

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-73-81>
УДК 635.9.092:550.3:631.81.095.337

О.А. Быкова^{2*}, Р.Н. Тхаганов²,
В.Р. Тхаганов², А.И. Морозов¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (Северо-Кавказский филиал),
353225, Россия, Краснодарский край, Динской район, ст. Васюринская, пос. ЗОС ВНИИЛР

*Автор для переписки:
krasnodarvilar@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Финансирование. Работа проводилась согласно гос. задания по теме: «Роль экзогенных регуляторов роста и микроудобрений в повышении продуктивности и устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды лекарственных растений при их культивировании в Северо-Кавказском регионе» (№ FGUU-2022-0009).

Для цитирования: Быкова О.А., Тхаганов Р.Н., Тхаганов В.Р., Морозов А.И. Эффективность комплексного применения гуматов и микроудобрений на маклее кьюсской (*Macleaya x kevensis* TURILL.) и маклее сердцевидной (*Macleaya cordata* (Willd.) R.Br.). *Овощи России*. 2023;(4):73-81.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-73-81>

Поступила в редакцию: 30.05.2023

Принята к печати: 18.06.2023

Опубликована: 05.07.2023

Olga A. Bykova^{2*}, Ramazan N. Thaganov²,
Vitaly R. Thaganov², Aleksandr I. Morosov¹

¹ All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7, Grina str., Moscow, Russia, 117216

² All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (North Caucasus branch)
village ZOS VNIILR, Vasuyrinskaya station, Dinskoy district, Krasnodar Territory, Russia, 353225

*Corresponding Author: krasnodarvilar@gmail.com

Authors' Contribution: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Funding The work was carried out in accordance with the state assignments on the topic: "The role of exogenous growth regulators and microfertilizers in increasing the productivity and resistance to abiotic and biotic environmental factors of medicinal plants during their cultivation in the North Caucasus region" (No. FGUU-2022-0009).

For citations: Bykova O.A., Thaganov R.N., Thaganov V.R., Morosov A.I. The effectiveness of the complex application of humates and micronutrient fertilizers on the *Macleaya x kevensis* Turill. and *Macleaya cordata* (Willd.) R.Br. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(4):73-81. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-73-81>

Received: 30.05.2023

Accepted for publication: 18.06.2023

Published: 05.07.2023

Эффективность комплексного применения гуматов и микроудобрений на маклее кьюсской (*Macleaya x kevensis* TURILL.) и маклее сердцевидной (*Macleaya cordata* (Willd.) R.Br.)



Резюме

Актуальность. В арсенале средств, обладающих антибактериальной активностью, значительное место принадлежит препаратам на основе сырья двух видов маклеи – маклеи сердцевидной (*Macleaya cordata* (Willd.) R.Br.) и маклеи кьюсской (*Macleaya x kevensis* Turill), применяемых, как в медицинской, так и в ветеринарной практике. Обеспечить данным лекарственным сырьем в полном объеме отечественную фармацевтическую отрасль возможно за счет разработки приемов повышения урожайности и адаптации маклеи к нестабильным погодным условиям окружающей среды.

Материал и методы. Опыты по изучению влияния применения гуматов и микроудобрений на эти показатели закладывали на полях Северо-Кавказского филиала ВИЛАР в 2019-2021 годах. Изучали морфологические и хозяйственно ценные признаки двух видов маклеи, оценивали показатели роста растений, урожайность сырья, содержание алкалоидов и их сбор с гектара при оптимальных и засушливых погодных условиях.

Результаты. Установлены различия между двумя видами маклеи по морфологическим и хозяйственно ценным признакам. У маклеи сердцевидной пальчато-лопастные листья светло-зеленого цвета, корни вертикальные, округло-цилиндрические, достигающие глубины 50 и более см, высота растений 300-350 см. Маклея кьюсская имеет листья темно-зеленого цвета, обратно-яйцевидной формы, корни располагаются горизонтально на глубине 25-30 см, высота растений 200-250 см. Урожайность маклеи кьюсской на 35-40 % ниже, чем у маклеи сердцевидной, однако содержание алкалоидов в её сырье в 9-10 раз выше и составляет 0,98-1,04% против 0,162-0,164% у маклеи сердцевидной. Установлена зависимость роста, развития и урожайности двух видов маклеи от метеорологических условий. В условиях недостаточного водообеспечения и высоких температур у маклеи сердцевидной потери урожая составляют на I году вегетации 14%, на II-м – 6%, у маклеи кьюсской – 21 и 12%, соответственно. Некорневые обработки комплексом Нормат Л с Феровитом на первом году вегетации способствовали снижению потерь урожая и увеличению выхода алкалоидов с 1 гектара у обоих видов маклеи, во втором году при этих обработках наблюдалось повышение урожайности на 7-11%, сбор алкалоидов с гектара увеличился на 14-18%.

Ключевые слова: маклея сердцевидная, маклея кьюсская, погодные условия, Нормат Л, Феровит, урожайность, алкалоиды

The effectiveness of the complex application of humates and micronutrient fertilizers on the *Macleaya x kevensis* Turill. and *Macleaya cordata* (Willd.) R.Br.

Abstract

Relevance. In the arsenal of agents with antibacterial activity, a significant place belongs to preparations based on the raw materials of two types of Macleia - *Macleaya x kevensis* Turill. and *Macleaya cordata* (Willd.) R.Br. used both in medical and veterinary practice. It is possible to provide the domestic pharmaceutical industry with these medicinal raw materials in full through the development of methods for increasing yields and adapting Macleia to unstable environmental weather conditions.

Material and methods. Experiments to study the effect of the use of humates and microfertilizers on these indicators were laid in the fields of the North Caucasus branch of VILAR in 2019-2021. We studied the morphological and economically valuable traits of two species of Macleia, evaluated the growth rates of plants, the yield of raw materials, the content of alkaloids and their collection per hectare under optimal and dry weather conditions.

