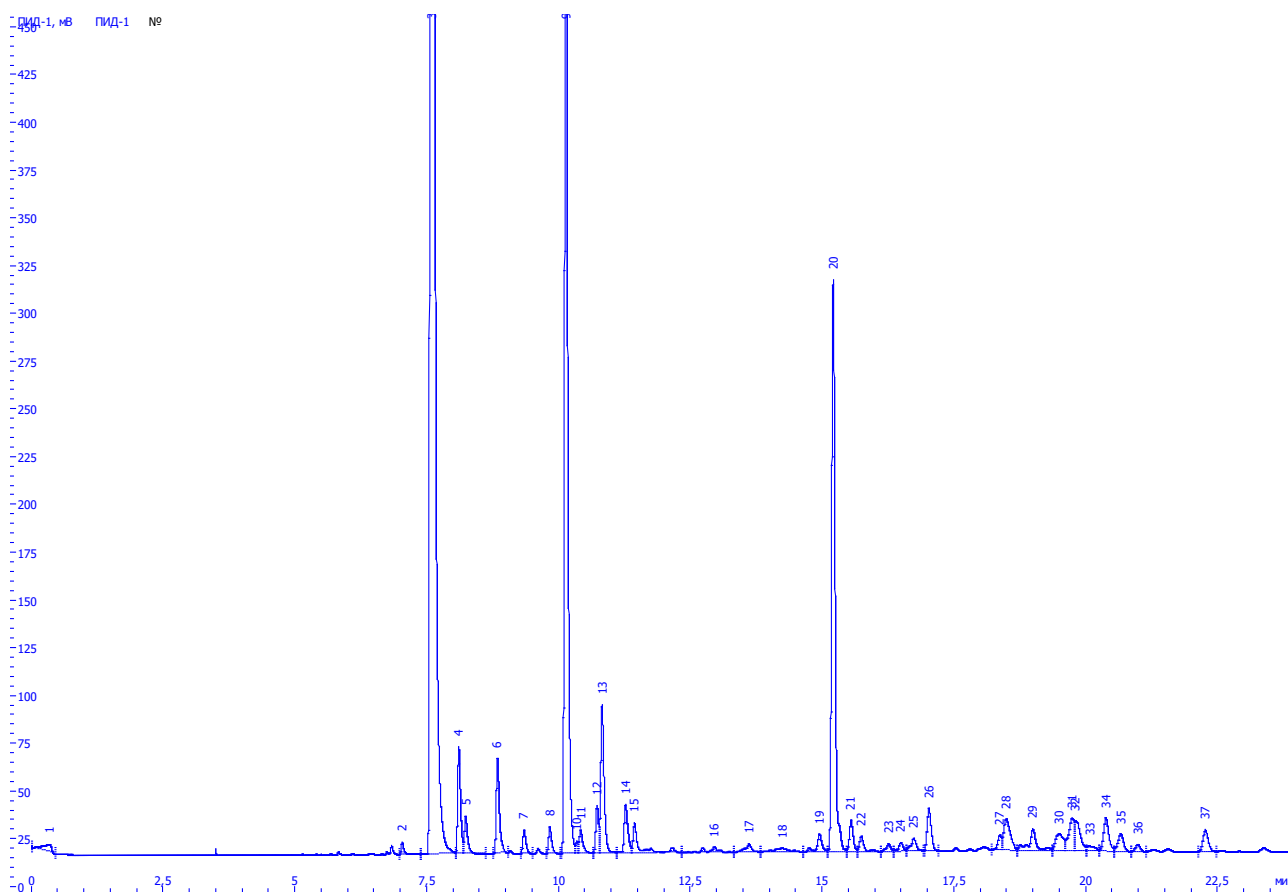


Рис. 2. Типичная хроматограмма эфирного масла *H. italicum* (фаза полной бутонизации), 2023 г.: 3 –  $\alpha$ -пинен; 5 – камфен; 6 – сабинен; 7 – мирцен; 8 –  $\alpha$ -терпинен; 9 – лимонен; 11 – 1,8-цинеол; 13 –  $\gamma$ -терпинен; 14 – р-цимен; 18 – транс-линалоол оксид; 20 – линалоол; 21 – камфора; 22 – линалилацетат; 25 – кариофиллен; 28 –  $\alpha$ -терпинеол; 29 – борнеол; 32 – геранилацетат; 37 – гераниол

