

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НОВЫХ СОРТОВ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

**В. Н. БОСАК, Т. В. САЧИВКО, Н. В. БАРБАСОВ,
С. В. ЕГОРОВ, Е. В. ЕГОРОВА**

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: bosak1@tut.by; sachyuka@rambler.ru

(Поступила в редакцию 03.01.2024)

Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры широко используются в традиционной и народной медицине, парфюмерии и косметологии, кулинарии и пищевой промышленности, декоративном садоводстве и т. д. При оценке пряно-ароматических и эфирно-масличных культур наряду с урожайностью большее значение имеют качественные показатели, которые и определяют направления использования данных растений. В статье приведены результаты исследований по изучению урожайности зеленой массы и ее основных биохимических показателей (эфирные масла, сырой протеин, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины) пряно-ароматических и эфирно-масличных культур: базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.), базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.), иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.), лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.), лука душистого (*Allium odorum* L.), бораго (*Borago officinalis* L.), руты душистой (*Ruta graveolens* L.), герани крупнокорневищной (*Geranium macrorrhizum* L.), в том числе новых районированных авторских сортов УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». В результате полевых и лабораторных исследований в УО БГСХА установлено, что средняя урожайность зеленой массы в зависимости от вида и сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составила от 125 ц/га (бораго) до 250 ц/га (базилик обыкновенный, рута душистая) при содержании эфирных масел 0,01–0,77 %, сырого протеина – 8,7–19,0 %, суммы незаменимых аминокислот 0,931–4,377 мг/кг, линолевой кислоты – 0,042–0,195 г/100 г, α -линоленовой кислоты – 0,109–0,651 г/100 г и витаминов C, B₁, B₂, PP, B₅, B₆, E, K и A.

Ключевые слова: пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры, зеленая масса, урожайность, качество, биохимические показатели.

Spicy-aromatic and essential oil crops are widely used in traditional and folk medicine, perfumery and cosmetology, cooking and food industry, ornamental gardening, etc. When evaluating spicy-aromatic and essential oil crops, along with yields, qualitative indicators are of greater importance, which determine the directions of use of these plants. The article presents the results of studies on the yield of green mass and its main biochemical parameters (essential oils, crude protein, essential amino acids, polyunsaturated fatty acids, vitamins) of spicy-aromatic and essential oil crops: basil (*Ocimum basilicum* L., *Ocimum tenuiflorum* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.), blue fenugreek (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.), hyssop (*Hyssopus officinalis* L.), multi-tiered onion (*Allium proliferum* Schrad.), fragrant onion (*Allium odorum* L.), borage (*Borago officinalis* L.), fragrant rue (*Ruta graveolens* L.), big root geranium (*Geranium macrorrhizum* L.), including new zoned author's varieties of BSAA. As a result of field and laboratory studies in BSAA, it was found that the average yield of green mass, depending on the type and variety of spicy-aromatic and essential oil crops, ranged from 12.5 t/ha (borage) to 25.0 t/ha (common basil, fragrant rue) with an essential oil content of 0.01–0.77 %, crude protein – 8.7–19.0 %, the sum of essential amino acids 0.931–4.377 mg/kg, linoleic acid – 0.042–0.195 g/100 g, α -linolenic acid – 0.109–0.651 g/100 g and vitamins C, B₁, B₂, PP, B₅, B₆, E, K and A.

Key words: spicy-aromatic and essential oil plants, green mass, yield, quality, biochemical indicators.

Введение

Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры относятся к ценным культурам, которые находят широкое применение в различных отраслях экономики: пищевой промышленности и кулинарии, традиционной и народной медицине, парфюмерии и косметологии, декоративном садоводстве, в качестве медоносных растений и природных фитобиотиков и т. д. [1–4].

Наряду с основными морфологическими, морфометрическими и фенологическими признаками, а также показателями продуктивности, качественные показатели имеют важнейшее значение в оценке пряно-ароматических и эфирно-масличных растений, так как именно они во многом определяют направления использования данных культур в различных отраслях экономики.

К основным качественным показателям пряно-ароматических и эфирно-масличных культур относятся содержание эфирных масел, белка, аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, антиоксидантные свойства, жирнокислотный состав, аллелопатическую активность и др. [5–29].