Results. Differences between the two types of Macleia are established in terms of morphological and economically valuable traits. Macleia heart-shaped palmate-lobed leaves are light green in color, the roots are vertical, round-cylindrical, reaching a depth of 50 cm or more, plant height is 300-350 cm. at a depth of 25-30 cm, plant height 200-250 cm. % versus 0.162-0.164% for the heart-shaped Macleia. The dependence of the growth, development and productivity of two types of Macleia on meteorological conditions has been established. Under the conditions of insufficient water supply and high temperatures, the loss of yield in the first year of vegetation in *Macleaya cordata* is 14%, in the second year - 6%, in *Macleaya x kevensis* - 21 and 12%, respectively. Foliar treatments with the Normat L complex with Ferovit in the first year of vegetation contributed to a decrease in crop losses and an increase in the yield of alkaloids per 1 hectare in both types of makley, in the second year, with these treatments, an increase in yield by 7-11% was observed, the collection of alkaloids per hectare increased by 14-18%.

Ключевые слова: маклея сердцевидная, маклея кьюсская, погодные условия, Нормат Л, Феровит, урожайность, алкалоиды

Введение

Важная роль в лечении антибактериальных заболеваний принадлежит лекарственным растениям семейства Маковые (Papaveraceae) – маклее сердцевидной (*Macleaya cordata* (Willd) R.Br.) и маклее кьюсской (*Macleaya x kevensis* Turill). Их биологическая активность обусловлена суммой алкалоидов – сангвинарина и хелеритрина. На их основе были созданы медицинские препараты: Сангвиритрин, применяемый при лечении гнойно-воспалительных заболеваний, в дерматологии при различных микозах, в стоматологии при стоматите и пародонтите и коллагеновая губка Сангвикол, используемая в случае инфицированных ран и ожогов. Лекарственная форма Сангвиритрина не оказывает раздражающего эффекта на кожные покровы и слизистые оболочки, поэтому она используется в качестве антисептической добавки при производстве косметических кремов, шампуней и зубных паст [1, 2].

Сырье маклеи сердцевидной широко используется для производства препаратов, применяемых в ветеринарии. В России разработан антимикробный наноконкомплекс, который предотвращает развитие дисбактериоза у птицы, положительно влияет на биохимические и зоотехнические показатели и обеспечивает высокую сохранность поголовья [3]. В Германии производятся кормовые добавки на основе экстрактов сырья маклеи сердцевидной (Sangrovit) для птицы, свиней, крупного рогатого скота, которые позволяют блокировать рост патогенных бактерий, являются заменой антибиотических стимуляторов роста, также обладают противовоспалительным действием [4, 5].

Обеспечить сырьем маклеи сердцевидной и маклеи кьюсской фармацевтическую и косметическую отрасли возможно лишь при выращивании растений в промышленных масштабах, так как естественный ареал их произрастания в основном сосредоточен в Китае и Японии. Однако оба вида маклеи выращиваются на полях Северо-Кавказского филиала ВИЛАР, также там проводятся исследования по разработке приемов повышения их урожайности.

В наших более ранних исследованиях определены способы размножения этих видов: у маклеи сердцевидной – рассадный способ, у маклеи кьюсской – отрезки корневищ [6].

Для повышения урожайности сырья маклеи кьюсской в условиях Западного Предкавказья осуществлены испытания комплексного применения органоминерального удобрения ЭкоФус и гуминового удобрения Гумат К с микроудобрением Силиплант, в результате которых получена прибавка урожая 16-18% [7]. Повышение урожайности данного вида маклеи установлено в условиях Белгородской области при двукратной обработке комплексным удобрением АгроМастер [8].

Однако эти исследования были проведены только на одном виде маклеи (маклея кьюсская) и без учета погодных условий, которые оказывают существенное влияние на формирование урожая. Как было показано в ряде работ, резкие колебания температуры и недостаточное водообеспечение оказывают негативное влияние на рост, развитие и урожайность лекарственных культур [9, 10].

В связи с вышесказанным, цель наших исследований заключалась в сравнительном изучении морфологических и хозяйственно-ценных особенностей маклеи кьюсской и маклеи сердцевидной, влияния комплексного применения гуминовых удобрений с микроудобрениями на урожайность, содержание алкалоидов и их сбор с гектара на двух видах маклеи в зависимости от погодных условий.

Материалы и методы

Исследования по применению гумата, микроудобрения и их комплекса на маклее кьюсской и маклее сердцевидной проводили на полях Северо-Кавказского филиала ВИЛАР в 2019-2021 годах.

Погодные условия проведения опытов различались по температурному режиму и влагообеспеченности. Так, 2019 и 2021 годы, несмотря на превышение температур вегетационного периода по сравнению со среднепогодными показателями на 4-5° С, были оптимальными для роста растений. Это связано с достаточным количеством осадков, которые в апреле-июне 2019 года превышали среднепогодные показатели на 4-21 мм, а далее были практически на их уровне, в 2021 году превышение составило с апреля по сентябрь 11-75 мм. Погодные условия 2020 года отличались высокими температурами, превышающими среднепогодные на 3-11° С, которые сопровождались низким уровнем осадков, их количество в наиболее важные для роста растений сроки (июнь-август) было ниже средних многолетних показателей на 11-35 мм.

Почва опытного участка представлена выщелоченным малогумусовым черноземом с содержанием гумуса в верхнем горизонте 3,7%, реакция почвенной среды нейтральная с pH 5,9. Результаты агрохимического обследования показали, что содержание в почве обменного калия составляет 243 мг/кг, подвижного фосфора 27 мг/кг и серы – 6,2 мг/кг.

Посадка маклеи кьюсской проводилась отрезками корневищ размером 10-15 см, в первую-вторую декады ноября, рассада маклеи сердцевидной высаживалась в третьей декаде апреля. Нормы посадки корневищ 3 т/га, высадки рассады – 43 тыс. шт./га.

Полевые опыты закладывались по общепринятым методикам [10,11] при рендомизированном размещении делянок площадью 24 м², путем постановки мелкоделяночных опытов. Ширина междурядий 70 см. Повторность опыта 4-х кратная.

В исследованиях использовались: удобрение Нормат Л (0,3 кг/га), содержащее водорастворимые соли гуминовых и фульвовых кислот, в нем также присутствует азот (0,27 %), калий (8%), сера (2,7%), фосфор (0,18%) и микроудобрение Феровит (0,5 л/га), в состав которого входят: железо в аминокхелатной форме (75 г/л) и азот (40 г/л). Контрольные растения обрабатывались водой. Расход рабочего раствора 300 л/га.

