

УДК 631.811:[635.758.2:581.19]

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА НАДЗЕМНОЙ МАССЫ И ПЛОДОВ УКРОПА ПАХУЧЕГО

© *О.В. Шелепова*^{1*}, *Т.И. Хуснетдинова*²

¹ *Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, ул. Ботаническая, 4, Москва, 127276 (Россия), e-mail: shelepova-olga@mail.ru*

² *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, 1, ст. 12, Москва, 119991 (Россия)*

Определены содержание и компонентный состав эфирного масла (ЭМ) надземной массы и плодов растений укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.), выращенных с использованием органо-минерального препарата Идеал и стероидного фитогормона (24-эпибрассинолид) Эпин-экстра. Применение регуляторов роста повысило урожайность зеленой массы укропа (препарат Идеал – на 16%, Эпин-экстра – на 6% по сравнению с контролем), не повлияло на содержание эфирного масла в надземной массе растений укропа и увеличило его выход из семян укропа. ГХ/МС анализ выявил изменение соотношения основных компонентов эфирного масла растений при использовании регуляторов роста. В ЭМ надземной части растений по сравнению с контролем увеличилось содержание альфа-фелландрена (в 1,3–1,7 раза) и лимонена (в 1,1–1,2 раза), снизилось анетофурана (в 1,4–1,8 раза) и карвона (в 1,4–1,5 раза). В ЭМ плодов укропа – возросло содержание лимонена (в 1,7–1,9 раза) и снизилось карвона (в 1,1 раз). Наблюдалось изменение аромата растений, обработанных регуляторами роста. Применение препарата Эпин-экстра вызвало более существенные изменения содержания мажорных компонентов эфирного масла растений укропа.

Ключевые слова: *Anethum graveolens* L., регуляторы роста, эфирное масло, ГХ/МС анализ.

Введение

Укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) – травянистое растение семейства зонтичных (Umbelliferae), широко используется и повсеместно возделывается в качестве пищевой добавки. В нем содержатся эфирные и жирные масла, белки, углеводы, различные минеральные элементы и др. Не менее ценными являются плоды укропа, которые применяются в официальной медицине в качестве спазмолитического, диуретического и противовоспалительного средства [1, 2], параметры их стандартизации представлены в ФС.2.5.0043.15 [3]. Кроме того, в литературе представлены данные, что в листьях *A. graveolens* присутствуют мембранотропные гомеостатические тканеспецифические биорегуляторы, обладающие гепатопротекторными свойствами [4].

Известно, что одним из способов повышения продуктивности растений является применение регуляторов роста растительного происхождения. Но применение регуляторов роста при выращивании пряно-ароматических растений требует особой осторожности в связи с тем, что эти растения используются как в свежем виде, так и в виде высушенного сырья.

Шелепова Ольга Владимировна – старший научный сотрудник лаборатории экологической физиологии и иммунитета растений, кандидат биологических наук, e-mail: shelepova-olga@mail.ru

Хуснетдинова Тамара Ивановна – старший научный сотрудник учебно-опытного почвенно-экологического центра, кандидат биологических наук, e-mail: tamara_iul@rambler.ru

Поэтому исследование влияния регуляторов роста Идеал и Эпин-экстра на компонентный состав эфирного масла надземной массы и плодов укропа пахучего (*A. graveolens* L.) является актуальной задачей.

Цель настоящего исследования – определение содержания и компонентный состав эфирного

* Автор, с которым следует вести переписку.

масла (ЭМ) растений укропа пахучего и сравнительный анализ с аналогичными данными растений, обработанных регуляторами роста.

