

**ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКСТРАКТОВ НЕКОТОРЫХ
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА CRASSULACEAE DC.**¹Б. Г. Цугкиев, доктор биологических наук, профессор¹С. А. Гревцова, кандидат биологических наук¹Л. Б. Наниева, аспирант²М. Ф. Правдюк, старший преподаватель²С. В. Скупневский, кандидат биологических наук¹Горский государственный аграрный университет²Северо-Осетинский государственный университет

им. К. Л. Хетагурова

E-mail: info@gorskigau.ru

Ключевые слова: Crassulaceae DC.,
хромато-масс-спектрометрия,
БАВ, очиток супротиволистный,
очиток линейный, очиток видный

Реферат. С целью более полного изучения химического состава *S. oppositifolium* (очиток супротиволистный), *S. spectabile* (очиток видный), *S. caucasicum* (очиток кавказский) и *S. lineare* Thunb (очиток линейный), интродуцированных в Коллекционном питомнике НИИ биотехнологии Горского ГАУ РСО-Алания, а также изучения наличия биологически активных веществ и их количественного содержания в процентах от общего числа обнаруженных компонентов (ОЧОК) провели анализ и идентификацию веществ хромато-масс-спектрометрическим методом. В результате исследования выявлено, что преобладающими биологически активными веществами, входящими в состав очитка супротиволистного, являются: 12-олеанен-3-ил ацетат, 3-оксо-урс-12-ен-28-овой кислоты метиловый эфир, лупеол ацетат, пальмитиновая кислота, линолевая кислота, токоферол; в состав очитка видного – ситостерол, токоферол, E-8-метил-7-додецен-1-ил ацетат, пальмитиновая кислота; очитка линейного – 12-олеанен-3-ил ацетат, циклоурсан-3-ил ацетат, ситостерол, токоферол, 1-метил-2-пиперидинметанол, лупенон. Таким образом, изученные очитки имеют большой энергетический запас по содержанию жирных кислот; обладают антиоксидантной активностью благодаря присутствию токоферола, полиненасыщенных жирных кислот, фитостеролов и других сопутствующих веществ; обладают самозащитными функциями благодаря большому содержанию воскообразующих веществ. Также можно судить об их терапевтической активности по присутствию терпеновых соединений, фитостеролов, стероидов и специфических физиологически активных веществ.

Растения вырабатывают значительное количество сложных химических соединений, не образующихся в животном организме. Лечебное действие многих видов лекарственных растений, применяющихся в научной и народной медицине, связано с наличием в них различных биологически активных веществ, которые при поступлении в организм животных и человека проявляют физиологически активные свойства и оказывают лечебное действие [1, 2].

Исследование БАВ относится к достаточно сложной задаче, требующей больших материальных и временных затрат. Это связано, в частности, с тем, что БАВ накапливаются в сложном многокомпонентном комплексе. С целью обеспечения эффективности и безопасности продукции активно внедряются самые современные инструментальные методы анализа и, в первую очередь, гибридные хроматографические методы (ВЭЖХ,

ГЖХ и ВЭТСХ). Хромато-масс-спектрометрия – метод анализа смесей главным образом органических веществ и определения следовых количеств веществ в объеме жидкости. Метод основан на комбинации двух самостоятельных методов – хроматографии и масс-спектрометрии. С помощью первого осуществляют разделение смеси на компоненты, с помощью второго – идентификацию и определение строения вещества, количественный анализ. Важно, что метод позволяет добиваться большей воспроизводимости хроматографических параметров, что позволяет проводить исследования растений без существенных «поправок» в методиках анализа [3].

Биологическая активность препаратов из растений семейства толстянковые в целом, а также химический состав этих растений до настоящего времени изучены недостаточно. На сегодняшний день более полно изучен лишь химический состав

видов рода *Rhodiola* [4], а среди представителей рода *Sedum sl. – S. acre* [5].

