

Изучение влияния гуминовых веществ на репродукцию и морфометрические параметры ирисов

Л. Ф. Бекшенева, А. А. Реут[✉]

Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

[✉]E-mail: cvetok.79@mail.ru

Аннотация. Совершенствование агротехники и поддержка репродукции растений в коллекциях ботанических садов остаются актуальными. **Цель исследований** – изучить эффективность применения препарата «Лигногумат АМ» в цветоводстве и репродукции на примере представителей родового комплекса *Iris* L. Объекты исследования – виды и сорта рода ирис (*I. sibirica* L., *I. pseudacorus* L., *I. hybrida hort.* ‘Edith Wolford’, ‘Banbury Ruffles’, ‘Before the Storm’). **Методы.** Обработку растений проводили в разные фазы развития растений, опрыскивая листья, поливая опытные образцы, а также сочетая оба варианта – внекорневую подкормку с корневой. Контролем служили растения, обработанные водой. **Научная новизна.** Впервые изучено влияние гуминовых веществ на представителях рода *Iris* L. **Результаты.** Выявлено достоверное увеличение длины (‘Before the Storm’ – на 7,8 %) и ширины вегетативных побегов (‘Banbury Ruffles’, ‘Before the Storm’ – на 5,6 и 3,7 % соответственно). Обработка растений «Лигногуматом АМ» положительно отразилась на состоянии водного режима ирисов. Водный дефицит сократился на 2,8–5,3 % в результате корневой обработки, водоудерживающая способность возросла на 5,7 % в ходе полива и смешанной обработки. Препарат «Лигногуматом АМ» не оказал влияния на всхожесть семян *I. sibirica* и *I. pseudacorus*, однако был высокоэффективен в долгосрочном опыте. «Лигногумат АМ» способствовал уменьшению выпадения годовалых растений *I. sibirica* на 20,8 %, а также росту выживших растений *I. pseudacorus* на 39,7 %. Стимулятор также показал значительный пролонгированный ростостимулирующий эффект, что способствовало улучшению качества рассады. Длина листьев под действием препарата увеличилась на 64 % для *I. sibirica* и 17 % для *I. pseudacorus*, ширина листьев *I. sibirica* выросла на 14 %. По итогам исследования стимулятор роста «Лигногумат АМ» можно считать эффективным перспективным препаратом для использования в цветоводстве и репродукции декоративных и редких видов ириса.

Ключевые слова: регулятор роста, Лигногумат АМ, сорта *Iris* L., *I. sibirica*, *I. pseudacorus*, семена, водный режим, всхожесть, выживаемость, морфометрические параметры

Благодарности. Работа выполнена по теме госзадания 2022–2024 гг. «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования», регистрационный номер НИОКТР 122033100041-9.

Для цитирования: Бекшенева Л. Ф., Реут А. А. Изучение влияния гуминовых веществ на репродукцию и морфометрические параметры ирисов // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 05. С. 649–660. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-05-649-660>.

Дата поступления статьи: 06.12.2023, **дата рецензирования:** 12.02.2024, **дата принятия:** 16.04.2024.

Study of the influence of humic substances on the reproduction and morphometric parameters of irises

L. F. Beksheneva, A. A. Reut✉

South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉E-mail: cvetok.79@mail.ru

Abstract. Improving agricultural technology and supporting plant reproduction in the collections of botanical gardens remain relevant. **The purpose** of the research is to study the effectiveness of using the preparation “Lignohumate AM” in floriculture and reproduction using the example of representatives of the generic complex *Iris* L. The objects of study are species and varieties of the genus *Iris* (*I. sibirica* L., *I. pseudacorus* L., *I. hybrida hort.* ‘Edith Wolford’, ‘Banbury Ruffles’, ‘Before the Storm’). **Methods.** Treatment of plants was carried out at different phases of plant development, spraying leaves, watering experimental samples, and also combining both options – foliar feeding with root feeding. Plants treated with water served as control. **Scientific novelty.** For the first time, we studied the effect of humic substances on representatives of the genus *Iris* L. **Results.** A significant increase in the length (‘Before the Storm’ – by 7,8 %) and width of vegetative shoots (‘Banbury Ruffles’, ‘Before the Storm’ – by 5,6 and 3,7 %, respectively) was revealed. Treatment of plants with “Lignohumate AM” had a positive effect on the water regime of irises. Water deficit decreased by 2,8–5,3 % as a result of root treatment, water-holding capacity increased by 5,7 % during irrigation and mixed treatment. The preparation “Lignohumate AM” had no effect on the germination of seeds of *I. sibirica* and *I. pseudacorus*, but was highly effective in a long-term experiment. “Lignohumate AM” contributed to a reduction in the loss of one-year-old *I. sibirica* plants by 20,8 %, as well as the growth of surviving *I. pseudacorus* plants by 39,7 %. The stimulator also showed a significant prolonged growth-stimulating effect, which contributed to improving the quality of seedlings. The length of leaves under the influence of the preparation increased by 64% for *I. sibirica* and 17 % for *I. pseudacorus*, the width of leaves of *I. sibirica* increased by 14 %. Based on the results of the study, the growth stimulator “Lignohumate AM” can be considered an effective promising drug for use in floriculture and the reproduction of ornamental and rare species of iris.

Keywords: growth regulator, Lignohumate AM, varieties *Iris* L., *I. sibirica*, *I. pseudacorus*, seeds, water regime, germination, survival, morphometric parameters

Acknowledgements. The work was carried out on the topic of the state task for 2022–2024. “Biodiversity of natural systems and plant resources of Russia: assessment of the state and monitoring of dynamics, problems of conservation, reproduction, increase and rational use”, registration number of research, development and technological works 122033100041-9.

For citation: Beksheneva L. F., Reut A. A. Study of the influence of humic substances on the reproduction and morphometric parameters of irises. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (05): 649–660. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-05-649-660>. (In Russ.)

Date of paper submission: 06.12.2023, **date of review:** 12.02.2024, **date of acceptance:** 16.04.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

Гуминовые вещества входят в состав многих новейших препаратов, предназначенных для сельского хозяйства [1]. Традиционная агротехника, включающая в себя полив растений с использованием стимуляторов роста, дополняется техникой опрыскивания листа с дальнейшим кутикулярным транспортом гуматов [2]. Гуминовые кислоты характеризуются гормоноподобной активностью и используются как стимуляторы роста побегов и корней [3],

увеличивающие содержание хлорофилла, сахаров, белка, а также активность ферментов [4]. Особенно важно, что гуминовые вещества положительно влияют на растения при неблагоприятных условиях: во время засухи, при возвратных заморозках, избытке в почве азота или пестицидов, кислородном голодании и различных болезнях [5], смягчают солевой стресс [6], повышают урожайность и качество продукции [7; 8].