Typical chromatogram of essential oil of *H. italicum* essential oil (full budding phase), 2023

Содержание основных компонентов эфирного масла *H. italicum* в течение вегетации представлено на рис. 3. Преобладающими компонентами эфирного масла *H. italicum* являлись монотерпеновые углеводороды, сумма которых достигала максимума в фазы начала бутонизации и начала цветения: 87,41–92,71 %. Из этой группы углеводородов содержание  $\alpha$ -пинена было в течение вегетации на уровне 54,04–76,17 % при максимуме в фазы окончания бутонизации и начала цветения (72,46–76,17 %). Содержание лимонена колебалось от 8,65 до 15,09 % с максимумом в фазу полной бутонизации. В течение вегета-

ции содержание терпенового спирта линалоола в эфирном масле было на уровне 6,57–7,04 %. Следует отметить, что компонентный состав эфирного масла из различных органов *H. italicum* был практически идентичен, но менялось их количественное соотношение в течение вегетации. Так, содержание  $\alpha$ -пинена в листьях колебалось от 72,5 % в фазу отрастания до 74,44 % в фазу начала цветения, 59,66 % в фазу окончания цветения; в соцветиях – от 70,89 % в фазу начала бутонизации, 81,03 % – в фазу начала цветения и 60,17 % – в фазу окончания цветения.

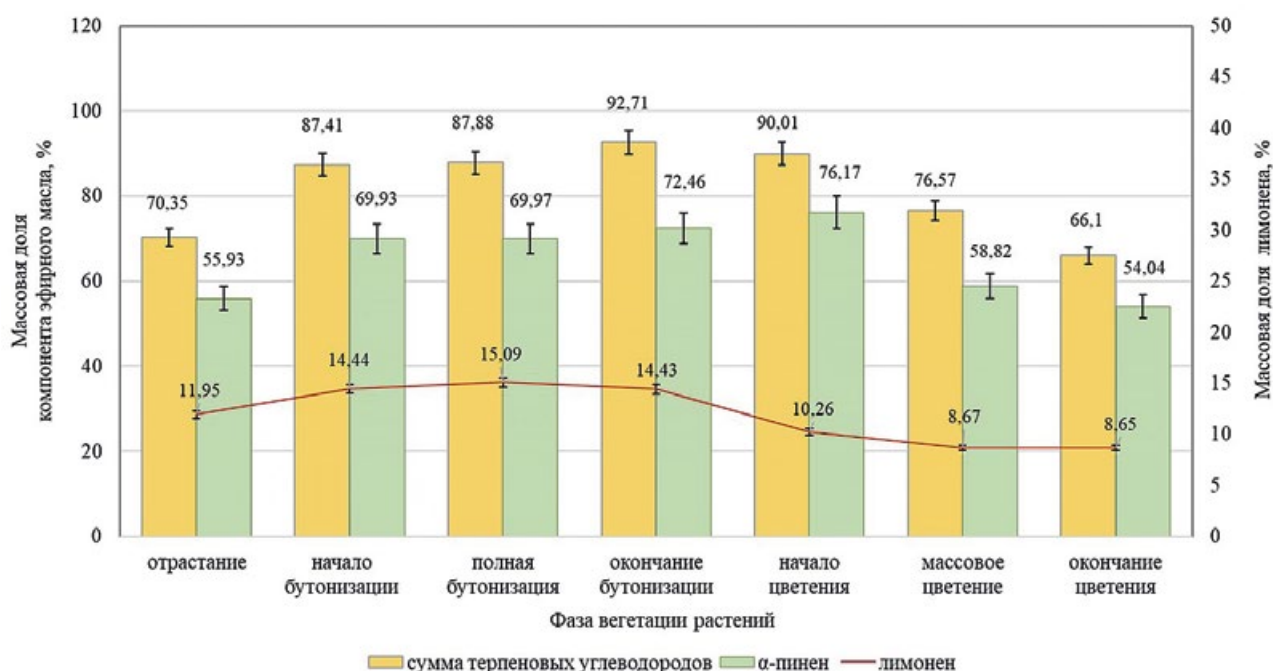


Рис. 3. Содержание основных компонентов эфирного масла *H. italicum* по фазам вегетации (среднее за 2022–2024 гг.)

