

УДК 634.1/7:591:631.95+634:574(477.7)328.28

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФАКТОР ОРГАНИЗАЦИИ ПАТОСИСТЕМ И ИХ КОЭВОЛЮЦИИ НА ПРИМЕРЕ РЕГУЛЯЦИИ ОНТОГЕНЕЗА И ВОСПРОИЗВОДСТВА ACARI И INSECTA И СИНХРОНИЗАЦИИ ИХ ФИЛОГЕНЕЗА С ANGIOSPERMAE. СООБЩЕНИЕ 1

**В. И. Митрофанов¹, Ю. М. Фадеев¹, А. В. Манько², Э. Р. Мыттус³,
С. Я. Попов⁴, Г. В. Ходаков¹, А. А. Хаустов¹, Л. П. Ягодинская¹**

¹ Никитский ботанический сад — Национальный научный центр УААН,
пгт Никита, Ялта, АР Крым, 98648 Украина
E-mail: nbs1812@ukr.net; nbg@yalta.crimea.ua

² Институт защиты растений УААН, ул. Васильковская, 33, Киев, 03022 Украина

³ Эстонский аграрный университет, ул. Вески, 13, Тарту, 51005 Эстония

⁴ Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева,
Лиственничная аллея, 49, Москва, 127550 Россия

Принято 28 сентября 2006

Информационный фактор организации патосистем и их коэволюции на примере регуляции онтогенеза и воспроизводства Acari и Insecta и синхронизации их филогенеза с Angiospermae. Митрофанов В. И., Фадеев Ю. М., Манько А. В., Мыттус Э. Р., Попов С. Я., Ходаков Г. В., Хаустов А. А., Ягодинская Л. П. — В статье рассмотрены изопреноидные регуляции онтогенеза организмов, структурных процессов в сообществах, а также эволюции и адаптации видов, сделана попытка теоретического обоснования для использования в управлении ростом популяций на основе анализа категорий скорости рождаемости (продуктивности) и смертности, составляющих таблиц жизни (life tables), в охране редких видов и борьбе с патогенами растений.

Ключевые слова: терпеноиды, биохимическая регуляция, онтогенез, филогенез, адаптогенез, метаболизм экосистем.

Information Factors of Pathosystems Organisation and Their Coevolution on an Example of Regulation of Ontogenesis and Reproduction of Acari and Insecta and Synchronization of Their Phylogenesis with Angiospermae. Mitrofanov V. I., Fadeev Yu. M., Man'ko A. V., Mytthus E. R., Popov S. Ya., Khoda-kov G. V., Khaustov A. A., Yagodinskaya L. P. — Izoprenoid regulation of ontogenesis of organisms, demographic processes in structure of populations and also evolution and adaptation of species are considered. Theoretical substantiations of its practical use for management of population growth in rare species conservation and in plant pathogene control are attempted based on analysis of birth and death rate categories (productivity), which form the life tables.

Key words: terpenoids, biochemical regulation, ontogenesis, phylogenesis, adaptogenesis, metabolism of ecosystems.

Посвящается

155-летию со дня рождения И. Ф. Шмальгаузена
и 120-летию со дня рождения И. И. Шмальгаузена

Введение

Терпеноидная регуляция онтогенеза и воспроизводства Acari и Insecta и синхронизация их филогенеза с Angiospermae является мощным фактором самоорганизации и эволюции экосистем, в наибольшей степени отвечающей задачам долговременного и устойчивого удержания популяций вредящих видов на низком уровне в агроэкосистемах и управления популяциями редких и исчезающих видов с целью сохранения биоразнообразия.

Целью всякого управления (регулирования) эпидемическими (сукцессионными) процессами в природных и искусственных ценозах является повышение устойчивости биологических систем и

сохранение стабильности популяций входящих в них видов. Живые организмы, будучи устойчивыми неравновесными с окружающей средой системами, функционирующими согласно принципу Э. С. Бауэра (1935) II закона термодинамики (а не принципа Лешателье), являются как бы островками упорядоченности в кажущемся океане беспорядка. Однако такая оценка ошибочна. Многие вторичные метаболиты растений проявляют весьма высокую способность активно воздействовать на гормональную систему, развитие, половую коммуникацию и плодовитость фитофагов и как видно из материалов данной статьи, эта их роль в эволюции усиливается. Роль всех веществ такого типа действия на размножение, наследственный аппарат, онтогенез и поведение животных в коэволюции растений и фитофагов выражается в формировании определенного биосферного баланса (гомеостаза) в целом между растительностью и консументами в виде иерархии патосистем, образуя единое метаболическое пространство, центром которого изначально является растение.