Качество гуматов традиционно исследовано на сельскохозяйственных культурах. Так, было выявлено, что использование препаратов, содержащих гуматы, сокращают период вегетации растений [9] и способствуют увеличению урожайности сои [10], чечевицы [11]; замачивание семян табака способствовало увеличению выхода рассады [12].

В то же время биологическая активность гуминовых препаратов в сфере цветоводства изучена значительно слабее. В результате исследований ряда авторов по влиянию гуматов на рост и развитие некоторых цветочно-декоративных культур (*Campanula persicifolia* L., *C. carpatica* Jacq., *Phlox paniculata* L.) выявлено, что изученные препараты положительно повлияли на такие декоративные признаки, как обилие и длительность цветения, размер цветка, размер и плотность соцветия [13]. Согласно информации других авторов, после подкормок роз гуминовыми препаратами наблюдали увеличение общей продуктивности на 35 % и улучшение качества продукции. Кусты роз стали более мощными, наблюдалось отращивание побегов возобновления, растения меньше поражались мучнистой росой [14].

Среди всего многообразия гуматов особого внимания заслуживает «Лигногумат АМ» – гуминовое удобрение, обладающее комплексным действием антистрессанта, регулятора роста, иммуномодуля-

тора и прилипателя. Данный препарат имеет один из самых высоких уровней содержания гуминовых кислот (от 20 % для жидких модификаций и до 90 % – для сухих), мощно воздействует на растительный организм, высвобождая его скрытые резервы, и способствует увеличению продуктивности культуры [14].

Ботанические сады содержат обширные коллекции цветочно-декоративных растений. Совершенствование агротехники и поиск возможностей для поддержания и воспроизведения коллекций в часто неблагоприятных условиях остаются актуальными. В частности, это касается современных сортов ириса садового, вводимых в культуру в климатических условиях, отличных от места селекции. В цветоводстве нашли применение не только сорта, но и виды ирисов, в том числе имеющие статус редких или охраняемых. Так, *I. sibirica* и *I. pseudacorus*, пропагандируемые как декоративные растения [15], занесены в Красные книги [16; 17] и запрещены к изъятию из природы. В связи с этим становится актуальным воспроизведение видов в искусственных условиях.

Цель исследований – изучить эффективность применения препарата «Лигногумат АМ» в цветоводстве и репродукции на примере видов и сортов рода *Iris* L.

Таблица 1
Характеристика сортов ириса садового из коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАН

Название сорта	Селекционер, год создания, страна	Родители	Садовый класс	Высота растения, см	Описание цветка
'Before the Storm'	Innerst, 1989, США	'Superstition' × 'Raven's Roost'	Высокий бородатый ирис	90–95	Фол и стандарт черные (темно-фиолетовые), бородка темно-фиолетовая
'Edith Wolford'	Hager, 1986, США	'Merry Madrigal' × 'Freedom Road'	Высокий бородатый ирис	100–105	Фол сине-фиолетовый, стандарт прозрачный канареечно-желтый, бородка синяя с оранжевым кончиком
'Banbury Ruffles'	Неизвестен	Неизвестны	Стандартный карликовый бородатый ирис	25–35	Фол и стандарт темно-фиолетово-синие, бородка белая

Table 1
Characteristics of garden iris varieties from the collection of the SUBGI UFRS RAS

Variety name	Breeder, year of creation, country	Parents	Garden class	Plant height, cm	Description of the flower
'Before the Storm'	Innerst, 1989, USA	'Superstition' × 'Raven's Roost'	Tall Bearded Iris	90–95	Fall and standard black (dark purple), beard dark purple
'Edith Wolford'	Hager, 1986, USA	'Merry Madrigal' × 'Freedom Road'	Tall Bearded Iris	100–105	The fall is blue-violet, the standard is transparent canary yellow, the beard is blue with an orange tip
'Banbury Ruffles'	Unknown	Unknown	Standard Dwarf Bearded Iris	25–35	Fall and standard dark violet-blue, beard white

Научной новизной данной работы являются исследования по разработке схемы применения регулятора роста растений для повышения качественных показателей ирисов в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья.

Методология и методы исследования (Methods)

Полевой опыт был заложен в вегетационном сезоне 2022 года, наблюдения продолжены в 2023 году на нескольких сортах ириса садового (таблица 1; рис. 1). Объектами исследования являлись многолетние растения из коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН), достигшие генеративной стадии развития.

Почва на опытном участке серая лесная с содержанием гумуса 5,7–6,2 % (ГОСТ 26424-85), подвижного фосфора – 141–200 мг/кг почвы, подвижного калия – 132–145 мг/кг (ГОСТ 26204-91), нитратного азота – 9,3 мг/кг (ГОСТ 26951-86), рН солевого почвенного раствора – 6,3–6,5 единицы.

Среднегодовая температура в 2022 году была выше нормы на 0,7 °С. Весна была прохладной, средняя температура в апреле достигала значения 1,6 °С, что ниже среднеегодового показателя 5,2 °С. Май по температуре и осадкам соответствовал норме. Метеоусловия летнего периода 2022 года характеризовались значительной полярностью. В июне наблюдался переизбыток увлажнения – выпало 132 мм осадков против 67 мм в норме. В июле, августе и сентябре, напротив, отмечалась засуха – количество выпавших осадков составило 17 %, 22,4 % и 43,8 % от нормы. В этот же период зафиксирована жаркая погода с превышением средней температуры на 0,7 °С, 2,5 °С и 0,4 °С соответственно.

Зимний период 2022/2023 гг. характеризовался ранним наступлением (минимальная температура в ноябре 2022 составила –26 °С) и значительными

низкими температурами (до –39 °С) в целом. В 2023 году весна была ранней и засушливой, среднемесячные температуры апреля и мая превышали норму на 3,9 и 2,9 °С соответственно. На фоне повышенных среднемесячных температур в летние месяцы также отмечался существенный недостаток влаги, что привело к засухе в этот период.

Изучаемый препарат «Лигногумат АМ» представляет собой комплекс гуминовых (80–90%) и фульвовых (10 %) кислот, обогащенный микроэлементами в хелатной форме (калий – 9 %, сера – 3 %, железо – 0,2 %, цинк, медь, кобальт, марганец – по 0,12 %, бор – 0,15 %, молибден – 0,015 %, селен – 0,005 %). Показатель концентрации водородных ионов (рН) 7–10.

