

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЦИРКОН И МИКРОУДОБРЕНИЯ ФЕРОВИТ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЧАБЕРЕ САДОВОМ

*Н.Г. Романова, к.с.-х.н., Т.И. Шатилова, к.б.н., Е.Л. Маланкина, д.с.-х.н.,
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, тел.: (499) 976-48-77; gandurina@mail.ru.

Исследованиями выявлено, что после обработки чабера садового препаратом Циркон в большинстве случаев содержание эфирного масла по сравнению с контролем снижалось. После обработки Феровитом, в зависимости от условий года, содержание эфирного масла у некоторых сортов повышалось.

Суммарное содержание фенолов и их предшественников, в частности γ -терпинена и карвакрола, во всех образцах практически одинаковое – 85,2-85,6 %. Однако, содержание этих компонентов в масле отличалось в варианте с обработкой Феровитом: например, γ -терпинена на контроле было 39,5 % по сравнению с 45,3 % при обработке. Противоположные изменения наблюдались по содержанию карвакрола: 45,9 и 39,9 % соответственно.

Применение Феровита приводило к снижению содержания фенольных соединений, причём как флавоноидов, так и дубильных веществ. Под действием циркона увеличивалась на 16-31 % сумма полифенолов, в том числе на 25-110 % содержание флавоноидов, что связано, вероятнее всего, с влиянием препарата на ауксиновый обмен.

Ключевые слова: регуляторы роста, микроудобрения, фенольные соединения, чабер садовый.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.05

Современные препараты и микроудобрения позволяют не только увеличить урожайность сельскохозяйственных растений, но и повысить их устойчивость к вредителям и болезням. К таким препаратам можно отнести средства, содержащие гидроксикоричные кислоты, в частности препарат Циркон. В литературе встречаются упоминания о его способности повышать устойчивость к неблагоприятным условиям как овощных, так и лекарственных культур [1, 3, 4]. Кроме того, препарат Циркон, выполняя антиоксидантную функцию, защищающую ИУК через механизм ингибирования фермента ауксиноксидазы, который играет ключевую роль в процессах роста и развития растений, влияет на накопление вторичных метаболитов и фенольный обмен в частности [5-7].

Препарат Феровит, содержащий хелатные формы железа, на эфиромасличных культурах не приводил к значительному повышению содержания эфирного масла [4]. Однако, учитывая, что железо участвует в окислительно-восстановительных реакциях, можно предположить, что оно будет влиять на содержание фенольных соединений. В наших предыдущих исследованиях было показано влияние указанных препаратов на компонентный состав эфирного масла [2], значительная доля которого – фенолы тимол и карвакрол.

Цель исследований – изучить влияние препаратов Циркон и Феровит на содержание фенолов в эфирном масле и полифенолов в сырье чабера садового сортов различного происхождения.

Фактором, существенно влияющим на содержание эфирного масла в сырье и, возможно, эффективность применения препаратов, являются погодные условия в период проведения эксперимента и, прежде всего в период, предшествующий срезке сырья, т. е. в августе. В 2016 г. в августе фактическая температура составила 19,5 °С, отклонение от нормы +2,5 °С при 167 мм осадков (204 % от нормы). В 2017 г. фактическая температура этого месяца составила 18,8 °С (+1,8 °С от нормы) при 68 мм осадков (83 % от нормы).

Посев семян проводили 4 мая в 2016 г. и 16 мая в 2017 г. на овощной опытной станции им. В.И. Эдельштейна. Агрохимические показатели почвы: pH 6,7, P_г 1,1 мг/экв, P₂O₅ – 45 мг/100 г почвы (6-й класс), K₂O 35 мг/100 г почвы (6-й класс).

Схема опыта включала три варианта: 1. Контроль (без обработки); 2. Циркон, 0,2 мл/л; 3. Феровит, 0,2 мл/л. Повторность 4-кратная, расположение делянок рендомизированное, площадь учётной делянки 0,66 м², ширина междурядья 60 см, глубина посева семян 1 см, норма высева из расчёта 0,2 г/м. В опыте использовали пять сортов отечественной и зарубежной селекции, различающихся по морфологическим признакам и ритмам сезонного развития. Обработку регуляторами роста проводили в фазе 4-5 пар настоящих листьев до полного смачивания поверхности. В сырье определяли: содержание и компонентный состав эфирного масла, сумму полифенолов, дубильных веществ, сумму флавоноидов.

