

УДК 633.822:547.913

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА В ЛИСТЬЯХ ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО (*DRACOSERHALUM MOLDAVICA L.*) ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРЕДУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА

Е.Л. МАЛАНКИНА, Л.Б. ДМИТРИЕВ, С.С. ШАИН, И.И. ГРАНДБЕРГ

(Кафедра органической химии)

Изучалось влияние регуляторов роста (гиббереллина, кампозана и хлорхолинхлорида) на развитие растений змееголовника молдавского, содержание в листьях эфирного масла и его компонентного состава. Установлено, что предуборочная обработка растений гибберелиновой кислотой мало влияет на урожай зеленой массы, но снижает содержание в листьях эфирного масла и изменяет его компонентный состав. Ингибиторы роста повышают содержание эфирного масла, но несколько снижают урожай зеленой массы. Хлорхолинхлорид практически не оказывает влияния на компонентный состав эфирного масла, кампозан избирательно активизирует биохимические процессы образования спиртов и их ацетатов.

В настоящее время, кроме оптимизации условий роста и развития растений, появилась возможность с помощью экзогенных регуляторов роста (стимуляторов и ингибиторов) активно влиять на обменные и ростовые процессы и даже изменять направленность биосинтеза. Регуляторы роста были испытаны на ряде лекарственных и эфиромасличных

культур [5, 9]. Нами сделана попытка проследить влияние регуляторов роста на примере змееголовника молдавского.

Змееголовник молдавский изучался в качестве эфиромасличной культуры в Крыму, Молдавии, Сибири, Поволжье [6, 7]. В Молдавии для получения эфирного масла (ЭМ) выведено 2 сорта змееголовника. В ряде

европейских стран зеленую массу этого растения используют как лекарственное сырье [10—12]. Имеются данные, что ЭМ независимо от происхождения популяции змееголовника имеет более или менее постоянный состав: цитраль (50—70%), гераниол, нерол, цитронеллаль, геранилацетат [1, 12]. Содержание ЭМ в свежем сырье, судя по литературным данным, колеблется от 0,05 [6] до 0,36% [8].

Методика

Работу проводили с популяцией змееголовника молдавского, полученной из НИИЭМК (Симферополь) и репродуцировавшейся в 1990—1994 гг. в питомнике размножения ботанического сада НПО «Вилар».

Полевые опыты закладывали по общепринятым методикам [3]. Концентрация водных растворов гиббереллиновой кислоты (ГК) — 0,20%, хлорхолинхлорида (ССС) — 0,15, кампозана — 0,03%; расход рабочей жидкости — 0,08 л/м². Обработку растений ГК проводили за 1 мес, ретардантами — за 10 дней до уборки урожая.

Биометрические показатели определяли по методике ГБС РАН.

Для определения содержания масла в листьях его выделяли из свежего или сухого сырья методом гидродистилляции; навеска сухого сырья — 30 г, свежего — 100 г, время отгонки — 35 мин. Состав ЭМ устанавливали методом ГЖХ согласно разработанной нами ранее методике [1].

Результаты

Высота растений после их обработки ГК увеличивалась в среднем на $6,0 \pm 2,0$ см в основном за счет

интеркалярного роста междоузлий (табл. 1). Число метамеров побегов при этом оставалось без изменений. Структура урожая (отношение массы стеблей к сумме массы листьев и соцветий) также существенно не изменялась. Масса стеблей составляла 30—32%. Урожайность в 1990 и 1991 гг. в опытных вариантах существенно не отличалась от контроля, а в 1992 г. была ниже, чем в контроле (табл. 2), что объясняется неблагоприятными погодными условиями (сильная засуха), на фоне которых резкая активация обменных процессов под действием ГК отрицательно повлияла на рост растений. Содержание гиббереллинов и абсцизовой кислоты, являющейся гормоном стресса и повышающей устойчивость растений к засухе, взаимосвязано [4]: при увеличении концентрации гиббереллинов в растениях за счет экзогенной ГК снижается содержание в них абсцизовой кислоты. Такой гормональный баланс приводит к снижению устойчивости растений, замедлению проявления защитных реакций, происходящих под действием этой кислоты.