Закладку опытов осуществляли следующим образом. В фазы отрастания, бутонизации и цветения рабочим раствором (5 г/л) опрыскивали листья (по 10 шт.), поливали опытные растения (1 л на отдельное растение согласно рекомендации производителя), а также сочетали оба варианта – внекорневую подкормку с корневой (по 10 растений в каждом варианте). Контролем служили растения, обработанные водой в таком же количестве, как опытные образцы. Опыт был заложен в трехкратной повторности по общепринятым методикам.

Влияние регулятора роста «Лигногумат АМ» на сорта ириса оценивали по нескольким параметрам (длина и ширина листа, длина и ширина побега, диаметр и высота цветка, длина и ширина фолы – наружные доли околоцветника, длина и ширина стандарта – внутренние доли околоцветника). Морфометрические параметры надземных органов измеряли в фазу максимального развития каждого из них: цветонос – во время цветения, цветки – в период полного раскрытия, листовые лопатки – в сезон вторичного роста. Физиологические параметры (общая оводненность, водоудерживающая способность и водный дефицит листьев) определяли по общепринятым методикам [18].



'Before the Storm'



'Edith Wolford'



'Banbury Ruffles'

Рис. 1. Объекты исследования – сорта ириса садового
Fig. 1. Objects of study are garden iris varieties

Таблица 2
Характеристика видов ириса

Вид	Русское название	Ареал	Описание семян
<i>I. pseudacorus</i> L.	Касатик ложноаирный, касатик желтый, касатик болотный	Европейско-кавказский вид. Европа, Кавказ, Западная Сибирь, Северная Африка, Малая Азия	Коротко-цилиндрические, плоскожатые, округлые
<i>I. sibirica</i> L.	Касатик сибирский	Евразийский вид. Восточная Европа, Кавказ, Западная и Средняя Сибирь, Армения, Казахстан	Уплющенные с крыловидными выростами, D-формы

Table 2
Characteristics of iris species

Species	Russian name	Habitat	Description of seeds
<i>I. pseudacorus</i> L.	Yellow iris, swamp iris	European-Caucasian species. Europe, Caucasus, Western Siberia, North Africa, Asia Minor	Short-cylindrical, flat-compressed, rounded
<i>I. sibirica</i> L.	Siberian iris	Eurasian species. Eastern Europe, Caucasus, Western and Central Siberia, Armenia, Kazakhstan	Flattened with wing-shaped outgrowths, D-shaped



Рис. 2. Объекты исследования – семена видовых ирисов

В годовом лабораторном опыте (2022–2023 гг.) определяли влияние препарата на всхожесть семян, выживаемость и морфометрические параметры проростков растений (длина и ширина листьев) (таблица 2; рис. 2).

Семена по 100 шт. помещали в марлевые мешочки и замачивали перед посевом на 12 часов в 1-процентном рабочем растворе (0,1 кг препарата на 10 л воды). Семена, замоченные в воде, служили контролем. Семена высевали в ящики, заполненные смесью почвы и песка (в соотношении 2 : 1). Повторность опыта трехкратная.

Всхожесть семян вычисляли путем подсчета проросших семян к числу посеянных в процентах на 29-е, 43-и и 62-е сутки. Выживаемость растений была определена через год после начала опыта. Учет биометрических показателей проростков включал в себя измерение длины и ширины самого крупного листа в лопатке годовалых растений.

Статистическая обработка результатов проведена методами описательной статистики с использованием коэффициента Стьюдента.

Результаты (Results)

В таблице 3 показаны результаты морфометрических измерений опытных растений с учетом вариантов обработок. Для парциального куста разме-



Fig. 2. Objects of study are seeds of iris species

ры листа имеют большое значение, поскольку этот орган берет на себя основные функции фотосинтеза. Было выявлено, что корневая обработка способствовала росту параметров листьев сортов 'Banbury Ruffles' (на 8,6 и 5,6 % соответственно) и 'Before the Storm' (на 6,5 и 3,7 % соответственно). В случае с листовой обработкой выявлено достоверное увеличение длины ('Before the Storm' – на 7,8 %) и ширины вегетативных побегов ('Banbury Ruffles', 'Before the Storm' – на 5,6 и 3,7 % соответственно). Различий между показателями контроля и совместной обработки (корневая + некорневая) не выявлено.

Параметры цветка, имеющие значение для формирования декоративных качеств растения, были удивительно однообразными. Достоверных отличий между контролем и опытными вариантами не отмечено. Согласно данным других исследователей, при увеличении концентрации «Лигногумата» (> 1 %) препарат может проявлять свойства ингибитора [19].

Параметры генеративных побегов также были близки к контролю. Лишь у сорта 'Edith Wolford' длина побега достоверно увеличилась на 9,5 % в случае с корневой обработкой. Таким образом, на декоративность ирисов препарат практически не оказал влияния.

Состояние водного режима растений существенно отражается на их росте, развитии и продуктивности. Чем выше оводненность и водоудерживающая способность и чем ниже водный дефицит, тем в большей степени растение адаптировано к стрессовым факторам. На рис. 3 отражены результаты влияния препарата на водный режим ирисов. В ходе эксперимента установлено, что содержание воды в тканях опытных растений не отличается от контроля. На 5,7 % возросла водоудерживающая способность листьев ('Before the Storm') в случае корневой и смешанной обработок. Водный дефи-

цит снизился на 2,8–5,3 % в ходе полива растений «Лигногуматом», однако другие варианты опыта не оказали влияния на значения показателя.

Результаты исследований всхожести семян видовых ирисов отражены на рис. 4. Обработка препаратом семян *I. pseudacorus* увеличила энергию прорастания на 7 %, однако дальнейший учет лабораторной всхожести показал отсутствие различий между показателями опыта и контроля. К концу второго месяца она составила 33–34 %, незначительно снизившись на 2–4 % за счет выпадения проростков по сравнению с результатами всхожести на 43-и сутки.