Экспериментальная часть

Исследования проводили в полевом опыте на базе УОПЭЦ МГУ Солнечногорского района Московской области, агрохимическая характеристика почв представлена в работе Хуснетдиновой и др. [5]. В качестве регуляторов роста использовали органо-минеральный препарат Идеал и стероидный фитогормон (24-эпибрасинолид) Эпин-экстра. Схема опыта: вариант 1 – контроль; вариант 2 – внекорневая обработка препаратом Идеал (5 мл/литр воды, расход рабочего раствора – 1,5-3,0 л/10 м² посева); вариант 3 – внекорневая обработка препаратом Эпин-экстра (1 мл/5 л воды, расход раствора аналогичный). Опрыскивание вегетирующих растений проводилось 3 раза: 1) через 10 дней после всходов семян; 2) в фазу образование соцветия на центральном побеге; 3) цветение соцветия на центральном побеге. Пробы надземной части (смесь соцветий и листьев главного побега) брали через 10 дней после последней обработки регуляторами роста. Пробы семян – после их полного созревания. Эфирное масло из воздушно-сухого материала получали методом гидродистилляции. Компонентный состав эфирного масла определен в ЦКП ФИЦ «Биотехнологии» РАН (RFMEFI62114X0002) на газовом хроматографе Shimadzu GS 2010 с масс-детектором GCMS–QP 2010 по ранее опубликованной методике [6].

Обсуждение результатов

Применение регуляторов роста Идеал и Эпин-экстра повысило урожайность зеленой массы укропа: урожайность в контроле – 605 г/м², вариант 2 – 703 г/м², вариант 3 – 641 г/м² (НСР₀₅ 0,24).

В таблице 1 представлены данные по содержанию эфирного масла в надземной массе и семенах укропа вариантов опыта.

Анализ результатов показал, что выход ЭМ из надземной массы растений укропа не зависел от применения регуляторов роста, тогда как их использование обеспечило увеличение содержания ЭМ в семенах укропа. Эти данные согласуются с исследованиями по динамике продуктивности эфиромасличных растений при применении регуляторов роста [7].

Компонентный состав ЭМ надземной массы и семян укропа представлен в таблице 2, из данных которой следует, что обработка регуляторами роста существенно изменила соотношение основных компонентов ЭМ растений. Для надземной массы растений, обработанных препаратами, по сравнению с контролем характерно более высокие уровни альфа-фелландрена и лимонена (в 1,3–1,7 и 1,1–1,2 раза, соответственно) и более низкие уровни анетофурана и карвона (в 1,4–1,8 и 1,4–1,5 раза, соответственно). Для семян в целом сохраняется аналогичная картина – более высокие уровни лимонена (в 1,7–1,9 раза) и пониженные уровни карвона (в 1,1 раз) в составе ЭМ растений вариантов опыта по сравнению с контролем.

По-видимому, прерывание синтеза полного набора терпеновых компонентов эфирного масла вызвано абиотическим стрессом (использованием биорегуляторов). Ранее в литературе было показано, что эфирноносные растения (в частности *Thymus vulgaris* L.), произрастающие в жестких условиях обитания, перестают синтезировать энергоемкие терпены фенольного типа и в составе эфирного масла начинают доминировать ациклические соединения [8].

Следует отметить, что изменение содержания основных компонентов ЭМ, формирующих ароматическую композицию, вызвало трансформацию аромата растений, обработанных регуляторами роста. Так, растения контроля имели типичный укропный запах, обуславливаемый фелландреном и анетофураном, дополнительный пахучий пряный эффект добавил карвон. У растений, обработанных биорегуляторами, был достаточно приятный несильный запах – пряный, освежающий, травянистый с еле уловимыми нотками тмина. Эфирное масло семян растений контроля также имело характерный укропный запах с пряной базовой нотой, у ЭМ семян растений вариантов опыта к преобладающей пряной базовой ноте добавилась освежающая нота, обусловленная лимоненом.

Необходимо обратить внимание, что более существенные изменения относительного содержания мажорных компонентов ЭМ растений укропа наблюдались при использовании препарата Эпин-экстра.