Цель исследования – изучить основные биохимические показатели новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

Основная часть

Исследования по изучению урожайности и особенностей биохимического состава пряно-ароматических и эфирно-масличных культур проводили в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2016–2023 гг.

Полевые исследования с пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами проводили на опытном поле в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы [30], лабораторные исследования – на кафедре биологии растений и химии, в испытательной лаборатории качества семян и химико-экологической лаборатории УО БГСХА.

В исследованиях изучали новые районированные, в том числе и авторские, сорта базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) Магия и Володар, базилика тонкоцветного (*Ocimum tenuiflorum* L.) Источник, лука многоярусного (*Allium proliferum* Schrad.) Узгорак и Пачастунак, лука душистого (*Allium odorum* L.) Водар, бораго (огуречной травы) (*Borago officinalis* L.) Блакіт, герани крупнокорневищной (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша, иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) Лазурит и Завея, пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) Росквіт, руты душистой (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца, душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) Грета, Завіруха и Аксаміт [2, 4, 31].

Полевые исследования, определение качественных показателей товарной продукции (зеленая масса в фазу цветения) и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [4, 32–34].

В результате полевых и лабораторных исследований установлено, что видовые и сортовые отличия оказали существенное влияние на урожайность зеленой массы и ее качество (содержание эфирных масел, сырого протеина, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот и витаминов) (табл. 1, 2).

Таблица 1. Основные биохимические показатели зеленой массы новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур

Сорт	Зеленая масса, ц/га	Эфирные масла, %	Сырой протеин, %	Незаменимые аминокислоты, мг/г	Полиненасыщенные жирные кислоты, г/100 г	
					omega-3	omega-6
Базилик обыкновенный (<i>Ocimum basilicum</i> L.)						
Магия	250	0,57	16,1	1,705	0,414	0,195
Володар	245	0,77	15,8	1,655	0,398	0,164
Базилик тонкоцветный (<i>Ocimum tenuiflorum</i> L.)						
Источник	230	0,64	16,5	0,931	0,365	0,175
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)						
Грета	185	0,51	9,0	3,038	0,204	0,162
Аксаміт	190	0,54	9,5	2,398	0,265	0,141
Завіруха	185	0,57	9,3	2,950	0,321	0,154
Иссоп лекарственный (<i>Hyssopus officinalis</i> L.)						
Лазурит	160	0,43	8,7	3,562	0,652	0,195
Завея	170	0,69	9,9	3,681	0,412	0,174
Лук многоярусный (<i>Allium proliferum</i> Schrad.)						
Узгорак	185	< 0,05	17,4	3,126	0,332	0,131
Пачастунак	180	< 0,05	17,5	3,107	0,218	0,141
Лук душистый (<i>Allium odorum</i> L.)						
Водар	210	< 0,05	16,8	2,876	0,321	0,132
Бораго (<i>Borago officinalis</i> L.)						
Блакіт	125	< 0,01	17,9	1,832	0,109	0,114
Пажитник голубой (<i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.)						
Росквіт	165	< 0,01	19,0	1,946	0,214	0,152
Рута душистая (<i>Ruta graveolens</i> L.)						
Смаляніца	250	0,25	13,8	4,377	0,214	0,185
Герань крупнокорневищная (<i>Geranium macrorrhizum</i> L.)						
Танюша	175	< 0,05	12,8	2,874	0,141	0,042
НСР ₀₅	9,3	0,01	0,6		0,01	0,01

Среди изучаемых видов и сортов многолетних пряно-ароматических и эфирно-масличных культур наибольшая урожайность зеленой массы (фаза цветения, второй год возделывания) отмечена у руты душистой – 250 ц/га. Урожайность зеленой массы лука душистого составила 210 ц/га, душицы обыкновенной – 185–190, лука многоярусного – 180–185, герани крупнокорневищной – 175, иссопа лекарственного – 160–170 ц/га.

Среди однолетних пряно-ароматических и эфирномасличных культур урожайность зеленой массы варьировала от 125 ц/га у бораго (огуречной травы) и 165 ц/га у пажитника голубого до 230–250 ц/га у различных видов базилика.