Таблица 3
Морфометрические показатели растений в зависимости от обработки препаратом «Лигногумат АМ» (среднее ± стандартное отклонение)

Сорт	Органы растения	Параметры, см	Варианты обработок			
			Корневая	Некорневая	Корневая + некорневая	Контроль
'Banbury Ruffles'	Листья	Длина	41,5 ± 2,3*	36,8 ± 3,1	35,3 ± 2,1	38,2 ± 1,8
		Ширина	1,9 ± 0,1*	1,9 ± 0,1*	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,2
	Побеги	Длина	19,2 ± 2,4	21,4 ± 2,2	20,8 ± 3,4	22,9 ± 2,6
		Ширина	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,1
	Цветок	Диаметр	10,1 ± 0,3	10,1 ± 0,7	10,3 ± 0,3	10,1 ± 0,6
		Высота	3,9 ± 0,5	4,4 ± 0,7	4,1 ± 0,4	4,4 ± 0,2
	Фол	Длина	6,1 ± 0,2	6,2 ± 0,2	6,1 ± 0,1	6,0 ± 0,3
		Ширина	3,6 ± 0,2	3,8 ± 0,4	3,7 ± 0,1	3,8 ± 0,1
	Стандарт	Длина	5,8 ± 0,2	6,1 ± 0,2	5,9 ± 0,3	6,1 ± 0,3
		Ширина	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,2
'Before the Storm'	Листья	Длина	52,8 ± 3,7*	53,5 ± 4,1*	48,7 ± 3,7	49,6 ± 3,7
		Ширина	2,8 ± 0,4*	2,8 ± 0,2*	2,5 ± 0,4	2,7 ± 0,3
	Побеги	Длина	68,5 ± 4,1	73,0 ± 3,9	71,4 ± 4,4	73,1 ± 5,2
		Ширина	1,0 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,1
	Цветок	Диаметр	11,5 ± 1,4	11,0 ± 0,8	10,8 ± 0,8	11,1 ± 1,2
		Высота	6,0 ± 0,5	6,2 ± 0,5	6,0 ± 0,6	6,1 ± 0,4
	Фол	Длина	11,0 ± 0,5	11,1 ± 0,6	11,0 ± 0,8	11,0 ± 0,6
		Ширина	7,8 ± 0,2	8,0 ± 0,3	8,0 ± 0,2	8,1 ± 0,3
	Стандарт	Длина	7,9 ± 0,3	8,0 ± 0,3	7,9 ± 0,4	7,9 ± 0,4
		Ширина	6,5 ± 0,2	6,4 ± 0,1	6,5 ± 0,3	6,5 ± 0,1
'Edith Wolford'	Листья	Длина	43,8 ± 7,3	39,1 ± 6,3	44,7 ± 6,6	47,3 ± 7,0
		Ширина	3,4 ± 0,7	2,9 ± 0,5	3,1 ± 0,5	3,1 ± 0,3
	Побеги	Длина	69,0 ± 3,8*	62,0 ± 3,0	56,5 ± 6,1	63,0 ± 4,1
		Ширина	0,9 ± 0,1	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,1	1,2 ± 0,1
	Цветок	Диаметр	15,3 ± 0,9	15,1 ± 1,0	14,8 ± 1,1	15,3 ± 1,2
		Высота	11,0 ± 1,0	11,2 ± 1,0	10,9 ± 0,8	11,0 ± 0,9
	Фол	Длина	9,0 ± 0,5	9,0 ± 0,3	9,1 ± 0,4	9,0 ± 0,4
		Ширина	7,6 ± 0,3	7,7 ± 0,5	7,4 ± 0,4	7,7 ± 0,3
	Стандарт	Длина	8,5 ± 0,3	8,6 ± 0,5	8,4 ± 0,4	8,6 ± 0,5
		Ширина	7,3 ± 0,2	7,4 ± 0,1	7,3 ± 0,1	7,3 ± 0,2

Примечание. * Различия между показателями контроля и опыта достоверны при $p \leq 0,05$; фол – наружные доли околоцветника; стандарт – внутренние доли околоцветника.

Table 3

Morphometric parameters of plants depending on treatment with "Lignohumate AM" (average \pm standard deviation)

Biology and biotechnologies

Variety	Plant organs	Parameters, cm	Treatment options				
			root	non-root	root + non-root	control	
'Banbury Ruffles'	Leaves	Length	41.5 \pm 2.3*	36.8 \pm 3.1	35.3 \pm 2.1	38.2 \pm 1.8	
		Width	1.9 \pm 0.1*	1.9 \pm 0.1*	1.8 \pm 0.3	1.8 \pm 0.2	
	Shoots	Length	19.2 \pm 2.4	21.4 \pm 2.2	20.8 \pm 3.4	22.9 \pm 2.6	
		Width	0.6 \pm 0.1	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1	0.6 \pm 0.1	
	Flower	Diameter	10.1 \pm 0.3	10.1 \pm 0.7	10.3 \pm 0.3	10.1 \pm 0.6	
		Height	3.9 \pm 0.5	4.4 \pm 0.7	4.1 \pm 0.4	4.4 \pm 0.2	
	Fall	Length	6.1 \pm 0.2	6.2 \pm 0.2	6.1 \pm 0.1	6.0 \pm 0.3	
		Width	3.6 \pm 0.2	3.8 \pm 0.4	3.7 \pm 0.1	3.8 \pm 0.1	
	Standart	Length	5.8 \pm 0.2	6.1 \pm 0.2	5.9 \pm 0.3	6.1 \pm 0.3	
		Width	4.1 \pm 0.1	4.1 \pm 0.1	4.1 \pm 0.2	4.1 \pm 0.2	
	'Before the Storm'	Leaves	Length	52.8 \pm 3.7*	53.5 \pm 4.1*	48.7 \pm 3.7	49.6 \pm 3.7
			Width	2.8 \pm 0.4*	2.8 \pm 0.2*	2.5 \pm 0.4	2.7 \pm 0.3
		Shoots	Length	68.5 \pm 4.1	73.0 \pm 3.9	71.4 \pm 4.4	73.1 \pm 5.2
			Width	1.0 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1	1.1 \pm 0.1
Flower		Diameter	11.5 \pm 1.4	11.0 \pm 0.8	10.8 \pm 0.8	11.1 \pm 1.2	
		Height	6.0 \pm 0.5	6.2 \pm 0.5	6.0 \pm 0.6	6.1 \pm 0.4	
Fall		Length	11.0 \pm 0.5	11.1 \pm 0.6	11.0 \pm 0.8	11.0 \pm 0.6	
		Width	7.8 \pm 0.2	8.0 \pm 0.3	8.0 \pm 0.2	8.1 \pm 0.3	
Standart		Length	7.9 \pm 0.3	8.0 \pm 0.3	7.9 \pm 0.4	7.9 \pm 0.4	
		Width	6.5 \pm 0.2	6.4 \pm 0.1	6.5 \pm 0.3	6.5 \pm 0.1	
'Edith Wolford'		Leaves	Length	43.8 \pm 7.3	39.1 \pm 6.3	44.7 \pm 6.6	47.3 \pm 7.0
			Width	3.4 \pm 0.7	2.9 \pm 0.5	3.1 \pm 0.5	3.1 \pm 0.3
		Shoots	Length	69.0 \pm 3.8*	62.0 \pm 3.0	56.5 \pm 6.1	63.0 \pm 4.1
			Width	0.9 \pm 0.1	1.0 \pm 0.2	1.0 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1
	Flower	Diameter	15.3 \pm 0.9	15.1 \pm 1.0	14.8 \pm 1.1	15.3 \pm 1.2	
		Height	11.0 \pm 1.0	11.2 \pm 1.0	10.9 \pm 0.8	11.0 \pm 0.9	
	Fall	Length	9.0 \pm 0.5	9.0 \pm 0.3	9.1 \pm 0.4	9.0 \pm 0.4	
		Width	7.6 \pm 0.3	7.7 \pm 0.5	7.4 \pm 0.4	7.7 \pm 0.3	
	Standart	Length	8.5 \pm 0.3	8.6 \pm 0.5	8.4 \pm 0.4	8.6 \pm 0.5	
		Width	7.3 \pm 0.2	7.4 \pm 0.1	7.3 \pm 0.1	7.3 \pm 0.2	