Таблица 1. Содержание эфирного масла в растениях укропа пахучего вариантов опыта, %

Варианты опыта	Надземная масса	Семена
Вариант 1 – контроль	0,42±0,07	2,64±0,06
Вариант 2 – внекорневая обработка препаратом Идеал	0,38±0,08	4,16±0,10
Вариант 3 – внекорневая обработка препаратом Эпин-экстра	0,42±0,04	3,80±0,09

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла растений укропа пахучего вариантов опыта, содержание в % от цельного масла

Компонент	RI	RT	Надземная масса			Семена		
			К	B2	B3	К	B2	B3
α -туйен	922	5,32	0,1	0,1	0,2	–	–	–
α -пинен	928	5,492	0,4	0,7	0,9	–	–	–
Сабинен	960	6,302	0,1	0,11	–	–	–	–
β -пинен	965	6,416	–	0,1	–	–	–	–
β -мурсен	976	6,698	0,3	0,5	0,6	–	–	–
Мента-1,5,8-триен	988	6,925	–	–	–	0,2	–	0,4
α-фелландрен	989	7,055	18,5	23,6	31,2	–	0,4	–
Цимен	1006	7,457	6,0	8,3	7,9	–	0,1	0,1
Лимонен	1016	7,625	22,4	27,7	24,9	8,8	14,9	16,8
Лимонен оксид	1117	10,25	–	–	–	0,2	–	0,1
Анеотофуран	1168	11,797	21,3	15,6	12,3	–	–	–
<i>цис</i> -дигидрокарвон	1171	11,775	1,1	1,0	1,0	0,3	0,4	0,2
<i>транс</i> -дигидрокарвон	1178	11,975	1,4	1,1	1,0	2,1	2,1	2,2
Сабинил ацетат	1182	12,188	0,4	0,4	0,6	–	–	–
Дигидрокарвеол	1210	12,825	0,2	0,2	0,2	0,3	–	0,2
Карвон	1217	13,058	27,8	20,6	19,1	88,0	82,0	80,0

Примечание: варианты опыта: К – контроль; B2 – внекорневая обработка препаратом Идеал; B3 – внекорневая обработка препаратом Эпин-экстра. RI – линейный индекс удерживания; RT – время удерживания вещества, мин.

Выводы

Исследован компонентный состав эфирного масла надземной массы и плодов растений укропа пахучего, выращенных с использованием регуляторов роста: органо-минерального препарата Идеал и стероидного фитогормона (24-эпибрасинолид) Эпин-экстра. Применение регуляторов роста повысило урожайность зеленой массы укропа: препарат Идеал на 16%, Эпин-экстра на 6% по сравнению с контролем. Выход ЭМ из надземной массы растений укропа не зависел от применения регуляторов роста, их использование увеличило содержания ЭМ в семенах укропа. Применение регуляторов роста изменило соотношение основных компонентов ЭМ растений: в ЭМ надземной массы растений по сравнению с контролем увеличилось содержание альфа-фелландрена (в 1,3–1,7 раза) и лимонена (в 1,1–1,2 раза), снизилось анетофурана (в 1,4–1,8 раза) и карвона (в 1,4–1,5 раза). В ЭМ семян укропа возросло содержание лимонена (в 1,7–1,9 раза) и снизилось карвона (в 1,1 раз). Наблюдалось изменение аромата растений, обработанных регуляторами роста. Применение препарата Эпин-экстра вызвало более существенные изменения содержания мажорных компонентов ЭМ растений укропа.

Список литературы

1. Дудченко Л.Г., Козяков А.С., Кривенко В.В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: справочник. Киев, 1989. 303 с.
2. Jana S., Shekhawat G.S. *Anethum graveolens*: An Indian traditional medicinal herb and spice // Pharmacognosy Review. 2010. Vol. 4. Pp. 179–184.
3. Фармакопейная статья (ФС) 2.5.0043.15. Укропа пахучего плоды. 7 с.
4. Куликова О.Г., Мальцев Д.И., Ильина А.П., Бурдина А.В., Ямскова В.Т., Ямсков И.А. Биологически активные пептиды, выделенные из укропа пахучего *Anethum graveolens* L. // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51, № 3. С. 348–353.
5. Хуснетдинова Т.И., Балабко П.Н., Шелепова О.В., Карпова Д.В., Батурина Л.К., Черкашина Н.Ф. Влияние препаратов «Эпин-экстра» и «Идеал» на продуктивность расторопши пятнистой (*Silybum marianum* L.) в условиях интродукции в Московской области // Агрехимический вестник. 2016. №5. С. 20–25.