Внекорневые подкормки данными препаратами и их комплексом осуществлялись двукратно: на первом году вегетации – I-я в фазу начала стеблевания в первой декаде мая, II-я – в первой декаде июня (через 30-35 дней после первой обработки), на II году вегетации – I-я в первой декаде мая, II-я – по отрастающим растениям (после первого укоса) в третьей декаде июля.

Уборка надземной части (трава) на сырье осуществлялась на первом году вегетации во второй декаде августа, на втором году вегетации двукратно: первый укос – вторая декада июня (фаза бутонизации-начала цветения), второй укос – третья декада сентября.

Содержание алкалоидов (сумма бисульфатов сангвинарина и хелеритрина) определялось согласно ФС 42-2666–89, расчет проводился в % на абсолютно сухое вещество.

Экспериментальные данные обрабатывались статистически по Б.А. Доспехову [12].

Результаты и их обсуждение

Изучение маклеи сердцевидной и маклеи кьюсской показало, что они различаются по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам. Маклея сердцевидная отличается по высоте растений, которая может достигать 300-350 см, имеет пальчато-лопастные листья светло-зеленого цвета, ширина и длина которых практически одинаковы, у маклеи кьюсской высота растений составляет 200-250 см, листья обратнойцевидной формы, резко рассеченные, темно-зеленые. Площадь листовой поверхности у маклеи сердцевидной в 1,4-1,6 раза больше, чем у маклеи кьюсской (рис. 1).



Маклея сердцевидная



Маклея кьюсская

Рис. 1 Листья маклеи сердцевидной и маклеи кьюсской
Fig. 1. Leaves of *Macleaya x kevensis* Turill. and *Macleaya cordata* (Willd)

У обоих видов маклеи соцветие — метелка. На рисунке 2 четко видно, что только у маклеи сердцевидной в плодах завязываются полноценные семена в количестве 4-6 штук, у маклеи кьюсской образуется лишь одно щуплое зеленое семя. В связи с этим различаются способы их размножения.

Наблюдаются различия и по хозяйственно-ценным признакам — урожайности и содержанию действующих веществ. У маклеи кьюсской урожайность на 35-40 % ниже, чем у маклеи сердцевидной, однако содержание алкалоидов у нее в 9-10 раз выше и составляет 0,98-1,04 %, против 0,162-0,164 % у маклеи сердцевидной. Несмотря на существенные различия по ряду признаков, оба вида сырья широко используются для переработки. Так, сырье маклеи кьюсской с высоким содержанием действующих веществ идет на производство биологически активных веществ — сангвинарина и хелеритрина, а маклея сердцевидная с низким их содержа-

нием используется для производства ветеринарных препаратов.

В связи с вышесказанным, разработка приемов повышения урожайности сырья необходима для обоих видов маклеи. С этой целью на плантациях первого и второго годов вегетации осуществлялись некорневые подкормки гуминовым удобрением Нормат Л, микроудобрением Феровит и их комплексом. Выбор данных препаратов обусловлен не только их положительным влиянием на урожайность, но и тем, что в литературе имеются данные о повышении адаптационных возможностей растений к нестабильным погодным условиям при их применении. Авторы связывают действие данных препаратов с повышением интенсивности фотосинтеза, который при условии гидротермального стресса снижается, что отрицательно сказывается на получении высококачественного урожая. В их работах указано, что при применении гуматов увеличивается площадь ассимилирующей поверхности и фотосинтетический потенциал, а при использовании железосодержащего микроудобрения Феровит, являющегося универсальным стимулятором фотосинтеза, усиливается поступление железа, входящего в состав ферментов, участвующих в синтезе хлорофилла [14, 15].

Как указывалось выше, погодные условия выращивания маклеи различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что сказалось на росте и развитии растений. При засушливых условиях 2020 года наблюдалось снижение высоты растений первого года вегетации, которая к моменту уборки урожая на маклее кьюсской была 85,1 см, на маклее сердцевидной – 183,5 см, в то время как при оптимальных погодных условиях – 103,5 и 201,2 см соответственно. Также наблюдалось снижение количества листьев – на 12 и 9% и их площади – на 17 и 13% соответственно (табл.1). Двукратная обработка вегетирующих растений двух видов маклеи Нормат Л, Феровитом способствовала усилению ростовых процессов, независимо от погодных условий. Однако действие гумата и микроудобрения проявилось в большей степени при засушливых погодных условиях, где высота растений превышала контроль на 12-14%, количество листьев – на 12-13%,



Маклея сердцевидная

Маклея сердцевидная



Маклея сердцевидная



Маклея кьюсская

Рис. 2. Соцветия, плоды и семена двух видов маклеи
Fig. 2. Inflorescences, fruits and seeds of two types of Macleaya

Таблица 1. Влияние применения Нормат Л, Феровита и их комплекса на рост двух видов маклеи первого года вегетации в зависимости от погодных условий
Table 1. Influence of the application of Normat L, Ferovit and their complex on the growth of two types of Macleaya in the first year of vegetation, depending on weather conditions

вариант опыта	Годы проведения наблюдений							
	2019 (оптимальные погодные условия)				2020 (засушливые погодные условия)			
	высота растений, см	количество листьев, шт.	площадь листьев		высота растений, см	количество листьев, шт.	площадь листьев	
см ²			% к контролю	см ²			% к контролю	
Маклея кьюсская								
Контроль (вода)	103,5±5,19	12,6±0,64	238,7±11,94	100	85,1±4,26	11,1±0,57	198,9±9,8	100
Нормат Л	112,8±5,68	13,9±0,69	269,7±13,49	113	96,2±4,83	12,2±0,61	228,8±11,49	115
Феровит	111,8±5,61	14,0±0,70	272,0±13,67	114	97,1±4,87	12,4±0,63	230,6±11,51	116
НорматЛ+Феровит	118,0±5,92	14,4±0,73	286,4±14,37	120	100,3±5,04	13,0±0,64	242,8±12,15	122
Маклея сердцевидная								
Контроль(вода)	201,2±10,8	15,4±0,78	383,8±19,24	100	183,5±9,18	14,0±0,72	332,6±16,61	100
Нормат Л	221,3±11,08	16,9±0,86	317,9±15,91	112	207,4±10,36	15,7±0,79	379,2±18,98	114
Феровит	219,3±10,97	17,1±0,88	320,7±16,09	113	205,6±10,25	15,7±0,79	380,1±19,09	114
НорматЛ+Феровит	227,4±11,45	17,4±0,89	337,7±16,92	119	212,9±11,67	16,1±0,82	402,5±20,15	121

