

ПРИМЕНЕНИЕ ПИРИДИНСОДЕРЖАЩИХ ГЕТАРИЛУКСУСНЫХ КИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ВИНОГРАДА СОРТА ИЗАБЕЛЛА

Я.Ю. Куличихина^{1*}, Ю.А. Ковыгин¹, В.Ф. Селеменев¹, О.Б. Рудаков², Х.С. Шихалиев^{1*}

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

² ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Поступила в редакцию 03.09.2024 г.

Аннотация. Регуляторы роста (РР) растений – это препараты, обладающие специфической биологической активностью, которые помогают управлять ростом, цветением, плодоношением и другими жизненными процессами растений с целью увеличения урожая и улучшения его качества. Применение РР в сельском хозяйстве – бурно развивающееся направление его химизации, основанное на современных достижениях физиологии, молекулярной биологии, биохимии и других наук. Значительное количество используемых в сельском хозяйстве биологически активных веществ – пестицидов, модуляторов и регуляторов роста – относятся к синтетическим гетероциклическим соединениям. При этом важно отметить, что эффективный целенаправленный поиск новых препаратов не может обойтись без проведения биологических испытаний.

Цель данного исследования состояла в изучении рострегулирующей активности новых синтезированных гетероциклических соединений ряда пиридинкарбоновых кислот на черенках винограда. Черенки винограда замачивали в воде в течение 24 ч, затем обрабатывали растворами испытуемых гетарилуксусных кислот в концентрации 0,001 моль/л, после чего наблюдали за динамикой корнеобразования и вегетацией растения. Рострегулирующий эффект веществ оценивался по количеству черенков, образовавших корни, по длине образованных корней, а также по средней массе завязавшихся плодов.

Выявлено стимулирующее влияние некоторых гетарилуксусных кислот на побегообразование черенков винограда. Установлено, что наиболее эффективными стимуляторами роста являются исследуемые 2-(1,3-R-2,4,7-триоксо-1,2,3,4,5,6,7,8-октагидропиридо[2,3-d]пиримидин)-6-ил)уксусная кислота, 4-R-1-оксо-1,2,3,5-тетрагидропиридо[1,2-a]бензимидазол-2-ил)уксусная кислота, 2-(2,5-диоксо-7-R-1,2,3,4,5,6,7,8-октагидрохинолин-3-ил)уксусная кислота и 2-(9-(R)-1,6-диоксо-1,3,4,6,7,8-гексагидро-2Н-пиридо[1,2-a]пиразин-7-ил)уксусная кислота. Обработанные черенки образовывали корни большей длины (от 14,3 до 37,5% относительно контроля), а также завязали большее количество ягод: средняя масса завязавшихся плодов - от 15 до 70% относительно контроля. На основе полученных данных будут проводиться дальнейшее исследование ростостимулирующей активности гетарилуксусных кислот.

Ключевые слова: гетарилуксусные кислоты, регуляторы роста, стимулирующее влияние

Обеспечение человечества необходимым количеством продовольствия тесно связано с необходимостью увеличения урожайности, улучшения качества продуктов, облегчения ухода за растениями и сокращения потерь при уборке и хранении продукции [1-3]. Одним из путей повышения устойчивости культур к неблагоприятным условиям внешней среды и увеличению продуктивности, можно считать применение регуляторов роста [4, 5]. В связи с этим, в настоящее время наблюдается повышенный интерес ученых к

разработке новых биологически активных соединений – стимуляторов роста плодовых культур.

Природные ауксины являются важным классом фитогормонов, которые регулируют деление клеток, удлинение и процессы развития, включая дифференциацию сосудистых тканей и флоральных меристем и зарождение листьев [6]. Индол-3-уксусная кислота (ИУК) является одним из природных ауксинов и рассматривается как «главный гормон» в сети взаимодействий с другими фитогормонами, регулирующими рост и развитие растений [7,8].