Content of the main components of *H. italicum* essential oil by vegetation phases (average for 2022–2024)

Исследуемый нами селекционный образец ЕОА-81 ФГБУН «НИИСХ Крыма» по компонентному составу эфирного масла относится к  $\alpha$ -пиненовому хемотипу. Благодаря наличию терпеновых углеводородов и спиртов ( $\alpha$ -пинен, лимонен и линалоол) эфирное масло *H. italicum* обладает антиоксидантным, противовоспалительным, противомикробным, антибактериальным, антидепрессантным, иммуностимулирующим,

укрепляющим память действием и может применяться в пищевой индустрии, косметических изделиях и фармацевтических препаратах.

С целью оценки сырья в качестве лекарственного было проведено определение содержания биологически активных веществ в воздушно-сухом сырье *H. italicum*, собранном в разные фазы вегетации (табл. 2).

Таблица 2

Биохимические показатели качества воздушно-сухого сырья *H. italicum*, 2022–2024 гг.  
Biochemical quality indicators of air-dry raw material of *H. italicum*, 2022–2024

Фаза вегетации растений	Массовая доля, %			
	экстрактивных веществ	общих фенольных соединений	суммы флавоноидов и фенолкарбоновых кислот	дубильных веществ
Отрастание	27,94 $\pm$ 0,54	2,69 $\pm$ 0,28	1,34 $\pm$ 0,14	1,34 $\pm$ 0,14
Начало бутонизации	31,68 $\pm$ 1,21	4,16 $\pm$ 0,29	3,43 $\pm$ 0,04	0,73 $\pm$ 0,07
Полная бутонизация	29,45 $\pm$ 2,10	4,97 $\pm$ 0,25	4,74 $\pm$ 0,25	0,24 $\pm$ 0,02
Окончание бутонизации	36,79 $\pm$ 0,33	6,26 $\pm$ 0,82	5,92 $\pm$ 0,83	0,35 $\pm$ 0,01
Начало цветения	28,55 $\pm$ 1,24	2,25 $\pm$ 0,05	1,80 $\pm$ 0,04	0,45 $\pm$ 0,01
Массовое цветение	26,03 $\pm$ 0,86	3,59 $\pm$ 0,20	3,34 $\pm$ 0,18	0,25 $\pm$ 0,03
Окончание цветения	22,47 $\pm$ 0,81	3,88 $\pm$ 0,60	3,45 $\pm$ 0,34	0,43 $\pm$ 0,06

Примечание. Влажность сырья на уровне 7,9–8,9 %, общая зола от 6,32 до 8,22 %; экстрактивные вещества извлекались 70 % водно-спиртовым раствором.