Таблица 2. Урожайность сухого сырья маклеи кьюсской и маклеи сердцевидной первого года вегетации
Table 2. Yield of dry raw materials of *Macleaya* of the first year of vegetation

вариант опыта	Маклея кьюсская				Маклея сердцевидная			
	Урожайность							
	2019 год		2020 год		2019 год		2020 год	
	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю
Контроль (вода)	1,12	100	0,89	100	2,21	100	1,90	100
Нормат Л	1,28	114	1,03	116	2,48	112	2,17	114
Феровит	1,26	113	1,04	117	2,47	112	2,19	115
Нормат Л+Феровит	1,32	118	1,10	124	2,56	116	2,28	120
НСР ₀₅	0,086		0,078		0,118		0,187	

площадь листовой поверхности – на 14-16%, в то время, как при оптимальных условиях произрастания, эти показатели составили 8-10, 10-11 и 12-14% соответственно. Наибольшая эффективность отмечалась при комплексном применении Нормат Л и Феровита, особенно при гидротермальном стрессе, где высота растений увеличивалась по сравнению с контролем на 16-18%, количество листьев – на 15-17%, площадь листовой поверхности – на 21-22% (табл. 1).

Урожайность лекарственного сырья обоих видов маклеи определялась, как морфологическими особенностями растений, так и влиянием гуматов и микроудобрений на их ростовые процессы. Усиление роста растений на вариантах с Нормат Л и Феровитом способствовало и повышению урожайности: при гидротермальном стрессе – на 14-17 %, при температурном режиме и осадках на уровне среднеоголетних – на 12-14 %. Наибольшее увеличение урожайности установлено на варианте комплексного применения гумата и микроудобрения. В этом варианте опыта на маклее

кьюсской урожайность при засушливых погодных условиях была 1,10 т/га (прибавка 24 %), при оптимальных – 1,32 т/га, (прибавка 18 %), на маклее сердцевидной эти показатели составили 2,28 и 2,56 т/га, прибавка 20 и 16 % соответственно (табл. 2).

На втором году вегетации наблюдается раннее отрастание растений: у маклеи сердцевидной – третья декада марта, через 7-10 дней появляется растения маклеи кьюсской. В прохождении остальных фенологических фаз различий по срокам не наблюдается. В конце третьей декады мая наступает фаза бутонизации, во второй декаде июня – начало цветения, к третьей декаде июня – полное цветение.

На момент первого срока уборки сырья (вторая декада июня) высота растений достигала: маклеи сердцевидной – 233,2-292,8 см, маклеи кьюсской – 207,8-233,2 см, что значительно превышает высоту растений первого года вегетации. Это также относится и к количеству листьев и площади ассимилирующей поверхности растений (табл. 3).

Таблица 3. Влияние Нормат Л, Феровита и их комплекса на рост растений двух видов маклеи на втором году вегетации (на момент первого укоса)
Table 3. Influence of Normat L, Ferovit and their complex on the growth of plants of two species of *Macleaya* in the second year of vegetation (at the time of the first mowing)

вариант опыта	2020 год (засушливые погодные условия)				2021 год (оптимальные погодные условия)			
	высота растений, см	количество листьев, шт.	площадь листьев		высота растений, см	количество листьев, шт.	площадь листьев	
			см ²	% к контролю			см ²	% к контролю
Маклея кьюсская								
Контроль (вода)	207,8±10,41	17,2±0,87	437,3±21,87	100	233,2±11,67	18,9±0,95	540,7±27,07	100
Нормат Л	232,9±11,6 5	18,1±0,91	502,9±25,18	115	256,5±12,86	19,7±0,98	617,3±30,87	114
Феровит	234,8±11,76	18,1±0,90	511,6±25,56	117	258,9±12,97	19,8±0,99	627,2±31,39	116
Нормат Л+Феровит	238,9±11,95	18,5±0,93	537,9±26,92	123	263,5±13,18	20,0±1,02	654,2±32,73	121
Маклея сердцевидная								
Контроль (вода)	296,9±14,84	22,1±1,11	687,2±34,32	100	312,4±15,71	22,8±1,15	747,9±37,42	100
Нормат Л	329,6±16,49	23,0±1,15	776,3±38,82	113	340,5±17,03	23,6±1,18	837,6±41,91	112
Феровит	329,3±16,46	23,1±1,16	797,1±39,83	116	343,0±17,19	23,7±1,19	852,1±42,62	114
Нормат Л+Феровит	338,5±16,94	23,4±1,17	817,8±40,94	119	356,1±17,83	24,3±1,33	882,4±44,16	118

Таблица 4. Урожайность сухого сырья двух видов маклеи на втором году вегетации
 Table 4. The yield of dry raw materials of two types of *Macleaya* in the second year of vegetation

вариант опыта	2020 год (засушливые погодные условия)				2021 год (оптимальные погодные условия)			
	урожайность							
	I укос т/га	II укос т/га	сумма двух укосов		I укос т/га	II укос т/га	сумма двух укосов	
т/га			% к контролю	т/га			% к контролю	
Маклея кьюсская								
Контроль (вода)	6,15	1,36	7,51	100	6,98	1,55	8,53	100
Нормат Л	7,17	1,54	8,71	116	7,93	1,75	9,68	113
Феровит	7,09	1,55	8,64	115	7,96	1,74	9,70	114
Нормат Л + Феровит	7,53	1,64	9,17	122	8,24	1,83	10,07	118
НСР ₀₅	0,589	0,102	0,856		0,513	0,102	0,106	
Маклея сердцевидная								
Контроль (вода)	9,73	3,17	12,90	100	10,32	3,37	13,69	100
Нормат Л	11,03	3,55	14,58	113	11,61	3,72	15,33	111
Феровит	11,04	3,52	14,56	113	11,64	3,74	15,38	112
Нормат Л + Феровит	11,53	3,69	15,22	118	11,72	3,86	15,88	116
НСР ₀₅	1,012	0,342	1,383		1,312	0,198	1,471	