Синтетические ауксиноподобные соединения являются наиболее широко используемыми РР во

© Куличихина Я.Ю., Ковыгин Ю.А., Селеменев В.Ф., Рудаков О.Б., Шихалиев Х.С., 2024

всем мире на протяжении более 80 лет (Рис. 1). Они нашли широкое практическое применение поскольку структурное сходство с природным растительным гормоном вызывает те же физиологические и биохимические реакции в клетках растений. Но в то же время синтетические ауксины являются более эффективными поскольку не так быстро подвергаются биоразложению, как эндогенные аналоги [9].



Рис. 1. Наиболее широко используемые ПР.

Известно, что одно и то же вещество в разной концентрации может являться как стимулятором, так и ингибитором биологической активности [10]. Влияние модуляторов на различные культуры также различается, так сообщается, что соединения пиридинового ряда, в том числе дигидро- и тетрагидропиридины, стимулируют укоренение черенков древесных растений и всхожесть семян [11-13], но ингибируют укоренение сальвии блестящей [14].

В состав многих синтетических соединений регулирующих рост, входит карбоксильная группа, повышающая всасываемость препарата растением, соединённая с гетероциклическим ядром, в том числе пиридином [15]. Пиридиновое основание включается в хромосому во время синтеза ДНК, определяя специфичность эффекта [16].

В связи с вышеперечисленным, целью настоящей работы является изучение влияния синтезированных нами пиридинуксусных кислот на рост и развитие черенков винограда. Данные соединения представляют собой карбоновые кислоты, содержащие в положении 2 гетероциклический фрагмент. Определённое структурное сходство с ИУК позволяет нам ожидать от исследуемых веществ аналогичного влияния на развитие растений.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Материалом для исследования служили двуглазковые черенки винограда столового сорта Изабелла. Черенки данного сорта отличаются высокой ризогенной активностью [17-18]. Объектом исследова-

ния были синтезированные на кафедре органической химии Воронежского государственного университета гетарилуксусные кислоты: пиридопиримидинуксусные кислоты **1,3,6**, пиридобензимидазолилуксусная кислота **2**, хинолинуксусные кислоты **4,5**, пиридопиазинуксусная кислота **7** (Рис. 2).

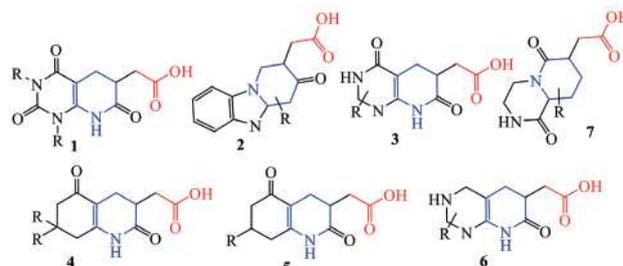


Рис. 2. Исследуемые гетарилуксусные кислоты.

Опыт проводился на черенках длиной 20-25 см; за контроль были приняты растения, укореняемые в воде, за образец ауксиноподобного вещества – 0.001 моль/л раствор индолилуксусной кислоты (ИУК) (наиболее распространенный препарат, стимулирующий образование корней), и опытные растворы с концентрацией 0,001 моль/л гетарилуксусных кислот **1-7**. (выбор исследуемой концентрации был обусловлен рабочей концентрацией согласно инструкции к применению коммерческий препарата «Гетероауксин» (производства ННПП НЭСТ М) На каждый вариант опыта было взято по 15 черенков, повторность 3-х кратная. Приготовление рабочих растворов и оценку эффективности проводили в соответствии с методическими указаниями по государственным испытаниям регуляторов роста, фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур [19, 20].