Note. * Differences between control and experimental indicators are significant at $p \leq 0.05$; falll – outer perianth lobes; standart – internal perianth lobes

Таблица 4

Морфометрические параметры длины и ширины листьев годовалых растений

<i>I. sibirica</i>				<i>I. pseudacorus</i>			
Длина, см		Ширина, см		Длина, см		Ширина, см	
Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
23 \pm 2,3	14 \pm 1,9	0,4 \pm 0,2	0,35 \pm 0,2	35 \pm 4,1	30 \pm 3,8	0,4 \pm 0,1	0,38 \pm 0,2

Table 4

Morphometric parameters of the length and width of leaves of one-year-old plants

<i>I. sibirica</i>				<i>I. pseudacorus</i>			
Length, cm		Width, cm		Length, cm		Width, cm	
Experience	Control	Experience	Control	Experience	Control	Experience	Control
23.0 \pm 2.3	14.0 \pm 1.9	0.4 \pm 0.2	0.35 \pm 0.2	35.0 \pm 4.1	30.0 \pm 3.8	0.4 \pm 0.1	0.38 \pm 0.2

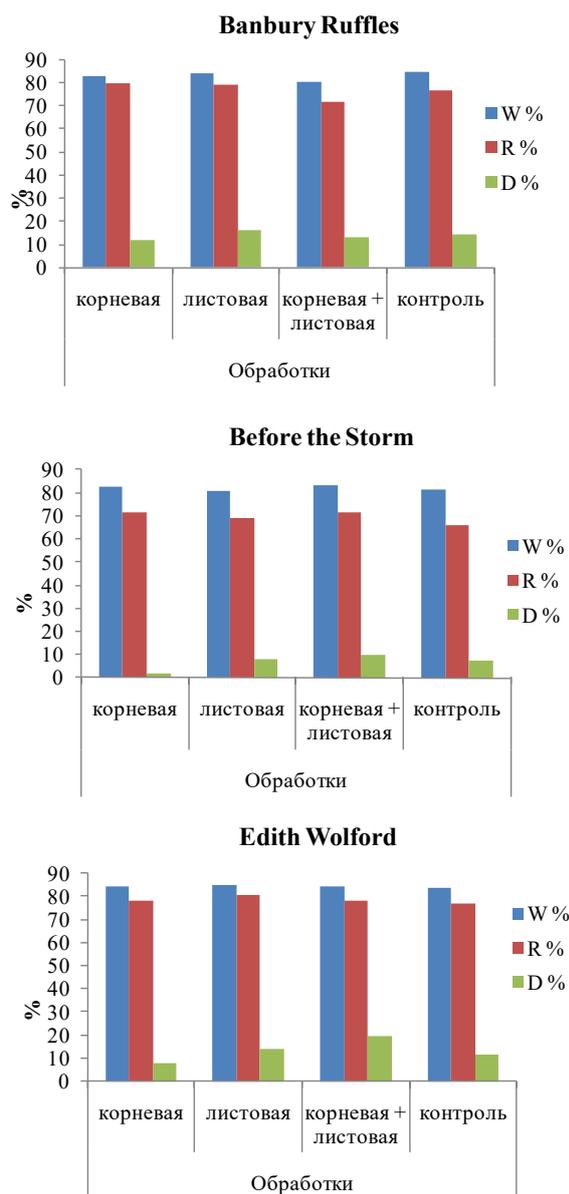


Рис. 3. Влияние регулятора роста «Лигногумат АМ» на показатели водного режима ирисов: W – общая оводненность, R – водоудерживающая способность, D – водный дефицит, %