Таким образом, целью данного исследования явилось повышение изученности химического состава представителей семейства Crassulaceae DC.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования явились представители семейства Crassulaceae DC. рода *Sedum sl.: S. oppositifolium* (очиток супротиволистный), *S. spectabile* (очиток видный), *S. caucasicum* (очиток кавказский) и *S. lineare* Thunb (очиток линейный), интродуцированные в Коллекционном питомнике НИИ биотехнологии Горского ГАУ. Исследуемые очитки как представители семейства Crassulaceae DC. представляют значительный интерес в качестве сырья для лекарственных препаратов и ценной кормовой добавки в рацион животных [6, 7].

В связи с этим для изучения химического состава исследуемых очитков, а также изучения наличия биологически активных веществ мы провели анализ и идентификацию веществ хромато-масс-спектрометрическим методом.

Учитывая избирательную растворимость биологически активных веществ, пробами для введения в хромато-масс-спектрограф послужили вытяжки всех исследуемых очитков в трех растворителях в соотношении 160:10 – этаноле (96%), метаноле и хлороформе.

Хромато-масс-спектрометрический анализ исследуемых очитков проводили на квадрупольном хромато-масс-спектрографе фирмы Agilent Technolog 5860/5973. Условия аппарата следующие: капиллярная кварцевая колонка HP-5MS, газ-носитель – гелий, давление на входе в колонку 8 пси, скорость в системе регулирующего потока 20 мл/мин; ввод ручной, объем 1 мкл, режим ввода с разделением потока 1:40; температура инжектора 250 °С, температура колонки изменяется по программе от 70 °С до 280 °С, температура интерфейса 280 °С. Анализ проводили в режиме сканирования. Идентификацию осуществляли по сравнению масс-спектра вещества со стандартными спектрами библиотек TOX3 и NIST02.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В табл. 1 представлены результаты хромато-масс-спектрометрического анализа **очитка вид-**

ного (*S. spectabile*). В хлороформной вытяжке (X) было обнаружено 15 компонентов, в этанольной (Э) – 22; в метанольной (М) – 23 компонента.

Так, при идентификации хромато-масс-спектров биологически активных веществ, содержащихся в очитке видном (*S. spectabile*), в процентах от общего числа обнаруженных компонентов (ОЧОК), были обнаружены такие классы биологически активных веществ, как насыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты (НЖК, ПНЖК), фитостеролы и стероидные соединения, терпеновые соединения, воскообразующие вещества, высшие спирты и др. В комплексе большинство веществ являются составляющими компонентами эфирного масла, воска и жирного масла.

Жировой состав очитка видного представлен насыщенными жирными кислотами – миристиновой, пальмитиновой, а также полиненасыщенными жирными кислотами – линолевой и α -линоленовой. Пальмитиновая кислота была идентифицирована в этанольной и метанольной вытяжках. Миристиновая кислота в очитке видном была обнаружена в хлороформной и метанольной вытяжках. Альфа-линоленовая кислота и линолевая кислота, относящиеся к эссенциальным ПНЖК, в очитке видном идентифицировались: α -линоленовая кислота – в X-вытяжке, а линолевая кислота – в Э-вытяжке. Из фитостеролов в очитке видном содержатся ситостерол (в X-вытяжке и в Э-вытяжке), и кампестерол (в X-вытяжке, в Э-вытяжке), а также стероидное соединение – холестеран (в X-вытяжке).

В очитке видном содержатся такие терпеновые соединения, как дитерпеновый спирт фитол (в X-вытяжке) и тритерпеноид лупенон (в Э-вытяжке). Альфа-, бета- и гамма-токоферолы обнаружены в М- и Э-вытяжках.

В химическом отношении воски являются сложными эфирами жирных кислот и спиртов, но не глицерина, а высокомолекулярных одноатомных спиртов алифатического (жирного) ряда и циклических. Помимо обычных предельных жирных кислот (пальмитиновая, стеариновая и др.), в восках содержатся специфические кислоты с большой молекулярной массой, а также некоторые непредельные кислоты. Циклическими спиртами, содержащимися в восках, являются стеролы. В качестве составных частей всегда присутствуют некоторые количества предельных и непредельных углеводов [8]. Так, из воскообразующих веществ в очитке видном присутствуют такие классы соединений, как не-

предельный алифатический (высший) спирт 7,11,16-тетраметилгекса-2,6,10,14-тетраен-1-ол в Х-вытяжке; сложный эфир жирного спирта, который является феромоном – Е-8-метил-7-додецен-1-ол ацетат в М-вытяжке; воскообразующие алканы – гептакозан в Х-вытяжке, триаконтан в Х-вытяжке, нонакозан в Э-вытяжке; а также стеролы, предельные и непредельные жирные кислоты, описанные выше.

