Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-64-68>
УДК 635.758:631.811.98

П.В. Почуев,
Е.Л. Маланкина,
Л.Н. Козловская

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49, gandurina@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Для цитирования: Почуев П.В., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Перспективы некорневой обработки раствором глицина для повышения продуктивности укропа огородного. *Овощи России*. 2021;(5):64-68.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-64-68>

Поступила в редакцию: 04.03.2021

Принята к печати: 14.09.2021

Опубликована: 11.10.2021

Petr V. Pochuev,
Elena L. Malankina,
Lamara N. Kozlovskaya

FSBEI HPE «The Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy»
49, Timiryazevskaya Street,
Moscow, 127550, Russia

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

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.

For citations: Pochuev P.V., Malankina E.L., Kozlovskaya L.N. Prospects of foliar treatments with glycine solution to increase the productivity of dill. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):64-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-64-68>

Received: 04.03.2021

Accepted for publication: 14.09.2021

Accepted: 11.10.2021

Перспективы некорневой обработки раствором глицина для повышения продуктивности укропа огородного

Резюме

Актуальность. Укроп огородный является востребованной пищевой и лекарственной культурой (*Anethum graveolens* L.) из семейства Сельдереиные (Apiaceae). Плоды укропа огородного включены в 14 издание Государственной Фармакопеи РФ. Однако эта культура характеризуется относительно низкой урожайностью, что снижает эффективность ее производства. Применение экологически безопасных рострегулирующих соединений позволяет существенно повысить урожай и улучшить его качество. В качестве препарата нами была испытана некорневая обработка раствором аминокислоты глицин, который не представляет опасности для человека и окружающей среды. Целью работы явилось повышение продуктивности укропа огородного с помощью некорневых обработок раствором аминокислоты глицин. **Материалы и методы.** В качестве объектов для изучения действия препарата были выбраны сорта укропа огородного Грибовский и Симфония. Посев растений проводили в ранние сроки, что для условий Липецкой области соответствует первой декаде апреля, сеялкой СЗТ-3.6 с междурядьями 15 см. Норма высева составляла 15 кг/га, глубина заделки семян – 1-2 см. Обработку растений раствором глицина проводили в фазе розетки. Концентрации препарата – 25, 50 и 100 мг/л. Контроль опрыскивали дистиллированной водой. Срезку проводили в период побурения семян на центральном зонтике. Содержание эфирного масла определяли по ГФ 14 методом 1. Содержание основных компонентов определяли методом газовой хроматографии.

Результаты. В результате исследований выявлено положительное влияние внекорневых обработок глицином как на урожайность, так и на содержание эфирного масла в сырье укропа сортов Грибовский и Симфония. В результате обработок независимо от концентрации повышалась урожайность и выход эфирного масла с единицы площади. Увеличение массы 1000 штук плодов было не однозначным. Исходя из полученных результатов, эффективная концентрация препарата определяется не только особенностями сорта, но и погодными условиями, когда в зависимости от условий в период обработки и предшествующий уборке проявляются разные аспекты действия препарата. По результатам наблюдений за двумя сортами укропа огородного в течение 2-х лет и оценке результата по сумме показателей оптимальная концентрация глицина в большинстве случаев составила 100 мг/л, вместе с тем для сорта Симфония в течение двух лет была эффективна двукратная обработка низкими концентрациями глицина (10 мг/л розетка + 10 мг/л бутонизация).

Ключевые слова: укроп огородный, глицин, *Anethum graveolens*, эфирное масло, карвон

Prospects of foliar treatments with glycine solution to increase the productivity of dill

Abstract

Relevance. Dill is a popular food and medicinal crop (*Anethum graveolens* L.) of the Celery family (Apiaceae). Seeds of dill are included in the 14th edition of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation. However, this crop is characterized by a relatively low yield, which reduces the efficiency of its production. The use of environmentally friendly growth-regulating compounds can significantly increase the yield and improve its quality. As a growth-regulating, foliar treatment with a solution of the amino acid glycine was tested. The amino acid glycine is environmentally friendly and does not pose a danger to humans and animals. The aim of the work was to increase the productivity of garden dill using foliar treatments with glycine amino acid.