Сбор ЭМ с единицы площади посевов змееголовника молдавского, обработанного ГК, во все годы был на 10—15% ниже, чем в контроле. Известно, что активный синтез ЭМ соответствует определенным этапам онтогенеза растений. У змееголовника максимум накопления ЭМ соответствует межфазному периоду массовое цветение — восковая спелость семян. Применение ГК задерживало цветение на 5—6 дней, увеличивало его продолжительность на 4—8 дней и приводило к ювенилизации тканей листьев.

Т а б л и ц а 1

**Биометрические показатели растений змееголовника молдавского
после обработок регуляторами роста**

Вариант опыта	Длина главного соцветия, см	Длина листа, мм	Ширина листа, мм	Длина последнего междоузлия под главным соцветием, мм
Контроль	20,8±1,1	30,1±3,0	14,1±2,2	43,7±6,5
ГК	26,4±1,2	33,2±3,2	13,5±2,4	51,2±6,7
ССС	21,0±1,3	31,4±3,1	11,9±2,7	44,1±5,9
Кампозан	20,4±2,1	32,1±2,3	12,3±1,6	42,9±3,1
ГК + СССР	25,1±1,8	37,3±2,8	15,9±2,9	49,5±5,6
ГК + кампозан	24,3±1,4	32,6±6,5	13,6±1,9	44,6±5,9

Т а б л и ц а 2

**Урожайность, содержание и сбор эфирного масла с единицы площади
посевов змееголовника молдавского (полевые опыты 1990—1993 гг.)**

Вариант опыта	Урожай зеленой массы, кг/м ²				Содержание ЭМ, % на абсолютно сухое в-во				Сбор ЭМ, г/м ²			
	1990	1991	1992	1993	1990	1991	1992	1993	1990	1991	1992	1993
Контроль	1,87	0,86	0,71	1,47	0,48	0,63	0,39	0,23	2,8	1,8	0,9	1,1
ГК	1,89	0,88	0,52	—	0,42	0,45	0,47	—	2,4	1,2	0,8	—
ССС	1,76	0,83	0,60	1,35	0,67	1,02	0,71	0,41	3,8	2,7	1,5	1,8
Кампозан	1,67	0,79	0,61	1,30	0,50	0,87	0,75	0,45	2,7	2,3	1,6	1,9
ГК + СССР	1,27	0,85	0,44	—	0,56	0,75	0,71	—	2,4	1,9	1,1	—
ГК + кампозан	1,30	0,87	0,49	—	0,30	0,68	0,46	—	1,3	1,7	0,8	—
НСР ₀₅	0,27	0,04	0,09	0,14								

В значительно большей степени ГК оказывала влияние на компонентный состав ЭМ (табл. 3). Обработка растений ГК снижает активность окислительных ветвей в биосинтезе ЭМ, что проявлялось в снижении в нем содержания цитралей с 58 до 43%. Одновременно инициируются процессы ацилирования: количество геранилацетата возросло с 28 до 42%. Содержание спиртов в масле практически не изменялось.

Действие примененных в опыте ретардантов на биометрические по-

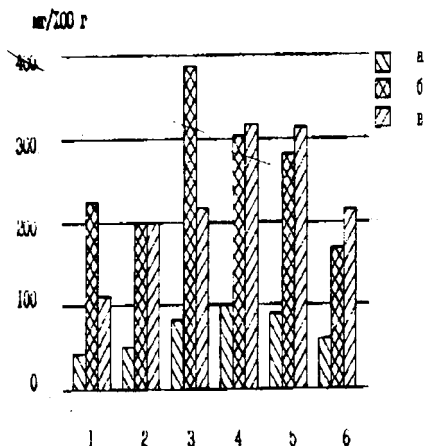
казатели растений было незначительным (табл. 1). Урожайность в опытных вариантах имела общую тенденцию к снижению, однако это снижение компенсировалось значительным (на 40—80%) увеличением эфиромасличности сырья (табл. 2). Следовательно, ретардирующее действие ретардантов в предуборочный период существенно повышает качество сырья, что положительно сказывается на экономических показателях в процессе его переработки.