Также в очитке видном присутствует производное тиофена – 2-этил-5-изопентил-тиофен – ароматический пятичленный гетероцикл, содержащий один атом серы в цикле, который является физиологически активным веществом. Он был идентифицирован в Э-вытяжке. Фенольное соединение пара-винилгваякол (2-метокси-4-винилфенол), обнаруженный в М-вытяжке, а также углеводород октадекагидро-2Н-пицен-3-он в Э-вытяжке.

Следует отметить, что превалирующим биологически активным веществом, входящим в состав очитка видного, относительно общего числа обнаруженных компонентов в Х-вытяжке (ОЧОК=15) является ситостерол – 25,37% от ОЧОК; в М-вытяжке (ОЧОК=23) – токоферол – 28,07% от ОЧОК, Е-8-метил-7-додецен-1-ол аце-

тат в количестве 17,78% от ОЧОК; в Э-вытяжке (ОЧОК=22) – пальмитиновая кислота – 12,35% от ОЧОК, ситостерол – 20,6% от ОЧОК, токоферол – 18,69% от ОЧОК.

Таким образом, биохимический состав очитка видного показывает, что данный растительный ресурс имеет большой энергетический запас по содержанию жирных кислот; обладает антиоксидантной активностью благодаря присутствию токоферола, полиненасыщенных жирных кислот, фитостеролов и других сопутствующих веществ; обладает самозащитными функциями благодаря большому содержанию воскообразующих веществ. Также можно судить о его терапевтической активности по присутствию терпеновых соединений, фитостеролов, стероида и специфических физиологически активных веществ (октадекагидро-2Н-пицен-3-он, Е-8-метил-7-додецен-1-ол ацетат, 7,11,16-тетраметилгекса-2,6,10,14-тетраен-1-ол, пара-винилгваякол).

В табл. 2 представлен биохимический состав очитка супротиволистного (*S. oppositifolium*) в процентах от общего числа обнаруженных компонентов: в Х-вытяжке обнаружено 48 компонентов, в М-вытяжке – 35, в Э-вытяжке – 15.

Таблица 1

Основные биологически активные вещества, содержащиеся в очитке видном, идентифицированные с помощью хромато-масс-спектрометрии, % от ОЧОК

Систематическое название (IUPAC)	Тривиальное название	Растворитель		
		хлороформ (ОЧОК = 15)	метанол (ОЧОК = 23)	этанол (ОЧОК = 22)
Тетрадекановая кислота	Миристиновая кислота	1,73	0,47	-
Гексадекановая кислота	Пальмитиновая кислота	-	3,93	12,35
9,12,15-октадекатриеновая кислота	α-линоленовая кислота	4,35	-	-
9,12-октадекадиеновая кислота	Линолевая кислота	-	-	1,93
Кампестерол	Кампестерол	3,66	-	3,64
Бета-, гамма-ситостерол	Ситостерол	28,07	-	20,6
Фитол	Фитол	1,59	-	-
Лупенон	Лупенон	-	-	7,72
Альфа-, бета-, гамма-токоферол	Токоферол, витамин Е	-	25,37	18,69
Холестан		8,01	-	-
Нонакозан		-	-	5,06
Триаконтан		6,20	-	-
Гептакозан		6,24	-	-
2-метокси-4-винилфенол	Пара-винилгваякол	-	0,67	-
Октадекагидро-2Н-пицен-3-он		-	-	6,02
7,11,16-тетраметилгекса-2,6,10,14-тетраен-1-ол		3,68	-	-
Е-8-метил-7-додецен-1-ол ацетат		-	17,78	-
2-этил-5-изопентил-тиофен		-	-	22,93
Не идентифицированные вещества		36,47	51,78	1,06

В очитке супротиволистном содержится большой набор жирных кислот. Из насыщенных ЖК присутствуют: миристиновая кислота в X-, M- и Э- вытяжках, пальмитиновая в тех же трех вытяжках, тридециловая в M-вытяжке, арахидиновая в Э-вытяжке, а из полиненасыщенных ЖК – линолевая кислота в X-, M- и Э-вытяжках и метиловый эфир 7,10,13-гексадекатриеновой кислоты в X-вытяжке.