Проблема коэволюции растений и животных-фитофагов, в особенности клещей, слабо освещена в современной литературе. Рост интереса к этой проблеме обусловлен постановкой практической задачи разработки и освоения методов долговременного регулирования эпидемиологического роста популяций нежелательных видов. Ведущая роль в этом отводится применению изопреноидов – физиологически активных веществ информационного типа (феромонам, кайромонам, гормонам и проч.). Считается, что «появление» покрытосеменных растений (*Angiospermae*) сложилось в ходе нормальной конкурентной эволюции, носившей когерентный характер, не ранее конца Юры – начала Мелового периода, синхронно с формированием отряда чешуекрылых – *Lepidoptera* класса *Insecta* и плацентарных млекопитающих подкласса *Placentalia* (Жерихин, 1978). Происхождение млекопитающих датируется поздним Триасом, а плацентарных и сумчатых – ранним Мелом (Жерихин, 1978: 319, 348). Проведенное нами углубленное изучение происхождения *Tetranychoida* – представителей высших *Asagi* – выявило у них аналогичную сопряженность (Митрофанов, 1983), подтверждающую общую закономерность, отмеченную ранее М. С. Гиляровым (1949), что «во всех звеньях животного мира... растительность вырабатывается лишь на высших ступенях развития». Рассмотрим это на примере *Asagi* в сравнении с *Lepidoptera* (*Insecta*).

Цель и задачи

Роль изопреноидов у клещей еще мало изученная область знаний. Участие этих веществ доказано в гормональной регуляции онтогенезов у *Asagi*, в их межполовой и внутривидовой коммуникации (феромоны) и в межвидовых взаимодействиях «хищник–жертва» и «паразит–хозяин» (кайромоны, аттрактанты, репелленты). Изучение этих веществ необходимо для разработки современных методов управления скоростью роста популяций вредящих видов с помощью нарушения демографической структуры популяций, хода онтогенеза и поведения организмов.

Основной целью настоящих исследований был поиск общебиологических закономерностей и факторов влияния на воспроизводство и онтогенез клещей и насекомых. С позиций коэволюционного подхода необходимо было выявить механизмы, лежащие в основе самоорганизации и саморегуляции естественных биоценозов, для оценки возможности использования этих механизмов в противопаразитарной (т. е. не допускающей г-эпифитотий и К-энфитотий) стабилизации нарушенных и искусственных агроценозов. Кроме того, необходимо подвести некоторые итоги апробации биологически активных веществ, влияющих на онтогенез, демографическую структуру и поведение, проявляющихся в конечном счете в таких количественных признаках, как выживаемость (смертность) и продуктивность (плодовитость).

Материал и методы

Материалом для исследований служили физиологически активные вещества, выделенные из хвойных, полыни лимонной, цератостигмы и других растений методами тонкослойной и газожидкостной хроматографии, а также метаболиты из куколок чешуекрылых и продукты искусственного синтеза (феромоны и АЮГ–80А), произведенные Эстонским аграрным университетом и фирмой «Флора» (Тарту, Эстония), феромоны Института биологических методов защиты растений МАН и фирмы «Интер–БАВ» (Кишинев, Молдова), феромон тревоги тлей Всероссийского НИИ биологической защиты растений РАСХН (Краснодар, Россия), феромон клещей Института органической химии им. В. П. Зелинского РАН (Москва, Россия), феромон восточной плодовой гнилицы Всероссийского НИИ химических средств защиты растений РАСХН (Москва, Россия), феромоны чешуекрылых и муравьев Института органической химии и биохимии Чешской АН (Прага, Чехия).