Состав эфирного масла змееголовника молдавского (1992 г.)

Компоненты эфирного масла	Вариант опыта					
	контроль	ГК	ССС	кампозан	ГК+ССС	ГК+кампозан
Спирты:						
октенол-3	0,16	0,03	0,10	0,05	—	0,24
линалоол	0,22	0,32	0,14	0,16	0,06	0,49
транс-сабинен гидрат	—	—	0,02	0,04	—	—
изо-борниол	—	—	0,11	0,01	—	—
нерол	3,07	2,83	3,03	3,15	3,16	2,80
гераниол	7,44	7,51	8,07	9,80	9,55	9,40
сумма	10,89	10,73	11,47	13,19	12,77	12,93
Цитрали:						
нераль	20,38	16,14	19,23	14,57	14,22	12,25
гераниаль	37,59	26,40	35,23	25,82	25,55	24,66
сумма	57,97	42,54	54,46	40,39	39,77	36,91
Эфиры:						
борнилацетат	0,07	0,05	0,01	0,01	—	—
геранилацетат	28,46	42,48	30,53	42,26	44,02	46,94
сумма	28,53	42,53	30,54	42,27	44,02	46,94
α -Копаен	0,09	0,18	0,04	0,05	—	0,07
β-Бурбонен	0,24	0,17	0,19	0,17	0,08	—
γ -Элемен	2,06	3,45	2,51	3,53	3,10	3,20
Вербенон	0,10	0,28	0,09	0,23	0,14	—
Строение не установлено	0,10	0,11	0,07	0,07	0,08	—
Содержание ЭМ в сухом веществе	0,39	0,47	0,71	0,75	0,71	0,46

Ретарданты заметно снижали урожайность только тех растений, которые предварительно были обработаны ГК. Они отличались более интенсивными ростовыми процессами, большей оводненностью тканей и относительно тонкими клеточными стенками. Однако и в этих вариантах влияние ретардантов на структуру урожая было незначительным. Содержание ЭМ в растениях, предварительно обработанных ГК, уменьшалось особенно сильно под влиянием кампозана (табл. 2).

Ретарданты в отличие от ГК стимулировали накопление ЭМ в растениях (табл. 2, 3), но их действие по-разному отражалось на составе масла (рисунок). Хлорхолинхлорид, вероятно, активизирует все стадии и направления биосинтеза компонентов ЭМ: состав масла по сравнению с контролем не изменялся. Даже в вариантах с предварительной обработкой растений ГК, под действием которой существенно нарушался баланс активности ферментов, отвечающих за образование тех или



Содержание основных групп терпеноидов в листьях змееголовника молдавского в разных вариантах опыта.

1 — контроль; 2 — ГК; 3 — ССС; 4 — кампозан; 5 — ГК + ССС; 6 — ГК + кампозан; а — спирты; б — цитралы; в — ацетаты.

иных компонентов ЭМ, хлорхолинхлорид не приводил к новым изменениям в составе масла.

Кампозан также стимулировал накопление масла в растениях, но, подобно ГК, вызывал нарушения в работе ферментативной системы образования компонентов ЭМ, избирательно активируя процессы накопления спиртов и их ацетатов. В варианте с предварительной обработкой растений ГК стимулирующее действие кампозана уже не проявлялось, хотя и была заметна тенденция к избирательной активации синтеза спиртов и эфиров.

Степень эффективности применения регуляторов роста изменялась под влиянием погодных условий (табл. 2). Достаточной влагообеспеченностью характеризовались вегетационные сезоны 1990, 1991 и 1993 гг., а 1992 год был засушли-

вым (56,3 мм осадков за июль — август при средней многолетней норме за этот период 137 мм). По температурному режиму на момент уборки растений (конец июля — начало августа) все годы, за исключением 1993, были благоприятными: среднесуточная температура составляла 17—18°С (в 1993 г. — 11—15°С). В 1990 и 1991 гг. прибавка сбора ЭМ с единицы площади от обработки растений ретардантами составила соответственно 4—38 и 36—58%, а в 1992 и 1993 гг. — 90—100 и 81—84%.