Черенки, предназначенные для лабораторного опыта, после замачивания в воде (в течение 24 ч), просушивали с поверхности и парафинировали верхний конец побега при температуре парафина около 90 °С. После парафинирования их замачивали в растворах гетероауксина и испытуемых растворах на 10 часов. Растворы веществ готовились следующим образом: навески соединений **1-7** предварительно растворяли в 5 мл. изопропилового спирта, затем объём раствора доводили в мерных колбах дистиллированной водой до 100 мл. Запарафинированные и обработанные регуляторами роста черенки на высоту до нижнего глазка оставляли в воде на 40 дней.

Рострегулирующий эффект веществ оценивался по таким количественным показателям, как средняя длина корней по отношению к контролю,

общее количество черенков, образовавших корни, а также средняя масса завязавшихся зеленых ягод.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе исследования наблюдалось разное влияние изучаемых соединений на корнеобразование. Скорость и характер укоренения черенков отражены в таблице 1.

Показано, что обработка черенков растворами веществ **3-6** в исследованных концентрациях привела к ингибированию корнеобразования. Отмечается, что влияние исследуемых гетарилуксусных кислот сказалось не только на времени образования, но и на длине корней (рис. 3).

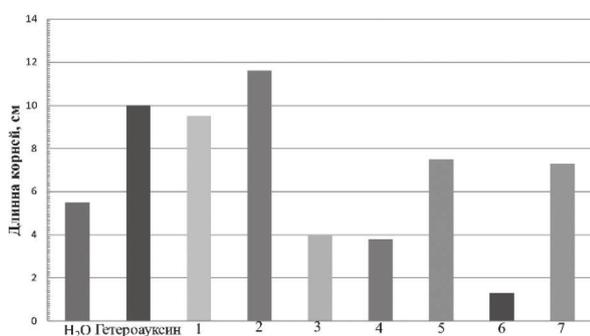


Рис. 3. Длина корней черенков винограда обработанных РР. * Значения являются средними из трех повторов. Средние значения ± 0,4 см.

Длина корней в контрольном образце составила $5,4 \pm 0,4$ см, количество укорененных черенков 12 ± 1 шт. на 24 день эксперимента. Исследованные соединения **3,4,6** в концентрации 0,001 моль/л оказали ингибирующее влияние на длину корней по сравнению с контрольным образцом $4 \pm 0,4$ см; $3,7 \pm 0,4$ см и $1,2 \pm 0,4$ см соответственно. Это ингибирование сказалось и на количестве укорененных черенков 9 ± 1 шт, 7 ± 1 шт, 6 ± 1 шт. В то же время, воздействие раствора **1** достоверно увеличило длину корней до $9,7 \pm 0,4$ см, и позитивно сказалось на количестве черенков давшие корни (13 ± 1 шт). Максимальный

стимулирующий эффект на корнеобразование имела пиридо[1,2-а]бензимидазол-2-ил)уксусная кислота **2** взятая в концентрации 0,001 моль/л, черенки обработанные этим раствором образовали корни длиной $11,7 \pm 0,4$ см это на 37,5% длиннее, чем у черенков в контрольном образце и на 4,4% длиннее, чем в образце с ИУК.

Черенки контрольной группы и обработанные гетарилуксусными кислотами, оставаясь в воде, продолжили рост, зацвели и сформировали ягоды.

В конце эксперимента было произведено взвешивание образовавшихся ягод, данные представлены на рисунке 4.

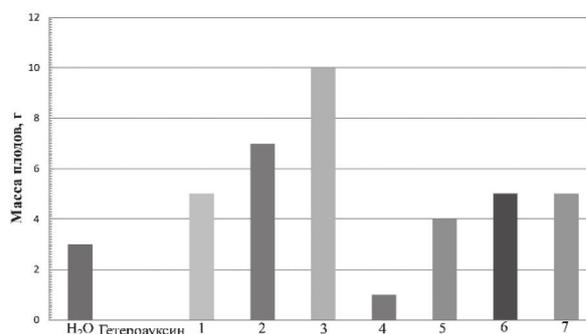


Рис. 4. Масса ягод винограда обработанного РР. * Значения являются средними из трех повторов. Средние значения ± 0,5 гр.