Кроме того, в многолетних лабораторных и полевых испытаниях были апробированы препарат Стирруп-М (половой феромон паутинных клещей и кайрамон хищных клещей и насекомых), производства фирмы *Ferhone Chemicals Inc.* (1523, N. Post Oak Road, Houston, Texas 77055, США), а также ювеноид-инсектар (АЮГ) и димилин (ИСХ), сесквитерпены – регуляторы роста и развития, произведенные иностранными фирмами. Как известно, родоначальником всех сесквитерпенов (в основном феромонов) является фарнезол, а простое удвоение его молекулы открывает возможность синтеза тритерпенов (в основном гормонов).

Препарат Стирруп-М состоит из бинарной смеси двух соединений, включающей в себя 0,972%-ный фарнезол (3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatrien-1-ol) и 0,788%-ный неролидол (3,7,11-trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol); остальные 98,24% – инертный ингридиент. Для проведения опытов с феромоном Стирруп-М его предварительно (1,5 мм эмульсии) разводили в 10 л воды. Адсорбентом феромона служили высушенные мелкие фракции промытого строительного песка. В лабораторных опытах использовали в качестве субстрата листовые диски яблони сортов Банан зимний и Гольден делишес.

В качестве тест-объектов использовали самцов лабораторных и природных популяций боярышникового клеща, самцов и самок хищных клещей *Zetzelia mali* Ewing и *Euseius finlandicus* (Oudem.), а также особей клещейных жуков-стеторусов (*Stethorus punctillum* Ws.) и двух видов златоглазок (*Chrysopa carnea* Steph. и *Nineta flava* Scop.). Контролем служили промытые и необработанные феромоном песчинки, а также листья, опрыснутые водой. Феромон (ф.) наносили на адсорбированные его песчинки, которые размещали в виде разных геометрических фигур. В других случаях листья обрабатывали погружением в рабочий раствор на 0,5 площади его поверхности до центральной жилки. За перемещениями клещей и насекомых следили под биноклем через определенные промежутки времени. В лабораторных опытах препарат применяли в качестве аттрактивной добавки к половинным дозам акарицидов и сравнивали их с полными дозами тех же акарицидов, но без добавления феромона клещей.

Испытывали следующие акарициды: 20% к. э. демитана в дозе 0,5 л/га и 0,25 л/га + ф.; 20% в. п. ниссорана в дозе 0,5 кг/га и 0,25 кг/га + ф.; 20% с. п. санмайта в дозе 0,5 кг/га и 0,25 кг/га + ф. и 55% с. к. торка в дозе 0,75 л/га и 0,3 л/га + ф.; для наглядности в таблицах приведены усредненные данные по всем четырем вариантам с полной дозой и четырем вариантам с половинной дозой акарицидов с добавлением феромона самцов клещей в сравнении с контролем (чистая вода).

Полученные результаты сравниваются с ранее проведенными экспериментами на лабораторных и природных популяциях чешуекрылых и тлей в мелкоделяночных опытах в хозяйствах Крыма (Петрушова и др., 1992; Митрофанов и др., 2001).

Все испытания проводили по оригинальным и стандартным методам качественного анализа, принятого в токсикологии по оценке состояний, а также количественными методами экологического мониторинга (Life table) по методам, разработанным ВИЗР (Россия) («самцовый вакуум», «дезорентация самцов» и проч.). Достоверность результатов оценивали по t-критерию Стьюдента с 95%-ным уровнем вероятности.

Результаты

Экорегуляция терпеноидами растений скорости воспроизводства феромонами и завершенности онтогенеза гормонами Acari и Arthropoda в целом

Сложные коммуникационные и трофические взаимоотношения существуют на биохимическом уровне между растениями, клещами, насекомыми и грибами. С точки зрения управления ростом их популяций, интерес представляют вещества, участвующие в нетрофических взаимодействиях. Общим для них является наличие у высших простигматических клещей *Tetranychoidae*, специализированных к питанию преимущественно цветковыми растениями, у грибов и насекомых – функционирующей феромонной межполовой коммуникации на основе изомеров сесквитерпена $C_{15}H_{26}O$ – фарнезола. Это биологически активное вещество (БАВ) чрезвычайно широко распространено в мире растений. Оно встречается, начиная с цианобактерий – представителей прокариот царства цианобионтов (Cyanobionta надцарства Procaruota, или «синезеленые водоросли») – самых первых организмов на Земле вместе с бактериями (конец раннего археозоя ~ 3,7–3,5 млрд лет тому назад, живущих поныне и продуцирующих свободный кислород), вплоть до царства растений (Phyta надцарства Eucaryota). Первые эукариоты (грибы, одноклеточные животные и водоросли) появились в Протерозое.