На фоне неблагоприятных погодных условий эффективность действия ретардантов была на 50—60% выше, чем в благоприятные годы. Эти обстоятельства свидетельствуют об увеличении адаптационных возможностей растений под влиянием экзогенной регуляции функции роста в предуборочный период.

Выводы

1. Обработка вегетирующих растений змееголовника молдавского за месяц до уборки водным раствором ГК незначительно увеличивала урожай зеленой массы, но одновременно снижала на 10—15% сбор ЭМ с единицы площади и устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям.

2. Под влиянием ГК нарушаются нормальные процессы биосинтеза ЭМ, что отражается на составе последнего.

3. Предуборочное ингибирование ростовых процессов ретардантами (хлорхолинхлоридом и кампозаном) существенно повышает содержание ЭМ в растениях и незначительно снижает урожай зеленой массы.

4. Хлорхолинхлорид, стимулируя в целом накопление в растениях ЭМ, не меняет его компонентного состава, т.е. не нарушает нормального баланса активности различных ферментов биосинтеза ЭМ

5. Кампозан, подобно ГК, вызывает изменения в процессе биосинтеза компонентов ЭМ, избирательно активируя образование спиртов и их ацетатов.

6. Эффективность применения ретардантов на 50—60% выше на фоне неблагоприятных погодных условий, что свидетельствует о перспективности экзогенной регуляции адаптивных возможностей биопродуктивности растений в онтогенезе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горяев М.И. Эфирные масла СССР. Алма-Ата: АН КазССР, 1952, с. 142. — 2. Дмитриев Л.Б., Воронина Е.П., Замуреев В.А., Клюев Н.А., Бухарин П.Д., Грандберг И.И. Состав эфирного масла эстрагона. — Изв. ТСХА, 1991, вып. 3, с. 186—188. — 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979, с. 226. — 4. Кислин Е.Н., Семичева Е.В. Влияние экзогенных фитогормонов и повреждающего воздействия шведских мух на изменение содержания эндогенных ци-

токининов на АБК в листьях кукурузы. — Тез. докл. 2-й конфер. «Регуляторы роста и развития растений». М., 1993, ч. 1, с. 33. — 5. Коноплев Е.Г. Пряно-ароматические и красильные культуры. — Пищевая промышленность, 1988, № 5, с. 56—57. — 6. Пигулевский Г.В. Эфирные масла. М.: Пищепромиздат, 1938, с. 398—399. — 7. Турина Е.В. Влияние сроков и способов посева на выход эфирных масел у змееголовника молдавского. — Тр. бот. сада Зап.-Сиб. филиала АН СССР, 1956, вып. 1, с. 55—59. — 8. Человская Л.Н., Тимчук К.С., Попов Ю.С. Биохимическая характеристика змееголовника молдавского. — В сб.: Вопросы интенсификации эфиромасличного производства в МолдССР, Кишинев: 1986, с. 19. — 9. Шаин С.С., Дмитриев Л.Б., Денисенко А.И., Грандберг И.И. — Изв. ТСХА, 1989, вып. 5, с. 191—196. — 10. Ennet D. Bi-Lexikon Heilpflanzen und Drogen/ — Leipzig: VEB bibliographische Institut, 1990, p. 69. — 11. Muntean L.S. Planta medicinale si aromatice cultivate in Romania Cluj: Editura Dacia, 1990, vol. 185—188. — 12. Roventa J., Lupescu R., Rascu L. Dracocephalum moldavica o planta medicinala si aromatica de perspectiva. — Bucuresti: 1975, p. 63.
Статья поступила 16 июня 1995 г.

SUMMARY

The effect of preharvesting treatment of plants *Dracocephalum moldavica* L. with growth regulators (*gibberellic acid*, *chlorcholinchloride* and *campozane*) on their development, the content of essential oil in them and its composition has been studied. Treating the plants with gibberellic acid reduces the amount of essential oil in them and changes its composition. Growth inhibitors increase the amount of essential oil in plants. Chlorcholinchloride does not change the composition of oil, and campozane increases the amount of alcohols and acetates and reduces the amount of citrals.