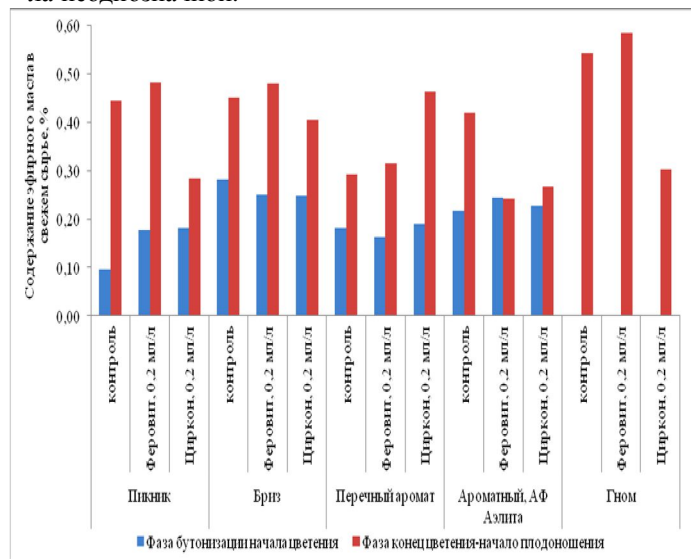
Образцы для отгонки эфирного масла собирали в 2016 г. 2 раза в фазе бутонизации – начала цветения, в 2017 г. только в конце цветения – начале плодоношения и при сухой погоде у пяти сортов. Сумму полифенолов и дубильные вещества определяли по Фолину-Чеккольеу, сумму флавоноидов – алюмохлоридным методом у четырех сортов.

Масса навески свежего сырья 50 г, повторность 4-кратная. Содержание эфирного масла в сырье определяли методом гидродистилляции в лаборатории кафедры овощеводства РГАУ-МСХА в свежем и воздушно-сухом сырье.

При установлении компонентного состава эфирного масла образцы эфирного масла растворяли в гексане в соотношении 1:300 и исследовали методом газовой хроматографии на хроматографе Shimadzu GC-2010 с масс-спектрометрическим детектором GCMS-QP 2010.

При определении урожайности существенных различий между вариантами не выявлено, у всех сортов она была близка к значениям на контроле. На рисунках 1 и 2 представлены данные по содержанию эфирного масла

в сырье чабера садового в зависимости от применяемого препарата и фазы развития растения. Выявлено, что реакция растений на препараты Циркон и Феровит была неоднозначной.



НСР₀₅ 0,07 % (фаза бутонизации-начала цветения)

0,09 % (фаза конец цветения-начало плодоношения)

Рис. 1. Содержание эфирного масла в свежем сырье чабера садового после обработки препаратами Циркон и Феровит в зависимости от сорта и фазы развития (2016 г.)

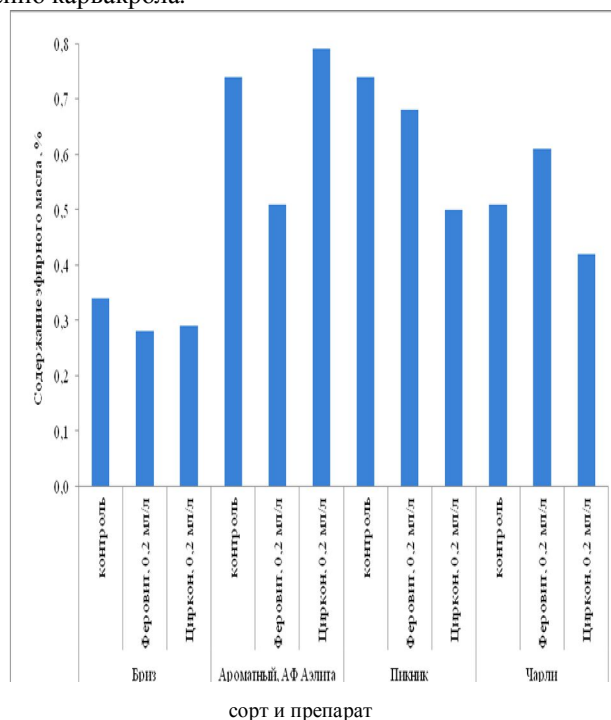
Содержание эфирного масла в фазе бутонизации – начала цветения различалось незначительно, за исключением сорта Пикник. В целом в этот период содержание эфирного масла было значительно ниже, чем при более позднем сроке уборки. При уборке сырья в фазе конца цветения-начала плодоношения в варианте с препаратом Циркон в большинстве случаев содержание эфирного масла по сравнению с контролем снижалось, особенно заметно у низкорослого сорта Гном – 0,54 и 0,30 %, сорта Перечный аромат 0,46 и 0,29 % и сорта Ароматный – 0,42 и 0,27 % соответственно. После обработки Феровитом в 2016 г. содержание эфирного масла повышалось (Пикник – 0,44 и 0,48%, Бриз – 0,45 и 0,48, Перечный Аромат – 0,29 и 0,31, Гном – 0,54 и 0,58%) или снижалось (сорт Ароматный 0,42 и 0,24 %), а в 2017 г. (рис. 2) у трёх из четырёх сортов содержание эфирного масла снижалось.