Однократная обработка Норматом Л и Феровитом независимо от погодных условий способствовала увеличению высоты растений к моменту первой уборки на 10-13%, количества листьев – на 12-15% и площади листовой поверхности – на 12-17%, комплексом Нормат Л + Феровит – на 12-16, 12-15 и 18-23%, соответственно (табл. 3). Повторные некорневые обработки вышеназванными препаратами по отрастающим растениям маклеи после первого сбора сырья обеспечили увеличение высоты растений по сравнению с контролем на 10-16%. Необходимо отметить, что эффективность влияния изучаемых препаратов на рост растений была несколько выше при засушливых погодных условиях.

Усиление роста и развития растений обоих видов маклеи на опытных вариантах положительно сказалось на величине урожая первого и второго укосов, особенно на варианте комплексного применения Нормат Л и Феровита. По сумме двух укосов в этом варианте опыта повышение урожайности по сравнению с контролем составило: на маклее кьюсской при засушливых погодных условиях – 22%, при оптимальных – 18%, маклеи сердцевидной – 18 и 16% соответственно. Увеличение урожайности (на 4-7%) было отмечено и по сравнению с отдельными обработками Феровитом и Нормат Л (табл.4).

Как видно из данных, приведенных в таблицах 2 и 4, урожайность сухого сырья обоих видов маклеи на втором году вегетации в несколько раз превышает урожайность первого года. Это можно связать со значительным усилением ростовых процессов, а также другими морфогенетическими особенностями. Так, у маклеи кьюсской корневая система представлена разветвленными, боковыми корнями, горизонтально расположенными в верхнем слое почвы (25-30 см) и на них в конце первого года вегетации начинают закладываться придаточные почки, из которых на втором году вегета-

ции развиваются новые растения. У маклеи сердцевидной на втором году вегетации наблюдается образование новых стеблей на самом растении, а корень уходит вертикально вниз, образуя небольшое количество боковых корней.

Полученные экспериментальные данные позволяют высказать предположение о том, что применение гуминовых удобрений, микроудобрений и их комплекса способствует повышению адаптационных возможностей растений маклеи в условиях абиотического стресса. Подтверждением этого могут служить данные по определению потерь урожая при дефиците влаги и высоких температурах, которые представлены на рисунке 3. Сравнивая потери урожая двух видов маклеи в условиях водного стресса и высоких температур необходимо отметить, что у маклеи сердцевидной на первом году вегетации они составляют 14 %, на втором – 6 %, у маклеи кьюсской – 21 и 12 % соответственно. Скорее всего, это связано со строением корневой системы. У маклеи кьюсской корни располагаются горизонтально, практически в пахотном слое (25-30 см), распространяясь в нем на 50-60 см, у маклеи сердцевидной они вертикальные, округло-цилиндрические, компактно-ветвистые, достигают глубины 50 и более см, что позволяет растениям потреблять воду из более глубоких слоев почвы. Некорневые обработки Нормат Л и Феровитом снижают потери урожая на маклее кьюсской до 7-8 %, на маклее сердцевидной – до 1-2 % по сравнению с контролем, а при комплексном их применении потери также составляют не более 2 %. Применение данных препаратов на втором году вегетации полностью устраняет отрицательное действие погодных условий на урожайность, во всех вариантах опыта не отмечены потери урожая, а наоборот наблюдается его повышение, особенно при использовании бинарной смеси Нормат Л с Феровитом (на 7-11 %) (рис. 3).

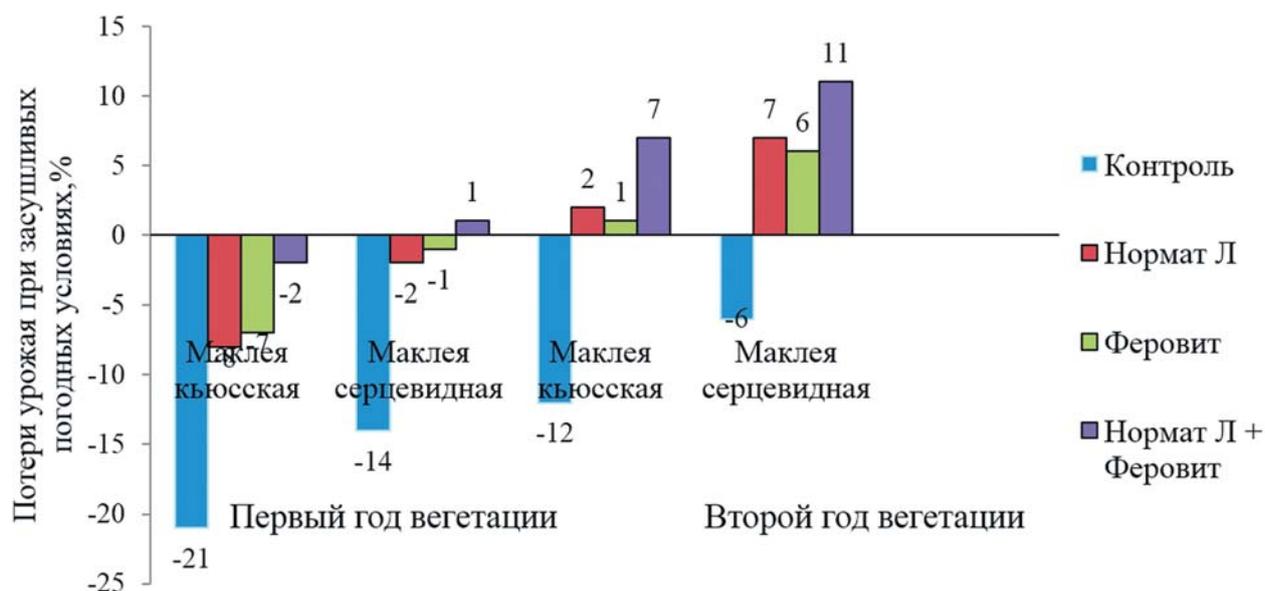


Рис. 3. Потери урожая маклеи кьюсской и маклеи сердцевидной при засушливых погодных условиях
Fig. 3. Yield losses of Macleaya under dry weather conditions