Также при идентификации химических веществ очитка супротиволистного было обнаружено достаточно большое количество терпеновых соединений. В виде эфиров присутствуют: в X-вытяжке производное лупана – лупеол ацетат; 12-олеанен-3-ил ацетат – в X-, M- и в Э-вытяжках; метиловый эфир 3-оксо-урс-12-ен-28-овой кислоты – в X- и в M-вытяжках. Из тритерпеноидов в очитке супротиволистном идентифицированы: α-амирин – в X-вытяжке; β-амирин – в M-вытяжке, сквален – в X-вытяжке, а также дитерпеновый спирт фитол в Э-, M- и X-вытяжках. Из фитостеролов в очитке супротиволистном обнаружены: ситостерол в M-вытяжке и кампестерол в X-вытяжке, а также стероид стигмастан-3,5-

диен в Э-вытяжке. Фенольное соединение паравинилгваякол идентифицировался в M-вытяжке, а токоферол в Э- и в X-вытяжках.

Следует отметить, что преобладающими биологически активными веществами, входящими в состав очитка супротиволистного, относительно общего числа обнаруженных компонентов в X-вытяжке (ОЧОК=48) являются: 12-олеанен-3-ил ацетат – 39,71 % от ОЧОК, 3-оксо-урс-12-ен-28-овой кислоты метиловый эфир – 22,4% от ОЧОК и лупеол ацетат – 11,58% от ОЧОК; в M-вытяжке (ОЧОК=35): 12-олеанен-3-ил ацетат – 13,38% от ОЧОК, 3-оксо-урс-12-ен-24-новой кислоты метиловый эфир – 5,64% от ОЧОК; в Э-вытяжке (ОЧОК=15): пальмитиновая кислота – 15,26% от ОЧОК, линолевая кислота – 15,26% от ОЧОК, токоферол – 24,46% от ОЧОК.

Таким образом, очиток супротиволистный является ценным источником биологически активных веществ различных классов, которые, проявляя свою физиологическую активность, оказывают терапевтический эффект.

В табл. 3 представлен биохимический состав очитка линейного (*S. lineare* Thunb.) в процен-

Таблица 2

Основные биологически активные вещества, содержащиеся в очитке супротиволистном, идентифицированные с помощью хромато- масс-спектрометрии, % от ОЧОК

Систематическое название (IUPAC)	Тривиальное название	Растворитель		
		хлороформ (ОЧОК = 48)	метанол (ОЧОК = 35)	этанол (ОЧОК = 15)
Тетрадекановая кислота	Миристиновая кислота	0,13	0,29	2,43
Гексадекановая кислота	Пальмитиновая кислота	1,06	2,95	15,21
Тридекановая кислота	Тридециловая кислота	-	1,86	-
Эйкозановая кислота	Арахидиновая кислота	-	-	2,86
9,12-октадекадиеновая кислота	Линолевая кислота	0,71	3,27	15,26
7,10,13-гексадекатриеновой кислоты метиловый эфир		-	-	7,05
Лупеол ацетат		11,58	-	-
12-олеанен-3-ил ацетат		39,71	13,38	6,22
β-амирин		-	1,98	-
3-оксо-урс-12-ен-28-овой кислоты метиловый эфир		22,4	5,64	-
α-амирин		2,73	-	-
2,6,10,15,19,23-гексаметил-2,6,10,14,18,22-тетракозагексаен	Сквален	-	-	4,02
Фитол	Фитол	0,22	0,33	3,57
Стигмастан-3,5-диен	Стигмастан	-	-	8,17
Бета-, гамма-ситостерол	Ситостерол	-	1,79	-
Кампестерол	Кампестерол	0,60	-	-
Альфа-токоферол	Токоферол	9,63	-	24,46
2-метокси-4-винилфенол	Пара-винилгваякол	-	0,62	-
Не идентифицированные вещества		11,23	67,89	10,75