Materials and methods. Dill varieties Gribovsky and Symphony were chosen as objects to study the effect of the foliar treatments with glycine. Sowing of seeds was carried out at an early date, which for the conditions of the Lipetsk region corresponds to the first decade of April, with a SZT-3.6 seeder with 15 cm row spacing. The seeding rate was 15 kg/ha, the seeding depth was 1-2 cm. Treatment with glycine solution was achieved in plants rosette phase. The concentration of glycine was 25, 50 and 100 mg/l. The control plants were sprayed with distilled water. The crop was cut during the period of brown seeds on the central umbrella. The content of essential oil was determined by the 14th edition of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation (method 1). The content of the main components was determined by gas chromatography.

Results. As a result of the research, a positive effect of foliar treatments with glycine on both yield and the content of essential oil in the raw material of dill varieties Gribovsky and Symphony was revealed. As a result of treatments, regardless of concentration, the seeds yield and the yield of essential oil per unit area increased. The increase in the mass of 1000 pieces of fruits was not unambiguous. Based on the results obtained, the effective concentration of amino acid glycine is determined not only by the characteristics of the variety, but also by weather conditions, when, depending on the conditions during the processing period and prior to harvesting, different aspects of the drug's action appear. According to the results of observations for 2 years and an assessment by the sum of the indicators, the optimal concentration of glycine in most cases was 100 mg/l, at the same time, for the Symphony variety for two years, two-foliar treatment with low concentrations of glycine (10 mg/l rosette + 10 mg/l budding).

Key words: dill, glycine, *Anethum graveolens*, essential oil, carvone

Ведение

Укроп пахучий, или укроп огородный (*Anethum graveolens* L.) является востребованной пряно-вкусовой и лекарственной культурой. В овощеводстве в большей степени используется свежая и сушеная зелень, в меньших объемах – плоды. В медицине используют плоды укропа, которые входят в Государственную Фармакопею РФ [1]. Плоды укропа пахучего содержат эфирное масло, в среднем 2-4%, но встречаются сведения и о более высоком его содержании – 8% [2]. Основными компонентами эфирного масла плодов являются карвон (около 60%), лимонен, α - и β -фелландрен, терпинен, апиол и др. Они содержат также жирное масло – до 15-20% и протеины – до 20% [3]. В настоящее время условно выделяют две основных формы укропа: *Anethum graveolens* var. *hortorum* Alef., с преобладающим в эфирном масле карвон, к которой относятся большинство сортов, и полевой укроп *Anethum graveolens* var. *graveolens*, который не имеет хозяйственного значения.

Использование рострегулирующих соединений на лекарственных культурах является перспективным направлением в лекарственном растениеводстве. В настоящее время имеется достаточно много публикаций относительно применения фитогормонов различной направленности действия для повышения содержания вторичных метаболитов [4-8]. В последние годы в научных публикациях отмечается тенденция перехода исследователей от синтетических фитогормонов к применению более мягких и экологически безопасных регуляторов роста, в частности гидроксикоричных кислот, брассиностероидов и некоторых других [9-13]. Вместе с тем относительно мало работ по применению регуляторов роста на лекарственных культурах семейства Сельдерейные (*Apiaceae*), в частности имеются публикации по их применению на Амми большой (*Ammi majus* L.), на кориандре, а также иммунофитоцита, гумата натрия и Эпин-экстра на укропе огородном [14-17].

Работ по изучению воздействия пептидных препаратов и аминокислот на продуктивность лекарственных растений и содержание в них фармакологически значимых соединений, нами обнаружено мало, и касались они в основном урожайности и антиоксидантной активности сырья, хотя в биотехнологических работах есть упоминание глицина или пептидных препаратов как соединений, повышающих адаптивный потенциал эксплантов при переносе их в нестерильные условия или при проточном выращивании зелени укропа [18].

Целью работы явилось повышение продуктивности укропа огородного с помощью некорневых обработок аминокислотой глицин.

Материалы и методы

Объекты исследования.

В качестве объектов для изучения действия препарата были выбраны сорта, которые относятся к разным группам: сорт Грибовский выращивают преимущественно для получения плодов, а сорт Симфония – на зелень.