Средняя масса завязавшихся плодов у черенков, обработанных гетарилуксусными кислотами **1, 2, 3, 5, 6** и **7** на 15-70% больше, чем в контрольном образце. Раствор **2-(7,7-R,R-2,5-диоксогидрохинолин-3-ил)уксусной кислоты 4** негативно повлиял на плодообразование, масса ягод в нем составила $0,8 \pm 0,5$ гр, тогда как в контрольном образце $3 \pm 0,5$ гр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, соединения ряда пиридин-карбоновых кислот: гидропиридо[2,3-d]пиримидинуксусная кислота **1**, пиридо[1,2-а]бензими-

Таблица 1

Укоренение черенков винограда, обработанных РР.

Вариант	Количество черенков, имеющих корни (шт)				
	18 день	19 день	21 день	23 день	24 день
контроль	10±1	12±1	12±1	12±1	12±1
ИУК	12±1	12±1	12±1	12±1	12±1
Раствор 1	7±1	8±1	10±1	12±1	13±1
Раствор 2	9±1	10±1	10±1	11±1	12±1
Раствор 3	8±1	8±1	9±1	9±1	9±1
Раствор 4	7±1	7±1	7±1	7±1	7±1
Раствор 5	8±1	9±1	9±1	9±1	9±1
Раствор 6	5±1	5±1	6±1	6±1	6±1
Раствор 7	9±1	10±1	11±1	11±1	11±1

дазолуксусная кислота **2**, гидрохинолинукусусная кислота **5** и пиридо[1,2-а]пирозинукусусная кислота **7** в значительной степени влияют на развитие черенков винограда. Установлено ингибирующее влияние гетарилукусусных кислот на скорость и интенсивность корнеобразования. Цветение и плодоношение винограда под действием исследуемых соединений, напротив, стимулируются. На массу образовавшихся ягод наиболее значительно повлияла пиридо[2,3-д]пиримидинукусусная кислота **3**. Очевидно, что дальнейшее изучение именно этого класса органических соединений, как стимуляторов роста растений является перспективным.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2023-2025 годы, проект № FZGU-2023-0009