Суммарное содержание γ -терпинена и карвакрола во всех вариантах опыта практически одинаковое. Однако, содержание этих компонентов в масле различалось в варианте с обработкой Феровитом и на контроле. Вариант с применением препарата Циркон занимал промежуточное положение. Противоположные изменения наблюдались в этих вариантах по содержанию карвакрола.

На примере сорта Ароматный был проанализирован компонентный состав эфирного масла. Всего идентифицировано 29 компонентов. Однако, целью исследований были фенолы и их предшественники, к которым отнесли γ -терпинен, карвакрол, *p*-цимол. Их содержание приведено в таблице 1.

γ -терпинен является предшественником *p*-цимола (*p*-цимен). Цимол (4-изопропил-1-метилбензол 4-изопропилтолуол) является промежуточным продуктом и при дальнейшем присоединении – ОН группы, в зависимости от положения, образует либо тимол, либо карвакрол. В случае с эфирным маслом монарды эта метаболическая «вилка» очень хорошо просматривается, и соотношение указанных компонентов под действием

регуляторов роста различной направленности действия варьировало в широких пределах, но их сумма оставалась практически постоянной [2]. Однако, для чабера синтез тимола не характерен, т. е. дальнейшая трансформация *p*-цимола идёт с образованием преимущественно карвакрола.



НСР₀₅ = 0,09%

Рис. 2. Содержание эфирного масла в сухом сырье чабера садового в фазе цветения в зависимости от сорта и препарата (2017 г.)

1. Влияние обработки чабера садового сорта Ароматный растворами Феровита и Циркона на содержание основных компонентов эфирного масла

Компонент эфирного масла	Контроль	Феровит	Циркон
		0,2 мл/л	
β -мирцен	1,82	1,96	1,85
Терпинол	3,18	3,66	3,24
<i>p</i> -цимол	4,57	4,20	4,66
γ -терпинен	39,51	45,26	42,08
Карвакрол	45,9	39,92	43,51
Сумма карвакрола и γ -терпинена	85,41	85,18	85,59

2. Влияние препаратов Феровит и Циркон на содержание полифенолов и эфирного масла в сырье чабера садового (2016 г.), %

Сорт	Вариант	Полифенолы	Дубильные вещества	Флавоноиды в пересчёте на рутин	Остальные фенольные соединения	Эфирное масло
Бриз	Контроль	8,61	5,04	0,61	2,96	0,45
	Циркон	7,50	2,11	1,16	0,27	0,40
	Феровит	4,57	3,70	0,56	0,31	0,48
Пикник	Контроль	7,27	5,56	1,57	0,14	0,44
	Циркон	8,50	5,41	1,50	1,59	0,28
	Феровит	6,56	2,20	0,58	3,78	0,48
Гном	Контроль	7,69	5,36	1,10	1,23	0,54
	Циркон	9,35	5,83	2,32	1,93	0,30
	Феровит	9,89	4,91	2,10	2,88	0,58
Перечный аромат	Контроль	5,93	6,06	0,61	0,28	0,46
	Циркон	7,81	4,14	0,86	2,81	0,29
	Феровит	5,04	3,54	1,02	0,48	0,31
НСР ₀₅		1,57	1,61	0,62	-	0,09

В результате исследований установлено, что применение Феровита у большинства сортов приводило к снижению содержания фенольных соединений, причём как флавоноидов, так и дубильных веществ.

Под действием гидроксицирковых кислот препарата Циркон существенно увеличивалась сумма полифенолов (на 16-31%) по сравнению с контролем и их отдельных групп. Содержание флавоноидов повышалось на 25-110 %, что связано, вероятнее всего, с влиянием препарата на ауксиновый обмен.