Сесквитерпен α -фарнезол (3,7,11-триметил-2,6,10-додекатриен-1-ол) в смеси с неролидолом (3,7,11-триметил-1,6,10-додекатриен-3-ол) являются базовыми ингридиентами полового феромона Стирруп-М производства Fermone Chemicals Incorporation (США) для паутиных клещей *Tetranychus urticae* Koch (Митрофанов, Кульман, 1990; Митрофанов и др., 1994) и кайромоном для хищных клещей-фитосейд и насекомых, питающихся тетраниховыми клещами.

В результате последних лабораторных опытов было установлено, что Стирруп-М является не только половым феромоном паутиных клещей (табл. 1), но и обладает непосредственной кайромонной активностью в отношении двух видов хищных клещей – для *Zetzelia mali* Ewing и *Euseius finlandicus* (Oudem.). В течение первых 15 мин от 21,3 до 98,6% особей хищников находили источник (каплю) феромона, погружали в него хелицеры, а затем двигались вокруг него в поисках добычи. В контроле, где вместо раствора Стирруп-М использовали воду, реакции хищных клещей не наблюдали (табл. 2, 3).

Таблица 1. Динамика привлечения самцов боярышникового клеща *Amphitetranychus viennensis* феромоном Стирруп-М (лабораторный опыт)

Table 1. Dynamics of attractation of male *Amphitetranychus viennensis* with pheromone Stirrup-M (laboratory test)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Стирруп-М (3 ч после обработки)	42,86	29,84					
Контроль (3 ч)	9,14	3,02	7	33,71	32,57	2,74	0,97
Стирруп М (7 ч)	65,14	48,32	7	-22,29	34,30	-1,72	0,86
Контроль (7 ч)	1,29	1,60	7	41,57	28,40	3,87	0,99
Стирруп М (9 ч)	87,86	38,78	7	-45,00	34,40	-3,46	0,99
Контроль (9 ч)	0,00	0,00	7	42,86	29,84	3,80	0,99
Стирруп М (12 ч)	58,00	54,26	7	-15,14	33,88	-1,18	0,72
Контроль (12 ч)	28,57	48,80	7	14,29	28,20	1,34	0,77
Стирруп М (24 ч)	68,71	47,94	7	-25,86	36,21	-1,89	0,89
Контроль (24 ч)	0	0	7	42,86	29,84	3,80	0,99
Стирруп-М (7 ч)	65,14	48,32					
Контроль (3 ч)	9,14	3,02	7	56,00	50,22	2,95	0,97
Контроль (7 ч)	1,29	1,60	7	63,86	47,73	3,54	0,99
Стирруп М (9 ч)	87,86	38,78	7	-22,71	39,17	-1,53	0,82
Контроль (9 ч)	0	0	7	65,14	48,32	3,57	0,99
Стирруп М (12 ч)	58	54,26	7	7,14	45,18	0,42	0,31
Контроль (12 ч)	28,57	48,80	7	36,57	47,17	2,05	0,91
Стирруп М (24 ч)	68,71	47,94	7	-3,57	23,80	-0,40	0,29
Контроль (24 ч)	0	0	7	65,14	48,32	3,57	0,99
Стирруп-М (9 ч)	87,86	38,78					
Контроль (3 ч)	9,14	3,02	7	78,71	40,24	5,18	1,00
Контроль (7 ч)	1,29	1,60	7	86,57	38,18	6,00	1,00
Контроль (9 ч)	0	0	7	87,86	38,78	5,99	1,00
Стирруп М (12 ч)	58	54,26	7	29,86	48,26	1,64	0,85
Контроль (12 ч)	28,57	48,80	7	59,29	52,68	2,98	0,98
Стирруп М (24 ч)	68,71	47,94	7	19,14	37,28	1,36	0,78
Контроль (24 ч)	0	0	7	87,86	38,78	5,99	1,00
Стирруп-М (12 ч)	58	54,26					
Контроль (3 ч)	9,14	3,02	7	48,86	56,97	2,27	0,94
Контроль (7 ч)	1,29	1,60	7	56,71	53,06	2,83	0,97
Контроль (9 ч)	0	0	7	58,00	54,26	2,83	0,97
Контроль (12 ч)	28,57	48,80	7	29,43	48,57	1,60	0,84
Стирруп М (24 ч)	68,71	47,94	7	-10,71	40,79	-0,69	0,49
Контроль (24 ч)	0	0	7	58,00	54,26	2,83	0,97
Стирруп-М (24 ч)	68,71	47,94					
Контроль (3 ч)	9,14	3,02	7	59,57	49,57	3,18	0,98
Контроль (7 ч)	1,29	1,60	7	67,43	47,19	3,78	0,99
Контроль (9 ч)	0,00	0,00	7	68,71	47,94	3,79	0,99
Контроль (12 ч)	28,57	48,80	7	40,14	57,68	1,84	0,88
Контроль (24 ч)	0,00	0,00	7	68,71	47,94	3,79	0,99