Определение содержания действующих веществ (алкалоидов) в сырье обоих видов маклеи показало различия в их содержании: у маклеи кьюсской этот показатель составил от 0,97 до 1,04%, у маклеи сердцевидной – от 0,162 до 0,165%. Обработки Нормат Л, Феровитом и их комплексом незначительно повышают содержание алкалоидов – на 3-7%. Необходимо отметить, что погодные условия практически не оказывают влияния на содержание алкалоидов в сырье обоих видов маклеи.

Сбор алкалоидов с гектара зависит как от урожайности сырья, так и от их содержания в нем. Так у маклеи кьюсской урожайность ниже, чем у маклеи сердцевидной, однако высокое содержание алкалоидов в сырье позволяет получать с гектара на первом году вегетации 8,7-10,9 кг/га, на втором году вегетации – 75,8-87,0 кг/га, в то время как у маклеи сердцевидной, отличающейся высокой урожайностью травы и низким содержанием алкалоидов, эти показатели составили 3,1-3,6 и 26,6-22,6 кг/га, соответственно.

Таблица 5. Содержание алкалоидов и их сбор с гектара на маклее сердцевидной и маклее кьюсской на первом и втором годах вегетации
Table 5. The content of alkaloids and their collection per hectare on the Macleaya in the first and second years of vegetation

Варианты опыта	Засушливые погодные условия			Оптимальные погодные условия		
	содержание алкалоидов, %	сбор алкалоидов		содержание алкалоидов, %	сбор алкалоидов	
		кг/га	% к контролю		кг/га	% к контролю
Маклея кьюсская I год вегетации						
Контроль, (вода)	0,98±0,050	8,7±0,43	100	0,97±0,049	10,9±0,54	100
Нормат Л	1,02±0,052	10,5±0,53	121	1,01±0,051	13,0±0,66	119
Феровит	1,03±0,052	10,7±0,55	123	1,02±0,052	12,9±0,65	118
Нормат Л + Феровит	1,04±0,053	11,4±0,58	131	1,03±0,052	13,6±0,68	125
Маклея кьюсская II год вегетации						
Контроль, (вода)	1,04±0,052	78,1±3,92	100	1,02±0,051	87,0±4,39	100
Нормат Л	1,06±0,053	92,4±4,63	118	1,06±0,053	102,6±5,10	118
Феровит	1,07±0,054	91,3±4,61	117	1,07±0,054	102,8±5,23	118
Нормат Л + Феровит	1,08±0,055	99,0± 4,96	127	1,09±0,056	108,8±5,47	125
Маклея сердцевидная I год вегетации						
Контроль, (вода)	0,162±0,0081	3,1±0,16	100	0,163±0,0082	3,6±0,18	100
Нормат Л	0,168±0,0085	3,6±0,18	116	0,169±0,0085	4,2±0,20	117
Феровит	0,170±0,0086	3,7±0,19	119	0,170±0,0086	4,2±0,21	117
Нормат Л + Феровит	0,172±0,0086	3,9±0,21	126	0,172±0,0086	4,4±0,22	122
Маклея сердцевидная II год вегетации						
Контроль, (вода)	0,165±0,0083	21,3±1,07	100	0,165±0,0082	22,6±1,13	100
Нормат Л	0,171±0,0086	24,9±1,25	117	0,170±0,0085	26,1±1,31	115
Феровит	0,173±0,0087	25,2±1,26	118	0,172±0,0086	26,5±1,33	117
Нормат Л + Феровит	0,175±0,0089	26,6±1,33	125	0,174±0,0087	27,6±1,38	122

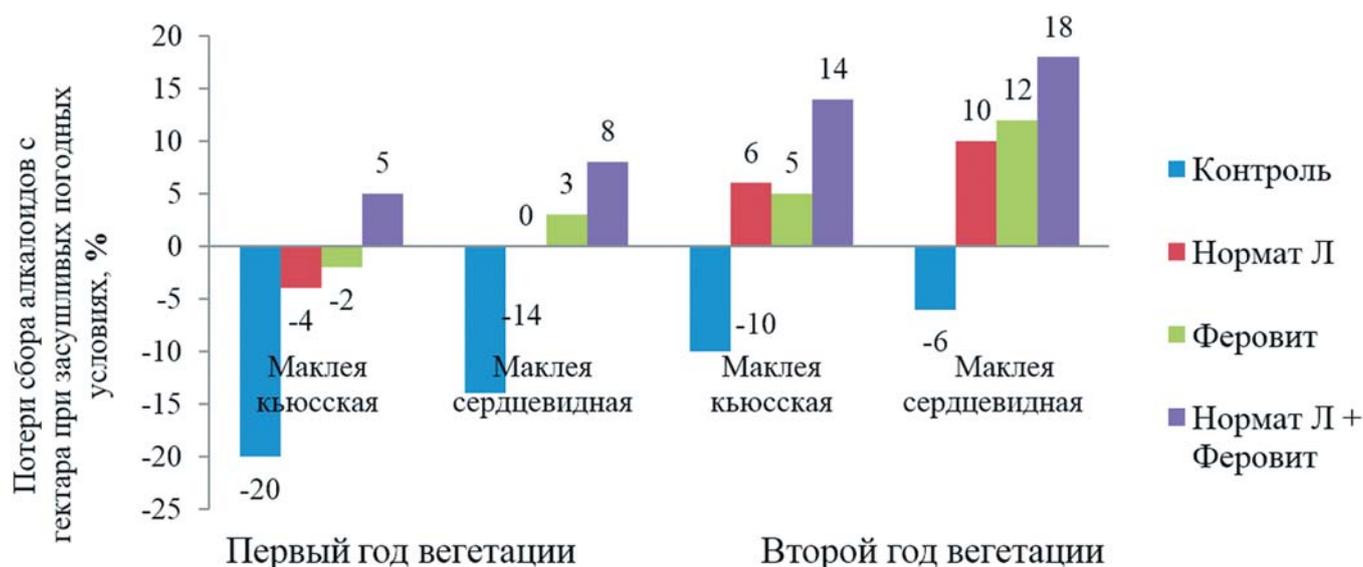


Рис. 4. Потери сбора алкалоидов с гектара двух видов маклеи при засушливых погодных условиях
Fig. 4. Loss of collection of alkaloids per hectare of two types of Macleaya under dry weather conditions