Заключение. Следует отметить, что независимо от препарата после обработки растворами Феровит и Циркон доля суммы γ -терпинена и карвакрола оставалась постоянной (85,18-85,59%), в то время как при обработке Феровитом доля карвакрола снижалась на 5 % за счёт увеличения доли γ -терпинена на аналогичную величину.

Применение Феровита приводило к снижению содержания фенольных соединений, причём как флавоноидов, так и дубильных веществ, в то время как под действием Циркона у большинства сортов наблюдалось повышение содержания суммы полифенолов вообще и флавоноидов в частности.

Литература

1. Еремеева Е.Н., Абрамова Л.Е., Маланкина Е.Л. Сравни-

тельная оценка продуктивности змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) при применении различных регуляторов роста // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2014. – Т. 12. – № 12. С. 41-42.

2. Маланкина Е.Л., Солопов С.Г., Козловская Л.Н., Евграфов А.А. Влияние препаратов Циркон и Феровит на содержание и компонентный состав эфирного масла чабера садового (*Satureja hortensis* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2017. – Т. 20. – № 8. – С. 42-47.

3. 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.

4. Пушкина, Г.П. Микроудобрение Феровит и регулятор роста Циркон в адаптации лекарственных культур к стрессовым факторам / Г.П. Пушкина, Л.М. Бушковская // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования – 2015. – № 11. – С. 421-424.

5. Sroka, Z. Antioxidative and Antiradical Properties of Plant Phenolics / Z. Sroka // Z. Naturforsch. – 2005. – No 60. – P. 833-843.

6. Sroka, Z. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids / Z. Sroka, W. Cisowski // Food Chem. Toxicol. – 2003. Vol. 41. – P. 753-758.

7. Witham, F.H. Some characteristics and inhibitors of indoleacetic acid oxidase from tissue culture of crown gall / F.H. Witham, A. C. Gentile // J. Expl. Bot. – 1961. – V. 12, N 35. – P. 188 –198.

THE EFFECTS OF THE GROWTH REGULATOR «ZIRCON» AND MICROFERTILIZER «FEROVIT» APPLICATION ON THE CONTENT OF PHENOL COMPOUNDS IN SUMMER SAVORY

N.G. Romanova, T.I. Shatilova, E.L. Malankina

RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia, e-mail: ganderina@mail.ru.

As it was shown by the different researches in most cases of hydroxycinnamic acids ("Zircon") treatment of summer savory the content of essential oil decreased in comparison with the control without treatment. After treatment with microfertilizer "Fervovite" the content of essential oil in some varieties increased slightly, but this effect depended on the weather condition.

Total content of phenols and their predecessors, such as γ -Terpinene and Karvacrol was almost the same (85.2-85.6%), but the content of a particular substance was different. Under "Fervovite" treatment content of γ -Terpinene was 45.3% and in control without treatment – 39.5%. content of Carvacrol was 39.9% and 45.9% under the treatment and without it respectfully.

An application of "Fervovite" decreased the content of phenolic compounds, and both flavonoids and tannins. Under the application of "Zircon", the amount of polyphenols increased by 16-31%, including the content of flavonoids by 25-110%, which is most likely due to the influence on auxin metabolism.

Keywords: growth regulators, micronutrient fertilizers, phenolic compounds, Summer savory, *Satureja hortensis*.

УДК 631.811

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЫ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

В.М. Лапушкин, к.б.н., РГАУ-МСХА В.А. Нестеренко, ВНИИА
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, snt-nara@yandex.ru

Работа выполнена по госзаданию № 0572-2019-0011

В условиях вегетационного опыта на дерново-подзолистой почве с разным содержанием подвижного фосфора в течение двух лет изучали действие азотных удобрений на урожай и качество яровой пшеницы сорта Любава. Результаты проведенных исследований показали, что применение азотных удобрений на почве с низким содержанием подвижного фосфора мало эффективно и, напротив, получение более высоких урожаев лучшего качества на почвах с содержанием $P_2O_5 > 50$ мг/кг возможно при меньших затратах азотных удобрений.

Ключевые слова: яровая пшеница, азотные удобрения, подвижный фосфор, плодородие почвы.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.06

После резкого уменьшения объема применяемых удобрений в 90-х годах прошлого столетия наблюдается устойчивая тенденция к снижению обеспеченности

пахотных почв питательными элементами, особенно фосфором. В последнее время в нашей стране все большую площадь занимают земли со средним и низ-