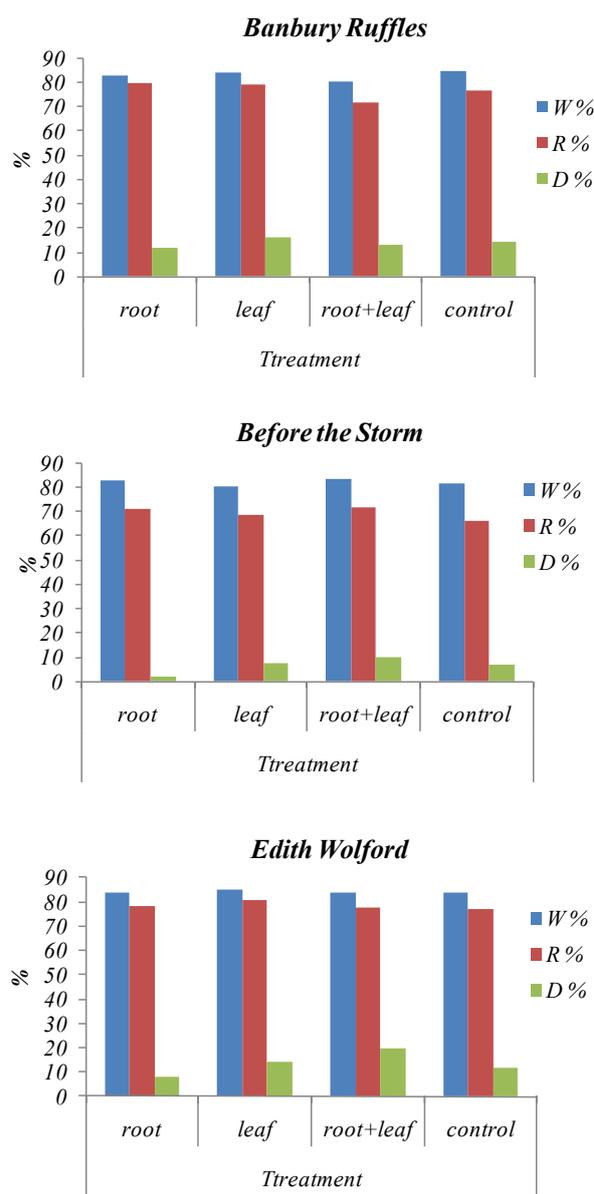


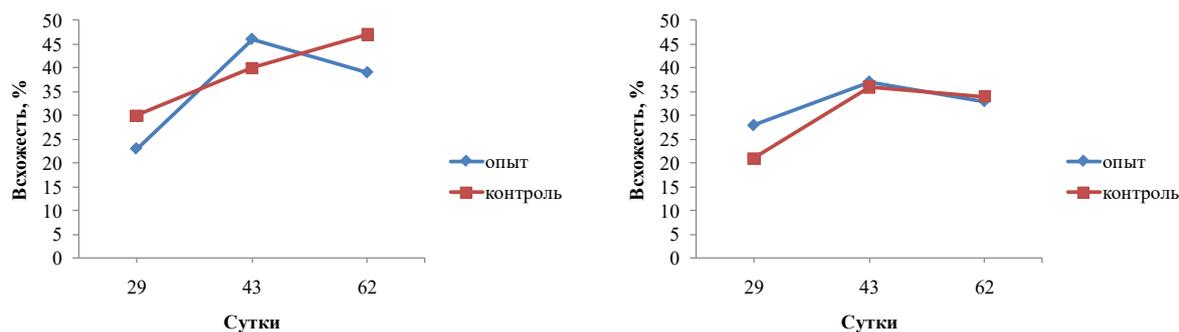
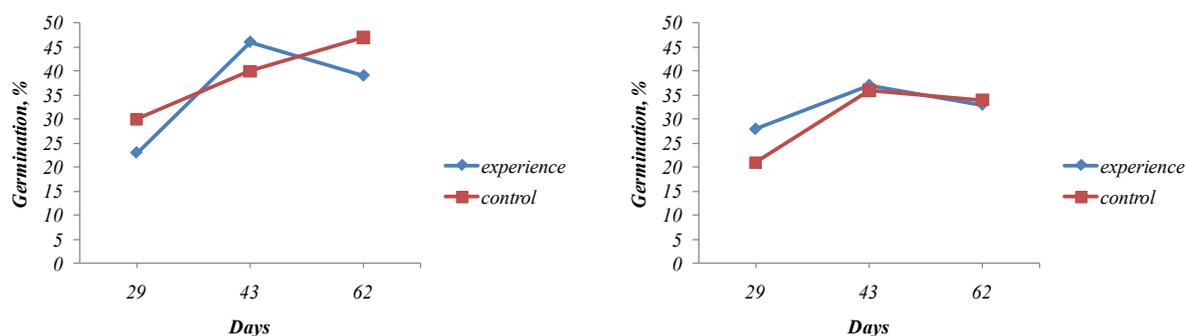
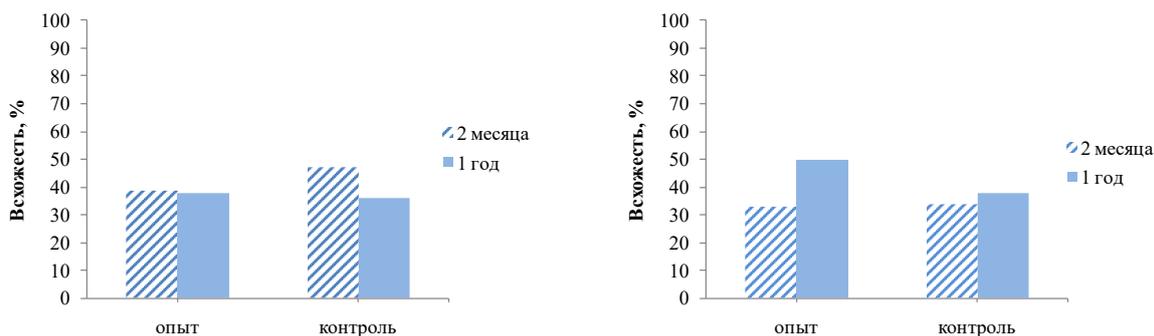
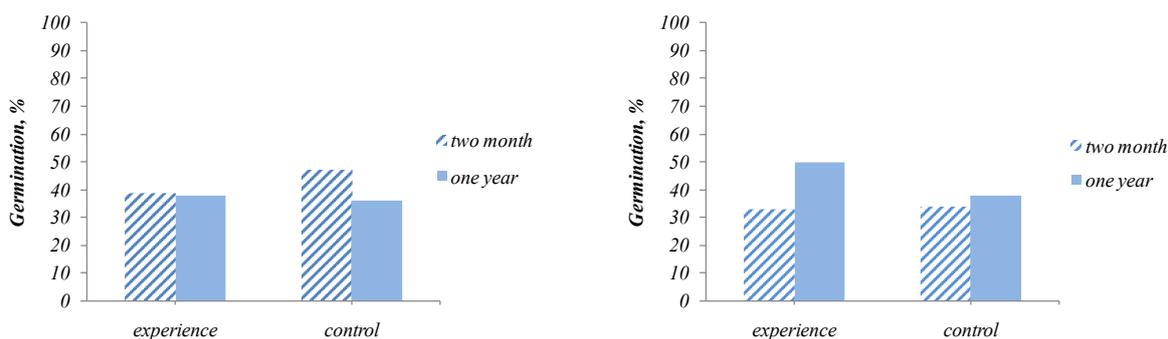
Fig. 3. Effect of the growth regulator “Lignohumate AM” on the water regime of irises: W – total water content, R – water holding capacity, D – water deficit, %

Между значениями всхожести семян *I. sibirica* также не выявлено существенной разницы. Положительное влияние препарата отмечается на 43-и сутки – всхожесть выросла на 6 %. Однако к концу второго месяца выпад проростков в опыте составил 7 %, что нивелировало предыдущий результат.

Наблюдения за годовальными растениями отражены на рис. 5 и в таблице 4. Достоверные различия между показателями всхожести в контрольной и опытной группах ($p \geq 0,05$) показывают, что препарат способствует устойчивости и выживанию растений, а также увеличению количества всходов в длительном периоде. В случае с *I. sibirica* отмечается выпад годовальных проростков на 23,4 % в контроле и всего на 2,6 % в опыте. Уменьшение выпад опытных растений, таким образом, составило 20,8 %.