Применение Нормат Л и Феровита обеспечили повышение сбора алкалоидов по сравнению с контролем на маклее кьюсской на 18-23%, на маклее сердцевидной – на 15-19%, при их комплексном применении выход алкалоидов увеличился на 18-31 и 22-26%, соответственно (табл.5).

Изучение причин уменьшения сбора действующих веществ с гектара в условиях засухи показало, что они в основном зависят от потерь урожая, что хорошо видно из графика на рисунке 4.

Некорневые подкормки данными препаратами обеспечили снижение потери сбора действующих веществ с гектара, а на варианте с применением бинарной смеси Нормат Л и Феровит наблюдается повышение данного показателя на 5-8 % на первом и на 14-18% на втором году вегетации.

Таким образом, применение гуминового удобрения Нормат Л, железосодержащего микроудобрения Феровит и особенно их комплекса, способствует увеличению урожайности маклеи кьюсской и маклеи сердцевидной, а в условиях высоких температур и недостаточного водоснабжения повышает устойчивость растений к ним, обеспечивает сохранность урожая лекарственного сырья и высокий сбор алкалоидов с гектара.

Закключение

1. В результате изучения морфологических и хозяйственно-ценных признаков двух видов маклеи было установлено, что маклея сердцевидная отличается наибольшей высотой растений (300-350 см), количеством пальчато-лопастных листьев светло-зеленого цвета и их площадью. Высота растений маклеи кьюсской может достигать 200-250 см, листья растения темно-зеленые, рассеченные, обратно-яйцевидной формы. У обоих видов соцветие – метелка, только у маклеи сердцевидной завязываются полноценные семена. Урожайность маклеи кьюсской на 35-40% ниже, чем маклеи сердце-

видной, однако содержание алкалоидов в ее сырье в 9-10 раз выше и составляет 0,98-1,04 % против 0,162-0,164 %.

2. Установлена зависимость роста, развития и урожайности двух видов маклеи от метеорологических условий вегетационного периода. В условиях недостаточного водообеспечения и высоких температур наблюдается снижение высоты растений, количества листьев, площади листовой поверхности и урожайности на первом и втором годах вегетации.

3. Показано, что при засушливых погодных условиях у маклеи сердцевидной наименьшие потери урожая: на первом году вегетации 14%, на втором – 6%, а у маклеи кьюсской – 21 и 12% соответственно. Это связано не только с высотой растений, но и со строением корневой системы: корни маклеи кьюсской располагаются на глубине 20-25 см, распространяясь горизонтально на расстоянии 50-60 см от основного растения, у маклеи сердцевидной они вертикальные, уходящие на глубину 50 и более см, что позволяет растениям потреблять воду из более глубоких слоев почвы.

4. Некорневые обработки гуминовым удобрением Нормат Л и железосодержащим микроудобрением Феровит способствовали повышению адаптации растений двух видов маклеи к абиотическим условиям. Наибольшая эффективность наблюдалась при применении баковой смеси Нормат Л и Феровита, где потери урожая составили на первом году вегетации от не более 2%, на втором году вегетации наблюдалось повышение урожайности на 7-11% и увеличение сбора алкалоидов с гектара на 14-18%.

5. Использование комплекса Нормат Л и Феровита при возделывании маклеи сердцевидной и маклеи кьюсской позволяет независимо от погодных условий получать значительные прибавки урожая лекарственного сырья и выхода целевых действующих веществ с гектара.

Об авторах:

Ольга Алексеевна Быкова – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-6032-2357>, автор для переписки, krasnodarvilar@gmail.com
Рамазан Нурбиевич Тхаганов – старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-7127-7320>
Виталий Рамазанович Тхаганов – старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-0518-354X>
Александр Иванович Морозов – доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора ФГБНУ ВИЛАР

About the Authors:

Olga A. Bykova – Cand. Sci. (Agriculture), Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-6032-2357>, Correspondence Author, krasnodarvilar@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6032-2357>
Ramazan N. Thaganov – Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7127-7320>
Vitaliy R. Thaganov – Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-0518-354X>
Aleksandr I. Morozov – Doc. Sci. (Agriculture), Deputy Director of VILAR