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутузов А.С. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы // *Аграрный вестник Урала*. – 2009. – Т. 11. – С. 50-52.
2. Гриб С.И., Булавина Т.М., Хатетовский Ю.Ф. Тритикале – ценная зерновая культура // *Вестник семеноводства в СНГ*. – 2002. – № 1. – С. 17-19.
3. Жуков А.М., Манжесов В.И., Щедрин Д.С. Влияние регуляторов роста на урожай зерна озимой тритикале // *Аграрная наука*. – 2007. – № 12. – С. 14-15.
4. Иванчук А.П. Биологически активные препараты – основа высоких урожаев // *Агротех. вест.* – 2007. – № 1. – С. 23.
5. Петрова Г.В., Елманов И.В., Матвеев А.В. Гуми и биогумы повышают урожай // *Картофель и овощи*. – 2007. – № 3. – С. 30.
6. Grossmann K. Auxin herbicides: Current status of mechanism and mode of action // *Pest Manag. Sci.* – 2010. – Vol. 66. – № 2. – P. 113–120.
7. Bauer A. Development of an LC-MS/MS method for simultaneous determination of the quaternary ammonium herbicides paraquat, diquat, chlormequat, and mepiquat in plant-derived commodities / A. Bauer, J. Luetjohann, S. Rohn, J. Kuballa, E. Jantzen // *Food Anal. Methods*. – 2018. – Vol. 11. – P. 2237–2243.
8. Thimann K. V. Auxin Activity of Some Indole derivatives / K. V. Thimann // *Plant Physiology*. – 1958. – Vol. 33. – P. 311-321.
9. Шаповалов А.А., Шаповалов А.А., Зубкова Н.Ф. Отечественные регуляторы роста растений // *Агротеххимия*. – 2003. – № 11. – С. 33–47.
10. Brown C. W. Novel heteroarotinoids as potential antagonists of *Mycobacterium bovis* BCG / C. W. Brown, S. Liu, J. Klucik, K. D. Berlin, P. J. Brennan, D. Kaur, D. M. Benbrook // *Journal of Medicinal Chemistry*. – 2004. – Vol. 47. – № 4. – P. 1008-1017.
11. Шмырева Ж. В. Укореняемость и рост побегов тополя в присутствии некоторых гетероциклов // *Региональная научная конференция по органической химии: Тез. докл., Липецк, 1997*. – С. 101.
12. Шмырева Ж. В. Росторегулирующая активность гидрохлоридов 2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолинов // *Проблемы химии и химической технологии. Труды VI региональной конференции*. – Воронеж, 1998. – С. 92-95.
13. Буторина А.К., Бельчинская Л.И., Вострикова Т.В., Шмырева Ж.В., Кондаурова В.А. Влияние химических стимуляторов на всхожесть и цитогенетические показатели проростков семян березы повислой // *Лесное хозяйство*. – 2002. – № 5. – С. 33–35.
14. Vostrikova T. V. Using synthesised organic compounds as environmentally friendly retardants for ornamental plants / T. V. Vostrikova, V. N. Kalayev, A. Ju. Potapov, D. I. Vandyshev, N. S. Shihaliev // *Southern Brazilian Journal of Chemistry*. – 2020. – Vol. 28. – № 28. – P. 40-44.
15. Мельникова Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение / Н. Н. Мельникова - М.: Химия, 1987. – 710 с.
16. Weisfeld L. I. About cytogenetic mechanism of chemical mutagenesis // *Ecological consequences of increasing crop productivity. Plant breeding and biotic diversity* / A. I. Opalko, L. I. Weisfeld, S. A. Bekuzarova, N. A. Bome, G. E. Zaikov // *Toronto-New Jersey: Apple Academic Press*. – 2015. – P. 509-525.
17. Dorohov B. L. Primenenie standartnyh fiziologicheskii aktivnyh soedinenij pri kornesobstvennom razmnozhenii novyh sortov i selekcionnyh form vinograda / B. L. Dorohov, I. A. Krasnova, N. I. Guzun, D. N. Bratko // *Sovershenstvovanie sortimenta vinograda*. – Kishinev «Shtiintca». – 1983. – P. 85-95.
18. Maltabar L. M. Rizogennaja aktivnost' cherenkov novyh sortov vinograda pri okorenenii ih na vode i v briketah iz gravilena / L. M. Maltabar, P. P. Radchevskij, N. D. Magomedov // *Vinograd i vino Rossii*. – 1996. – №5. – P. 11-13.
19. Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур

тур. Гос. комиссия по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при Минсельхозе СССР, ВНИИ защиты растений. М., 1985. 130 с.

20. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производ.- практ. изд-е. М.: Росинформагротех, 2016. 220 с.

Воронежский государственный университет
**Куличихина Яна Юрьевна, младший научный сотрудник кафедры органической химии*
E-mail: shmoylovay@gmail.com

Voronezh State University
**Kulichikhina Yana Yu. Junior Researcher, Department of Organic Chemistry*
E-mail: shmoylovay@gmail.com

Ковыгин Юрий Александрович, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии
E-mail: kovygin@chem.vsu.ru

Kovygin Yuri A. PhD, Associate Professor, Department of Organic Chemistry
E-mail: kovygin@chem.vsu.ru

Селеменев Владимир Федорович, доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии
E-mail: common@chem.vsu.ru

Selemenov Vladimir F., PhD, DSci., Full Professor, Department of Analytical Chemistry
E-mail: common@chem.vsu.ru

Шихалиев Хидмет Сафарович, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии
E-mail: shikh1961@yandex.ru