По сравнению с двухмесячными всходами количество годовальных растений *I. pseudacorus* выросло на 51,5 % в опыте, что на 39,7 % больше, чем в контроле. Число выживших растений в контроле увеличилось всего на 11,8 %.

Препарат оказал влияние на морфометрические показатели длины листьев годовальных ирисов (таблица 4). У обоих видов опытная группа растений показала достоверно большую длину листьев по сравнению с контролем (на 64 % для *I. sibirica* и на 17 % для *I. pseudacorus*). Ширина листа *I. sibirica* также достоверно отличалась от контрольного варианта (на 14 %). Однако различия по данному параметру для *I. pseudacorus* не были обнаружены.

Рис. 4. Лабораторная всхожесть семян представителей рода *Iris L.*Fig. 4. Laboratory germination of seeds of representatives of the genus *Iris L.*Рис. 5. Выживаемость годовалых всходов представителей рода *Iris L.*Fig. 5. Survival rate of one-year-old seedlings of representatives of the genus *Iris L.*

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, установлено положительное влияние препарата «Лигногумат АМ» на рост и развитие растений ириса, что позволяет рекомендовать его к использованию в цветоводческой практике.

Корневые поливы и листовая обработка сортов ириса садового препаратом «Лигногумат АМ» сти-

мулировали рост растений с точки зрения морфометрических параметров листьев. За единственным исключением («Edith Wolford», корневая обработка) не обнаружено влияния «Лигногумата АМ» на рост генеративных органов – цветка и цветоноса.

Обработка растений «Лигногуматом АМ» положительно отразилась на состоянии водного режима

ирисов. Водный дефицит сократился на 2,8–5,3 % в результате корневой обработки, а водоудерживающая способность возросла на 5,7 % в ходе полива и смешанной обработки.

Препарат не оказал влияния на всхожесть семян *I. sibirica* и *I. pseudacorus*, однако был высокоэффективен в долгосрочном опыте. «Лигногумат АМ» способствовал уменьшению выпада годовалых растений *I. sibirica* на 20,8 %, а также росту выживших растений *I. pseudacorus* на 39,7 %. Стимулятор также показал значительный пролонгированный

ростостимулирующий эффект, что способствовало улучшению качества рассады. Длина листьев под действием препарата увеличилась на 64 % для *I. sibirica* и 17 % для *I. pseudacorus*, ширина листьев *I. sibirica* также выросла на 14 %.

По итогам исследования стимулятор роста «Лигногумат АМ» можно считать эффективным перспективным препаратом для использования в цветоводстве и репродукции декоративных, редких видов ириса.

Библиографический список

1. Rouphael Y., Colla G. Biostimulants in Agriculture // *Frontiers in Plant Science*. 2020. No. 11. Article number 40. DOI: 10.3389/fpls.2020.00040.
2. Smilkova M., Smilek J., Kalina M., Klucakova M., Pekar M., Sedlacek P. A simple technique for assessing the cuticular diffusion of humic acid biostimulants // *Plant Methods*. 2019. Vol. 31, No. 15. Article number 83. DOI: 10.1186/s13007-019-0469-x.
3. Rouphael Y., Kyriacou M. C., Petropoulos S. A., De Pascale S., Colla G. Improving vegetable quality in controlled environments // *Scientia Horticulturae*. 2018. No. 234. Pp. 275–289. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.02.033.
4. Rathor P., Gorim L. Y., Thilakarathna M. S. Plant physiological and molecular responses triggered by humic based biostimulants – a way forward to sustainable agriculture // *Plant Soil*. 2023. Vol. 492. Pp. 31–60. DOI: 10.1007/s11104-023-06156-7.
5. Григорьев А. А., Авдеев А. А. Определение влияния ростостимулирующего препарата «Гумат +7» на выход, приживаемость и качество привитых виноградных саженцев // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 9 (174). С. 79–85. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-79-85.
6. El-Beltagi H. S., Al-Otaibi H. H., Parmar A., Ramadan K. M. A., Lobato A. K. D. S., El-Mogy M. M. Application of Potassium Humate and Salicylic Acid to Mitigate Salinity Stress of Common Bean // *Life (Basel)*. 2023. Vol. 5, No. 13 (2). Article number 448. DOI: 10.3390/life13020448.
7. Ратников А. Н., Петров К. В., Иванкин Н. Г., Сулов А. А., Свириденко Д. Г., Яценко В. В. Влияние нового органоминерального препарата «Гумитон» на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы // *Таврический вестник аграрной науки*. 2019. № 4 (20). С. 86–95. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-86-95.
8. Лупова Е. И., Виноградов Д. В. Влияние гуминового удобрения и доз минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса // *Вестник аграрной науки*. 2020. № 3 (84). С. 31–37. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.31.
9. Демьянова Н. И., Гордеева Н. Н. Изучение влияния Лигногумата на формирование урожая сои // *Международный студенческий научный вестник*. 2018. № 2. С. 127.
10. Елисеева Л. В., Каюкова О. В., Филиппова С. В. Формирование стеблестоя зерновых бобовых культур под влиянием регуляторов роста растений // *Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник IV Всероссийской (национальной) научной конференции*. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой Колос», 2019. С. 23–25.
11. Елисеева Л. В., Елисеев И. П., Калгина А. В. Эффективность применения лигногумата калия при возделывании чечевицы // *Инновационные технологии в АПК: материалы Международной научно-практической конференции*. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2018. С. 155–157.
12. Тютюнникова Е. М., Плотникова Т. В. Опыт применения удобрения Лигногумат (марки АМ калийный) в табаководстве // *Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: материалы XVI Международной научно-практической конференции*. Минск: Белорусский государственный университет, 2018. С. 192–193.
13. Реут А. А., Аллаярва И. Н., Биглова А. Р. Влияние стимулятора роста на биолого-морфологические параметры многолетних травянистых растений // *Аграрный вестник Урала*. 2023. № 6 (235). С. 87–97. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-87-97.
14. Кохан С. К. Результативность применения комплексного препарата Лигногумат на сельскохозяйственных культурах // *Гуминовые вещества в биосфере: материалы VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Д. С. Орлова и III Международной научной школы*. Москва: ООО «МАКС Пресс», 2018. С. 121.
15. Реут А. А., Бекшенева Л. Ф. Токсиканты I класса опасности в декоративных травянистых многолетниках // *Таврический вестник аграрной науки*. 2022. № 1 (29). С. 132–144.

16. Хрынова Т. Р., Хрынова А. Н., Широков А. И., Мишукова И. В. Редкие виды алтайской флоры в Ботаническом саду ННГУ // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. Т. 19, № 1. С. 302–306. DOI: 10.14258/pbssm.2020060.