Сорт укропа огородного Грибовский включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 1974 году и рекомендован во всех регионах. Оригинаторами сорта являются: ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»,

Ставропольское ЗАО «Сортсеменовощ», ООО «Агрофирма Поиск».

Сорт укропа огородного Симфония включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2004 году, рекомендован для выращивания во всех регионах. Оригинаторами сорта являются: ЗАО Научно-Производственная фирма «Российские семена», ООО «Интерсемя».

Семена для опытов приобретены в интернет-магазине «Семена Гут».

Глицин приобретали в аптеке в виде таблеток по 100 мг (Биотики МНПК, РФ).

Характеристика почв опытного участка. Опыт был заложен в Липецкой области, Данковском районе, село Баловнево (географические координаты 53.215521, 39.035931). Почвы опытного участка – чернозем выщелоченный, среднегумусовый тяжелосуглинистый, с содержанием гумуса 5,0%. Обеспеченность почв подвижным фосфором 6,80 мг/100 г, калием – от 6,26 мг/100 г, азотом – 13,35 мг/кг. Значение pH почвы – 5,1. Подготовка почвы и основные агротехнические операции соответствовали зональным особенностям и требованиям культуры, включали прополки, рыхления. Внесение удобрений на протяжении опытов не предусматривалось.

Погодные условия существенно отличались. 2018 год характеризовался теплой весной и повышенной влажностью в период созревания урожая, 2019 год характеризовался более поздним наступлением весны и соответственно более поздними сроками сева. В период созревания урожая наблюдалась температура 32...34°C при практически полном отсутствии осадков.

Закладка полевых опытов. Посев семян проводили в ранневесенние сроки (12 апреля в 2019 году и 5 апреля в 2020 году). Посев осуществляли сеялкой СЗТ-3,6 с междурядьями 15 см. Норма высева составляла 15 кг/га, глубина заделки – 1-2 см. Уход за растениями включал дождевое применение гербицида для защиты от сорняков Гезагард (Syngenta AG, Switzerland) в дозе 4 л/га сразу после посева. Обработку растений проводили растворами глицина в фазе розетки и в фазе бутонизации в концентрациях 10, 50 и 100 мг/л. Таблетку препарата растворяли в литре воды и далее доводили концентрацию до необходимой в опыте. Уборку сырья проводили в соответствии с требованиями культуры, то есть при побурении центрального зонтика, что позволяло избежать осыпания плодов. Размер учетной делянки 4 м², повторность опыта 4-кратная. После уборки высушивали образцы. Сушку проводили в хорошо проветриваемом помещении при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и обмолачивали ворох, отделяя грубые стебли и далее просеивая ворох через сита диаметром 0,5, 1, 2, 3 и 5 мм.

Комплексная сравнительная оценка изучаемых образцов. Взвешивали отдельно урожай с каждой делянки. Подсчет массы тысячи семян проводили в 6-кратной повторности. Для определения эфирного масла использовали метод гидродистилляции, способ 1 Государственной Фармакопеи XIV издание [1].

Компонентный состав эфирного масла образцов определяли методом ГХ/МС. Образцы эфирного масла растворяли в гексане в соотношении 1:300 и исследовали методом газовой хроматографии на хроматографе «Shimadzu GC-2010» с масс-спектрометри-

ческим детектором «GCMS-QP 2010», идентификацию пиков проводили при помощи базы данных NIST 11. В качестве газа-носителя использовали гелий («ос.ч.»), расход по колонке 1,2 мл/мин, деление потока 1:20, объем вводимой пробы 0,5 мкл. Колонка – капиллярная неполярная «Optima-1» («Macherei-Nagel DBR»), длина 25 м, внутренний диаметр 0,25 мм. Градиент температуры 60 °С/мин, далее 5°С/мин до 200°С, затем 25°С/мин до 275 °С, изотерма 1 мин. Диапазон регистрации детектора 33–400 м/з.

Статистическую обработку результатов проводили с применением пакета Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Урожайность укропа в зависимости от зоны выращивания, погодных условий, уровня агротехники и сорта колеблется в широких пределах. В наших исследованиях урожайность зависела от условий года, сорта и концентрации глицина, используемого при обработке.