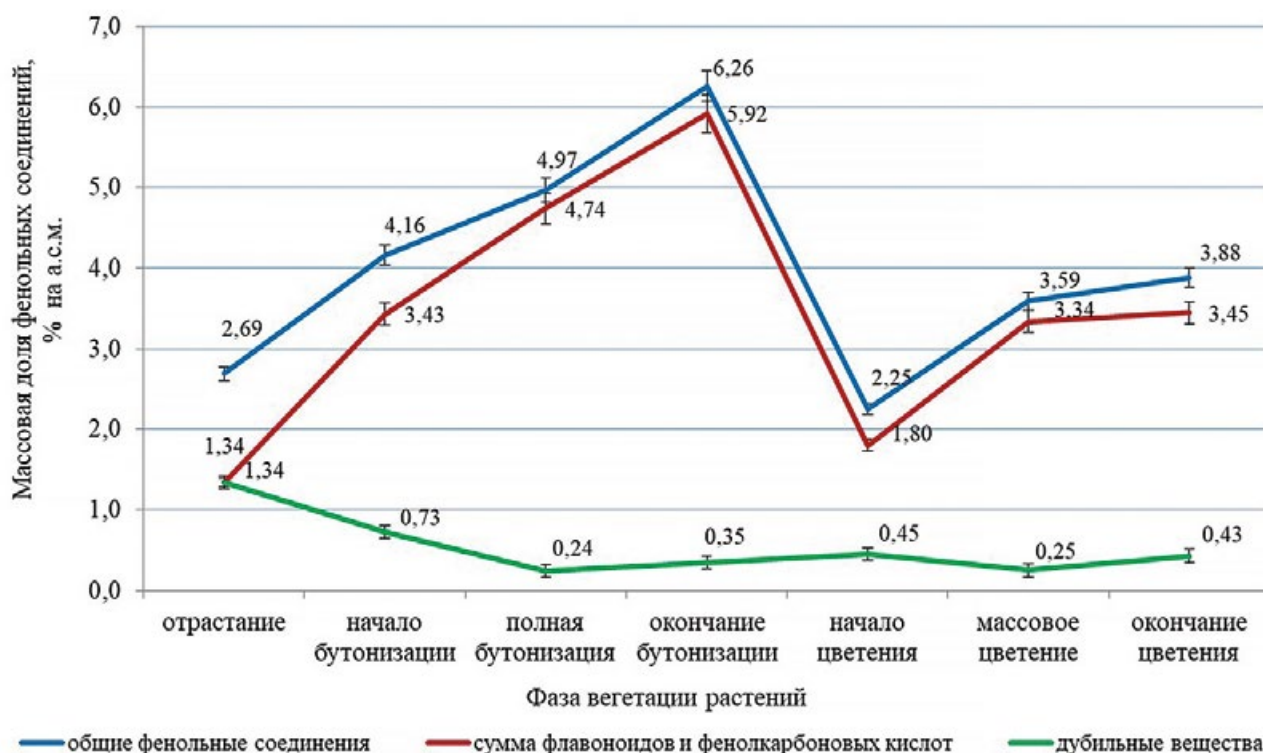


Рис. 4. Динамика накопления фенольных соединений в растениях *H. italicum* (селекционный образец ЕОА-81), 2022–2024 гг.

Dynamics of accumulation of phenolic compounds in *H. italicum* plants (selection form EOA-81), 2022–2024

На рис. 4 представлена динамика накопления фенольных соединений в селекционном образце ЕОА-81 за 2022–2024 гг.

Установлено, что количество экстрактивных веществ, извлекаемых 70%-м водно-спиртовым раствором из воздушно-сухого сырья, находилось в пределах от 22,47 до 36,79 %. Массовая доля общих фенольных соединений в течение вегетационного периода колебалась от 2,25 до 6,26 %, в том числе сумма флавоноидов и фенолкарбоновых кислот – от 1,34 до 5,92 %, дубильных веществ от 0,24 до 1,34 %. Отмечено, что наибольшее количество общих фенольных соединений, в том числе флавоноидов и фенолкарбоновых кислот, синтезировалось в фазу окончания бутонизации, а дубильных веществ – в фазу отращивания.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Фармакологическая активность *H. italicum* напрямую связана с высоким содержанием в нем биологически активных веществ, в частности терпеновой природы. Химический состав растения включает следующие группы веществ: флаванон нарингенин и его пять гликозидов, производные фталевого ангидрида (фталиды); оксикоричные

кислоты (п-кумаровая, кофейная, феруловая и др.), фенолкарбоновые кислоты, кумарин скополетин; эфирное масло; дубильные вещества; свободные аминокислоты; полисахариды. Кроме этого, бессмертник итальянский содержит урсоловую кислоту и ее лактон; бетта-ситостерол, витамины (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Р, РР и К), макро- и микроэлементы (К, Са, Mg, Fe, Cu, Ni, Mn, Mo, Al, Co) [8–10].

Литературные данные о летучих веществах бессмертника итальянского касаются главным образом его эфирного масла и показывают отличие в компонентном составе не только между его видами и хемотипами, но и между образцами различных мест произрастания (географо-экологический фактор). Для бессмертника итальянского характерен высокий полиморфизм, который влияет на качественный состав эфирного масла и содержит различный набор химических веществ с преобладанием нерилацетата (19,5–83,4 %), α-пинена (5,6–53,5 %), γ-куркумена, камфоры, β-селинена, италицена, нерилацетата и ар-куркумена [2, 11–14].

Эфирное масло *H. italicum* обладает бактерицидным действием в отношении золотистого стафилококка, кишечной и туберкулезной палочки, а также грибков рода *Candida*. Отмечается высокая противовирусная активность. В ароматерапии

используются его кровоочищающее, спазмолитическое, обезболивающее, противоаллергическое, противовоспалительное, заживляющее, желчегонное, противогрибковое и мочегонное действие [15, 16]. Эфирное масло используется как ароматический и стабилизирующий компонент (фиксатор запаха) в косметике и парфюмерии [1]. Бессмертник итальянский также издавна применяется для ароматизации напитков и как пряность в кондитерских и хлебобулочных изделиях, а также в качестве натуральных пищевых добавок или консервантов. Потребность в сырье данного вида растений ежегодно растет [10].