Условные обозначения: M – среднее; S – стандартное отклонение; N – количество наблюдений; D – разность; SD – стандартное отклонение разности; p – вероятность различий.

В полевых условиях в течение ряда лет применяли акарициды со стандартными нормами расхода, а также с нормами расхода, уменьшенными в 2 раза в сочетании с феромоном Стирруп-М. При этом было обнаружено, что на участках, где в качестве аттрактанта к акарицидам добавлялся Стирруп-М, на протяжении всего периода вегетации численность полезной энтомоакарифауны превышала таковую на площадях, где обработка проводилась только акарицидами, в 3–10 раз. Так, плотность популяции златоглазки (*Chrysopa carnea* Steph.), по усредненным вариантам, постепенно нарастала и на 21-е сут после обработки превышала таковую в контроле (табл. 4). Количество яиц двух видов златоглазки (*Chrysopa carnea* Steph. и *Nineta flava* Scop.) на этих вариантах было в 3–8 раз больше, чем в вариантах, где примеряли акарициды со стандартными нормами расхода и в 1,2–1,6 раза выше, чем в контроле; на контрольном участке на 37-е сут после обработки яйца *Nineta flava* Scop. не были обнаружены вовсе (табл. 5, 6).

Три учета численности имаго *Stethorus punctillum* Ws., проведенные на 5-е, 14-е и 21-е сут после обработки, также показали увеличение плотности его популяции: в вариантах, где был использован Стирруп-М оно было в 4–9 раз больше, чем в других вариантах, и в 2 раза больше, чем в контроле (табл. 7).

Таблица 2. Кайромонная активность Стирруп-М для имаго хищного клеща *Zetzelia mali* (ООО «Гвардейское», 1999 г.)

Table 2. Kairomone activity of Stirrup-M for adults of *Zetzelia mali* (field test in farm («Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Стирруп-М	104	1,58					
Контроль	40,6	55,59	5	63,40	54,69	2,59	0,94

Таблица 3. Кайромонная активность Стирруп-М для имаго хищного клеща *Euseius finlandicus* (ООО «Гвардейское», 1999 г.)

Table 3. Kairomone activity of Stirrup-M imago of *Euseius finlandicum* adults (field test in farm of «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Стирруп-М	101,80	1,30					
Контроль	60,60	55,32	5	41,2	55,06	1,67	0,83

Таблица 4. Численность имаго *Chrysopa carnea* по усредненным вариантам опыта (ООО «Гвардейское», 1999 г.)

Table 4. Number of *Chrysopa carnea* adults according to average version of test (field test in farm «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Акарициды со стандартными нормами расхода без добавления Стирруп-М	84,40	47,19					
Акарициды в сочетании с феромоном Стирруп-М	84,60	44,51	5	–0,2	71,78	–0,01	0,00
Контроль	4,00	2,65	5	80,4	47,87	3,76	0,98
Акарициды в сочетании с феромоном Стирруп-М	84,60	44,51					
Контроль	4,00	2,65	5	80,6	44,08	4,09	0,99

Лабораторные анализы листьев яблони под бинокляром выявили наличие в вариантах двух видов хищных клещей (*Zetzelia mali* Ewing и *Athroseius caudiglans* Schuster). Численность первого хищника была чуть ниже, чем в контроле, на протяжении четырех учетов, и лишь в последнем учете она превысила контроль. Плотность популяции второго вида была близка к контролю на протяжении всего времени наблюдений (табл. 8, 9).