В целом урожайность была довольно высокой. При средней урожайности, указываемой в литературе 6–8 ц/га (до 12 ц/га) [16, 19], в наших опытах урожайность сорта Грибовский в пересчёте на гектар составила 11,5–15 ц/га (за исключением варианта с максимальной концентрацией препарата 100 мг/л). Как и следовало ожидать, у сорта Симфония урожайность плодов была несколько ниже и составила 8–10 ц/га. Это объясняется тем, что данный сорт предназначен в большей степени для выращивания на зелень.

Рис. 1. Урожайность укропа посевного в зависимости от варианта обработки (2019–2020)
Fig. 1. Yield of dill seeds, depending on the glycine concentration and variety (2019–2020)

У сортов реакция на условия года была неодинаковой. В 2019 году несмотря на раннюю весну и более ранние сроки сева, период формирования зонтика и созревания семян характеризовался умеренными температурами и значительным количеством осадков, что сильно затянуло период созревания и позволило провести уборку только в первой декаде сентября у сорта Грибовский и в середине сентября у сорта Симфония. При этом у сорта Симфония была отсечена значительная доля зонтиков, не успевших сформировать полноценные семена. В 2020 году весна была достаточно прохладной и соответственно срок посева отодвинулся почти на 3 недели, а за достаточно влажные май – июнь сформировать мощную розетку. Созревание плодов проходило дружно и к уборке сорта Грибовский приступили 15 августа, а сорта

Симфония – 28 августа. Зонтики характеризовались полностью созревшими плодами. Вместе с тем, следует отметить, что растения, обработанные раствором глицина, были менее склонны к осыпанию плодов, что было важно в жаркий 2020 год для сорта Грибовский. В результате урожайность более скороспелого сорта Грибовский практически не отличалась от контроля и составила 117 и 111 г/м² соответственно. У сорта Симфония различия были 91 и 100 г/м² соответственно. При анализе концентрации и схемы применения препарата видно, что у сорта Грибовский более эффективна была либо минимальная концентрация (10 мг/л) либо двукратная обработка минимальной концентрацией (2019 год). У сорта Симфония эффективность увеличивалась по мере роста концентрации и достигала максимума при концентрации глицина 50–100 мг/л.

Масса 1000 семян у сорта Грибовский была выше в 2020 году во всех вариантах, а у сорта Симфония этот показатель не изменялся. При анализе массы 1000 семян положительное влияние глицина выявлено у сорта Грибовский при концентрации 10 мг/л, а у сорта Симфония при концентрациях 50–100 мг/л (рис.2).

Рис. 2. Масса 1000 штук семян укропа посевного в зависимости от варианта обработки глицином (2019–2020)
Fig. 2. Weight of 1000 pieces of dill seed, depending on the processing option (2019–2020)

Повышение урожая в сочетании с повышением массы 1000 семян под действием глицина объясняется тем, что эта аминокислота влияет на баланс и транспорт ауксинов в растении, которые в свою очередь участвуют в образовании плодов [20]. Кроме того, глицин участвует в процессе открытия и закрытия устьиц, что является важным фактором повышения устойчивости растений и эффективности расхода влаги в период повышенных температур и засухи, которые наблюдались в июле–августе 2020 года.

В соответствии требованиями ФС.2.5.0043.15 плоды укропа огородного в неизмельченном виде должны содержать не менее 2% эфирного масла [1]. Как видно из рисунка 3, показатели содержания эфирного масла во всех вариантах превышало необходимые по регламенту и контрольные значения, которые составляли от 4% – у сорта Симфония до 5% – у сорта Грибовский.

В эфирном масле было обнаружено в зависимости от сорта 12–14 компонентов. Основную часть в эфирном масле составляли лимонен и карвон. Ниже в таблице 1 представлено содержание основных компонентов эфирного масла в зависимости от сорта и варианта.