Ценные и полезные для здоровья эффекты эфирного масла и других видов БАВ *H. italicum* активно изучаются в разных странах Средиземноморского и Черноморского бассейнов (Корсика, Италия, Венгрия, Босния, Герцеговина, Хорватия, Сербия и Турция) [12, 13, 17].

Анализ литературных данных показал, что состав и содержание различных видов БАВ в растениях *H. italicum* зависит от целого ряда факторов: региона возделывания культуры, почвенно-климатических условий произрастания, хемотипа растений, фазы развития растений, технологий выращивания и переработки, сроков уборки [10, 14, 18].

Экспериментально определено, что в условиях предгорной зоны Крыма содержание эфирного масла в растениях в течение вегетационного периода колебалось в пределах 0,50–1,49 %. Следует отметить, что компонентный состав эфирного масла из различных органов *H. italicum* был практически идентичен, но менялось их количественное соотношение в течение вегетации.

Благодаря наличию терпеновых углеводородов и спиртов ( $\alpha$ -пинен, лимонен и линалоол) эфирное масло *H. italicum* обладает антиоксидантным, противовоспалительным, противомикробным, антибактериальным, антидепрессантным, иммуностимулирующим, укрепляющим память действием и может применяться в пищевой ин-

дустрии, косметических изделиях и фармацевтических препаратах.

## ВЫВОДЫ

1. Фитохимический скрининг растений *Helichrysum italicum* (селекционный образец ЕОА-81), выращенных в предгорной зоне Крыма, показал, что растения синтезируют в процессе вегетации целый комплекс биологически активных веществ: эфирное масло – 0,50–1,49 % с основным компонентом  $\alpha$ -пиненом на уровне 54,04–76,17 %; экстрактивные вещества – 22,47–36,79 %; общие фенольные соединения – 2,25–6,26 %, из них фенолкарбоновые кислоты и флавоноиды – 1,34–5,92 %; дубильные вещества – 0,24–1,34 %. Это позволяет рекомендовать надземную часть растений *H. italicum* для использования в качестве эфиромасличного и лекарственного сырья.

2. Установлено, что оптимальными сроками уборки *H. italicum* для получения эфирного масла является фаза полной бутонизации с максимальным содержанием эфирного масла (1,49 %) характерного качества ( $\alpha$ -пинен – 69,97 %).

3. Для получения лекарственного сырья с максимальным содержанием экстрактивных веществ, фенольных соединений, фенолкарбоновых кислот и флавоноидов необходимо проводить заготовку растений *H. italicum* в фазу окончания бутонизации, а дубильных веществ – в фазу отрастания.

4. Исследования показали, что надземная часть *H. italicum* представляет ценность для фармацевтической, эфиромасличной, косметической и пищевой промышленности, а выбор фазы вегетации позволяет целенаправленно получать сырье с определенным биохимическим составом.

Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания № FNZW-2022-0009 «Изучение метаболизма перспективного эфиромасличного, масличного и лекарственного сырья и его технологических особенностей для получения целевых биологически активных соединений при переработке».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 284 с.
2. *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don: Taxonomy, biological activity, biochemical and genetic diversity / T. Ninčević, M. Grdiša, Z. Šatović, M. Jug-Dujaković // *Industrial Crops & Products*. – 2019. – Vol. 138. – 10 p. – DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111487.
3. Chemical profile and antimicrobial activity of the essential oils of *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. and *Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don. / V.D. Zheljazkov, I. Semerdjieva, E. Yankova-Tsvetkova [et al.] // *Plants*. – 2022. – Vol. 11 (7). – P. 951. – DOI: 10.3390/plants11070951.