В итоге эти и ранее проведенные эксперименты (Митрофанов и др., 2001) наглядно демонстрируют активное накопление полезной фауны в результате применения феромона и кайромона Стирруп-М даже на фоне химических обработок. Этот препарат может быть настоятельно рекомендован для практического применения в чистом виде или совместно с биоагентами для стимуляции накопления полезной фауны в агроценозах.

К этим двум сесквиптерпенам (фарнезолу и неролидолу) близки по строению: основной компонент феромона бабочек яблонной плодовой гнили *Laspeyresia pomonella* L. (транс-8, транс-10-додекадиен-1-ол), сильнодействующий феромон

Таблица 5. Количество яиц *Chrysopa carnea* по усредненным вариантам опыта (ООО «Гвардейское», 1999 г.)

Table 5. Number of eggs *Chrysopa carnea* according to average version of test (field test in farm «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	М	S	N	D	SD	t-критерий	p
Акарициды со стандартными нормами расхода без добавления Стирруп-М	88,80	45,74					
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	70,60	51,42	5	18,20	80,77	0,50	0,36
Контроль	17,60	3,97	5	71,20	46,61	3,42	0,97
Акарициды в сочетании с феромоном Стирруп-М	70,60	51,42					
Контроль	17,60	3,97	5	53,00	47,60	2,49	0,93

Таблица 6. Количество яиц *Nineta flava* по усредненным вариантам опыта (ООО «Гвардейское», 1999 г.)

Table 6. Number of eggs *Nineta flava* according to average version of test (field test in farm «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	М	S	N	D	SD	t-критерий	p
Акарициды со стандартными нормами расхода без добавления Стирруп-М	45,60	56,65					
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	91,60	44,51	5	-46,00	55,79	-1,84	0,86
Контроль	7,80	5,72	5	37,80	53,49	1,58	0,81
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	91,60	44,51					
Контроль	7,80	5,72	5	83,80	45,57	4,11	0,99

Таблица 7. Численности имаго *Stethorus punctillum* по усредненным вариантам опыта (ООО «Гвардейское», 1999 г.)Table 7. Number of *Stethorus punctillum* adult beetles according to average version of test (field test in farm «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Акарициды со стандартными нормами расхода без добавления Стирруп-М	0,50	0,71					
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	60,00	77,78	2	-59,50	77,07	-1,09	0,53
Контроль	6,50	6,36	2	-6,00	5,66	-1,50	0,63
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	60,00	77,78					
Контроль	6,33	4,51	3	71,67	59,50	2,09	0,83

Таблица 8. Динамика численности хищного клеща *Zetzelia mali* по усредненным вариантам опыта (ООО «Гвардейское», 1999 г.)Table 8. Dynamics of number of predatory mites *Zetzelia mali* according to average version of test (field test in farm «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Акарициды со стандартными нормами расхода без добавления Стирруп-М	69,00	62,99					
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	118,80	1,92	5	-49,80	61,35	-1,82	0,86
Контроль	104,00	1,58	5	-35,00	62,54	-1,25	0,72
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	118,80	1,92					
Контроль	104,00	1,58	5	14,80	1,79	18,50	1,00

Таблица 9. Численность имаго хищного клеща *Anthoseius caudiglans* по усредненным вариантам опыта (ООО «Гвардейское», 1999 г.)Table 9. Number of adult predatory mites *Anthoseius caudiglans* according to average version of test (field test in farm «Gvardeiskoye», Crimea, 1999)

Варианты опыта	M	S	N	D	SD	t-критерий	p
Акарициды со стандартными нормами расхода без добавления Стирруп-М	70,80	64,64					
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	73,80	67,37	5	-3,00	2,74	-2,45	0,93
Контроль	106,80	3,96	5	-36,00	61,67	-1,31	0,74
Акарициды с половинными нормами расхода в сочетании с феромоном Стирруп-М	73,80	67,37					
Контроль	106,80	3,96	5	-33,00	64,40	-1,15	0,68