Рис.3. Содержание эфирного масла в плодах укропа после обработки глицином (2019-2020)
Fig. 3. Content of essential oil in dill fruits after glycine treatment (2019-2020)

Рис. 5. Взаимосвязь содержания карвона и эфирного масла в сырье
Fig. 5. Relationship between carvone and essential oil content in raw materials of dill

Таблица 1. Содержание основных компонентов в эфирном масле плодов укропа огородного сортов Грибовский и Симфония в зависимости от концентрации глицина
Table 1. The content of the main components in the dill fruits essential oil depending on the glycine concentration

Компоненты	*RI	Содержание основных компонентов в эфирном масле плодов укропа, %			
		сорт Грибовский, контроль	сорт Грибовский, глицин, 100 мг/л	сорт Симфония, контроль	сорт Симфония, глицин, 100 мг/л
Лимонен	1014	30,37	33,87	45,23	43,74
trans-дигидрокарвон	1177	1,55	1,6	2	1,01
Карвон	1217	66,79	63,46	51,92	54,26
Сумма		98,71	98,93	99,15	99,01
Содержание ЭМ, %		4,64	5,64	5,92	7,57

*RI – индекс удерживания (Ковача) компонента на неподвижной жидкой фазе.

Как видно из таблицы 1, три основных компонента составляют около 99% эфирного масла, а карвон составляя от 51,92% у сорта Симфония до 66,79% у сорта Грибовский.

Отмечена тенденция к обратной зависимости между содержанием карвона и общим содержанием эфирного масла в плодах (рис.5). Эту тенденцию можно объяснить тем, что под действием глицина активизировались процессы биосинтеза эфирного масла и промежуточный про-

дукт – лимонен не успевал с той же скоростью преобразовываться в конечный продукт биосинтеза – карвон. Вместе с тем, учитывая, что мы определяли содержание эфирного масла в сухом сырье и высокое содержание лимонена при этом сохранялось, можно предположить, что при сушке сырья не происходит дальнейшей трансформации компонентов. Однако, учитывая наличие всего 4-х значений при построении графика, данное предположение нуждается в более детальных исследованиях.

Рис. 4. Взаимосвязь содержания карвона и лимонена в эфирном масле укропа
Fig.4. Relationship between carvone and limonene content in dill essential oil

Заключение

В результате исследований выявлено положительное влияние внекорневых обработок глицином как на урожайность, так и на содержание эфирного масла в сырье укропа сортов Грибовский и Симфония. Увеличение массы 1000 семян было не однозначным. Исходя из полученных результатов, эффективная концентрация препарата определяется не только особенностями сорта, но и погодными условиями, когда в зависимости от условий в период обработки и предшествующий уборке проявляются разные аспекты действия препарата. По результатам наблюдений в течение 2-х лет и оценке по сумме показателей оптимальная концентрация в большинстве случаев составила 100 мг/л, вместе с тем для сорта Симфония в течение двух лет была эффективна двукратная обработка низкими концентрациями глицина (10 мг/л розетка + 10 мг/л бутонизация).

Об авторах:

Петр Викторович Почуев – аспирант кафедры овощеводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, Pochuev1977@mail.ru

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. наук, профессор кафедры овощеводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, gandurina@mail.ru

Ламара Николаевна Козловская – кандидат биол. наук, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, lkozlovsk@mail.ru

About the authors:

Petr V. Pochuev – Doctorant PhD, Department of Vegetable growing, Russian State Agricultural University – MAA named after K.A. Timiryazev, Pochuev1977@mail.ru

Elena L. Malankina – Dr. Sci. (Agriculture), Prof., Department of Vegetable growing, Russian State Agricultural University – MAA named after K.A. Timiryazev, gandurina@mail.ru

Lamara N. Kozlovskaya – Cand. Sci. (Biology), Assoc. Prof., Department of Botany, Selection and Seed Farming of Garden Plants, Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev, lkozlovsk@mail.ru