Таблица 3

Основные биологически активные вещества, содержащиеся в очитке линейном, идентифицированные с помощью хромато- масс-спектрометрии

Систематическое название (IUPAC)	Тривиальное название	Растворитель		
		хлороформ (ОЧОК = 62)	метанол (ОЧОК = 54)	этанол (ОЧОК = 87)
Тетрадекановая кислота	Миристиновая кислота	0,27	-	0,05
Гексадекановая кислота	Пальмитиновая кислота	5,19	0,37	0,3
Тридекановая кислота	Тридециловая кислота	-	3,09	-
Эйкозановая кислота	Арахидиновая кислота	-	0,22	-
9,12-октадекадиеновая кислота	Линолевая кислота	2,97	2,24	0,34
Циклоурсан-3-ол ацетат		19,05	-	-
12-олеанен-3-ил ацетат		44,88	-	1,96
Олеан-12-ен	Олеанен	-	3,17	3,57
Лулеол	Лулеол	2,84	-	0,32
β-амирин		0,78	-	-
Луп-20 (29) -ен-3-он	Лупенон	-	-	12,65
24-метил-9,19-циклоаностан-3-ол	Метилциклоартанол	4,44	-	-
1-метил-4-изопропенилциклогексен-1	Лимонен	-	0,27	-
3,7,11-триметилдодека-2,6,10-триен-1-ол	Фарнезол	1,71	-	-
Фитол	Фитол	0,51	0,47	-
Ланостерол	Ланостерол	-	-	1,39
Бета-, гамма-ситостерол	Ситостерол	-	22,45	2,13
Кампестерол	Кампестерол	-	3,53	2,92
Альфа-токоферол	Токоферол	1,32	14,75	9,85
Пиридин-3-карбоксамид	Никотинамид, витамин PP	0,25	-	-
2-метокси-4-винилфенол	Пара-винилгваякол	-	0,51	-
Этил-1-метил-3-пиперидинкарбоксилат (пиперидинкарбоксилат)		5,98	-	-
1-метил-2-пиперидинметанол		-	18,3	-
Индено [2,1-b] хромин		-	1,62	-
Не идентифицированные вещества		9,81	29,01	64,52

тах от общего числа обнаруженных компонентов: в X-вытяжке обнаружено 62 компонента, в M-вытяжке – 54, в Э-вытяжке – 87.

В очитке линейном, так же как и в других исследуемых объектах, описанных выше, присутствуют насыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты: миристиновая кислота идентифицировалась в X-вытяжке; арахидиновая – в M-вытяжке, пальмитиновая – в M-, Э- и в X-вытяжках; тридециловая – в M-вытяжке; линолевая кислота – в X-, M- и в Э-вытяжках.

Широкий терпеновый состав обнаружен в исследуемом очитке линейном. Идентифицированы тритерпеновые сапонины и их производные: олеанен в M- и Э-вытяжках; лулеол в X- и Э-вытяжках; лупенон в Э-вытяжке, сложные эфиры: циклоурсан-3-ол ацетат и 12-олеанен-3-ил ацетат в X-вытяжке; производное тритерпеноида циклоартана – метилциклоартанол в X-вытяжке, а также дитерпеновый спирт фитол

в X- и M-вытяжках; сесквитерпеновый спирт фарнезол в X-вытяжке; монотерпен лимонен в M-вытяжке. Из фитостеролов в очитке линейном обнаружили: ланостерол в Э-вытяжке, ситостерол в M- и Э-вытяжках и кампестерол в M- и X-вытяжках. Также в данном исследуемом объекте обнаружены производные пиридина и пиперидина в X-вытяжке: 1-метил-2-пиперидинметанол и пиридин-3-карбоксамид. Токоферол в очитке линейном был идентифицирован во всех трех вытяжках; фенольное соединение пара-винилгваякол – в M-вытяжке, а также индено [2,1-b] хромин.