4. *Combination of Chromatographic Analysis and Chemometric Methods with Bioactivity Evaluation of the Antibacterial Properties of Helichrysum italicum Essential Oil* / T. Zeremski, O. Šovljanski, V. Vukic [et al.] // *Science and Technology*. – 2024. – Vol. 13, Is. 6. – P. 499. – DOI: 10.3390/antibiotics13060499.
5. *Аннотированный каталог ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского ботанического сада* / Н.В. Марко, Л.А. Логвиненко, О.М. Шевчук, С.А. Феськов. – Симферополь, 2018. – С. 23–24.
6. *Савчук Л.П.* Климат предгорья Крыма и эфиронсы. – Симферополь, 2006. – 76 с.
7. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.
8. *Лукашук С.П., Шевчук О.М.* Фенольные соединения цветков бессмертника итальянского, культивируемого в Никитском ботаническом саду: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Фармацевтическое образование, наука и практика: горизонты развития», посвященной 50-летию фармацевтического факультета КГМУ. – Курск, 2016. – С. 499–501.
9. *Биологически активные вещества надземной массы Helichrysum italicum (Roth) G. Don.* / О.М. Шевчук, С.П. Лукашук, С.А. Феськов [и др.] // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. – 2019. – Вып. 133. – С. 70–79. – DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-70-79.
10. *Лукашук С.П., Шевчук О.М.* Современное состояние изученности растений рода бессмертник (*Helichrysum*) в мировой флоре // *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация*. – 2025. – № 1. – С. 114–125.
11. *Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. italicum from Herzegovina: Volatile composition, variations during seasons, total polyphenols, acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity* / S. Talić, A. Odak, A. Martinović Bevanđa [et al.] // *Croatia Chemica Acta*. – 2019. – Vol. 92 (1). – P. 69–77. – DOI: 10.5562/cca3475.
12. *Chemodiversity of Helichrysum italicum (Roth) G. Don subsp. italicum essential oils from Bosnia and Herzegovina* / S. Talić, I. Odak, T. Lukic [et al.] // *Fresenius Environ. Bull.* – 2021. – Vol. 30, № 3. – P. 2492–2502.
13. *Seasonal variations in essential oil composition of immortelle cultivated in Serbia* / M. Acimovic, T. Zeremski, O. Šovljanski [et al.] // *Horticulturae*. – 2022. – Vol. 8, Is. 12. – P. 1183. – DOI: 10.3390/horticulturae8121183.
14. *Variations in yields and composition of immortelle (Helichrysum italicum, Roth Guss.) essential oil from different locations and vegetation periods along Adriatic coast* / N. Blažević, J. Petričić, G. Stanic, Ž. Maleš // *Acta Pharmaceutica*. – 1995. – No. 45. – P. 517–522.
15. *Medicinal Properties and in Vitro Biological Activities of Selected Helichrysum Species from South Africa: A Review* / K.A. Akinyede, Ch.N. Cupido, G.D. Hughes [et al.] // *Plants*. – 2021. – Vol. 10, Is. 8. – P. 1566. – DOI: 10.3390/plants10081566.
16. *Helichrysum italicum: Sleeping giant of the mediterranean herbal medicine* / By.G. Appendino, O. Tagliabue, A. Minassi [et al.] // *Bio Elicriso*. – 2015. – Is. 105. – 47 p.
17. *Erbaş S., Erdoğan Ü., Mutlucan M.* The scent compounds of immortelle ecotypes (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don.) grown in Türkiye and its new products (absolute and concrete) // *South African Journal of Botany*. – 2023. – Vol. 158. – P. 301–311. – DOI: 10.1016/j.sajb.2023.05.029.
18. *Furlan V., Bren U.* *Helichrysum italicum*: From Extraction, Distillation, and Encapsulation Techniques to Beneficial Health Effects // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, Is. 4. – P. 802. – DOI: 10.3390/foods12040802.

## REFERENCES

1. *Voitkevich S.A., Ehfirnye masla dlya parfyumerii i aromaterapii* (Essential oils for perfumery and aromatherapy), Moscow: Pishchevaya promyshlennost, 1999, 284 p. (In Russ.)
2. *Ninčević T., Grdiša M., Šatović Z., Jug-Dujaković M., Helichrysum italicum (Roth) G. Don: Taxonomy, biological activity, biochemical and genetic diversity, Industrial Crops & Products*, 2019, Vol. 138, 10 p., DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111487.
3. *Zheljazkov V.D., Semerdjieva I., Yankova-Tsvetkova E., Astatkie T., Stanev S., Dincheva I., Kačániová M., Chemical profile and antimicrobial activity of the essential oils of Helichrysum arenarium (L.) Moench. and Helichrysum italicum (Roth.) G. Don., Plants*, 2022, Vol. 11 (7), pp. 951, DOI: 10.3390/plants11070951.
4. *Zeremski T., Šovljanski O., Vukic V. [et al.], Combination of Chromatographic Analysis and Chemometric Methods with Bioactivity Evaluation of the Antibacterial Properties of Helichrysum italicum Essential Oil, Science and Technology*, 2024, Vol. 13, Is. 6, pp. 499, DOI: 10.3390/antibiotics13060499.
5. *Marko N.V., Logvinenko L.A., Shevchuk O.M., Feskov S.A., Annotirovannyi katalog aromaticeskikh i lekarstvennykh rastenii kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada* (Annotated catalogue of aromatic and medicinal plants from the collection of the Nikitsky Botanical Garden), Simferopol, 2018, pp. 23–24. (In Russ.)
6. *Savchuk L.P., Klimat predgor'ya Kryma i ehfirnosy* (Climate of the Crimean foothills and essential oil plants), Simferopol, 2006, 76 p. (In Russ.)

7. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Al'yans, 2011, 350 p. (In Russ.).
8. Lukashuk S.P., Shevchuk O.M., *Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Farmatsevticheskoe obrazovanie, nauka i praktika: gorizonty razvitiYA», posvyashchennoi 50-letiyu farmatsevticheskogo fakul'teta KGMU*, Proceedings of the Conference Title, 2016, pp. 499–501. (In Russ.).
9. Shevchuk O.M., Lukashuk S.P., Feskov S.A., Adzhiakhmetova S.L., Chervonnaya N.M., Fedotova I.A., *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2019, Is. 133, pp. 70–79, DOI: 10.36305/0513-1634-2019-133-70-79. (In Russ.).
10. Lukashuk S.P., Shevchuk O.M., *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2025, No. 1, pp. 114–125. (In Russ.).
11. Talić S., Odak A., Martinović Bevanda A., Crnjac N., Paštar M., *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. italicum from Herzegovina: Volatile composition, variations during seasons, total polyphenols, acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity, *Croatica Chemica Acta*, 2019, Vol. 92 (1), pp. 69–77, DOI: 10.5562/cca3475.
12. Talić S., Odak I., Lukic T., Brkljaca M., Bevanda A.M., Lasic A., Chemodiversity of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. italicum essential oils from Bosnia and Herzegovina, *Fresenius Environ. Bull*, 2021, Vol. 30, No. 3, pp. 2492–2502.
13. Acimovic M., Zeremski T., Šovljanski O. [et al.], Seasonal variations in essential oil composition of immortelle cultivated in Serbia, *Horticulturae*, 2022, Vol. 8, Is. 12, pp. 1183, DOI: 10.3390/horticulturae8121183.
14. Blažević N., Petričić J., Stanic G., Maleš Ž., Variations in yields and composition of immortelle (*Helichrysum italicum*, Roth Guss.) essential oil from different locations and vegetation periods along Adriatic coast, *Acta Pharmaceutica*, 1995, No. 45, pp. 517–522.
15. Akinyede K.A., Cupido Ch.N., Hughes G.D., Oguntibeju O.O., Ekpo O.E., Medicinal Properties and in Vitro Biological Activities of Selected *Helichrysum* Species from South Africa: A Review, *Plants*, 2021, Vol. 10, Is. 8, pp. 1566, DOI: 10.3390/plants10081566.
16. Appendino By.G., Tagliabata-Scafati O., Minassi A. [et al.], *Helichrysum italicum*: Sleeping giant of the mediterranean herbal medicine, *Bio Elicriso*, 2015, Is. 105, 47 p.
17. Erbaş S., Erdoğan Ü., Mutlucan M., The scent compounds of immortelle ecotypes (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don.) grown in Türkiye and its new products (absolute and concrete), *South African Journal of Botany*, 2023, Vol. 158, pp. 301–311, DOI: 10.1016/j.sajb.2023.05.029.
18. Furlan V., Bren U., *Helichrysum italicum*: From Extraction, Distillation, and Encapsulation Techniques to Beneficial Health Effects, *Foods*, 2023, Vol. 12, Is. 4, pp. 802, DOI: 10.3390/foods12040802.

#### Информация об авторах:

О.А. Пехова, кандидат сельскохозяйственных наук  
 Л.А. Тимашева, кандидат сельскохозяйственных наук  
 И.Л. Данилова, научный сотрудник  
 И.В. Белова, кандидат сельскохозяйственных наук

#### Contribution of the authors:

O.A. Pekhova, candidate of agricultural sciences  
 L.A. Timasheva, candidate of agricultural sciences  
 I.L. Danilova, researcher  
 I.V. Belova, candidate of agricultural sciences

#### Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.