• Литература

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации. М.: Медицина, 2018, XIV издание, том IV, ФС.2.5.0045.15. С.6515-6520.
2. Buchter H. Gemüse – Genuss und Gesundheit: Dill. Ulmer Verlag, Stuttgart. Gemüse. 2005;(10):36.
3. Kretschm M. Das Saatgutportrait: Dill (*Anethum graveolens*). Ulmer Verlag, Stuttgart. Gemüse. 1999;(4):276.
4. Sciuchetti L.A. Influence of Gibberellic Acid on Medicinal Plants. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 1961;50(12):981-998. doi.org/10.1002/jps.2600501202.
5. Hazzoumi Z., Moustakime Y. and Joutei K.A. Effect of gibberellic acid (GA), indole acetic acid (IAA) and benzylaminopurine (BAP) on the synthesis of essential oils and the isomerization of methyl chavicol and transanethole in *Ocimum gratissimum* L. *SpringerPlus*. 2014;(3):321-328. doi: 10.1186/2193-1801-3-321.
6. Шаин С.С. Биорегуляция продуктивности растений. М.: Оверлей, 2005. 228 с.
7. Шаин С.С., Курапов П.Б., Маланкина Е.Л., Дмитриева В.Л. и др. Гормональная регуляция биопроductивности в онтогенезе эфиромасличных растений: мята перечная, змееголовник молдавский, монарда двойчатая. В сб. Биотехнология. М., 2000. Вып. 1. С.179-195.
8. Маланкина Е.Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из семейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) в Нечерноземной зоне Российской Федерации. Москва, 2007. 343 с.
9. Романова Н.Г., Шатилова Т.И., Маланкина Е.Л. Влияние регулятора роста Циркон и микроудобрения Феровит на содержание фенольных соединений в чабреце садовом. *Плодородие*. 2019;3(108):17-19. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.108.05>
10. Ковалев Н.И., Маланкина Е.Л. Эффективность комплексного применения органоминерального удобрения ЭкоФус с биорегулятором Циркон на шалфее лекарственном (*Salvia officinalis* L.). *Овощи России*. 2019;(6):76-79. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-76-79>
11. Сидельников Н.И., Бушковская Л.М., Пушкина Г.П. Влияние экзогенных регуляторов на биопроductивность и адаптивность лекарственных культур к стрессовым факторам. В сборнике: Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВИЛАР. М.: 2016. С.310-314.
12. Пушкина Г.П., Тропина Н.С., Бушковская Л.М., Сидельников Н.И., Тхаганов Р.Р., Морозов А.И. Особенности применения регуляторов роста и микроудобрений на эфиромасличных культурах. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2016;19(1):38-44.
13. Сидельников Н.И. Экзогенная регуляция биопроductивности лекарственных культур при возделывании в Центральном Черноземном регионе Российской Федерации. Москва, 2014. 295 с.
14. Ханумиди Е.И., Коротких И.Н. Корреляционные зависимости хозяйственно-ценных признаков у серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.). *Вестник КрасГАУ*. 2018;(3):25-29.
15. Маланкина Е.Л., Пржевальский Н.М., Кузнецов Н.И., Денисов П.Д., Грязнов А.П. Использование ауксиновых регуляторов роста для повышения продуктивности кориандра посевного (*Coriandrum sativum* L.) в условиях нечерноземной зоны РФ. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2013;(3):146-150.
16. Елифанцев В.В., Ковальчук О.А., Перепёлкина Л.И. Особенности технологии выращивания семян укропа в условиях Амурской области. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016;4(40):23-30.
17. Шелепова О.В., Хуснетдинова Т.И. Влияние применения регуляторов роста на компонентный состав эфирного масла надземной массы и плодов укропа пахучего. *Химия растительного сырья*. 2018;(1):217-220. DOI: 10.14258/jcprm.2018012020
18. Mohammadipour N., Souri M.K. Effects of different levels of glycine in the nutrient solution on the growth, nutrient composition, and antioxidant activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2019;72(1):1759-1768. DOI: 10.5586/aa.1759
19. Vogel G. Handbuch des speziellen Gemüsebaues – 122 Gartendill. Stuttgart 1996, ISBN 3-8001-5285-1, P.1031–1034.
20. Fahimi F., Souri M.K., Yaghobi F. Growth and development of greenhouse cucumber under foliar application of Biomin and Humifolin fertilizers in comparison to their soil application and NPK. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 2016;7(25):143-152.