Следует отметить, что преобладающими биологически активными веществами, входящими в состав очитка линейного, относительно общего числа обнаруженных компонентов в X-вытяжке (ОЧОК=62) являются: 12-олеанен-3-ил ацетат – 44,88% от ОЧОК, циклоурсан-3-ол ацетат – 19,05% от ОЧОК; в M-вытяжке (ОЧОК=54): си-

тостерол – 22,45 % от ОЧОК, токоферол – 14,75 % от ОЧОК, 1-метил-2-пиперидинметанол – 18,3 % от ОЧОК; в Э-вытяжке (ОЧОК=87): лупенон – 12,65% от ОЧОК, токоферол – 9,85% от ОЧОК.

Таким образом, очиток линейный, так же, как и вышеописанные образцы, является источником биологически активных веществ различной природы и физиологического действия.

ВЫВОДЫ

1. Биохимический состав очитков, интродуцированных в РСО-Алания, богат биологически активными веществами, которые являются составляющими компонентами эфирных ма-

сел, жирных масел и воска, антиоксидантами, энергетическими источниками, фитонцидами и обладают различными фармакологическими свойствами (адаптогенными, иммуностимулирующими, противовоспалительными, противоопухолевыми и др.).

2. Исследуемые очитки являются ценными источниками биологически активных веществ широкого спектра действия.
3. Биоресурсный потенциал исследуемых очитков позволяет рекомендовать их в качестве высококачественной лечебной кормовой добавки в рацион животных, а также ценной сырьевой базы растительного происхождения для фармакологической промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Георгиевский В. П., Комиссаренко П. Ф., Дмитрук С. Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. – Новосибирск: Наука, 1990. – 333 с.
2. Пасешиниченко В. А. Растения – продуценты биологически активных веществ // Соросовский образовательный журнал. Сер. Биология. – 2001. – Т. 7, № 8. – С.13–19.
3. Голубицкий Г. Б. Хроматографический анализ многокомпонентных полифункциональных лекарственных препаратов: дис. ... д-ра хим. наук [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/khromatograficheskii-analiz-mnogokomponentnykh-polifunktsionalnykh-lekarstvennykh-preparatov#ixzz2dwTekuCd> (Дата обращения 15.09.2013).
4. Рыбакова Г. Р. Накопление биомассы и содержание салидрозида в родиоле розовой при различных спектральных режимах искусственного облучения и возможности ее использования как функциональной добавки: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2003. – 18 с.
5. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование: Семейство Scrophulariaceae – Plantaginaceae. – СПб.: Наука, 1990. – 328 с.
6. Наниева Л. Б. Получение и цитологический анализ каллусной культуры очитков in vitro // Аграр. вестн. Урала. – 2013. – № 10 (160). – С. 15–18.
7. Наниева Л. Б., Гревцова С. А. Качественный и количественный аминокислотный состав некоторых представителей семейства Crassulaceae DC., интродуцируемых в условиях РСО-Алания // Известия: науч.-теор. журн. Горского ГАУ. – Владикавказ, 2013. – Т. 50, ч. 3. – С. 321–324.
8. Муравьева Д. А., Самылина И. А., Яковлев Г. П. Фармакогнозия: учеб. – 4-е изд. – М.: Медицина, 2007. – 656 с.

CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS IN THE EXTRACTS OF SOME REPRESENTATIVES OF FAMILY CRASSULACEAE DC.

B. G. Tsugkiev, S. A. Grevtsova, L. B. Nanieva, M. F. Pravduk, S. V. Skupnevsky

Key words: Crassulaceae DC., chromate-mass-spectrometry, *S. oppositifolium*, *S. lineare*, *S. spectabile*.