Shikhaliev Khidmet Safarovich, PhD, DSci., Full Professor, head of the Department of Organic Chemistry
E-mail: shikh1961@yandex.ru

Воронежский государственный технический университет
Рудаков Олег Борисович, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии и химической технологии материалов
E-mail: robi57@mail.ru

Voronezh State Technical University
Rudakov Oleg B., PhD, DSci., Full Professor, head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of Materials
E-mail: robi57@mail.ru

APPLICATION OF PYRIDINE-CONTAINING CARBOXYLIC ACIDS AS GROWTH STIMULATORS FOR ISABELLA GRAPE VARIETY

Ya.Yu. Kulichihina¹, Yu.A. Kovygin¹, V.F. Selemenov¹, O.B. Rudakov², Kh.S. Shikhaliev¹

¹ Voronezh State University

² Voronezh State Technical University

Abstract. Plant growth regulators (PP) are preparations with specific biological activity that help control the growth, flowering, fruiting and other vital processes of plants in order to increase the yield and improve its quality. The use of PP in agriculture is a rapidly developing direction of its chemicalization, based on modern achievements of phytophysiology, molecular biology, biochemistry and other sciences. A significant number of biologically active substances used in agriculture - pesticides, modulators and growth regulators - are synthetic heterocyclic compounds. It is important to note that an effective targeted search for new preparations cannot do without biological tests.

The purpose of this study was to study the growth-regulating activity of new synthesized heterocyclic compounds of a number of pyridinecarboxylic acids on grape cuttings. Grape cuttings were soaked in water for 24 hours, then treated with solutions of the tested hetarylacetic acids at a concentration of 0.001 mol/l, after which the dynamics of root formation and plant vegetation were observed. The growth-regulating effect of the substances was assessed by the number of cuttings that formed roots, by the length of the formed roots, and by the average weight of the set fruits.

A stimulating effect of some hetarylacetic acids on shoot formation of grape cuttings was revealed. It was established that the most effective growth stimulants are the studied 2-(1,3-R-2,4,7-trioxo-1,2,3,4,5,6,7,8-octahydropyrido[2,3-d]pyrimidine)-6-yl)acetic acid, 4-R-1-oxo-1,2,3,5-tetrahydropyrido[1,2-a]benzimidazole-2yl)acetic acid, 2-(2,5-dioxo-7-R-1,2,3,4,5,6,7,8-octahydroquinolin-3-yl)acetic acid and 2-(9-(R)-1,6-dioxo-1,3,4,6,7,8-hexahydro-2H-pyrido[1,2-a]pyrazin-7-yl)acetic acid. The treated cuttings formed roots of greater length (from 14.3 to 37.5% relative to the control), and also set a larger number of berries: the average weight of the set fruits was from 15 to 70% relative to the control. Based on the data obtained, further research on the growth-stimulating activity of hetarylacetic acids will be conducted.