Высокое содержание эфирных масел отмечено у различных видов базилика (0,57–0,77 %), сортов иссопа лекарственного (0,43–0,69 %), душицы обыкновенной (0,51–0,57 %) и руты душистой

(0,25 %). Эти культуры по содержанию эфирных масел в их зеленой массе можно отнести к эфирно-масличным. В то же время растения лука многоярусного, лука душистого, бораго и пажитника голубого по содержанию эфирных масел в их зеленой массе (не более 0,05 %) следует отнести к пряно-вкусовым [19].

Наибольшее содержание сырого протеина (19,0 %) отмечено в зеленой массе пажитника голубого, который относится к семейству бобовые (*Fabaceae*). У других изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур содержание сырого протеина в зеленой массе изменялось от 8,7 % (иссоп лекарственный, сорт Лазурит) до 17,9 % (бораго).

Важными качественными показателями растительной продукции, в т. ч. и пряных растений, является содержание незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот, которые в организме человека и животных не синтезируются и должны поступать с растительной пищей.

В наших исследованиях содержание незаменимых аминокислот (лизин, метионин, треонин, валин, лейцин, триптофан, фенилаланин) в зеленой массе изучаемых видов и сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур варьировало от 0,931 мг/кг (базилик тонкоцветный) до 4,377 мг/кг (рута душистая).

Содержание полиненасыщенных жирных кислот в товарной продукции пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составило 0,109–0,652 г/100 г (α -линоленовая кислота ($C_{17}H_{29}COOH$) – ω -3) и 0,042–0,195 г/100 г (линолевая кислота ($C_{17}H_{31}COOH$) – ω -6).

Наибольшее содержание α -линоленовой кислоты (ω -3) отмечено в зеленой массе иссопа лекарственного сорта Лазурит (0,652 г/100 г), линолевой кислоты (ω -6) – в зеленой массе иссопа лекарственного сорта Лазурит и базилика обыкновенного сорта Магия (0,195 г/100 г).

Изучение содержания витаминов в зеленой массе показало наличие в ней витаминов С, В₁, В₂, РР, В₅, В₆, Е, К и А (табл. 2). При этом витамины С, В₂, РР и К присутствовали в зеленой массе всех изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.

Таблица 2. Содержание витаминов в зеленой массе новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур

Сорт	С	В ₁	В ₂	РР	В ₅	В ₆	Е	К	А
	мг/100 г сухого сырья							мкг/100 г	
Базилик обыкновенный (<i>Ocimum basilicum</i> L.)									
Магия	14,28	–	0,101	0,236	0,147	0,204	0,852	81,4	226,4
Володар	15,23	–	0,145	0,415	0,189	0,189	0,621	78,9	218,3
Базилик тонкоцветный (<i>Ocimum tenuiflorum</i> L.)									
Источник	19,25	–	0,100	0,321	0,235	0,200	0,741	85,2	264,0
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)									
Грета	9,54	0,030	0,029	0,658	–	–	–	47,1	0,098
Аксаміт	8,25	0,041	0,031	0,785	–	–	–	62,1	0,124
Завіруха	10,14	0,051	0,054	0,621	–	–	–	41,2	0,165
Иссоп лекарственный (<i>Hyssopus officinalis</i> L.)									
Лазурит	7,23	0,231	0,062	0,321	–	0,214	0,321	36,5	–
Завєя	6,21	0,324	0,054	0,412	–	0,321	0,241	32,1	–
Лук многоярусный (<i>Allium proliferum</i> Schrad.)									
Узгорак	31,23	0,032	0,052	0,320	0,214	0,032	0,032	64,5	–
Пачастунак	35,23	0,042	0,041	0,520	0,198	0,125	0,053	85,6	–
Лук душистый (<i>Allium odorum</i> L.)									
Водар	33,25	0,039	0,060	0,330	0,098	0,075	0,023	124,2	–
Бораго (<i>Borago officinalis</i> L.)									
Блакїт	35,00	0,060	0,150	0,900	0,041	0,084	0,014	72,31	210,0
Пажитник голубой (<i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.)									
Росквіт	5,23	0,021	0,032	0,651	0,321	0,412	0,415	65,2	125,3
Рута душистая (<i>Ruta graveolens</i> L.)									
Смеляніца	14,12	0,025	0,090	0,360	0,014	0,095	0,085	72,31	314,0
Герань крупнокорневищная (<i>Geranium macrorrhizum</i> L.)									
Танюша	21,30	0,095	0,140	0,410	0,065	0,211	0,123	88,23	235,0
НСР ₀₅	0,8	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	3,4	7,8