Summary. With the aim to study more profoundly the chemical composition of S. oppositifolium, S. spectabile, S. caucasicum and S. lineare, which were introduced in the Collection nurse of Research Institute of Biotechnology under Gorsky SAU of Republic of North Ossetia – Alania, as well as to study biologically active substances available and their qualitative percentage content from the total number of detected components (TNDC), the analysis and identification of the substances were performed with chromate-mass-spectrometric method. As a result of the study, it was revealed that the prevailing biologically active substances, being part of the composition of S. oppositifolium, are: 12-oleanin-3-yl acetate, 3-oxo-urs-12-en-28-oic acid methyl ester, lupeol acetate, palmitinic acid, linoleic acid, tocopherol; S. Spectabile: Sitosterol, tocopherol, E-8-methyl-7-

dodecen-1-yl acetate, palmitinic acid; S. lineare: 12-oleanin-3-yl acetate, cycloursan-3-yl acetate, cytosterol, tocopherol, 1-methyl-2-piperidinethanol, lupenone. Thus, the crassula studied has great energetic supply for the content of fatty acids; possesses antioxidant activity due to available tocopherol, polyunsaturated fatty acids, phytosterols and other concomitant substances; owns self-protective functions due to the abundance of wax-forming substances. Their therapeutic activity can be estimated the same way due to the presence of terpene compounds, phytosterols, steroids and specific physiologically active substances.

УДК 330.111.2:632.951:595.768.12

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА НА РАЗНЫХ СОРТАХ КАРТОФЕЛЯ

Н. С. Чуликова, старший научный сотрудник
Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского
хозяйства Россельхозакадемии
E-mail: natalya-chulikova@yandex.ru

Ключевые слова: картофель, сорта, колорадский картофельный жук, химические и биологические инсектициды, биологическая эффективность, урожай, затраты производства, себестоимость, рентабельность

Реферат. *В настоящее время нет практически устойчивых к колорадскому жуку сортов картофеля. Потери урожая на неустойчивых сортах при высокой численности вредителя и без проведения защитных мероприятий могут достигать 25–50 %, в отдельных случаях 80–100 %. Поэтому требуются ежегодные проведения мероприятий по защите картофеля от вредителя с использованием химических и биологических инсектицидов. Целью исследований было сопоставление экономической эффективности от использования химических и биологических инсектицидов против колорадского жука на разных сортах картофеля. Для оценки экономической эффективности использования инсектицидов для защиты картофеля от колорадского жука была установлена их биологическая эффективность. В среднем по всем сортам биологическая эффективность инсектицида танрек составляла 56 %, последующей обработки шарпеем – 84, биоинсектицидов битоксибациллин и фитOVERM – 69 и 77 % соответственно. Следовательно, с биологической точки зрения применение данных инсектицидов эффективно и требует оценки экономических показателей их использования. Последовательное применение химических инсектицидов танрек и шарпей экономически эффективно при выращивании раннего сорта Любава (прибыль – 165,2 тыс. руб./га, рентабельность – 360,6 %). Экономические показатели производства культуры при использовании биоинсектицидов по сравнению с химическими ниже в 1,1–1,3 раза (прибыль – 66–67 тыс. руб./га, рентабельность – 142 %) из-за высокой нормы расхода (битоксибациллин) и стоимости защитных мероприятий (битоксибациллин и фитOVERM).*

В настоящее время имеется достаточно большое разнообразие сортов картофеля, способных давать стабильные и высокие урожаи, но нет практически устойчивых к колорадскому жуку. На неустойчивых сортах при высокой численности вредителя и без проведения защитных мероприятий потери продукции могут достигать 25–50 %, в отдельных случаях 80–100 %. Такое значительное снижение выхода клубней обусловлено особенностями биологии колорадского жука и его вредоносностью. Поэтому требуется ежегодное проведение мероприятий по защите картофеля от

вредителя с использованием химических и биологических инсектицидов.

В 2013 г. для защиты картофеля от данного вредителя разрешены к использованию на территории РФ 87 химических препаратов из 7 классов (фосфорорганические, пиретроиды, неристоксины, фенилпиразолы, неоникотиноиды, комбинированные инсектициды, ингибиторы синтеза хитина) и 4 биологических препарата из 2 классов (бактериальные, авермектины) [1]. У данных инсектицидов наблюдается большой разброс по нормам расхода (от 0,06 л/га у химических и до