6. Шелепова О.В., Кондратьева В.В., Олехнович Л.С., Зайчик Б.Ц., Ружицкий А.О. Вариации состава эфирного масла и накопления салициловой кислоты у *Mentha arvensis* var. *piperascens* (Lamiaceae) при интродукции в Московском регионе // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52, №3. С. 414–424.
7. Пушкина Г.П., Маланкина Е.Л., Тхаганов Р.Р., Морозов А.И. Эффективность применения регуляторов роста и микроудобрений на эфиромасличных культурах // Достижения науки и техники АПК. 2010. №7. С. 17–19.
8. Gouyon P.H., Vernet Ph., Guillermin J.L., Valdeyron G. Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. // Heredity. 1986. Vol. 57. Pp. 59–66.

Поступило в редакцию 26 апреля 2017 г.

После переработки 23 ноября 2017 г.

Shelepova O.V.^{1*}, Khusnetdinova T.I.² THE EFFECT OF THE USE OF GROWTH REGULATORS ON THE COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF THE TOPS AND SEEDS OF *ANETHUM GRAVEOLENS* L.

¹The main botanical garden. N.V. Tsitsina Russian Academy of Sciences, Botanicheskaya st., 4, Moscow, 127276 (Russia), e-mail: shelepova-olga@mail.ru

²Moscow State University. M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, Leninskie gory, 1-12, Moscow, 119991 (Russia)

The content and component composition of essential oil of air-dried phytomass and seeds of *Anethum graveolens* L. were determined. Dill was grown using the organo-mineral preparation Ideal and steroid phytohormone (24-epibrassinolide) Epin-extra. The use of growth regulators increased the yield of green dill (Ideal by 16%, Epin-extra by 6% compared to the control); did not affect the content of essential oil in the herbs of dill and increased the content of essential oil of dill seeds. GC/MS (Gas Chromatography / Mass Spectrometry) analysis revealed differences the ratio of the main components of the essential oil of dill when the use of growth regulators. In the essential oil of air-dried phytomass of plants, compared with the control, the content of alpha-fellandrene (1,3–1,7 times) and limonene (1,1–1,2 times) increased, anethofuran (1,4–1,8 times) and carvone (in 1,4–1,5 times). In the essential oil of dill seeds - increased content of limonene (1,7–1,9 times) and decreased carvone (1,1 times). When using growth regulators, a change in the aroma of plants was observed. The use of the Epin-extra drug caused more significant changes in the content of the major components of the essential oil of dill.

Keywords: *Anethum graveolens* L., growth regulators, essential oi, GC/MS analysis.

References

1. Dudchenko L.G., Koziakov A.S., Krivenko V.V. *Priano-aromaticheskie i priano-vkusovye rasteniia. Spravochnik*. [Spicy aromatic and spicy-flavored plants. Directory]. Kiev, 1989, 303 p. (in Russ.).
2. Jana S., Shekhawat G.S. *Pharmacognosy Review*, 2010, vol. 4, pp. 179–184.
3. *Farmakopeinaia Stat'ia (FS) 2.5.0043.15. Ukropa pakhuchego plody*. [Pharmacological Article (FS) 2.5.0043.15. Dill of fragrant fruit]. 7 p. (in Russ.).
4. Kulikova O.G., Maltsev D.I., Il'ina A.P., Burdina A.V., Iamskova V.T., Iamskov I.A. *Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiia*, 2015, vol. 51, no. 3, pp. 348–353. (in Russ.).
5. Khusnetdinova T.I., Balabko P.N., Shelepova O.V., Karpova D.V., Baturina L.K., Cherkashina N.F. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2016, no. 5, pp. 20–25. (in Russ.).
6. Shelepova O.V., Kondrat'eva V.V., Olekhnovich L.S., Zaichik B.Ts., Ruzhitskii A.O. *Rastitel'nye resursy*, 2016, vol. 52, no. 3, pp. 414–424. (in Russ.).
7. Pushkina G.P., Malankina E.L., Tkhaganov R.R., Morozov A.I. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK*, 2010, no. 7, pp. 17–19. (in Russ.).
8. Gouyon P.H., Vernet Ph., Guillermin J.L., Valdeyron G. *Heredity*, 1986, vol. 57, pp. 59–66.

Received April 26, 2017

Revised November 23, 2017

* Corresponding author.