Среди всех витаминов следует отметить высокое содержание в зеленой массе витамина С, содержание которого изменялось от 5,23 мг/100 г у пажитника голубого до 35,0 мг/100 г у бораго (огуречной травы).

Содержание витамина В₁ в зеленой массе изучаемых пряно-ароматических и эфирно-масличных культур варьировало в пределах от 0,021 (пажитник голубой) до 0,324 мг/100 г (иссоп лекарственный, сорт Завєя), В₂ – от 0,029 (душица обыкновенная, сорт Грета) до 0,150 мг/100 г (бораго), РР – от

0,236 (базилик обыкновенный, сорт Магия) до 0,900 мг/100 г (бораго), В₅ – от 0,014 (рута душистая) до 0,321 мг/100 г (пажитник голубой), В₆ – от 0,032 (лук многоярусный, сорт Узгорак) до 0,412 мг/100 г (пажитник голубой), Е – от 0,014 (бораго) до 0,852 мг/100 г (базилик обыкновенный, сорт Магия), А – от 0,098 (душица обыкновенная, сорт Грета) до 314,0 мкг/100 г (рута душистая), К – от 41,2 (душица обыкновенная, сорт Завіруха) до 124,2 мкг/100 г (герань крупнокорневищная).

Сортовые отличия также оказали определенное влияние на отдельные качественные показатели. Так, у базилика обыкновенного с антоциановой окраской листьев (сорт Магия) отмечено большее содержание сырого протеина, суммы незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, а также ряда витаминов (В₆, Е, К и А) в сравнении с сортом Володар с зеленой окраской листьев. При этом в зеленой массе сорта Володар обнаружено более высокое содержание эфирных масел и витаминов С, В₂, РР и В₅.

В зеленой массе иссопа лекарственного с белой окраской венчика (сорт Завейя) обнаружено большее содержание эфирных масел, сырого протеина, суммы незаменимых аминокислот и В₁, РР и В₆. У сорта Лазурит с синей окраской венчика зеленая масса характеризовалась более высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и витаминов С, В₂, Е и К.

При изучении зеленой массы сорта Аксаміт с розовой насыщенной окраской венчика обнаружено большее содержание эфирных масел, сырого протеина, витаминов РР и К. По остальным качественным показателям более высокие значения получены у сортов с белой (сорт Завіруха) или светло-розовой окраской венчика (сорт Грета).

Заключение

Видовые и сортовые отличия оказали существенное влияние на урожайность зеленой массы пряно-ароматических и эфирно-масличных культур (базилик обыкновенный, базилик тонкоцветный, душица обыкновенная, иссоп лекарственный, лук многоярусный, лук душистый, бораго, пажитник голубой, рута душистая, герань крупнокорневищная) и содержание в ней эфирных масел, сырого протеина, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот и витаминов в исследованиях УО БГСХА на дерново-подзолистой суглинистой почве.