• References

1. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. M.: Medicine, 2018, XIV edition, volume IV, FS.2.5.0045.15. P.6515-6520. (In Russ.)
2. Buchter H. Gemüse – Genuss und Gesundheit: Dill. Ulmer Verlag, Stuttgart. Gemüse. 2005;(10):36.
3. Kretschm M. Das Saatgutportrait: Dill (*Anethum graveolens*). Ulmer Verlag, Stuttgart. Gemüse. 1999;(4):276.
4. Sciuchetti L.A. Influence of Gibberellic Acid on Medicinal Plants. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 1961;50(12):981-998. doi.org/10.1002/jps.2600501202.
5. Hazzoumi Z., Moustakime Y. and Joutei K.A. Effect of gibberellic acid (GA), indole acetic acid (IAA) and benzylaminopurine (BAP) on the synthesis of essential oils and the isomerization of methyl chavicol and transanethole in *Ocimum gratissimum* L. *SpringerPlus*. 2014;(3):321-328. doi: 10.1186/2193-1801-3-321.
6. Shahin S.S. Bioregulation of plant productivity. M., 2005. 228 p. (In Russ.)
7. Shahin S.S., Kurapov P.B., Malankina E.L., Dmitrieva V.L. and others. Hormonal regulation of bioproductivity in the ontogeny of essential oil plants: peppermint, Moldavian snakehead, double monarda. On Sat. Biotechnology. M., 2000. Issue. 1. P.179-195. (In Russ.)
8. Malankina E.L. Agrobiological substantiation of increasing the productivity of essential oil plants from the *Lamiaceae* L. family in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. Moscow, 2007. 343 p. (In Russ.)
9. Romanova N.G., Shatilova T.I., Malankina E.L. The effects of the growth regulator «zircon» and microfertilizer «FeroVit» application on the content of phenol compounds in summer savory. *Fertility*. 2019;3(108):17-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2019.108.05>
10. Kovalev N.I., Malankina E.L. Effectiveness of complex application of organomineral fertilizer EcoFus with the growth regulator Zircon on sage (*Salvia officinalis* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):76-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-76-79>
11. Sidelnikov N.I., Bushkovskaya L.M., Pushkina G.P. Influence of exogenous regulators on bioproductivity and adaptability of medicinal crops to stress factors. In the collection: Biological characteristics of medicinal and aromatic plants and their role in medicine. *Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of VILAR*. M.: 2016. P.310-314. (In Russ.)
12. Pushkina G.P., Tropina NS, Bushkovskaya L.M., Sidelnikov N.I., Tkhananov R.R., Morozov A.I. Features of usage of growth regulators and microfertilizers on essential oil crops. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2016;19(1):38-44. (In Russ.)
13. Sidelnikov N.I. Exogenous regulation of bioproductivity of medicinal crops during cultivation in the Central Black Earth region of the Russian Federation. Moscow, 2014. 295 p. (In Russ.)
14. Khanumidi E.I., Korotkikh I.N. Correlation dependences of economical and valuable signs in *Serratula coronata* L. *Bulletin of KrasGAU*. 2018;(3):25-29. (In Russ.)
15. Malankina E.L., Przhevskiy N.M., Kuznetsov N.I., Denisov P.D., Gryaznov A.P. The application of auxin growth regulators to increase the productivity of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.) in central part of Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2013;(3):146-150. (In Russ.)
16. Epifantsev V.V., Kovalchuk O.A., Perepyolkina L.I. Specifics of the techniques of dill seeds growing in the climate of the Amur region. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2016;4(40):23-30. (In Russ.)
17. Shelepova O.V., Husnetdinova T.I. The effect of the use of growth regulators on the component composition of essential oil of the tops and seeds of *Anethum graveolens* L. *Chemistry of plant raw material*. 2018;(1):217-220. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.2018012020>
18. Mohammadipour N., Souri M.K. Effects of different levels of glycine in the nutrient solution on the growth, nutrient composition, and antioxidant activity of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Acta Agrobotanica*. 2019;72(1):1759-1768. DOI: 10.5586/aa.1759
19. Vogel G. Handbuch des speziellen Gemüsebaues – 122 Gartendill. Stuttgart 1996, ISBN 3-8001-5285-1. P.1031–1034.
20. Fahimi F., Souri M.K., Yaghobi F. Growth and development of greenhouse cucumber under foliar application of Biomin and Humifolin fertilizers in comparison to their soil application and NPK. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*. 2016;7(25):143-152.