17. Красная книга Республики Башкортостан. Растения и грибы / Под ред. Мартыненко В. Б. Москва: Студия онлайн, 2021. Т. 1. 392 с.

18. Бекшенева Л. Ф., Реут А. А. Особенности водного режима аборигенных и интродуцированных видов рода *Iris* L. на Южном Урале // Аграрный вестник Урала. 2021. № 7 (210). С. 2–15. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-2-15.

19. Коваль Е. В., Огородникова С. Ю. Влияние цианобактерий и лигногумата на рост и биохимические показатели растений ячменя // Агрехимия. 2021. № 6. С. 65–72. DOI: 10.31857/S0002188121030108.

Об авторах:

Лилия Файзиевна Бекшенева, младший научный сотрудник лаборатории цветоводства и селекции, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия; ORCID 0000-0002-2506-4559, AuthorID 1039806. *E-mail: linden07@yandex.ru*

Антонина Анатольевна Реут, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией цветоводства и селекции, Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия; ORCID 0000-0002-4809-6449, Author ID 625318. *E-mail: cvetok.79@mail.ru*

References

1. Roupheal Y., Colla G. Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020; 11: 40. DOI: 10.3389/fpls.2020.00040.

2. Smilkova M., Smilek J., Kalina M., Klucakova M., Pekar M., Sedlacek P. A simple technique for assessing the cuticular diffusion of humic acid biostimulants. *Plant Methods*. 2019; 31 (15): 83. DOI: 10.1186/s13007-019-0469-x.

3. Roupheal Y., Kyriacou M. C., Petropoulos S. A., De Pascale S., Colla G. Improving vegetable quality in controlled environments. *Scientia Horticulturae*. 2018; 234: 275–289. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.02.033.

4. Rathor P., Gorim L. Y., Thilakarathna M. S. Plant physiological and molecular responses triggered by humic based biostimulants – a way forward to sustainable agriculture. *Plant Soil*. 2023; 492: 31–60. DOI: 10.1007/s11104-023-06156-7.

5. Grigor'yev A. A., Avdeenko A. A. Determining the growth-stimulating preparation “Humat +7” effect on the grafted grape seedlings’ yield, survival rate and quality. *The Bulletin of KrasGAU*. 2021; 9 (174): 79–85. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-79-85. (In Russ.)

6. El-Beltagi H. S., Al-Otaibi H. H., Parmar A., Ramadan K. M. A., Lobato A. K. D. S., El-Mogy M. M. Application of Potassium Humate and Salicylic Acid to Mitigate Salinity Stress of Common Bean. *Life (Basel)*. 2023; 5 (13): 448. DOI: 10.3390/life13020448.

7. Ratnikov A. N., Petrov K. V., Ivankin N. G., Suslov A. A., Sviridenko D. G., Yatsenko V. V. Effect of new organic and mineral preparation ‘Gumiton’ on productivity and grain quality of winter wheat. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2019; 4 (20): 86–95. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-86-95 (In Russ.)

8. Lupova E. I., Vinogradov D. V. Influence of humic fertilizer and mineral Fertilizers doses on the productivity of spring rape. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020; 3 (84): 31–37. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.31. (In Russ.)

9. Dem'yanova N. I., Gordeeva N. N. Study of the influence of Lignohumate on the formation of soybean yield. *Mezhdunarodnyy Studencheskiy Nauchnyy Vestnik*. 2018; 2: 127. (In Russ.)

10. Eliseeva L. V., Kayukova O. V., Filippova S. V. Formation of the stem of grain legumes under the influence of plant growth regulators. *The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas: collection of the IV All-Russian (national) scientific conference*. Novosibirsk: ITs NGAU “Zolotoy Kolos”, 2019. Pp. 23–25. (In Russ.)

11. Eliseeva L. V., Eliseev I. P., Kalgina A. V. Efficiency of using potassium lignohumate when cultivating lentils. *Innovative technologies in the agro-industrial complex: materials of the International Scientific and Practical Conference*. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University, 2018. Pp. 155–157. (In Russ.)

12. Tyutyunnikova E. M., Plotnikova T. V. Experience in using Lignohumate fertilizer (AM potassium brand) in tobacco growing. Biologically active preparations for crop production. *Scientific justification – recommendations – practical results: materials of the XVI international scientific and practical conference*. Minsk: Belorussia State University, 2018. Pp. 192–193. (In Russ.)

13. Reut A. A., Allayarova I. N., Biglova A. R. Influence of a growth stimulator on the biological and morphological parameters of perennial herbaceous plants. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 6: 87–97. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-87-97. (In Russ.)
14. Kokhan S. K. Effectiveness of using the complex preparation Lignohumate on agricultural crops. *Humic substances in the biosphere: materials of the VII All-Russian scientific conference with international participation, dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor D. S. Orlov and the III International Scientific School*. Moscow: OOO “MAKS Press”, 2018. P. 121. (In Russ.)
15. Reut A. A., Beksheneva L. F. Toxicants of hazard class 1 in ornamental herbaceous perennials. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2022; 1 (29): 132–144. (In Russ.)
16. Khrynova T. R., Khrynova A. N., Shirokov A. I., Mishykova I. V. Rare species of Altai flora in the Botanical Garden of UNN. *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia*. 2020; 19 (1): 302–306. DOI: 10.14258/pbssm.2020060 (In Russ.)
17. *Red Data Book of the Republic of Bashkortostan. Plants and fungi* / Under the editorship of V. B. Martynenko Moscow: Studiya onlayn, 2021. Vol. 1. 392 p. (In Russ.)
18. Beksheneva L. F., Reut A. A. Features of the water regime of aboriginal and introduced species of the genus *Iris* L. in the Southern Ural. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021; 7: 2–15. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-2-15 (In Russ.)
19. Koval’ E. V., Ogorodnikova S. Yu. Investigation of the influence of cyanobacteria and lignohumate on the life of barley plants. *Eurasian Soil Science*. 2021; 6: 65–72. DOI: 10.31857/S0002188121030108 (In Russian.)

Authors’ information:

Liliya F. Beksheneva, junior researcher, laboratory of floriculture and selection, South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; ORCID 0000-0002-2506-4559, AuthorID 1039806. *E-mail: linden07@yandex.ru*

Antonina A. Reut, candidate of biological sciences, leading researcher, head of the laboratory of floriculture and selection, South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; ORCID 0000-0002-4809-6449, AuthorID 625318. *E-mail: cvetok.79@mail.ru*