Keywords: hetarylacetic acids, growth regulators, stimulating effect

REFERENCES

1. Butuzov A.S. Efficiency of growth regulators application in winter wheat cultivation // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2009. – Vol. 11. – P. 50-52.
2. Grib S.I., Bulavina T.M., Khatetovsky Yu.F. Triticale is a valuable grain crop // *Bulletin of seed production in the CIS*. – 2002. – No. 1. – P. 17-19.
3. Zhukov A.M., Manzhesov V.I., Shchedrin D.S. Influence of growth regulators on winter triticale grain yield // *Agrarian science*. – 2007. – No. 12. – P. 14-15.
4. Ivanchuk A.P. Biologically active preparations are the basis for high yields // *Agrochem. vest.* – 2007. – № 1. – P. 23.
5. Petrova G.V., Elmanov I.V., Matveev A.V. Humus and vermicompost increase yield // *Potatoes and vegetables*. – 2007. – № 3. – P. 30.
6. Grossmann K. Auxin herbicides: Current status of mechanism and mode of action // *Pest Manag. Sci.* – 2010. – Vol. 66. – № 2. – P. 113–120.
7. Bauer A. Development of an LC-MS/MS method for simultaneous determination of the quaternary ammonium herbicides paraquat, diquat, chlormequat, and mepiquat in plant-derived commodities / A. Bauer, J. Luetjohann, S. Rohn, J. Kuballa, E. Jantzen // *Food Anal. Methods*. – 2018. – Vol. 11. – R. 2237–2243.
8. Thimann K. V. Auxin Activity of Some Indole derivatives / K. V. Thimann // *Plant Physiology*. – 1958. – Vol. 33. – P. 311-321.
9. Shapovalov A.A., Shapovalov A.A., Zubkova N.F. Domestic plant growth regulators // *Agrochemistry*. – 2003. – № 11. – P. 33–47.
10. Brown C. W. Novel heteroarotinoids as potential antagonists of *Mycobacterium bovis* BCG / C. W. Brown, S. Liu, J. Klucik, K. D. Berlin, P. J. Brennan, D. Kaur, D. M. Benbrook // *Journal of Medicinal Chemistry*. – 2004. – Vol. 47. – № 4. – P. 1008–1017.
11. Shmyreva Zh. V. Rooting and growth of poplar shoots in the presence of some heterocycles // *Regional scientific conference on organic chemistry: Abstracts. dokl., Lipetsk, 1997*. – P. 101.
12. Shmyreva Zh. V. Growth-regulating activity of 2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline hydrochlorides // *Problems of Chemistry and Chemical Technology. Proceedings of the VI regional conference*. – Voronezh, 1998. – P. 92-95.
13. Butorina A. K., Belchinskaya L. I., Vostrikova T. V., Shmyreva Zh. V., Kondaurova V. A. Effect of chemical stimulants on germination and cytogenetic parameters of silver birch seedlings // *Forestry*. – 2002. – No. 5. – P. 33–35.
14. Vostrikova T. V. Using synthesized organic compounds as environmentally friendly retardants for ornamental plants / T. V. Vostrikova, V. N. Kalayev, A. Ju. Potapov, D. I. Vandyshev, H. S. Shihaliev // *Southern Brazilian Journal of Chemistry*. – 2020. – Vol. 28. – No. 28. – R. 40-44.
15. Melnikova N. N. Pesticides. Chemistry, technology and application / N. N. Melnikova - M.: Chemistry, 1987. – 710 p.
16. Weisfeld L. I. About the cytogenetic mechanism of chemical mutagenesis // *Ecological consequences of increasing crop productivity. Plant breeding and biotic diversity* / A. I. Opalko, L. I. Weisfeld, S. A. Bekuzarova, N. A. Bome, G. E. Zaikov // *Toronto-New Jersey: Apple Academic Press*. – 2015. – P. 509-525.
17. Dorohov B. L. Primenenie standard physiologically active compounds during root propagation of new varieties and selection forms of

grapes / B. L. Dorohov, I. A. Krasnova, N. I. Guzun, D. N. Bratko // *Sovershenstvovanie sortimenta grapes*. – Kishinev «Shtiinca». – 1983. – P. 85-95.

18. Maltabar L. M. Rhizogenic activity of cuttings of new grape varieties during their rooting in water and in gravel briquettes / L. M. Maltabar, P. P. Radchevskij, N. D. Magomedov // *Vinograd i vino Rossii*. – 1996. – №5. – P. 11-13.

19. Guidelines for state testing of fungicides, antibiotics and seed treatment agents for agricultural

crops. State Commission on Chemical Means of Pest, Plant Disease and Weed Control under the USSR Ministry of Agriculture, All-Russian Research Institute of Plant Protection. Moscow, 1985. 130 p.

20. Guide to conducting registration tests of plant growth regulators, defoliant and desiccants in agriculture: production and practical publication. M.: Rosinformagrotech, 2016. 220 p.