Урожайность зеленой массы в зависимости от вида и сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур составила от 125 ц/га (бораго) до 250 ц/га (базилик обыкновенный, рута душистая) при содержании эфирных масел 0,01–0,77 %, сырого протеина – 8,7–19,0 %, суммы незаменимых аминокислот 0,931–4,377 мг/кг, линолевой кислоты – 0,042–0,195 г/100 г, α-линоленовой кислоты – 0,109–0,651 г/100 г и витаминов С, В₁, В₂, РР, В₅, В₆, Е, К и А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
2. Сачивко, Т. В. Новые сорта пряно-ароматических и эфирно-масличных культур: направления и перспективы использования / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 237–239.
3. Сачыўка, Т. У. Вострасмакавыя культуры ў ландшафтным будаўніцтве / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024.
4. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
5. Антимикробные свойства эфирных масел новых сортов душицы обыкновенной / Т. В. Сачивко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2023. – № 4. – С. 343–351.
6. Антиоксидантная активность новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / Т. В. Сачивко [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 282–290.
7. Биологическая активность экстрактов пажитника голубого / Н. А. Коваленко [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2023. – С. 41–43.
8. Биохимический состав пряно-ароматических, эфиромасличных и зеленых культур / В. Н. Босак [и др.] // Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах. – Вінниця: Твори, 2020. – Т. 1. – С. 85–86.
9. Босак, В. Н. Биохимический состав различных видов лука / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Современные методы обучения в химическом и экологическом образовании. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 9–11.
10. Кукушкина, Т. А. Содержание биологически активных веществ в зеленой массе многолетних луков (*Allium L.*) / Т. А. Кукушкина, Т. И. Фомина // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 4 (207). – С. 85–92.
11. Оптические изомеры линалоола в эфирном масле новых сортов *Ocimum basilicum L.* / Н. А. Коваленко [и др.] // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов. – Минск, 2015. – С. 96–97.
12. Особенности биохимического состава пряно-ароматических, зеленых и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 3. – С. 93–96.
13. Оценка душицы обыкновенной по хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко [и др.] // Вестник БГСХА. – 2023. – № 4. – С. 44–51.
14. Оценка новых сортов *Origanum vulgare L.* по хозяйственно-полезным признакам / Т. В. Сачивко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2023. – № 4 (72). – С. 151–159.

15. Оценка содержания биологически активных веществ в свежем и высушенном сырье базилика камфорного (*Ocimum basilicum* L.) / Н. В. Нестерова [и др.] // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2020. – № 2 (28). – С. 62–68.
16. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры: урожайность и жирнокислотный состав семян / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т. 52, № 4. – С. 675–684.
17. Сачивко, Т. В. Аллелопатические свойства пряно-ароматических и эфирно-масличных растений / Т. В. Сачивко, А. А. Блохин, В. Н. Босак // Овощеводство. – 2021. – Т. 29. – С. 171–179.
18. Сачивко, Т. В. Жирнокислотный состав зеленой массы новых сортов пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе. – Елец: ЕГУ, 2023. – С. 149–152.
19. Сачивко, Т. В. Содержание эфирных масел в различных видах пряно-ароматических и зеленных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 341–343.
20. Сачивко, Т. В. Экономическая эффективность возделывания новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных растений / Т. В. Сачивко // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса Беларуси. – Горки: БГСХА, 2024.
21. Содержание витаминов в зеленой массе новых сортов пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 215–217.
22. Содержание и вынос элементов питания зелеными, пряно-ароматическими и эфирно-масличными культурами на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак [и др.] // Овощеводство. – 2022. – Т. 30. – С. 6–13.
23. Цаххаева, З. С. Фитохимическое изучение семян пажитника голубого (*Trigonella caerulea*) / З. С. Цаххаева, А. А. Тошгузова, Е. А. Таболова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т. 22, № 4. – С. 141–145.
24. Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – № 1. – С. 164–171.
25. A systematic comparison of 25 Tunisian plant species based on oil and phenolic contents, fatty acid composition and antioxidant activity / G. Ksoudaa [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2018. – Vol. 123. – P. 768–778.
26. Analysis of fatty acid composition and physicochemical characteristic of *Trigonella foenum-graecum* Linn ripe seed by gas liquid chromatography / M. M. Rahman [et al.] // Malaysian Journal of Chemistry. – 2019. – Vol. 21 (1). – P. 24–28.
27. 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). – p. 1091.
28. Nazir, S. Physicochemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds / S. Nazir, I. A. Mani // Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2021. – Vol. 22. – P. 100295.
29. Physicochemical, phytochemical and antimicrobial analysis of black cummin and fenugreek seed oils / O. M. Adejuwon [et al.] // International Journal for Research in Applied Science and Technology. – 2020. – Vol. 5, – № 3. – P. 124–128.
30. Почвенная характеристика опытного участка «Полигон» / В. Н. Босак [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 28–30.
31. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2023. – 300 с.
32. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Альянс, 2011. – 352 с.
33. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
34. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.