• Литература

1. Вичканова С.А., Фатеева Т.В. и др. Сангвиритрин «One Book.ru». М., 2015. 164 с.
2. Барсуков А.А., Абоянц Р.К., Истранов Л.П. и др. Сангвикол – новая лекарственная форма сангвиритрина. *Фармация*. 2002;51(4):27-29.
3. Фисинин В.И., Егоров И.А., Андрианова Е.Н., Друзь Е.А., Фельдман Н.Б., Луценко С.В., Луценко Е.В. Эффективность антимикробного наноконструкта на основе алкалоидов из маклеи сердцевидной при выращивании цыплят-бройлеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2009;44(4):26-30. EDN KVCZJH.
4. Xue G. D., Wu S. B., Choct M. et al. Impact of a *Macleaya cordata*—derived alkaloid extract on necrotic enteritis in broilers. *Poultry Science*. June 2017;96(10). DOI:10.3382/ps/pex164.
5. Kantas D., Paratsiros V.G., Tassis P.D. The effect of natural feed additive (*Macleaya cordata*), containing sanguinarine, on the performance and health status of weaning pigs. *Animal Science Journal*. 2015;(86):92-98. DOI: 10.1111/asj.12240P.
6. Быкова О.А., Сидельников Н.И., Тхаганов Р.Н., Тхаганов В.Р. Способы размножения и биопродуктивность маклеи кьюской (*Macleaya x kevensis* Turill) в Западном Предкавказье. *Овощи России*. 2022;(2):44-49. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-44-49>. EDN VCJGVA.
7. Сидельников Н.И., Быкова О.А., Тхаганов Р.П., Аникина А.Ю. Приемы повышения урожайности маклеи в условиях Западного Предкавказья. *Труды Кубанского аграрного университета*. 2022;(96):207-211. DOI: 10.21515/1999-1703-96-207-211. EDN AAPXSQ.
8. Яхтаннигова Ж.М., Кулешова И.В., Афанасьев А.В., Сидельников В.И. Возделывание маклеи в Белгородской области. *Новые технологии*. 2022;18(2):133-140. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-133-141>. EDN KOBXXA.
9. Никифорова О.И., Сетин В.Н., Загорянский А.Н., Сергеев М.С., Быстрова Е.Д. Влияние метеорологических условий на фенологию и технические характеристики календулы *Calendula officinalis* сорта Райский Сад в условиях Среднего Поволжья. *Экосистемы*. 2021;(27):146-152.
10. Тхаганов Р.П., Морозов А.И., Тропина Н.С., Тхаганов Р.Н. Абиотические стрессы и пути их преодоления на тысячелистнике обыкновенном (*Achillea millefolium* L.) в условиях Западного Предкавказья. *Овощи России*. 2022;(6):66-71. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-66-71>. EDN MMFMMP.
11. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами. Лекарственное растениеводство: Обзорная информация. М.: ЦБНТИмедпром, 1981. Вып.1. 55 с.
12. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2018. 220 с.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
14. Богомазов С.В., Симонян М.А., Ткачук О.А., Павликова Е.В. Фотосинтетический потенциал и урожайность агроценозов яровой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы и гуминовых удобрений. *Нива Поволжья*. 2017;4(45):23-29. EDN ZTIEHV.
15. Пушкина Г.П., Бушковская Л.М., Ковалев Н.И. Экзогенное регулирование адаптивности зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) к засушливым погодным условиям // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы XII международного симпозиума. М. РУДН. 2017. С. 239-241.

• References

1. Vichkanova S.A., Fateeva T.V., et al. Sanguiritrin "One Book.ru." M., 2015. 164 p. (In Russ.)
2. Barsukov A.A., Aboyants R.K., Istranov L.P., Istranova E.V., Chernova S.V. and other/ Sangvicol is a new medicinal form of sangviritrin. *Pharmacy*. 2002;51(4):27-29. (In Russ.)
3. Fisinin V.I., Egorov I.A., Andrianova E.N., Druz' E.A., Fel'dman N.B., Lutsenko S.V., Lutsenko E.V. Effectiveness of antimicrobial nanocomplex on the basis of alkaloids from macleaya during growing of broiler- chicken. *Agricultural Biology*. 2009;44(4):26-30. EDN KVCZJH. (In Russ.)
4. Xue G. D., Wu S. B., Choct M. et al. Impact of a *Macleaya cordata*—derived alkaloid extract on necrotic enteritis in broilers. *Poultry Science*. June 2017;96(10). DOI:10.3382/ps/pex164.
5. Kantas D., Paratsiros V.G., Tassis P.D. The effect of natural feed additive (*Macleaya cordata*), containing sanguinarine, on the performance and health status of weaning pigs. *Animal Science Journal*. 2015;(86):92-98. DOI: 10.1111/asj.12240P.
6. Bykova O.A., Sidelnikov N.I., Thaganov R.N., Thaganov V.R. Reproduction methods and bioproductivity of *Macleaya x kevensis* Turill in the Western Caucasus. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(2):44-49. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-44-49>. EDN VCJGVA.
7. Sidelnikov N.I., Bykova O.A., Thaganov R.R., Anikina A.Yu. Methods of increasing the maclea yield in the conditions of Western Caucasus. *Works of the Kuban State Agrarian University*. 2022;(96):207-211. (In Russ.) DOI: 10.21515/1999-1703-96-207-211. EDN AAPXSQ.
8. Yakhtanigova Zh.M., Kuleshova I.V., Afanasyev A.V., Sidelnikov V.I. Cultivation of *Macleaya* in the Belgorod region. *New Technologies*. 2022;18(2):133-141. (In Russ.) <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-133-141>. EDN KOBXXA.
9. Nikiforova O.I., Setin V.N., Zagoryansky A.N., Sergeev M.S., Bystrova E.D., Influence of meteorological conditions on the phenology and technical characteristics of *Calendula officinalis* of the 'Paradise Garden' variety in the conditions of the Middle Volga region. *Ekosistemy*. 2021;(27):146-152. (In Russ.)
10. Tkhanov R.R., Morozov A.I., Tropina N.S., Tkhaganov R.N. Abiotic stresses and ways to overcome them on *Achillea millefolium* L. in conditions of the Western Precaucasus. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(6):66-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-66-71>. EDN MMFMMP.
11. Conducting field experiments with medicinal cultures. M.: VILAR. 1981 45 p. (In Russ.)
12. Manual for registration tests of agrochemicals in agriculture: production and practical edition. - M.: Federal State Budgetary Institution "Rosinformagrotech." 2018. 220 p.
13. Dospikhov B.A. Field experience methodology with the basics of statistical processing of research results. Ed. 6th, erased., Repech. since 5th ed. 1985. Moscow: Alliance, 2011. 350 p. (In Russ.)
14. Bogomazov S.V., Simonyan M.A., Tkachuk O.A., Pavlikova E.V. Photosynthetic potential and yield productivity of agroecocenes of spring wheat depending on system of the primary soil tillage and humic fertilizers. *Niva Povolzhya*. 2017;4(45):23-29. EDN ZTIEHV. (In Russ.)
15. Pushkina G.P., Bushkovskaya L.M., Kovalev N.I. Exogenous regulation of the adaptability of the (*Lycopus europaeus* L.) to arid weather conditions. New and unconventional plants and prospects for their use: Materials of the XII international symposium. M. RUDN. 2017. P. 239-241. (In Russ.)