тревоги тлей *Myzodes persicae* Schulz (транс- β -фарнезен), полученный ВНИИБЗР (Краснодар) и успешно испытанный нами (Митрофанов и др., 1996), а также феромон для самцов гвоздичной листовертки *Sacoecimorpha pronubana* Hbn. сложного состава: цис- и транс-11-тетрадецениловый ацетат; цис-11-тетрадеценол; цис-9-тетрадецениловый ацетат (а. с. 1300672).

В подцарстве Telomorphyta высших растений, в отделе (типе) покрытосеменных — Angiospermae или цветковых (= Magnoliophyta) — α -фарнезол присутствует в цветках липы, листьях и плодах земляники, в листьях и кожуре плодов яблони и груши, являясь пищевым аттрактантом для гусениц яблонной плодожорки и влияя на ориентацию после выхода их из яйца (Франц, Криг, 1984).

Родственными фарнезолу являются сесквитерпены: ювенильный гормон фитонеотенин (= ювабион), выделенный из пихты бальзамической *Abies balsamea* (L.) Mill., а также ингибиторы ювенильного гормона — изопропил-11-метокси-3,7,11-триметил-2,4-додекадиен-олат (метопрен или лафарекс, производства ИОХиБ Чехии, действующий в наших опытах аттрактивно на муравьев (Hymenoptera); 2-пропинил-3,7,11-триметил-2,4-додекадиен-олат (кинопрен или АЮГ-80, производства Эстонии), действующий в наших опытах на тлей и белокрылок (Homoptera), феноксикарб (инсегар), и димилин — против листоверток (Lepidoptera). Кроме клещей α -фарнезол используется в качестве полового феромона у шмелей *Bombus* (Hymenoptera) и у дрожжевого гриба *Rhodospodium toruloides* класса Ascomycetes (семейство Saccharomycetaceae) в форме соединения S-фарнезил-ундекапид (Miyakawa et al., 1982; Телитченко, Остроумов, 1990). Пары фарнезола наряду с цитралем, гераниолом и другими ингибируют откладку яиц (антиовипозитанты) цикадкой *Amarasca devastas* (Distant) из семейства Cicadellidae — вредителем хлопчатника, баклажанов, гибискуса и др. (Телитченко, Остроумов, 1990). Гормоны линьки (экдизоны) относятся к тритерпеновым стероидам растений.

Влияние производных фарнезиловой кислоты и некоторых ингибиторов синтеза хитина на рост и линьку фитонематод (Gohnson, Viglierchio, 1970, цит. по: Буров, Сазонов, 1987) и широкое распространение у растений абсцизовой кислоты (регулятора роста растений и ингибитора синтеза ДНК) позволяют сделать вывод об исключительно важной регулирующей функции сесквитерпенов в растительном и животном мире. У высших насекомых, например чешуекрылых (Lepidoptera) с полным метаморфозом, онтогенез на стадии личиночных линек и коммуникация полов регулируется сесквитерпенами, а переход от стадии личинки I к личинке II — тритерпенами (ювенильный гормон). Растительные насекомые с неполным превращением и клещи в онтогенезе полностью зависимы от сесквитерпенов растений. Напротив, свойствами ингибировать гормон линьки насекомых и клещей обладают вещества из разных хемотаксономических групп: плюмбагин (2-метил-5-окси, 1,4-нафтохинон), выделенный биохимиками Никитского ботанического сада (НБС—ННЦ) из травянистых растений *Ceratostigma plumbaginoides* Vge. и *Plumbagella micrantha* Spach. (семейство Plumbaginaceae) (а. с. СССР № 351552; 621351), подавляет активность хитинсинтеазы; кроме того, этот антифидант в малых концентрациях тормозит рост гусениц чешуекрылых и обладает широким антимикробным действием; тритерпен азадирахтин — лимонид, выделенный из плодов дерева мелия иранская, *Melia azedarach* L., культивируемого в НБС—ННЦ, и дерева ним, *Azadirachta indica* Juss. (семейство Meliaceae). Азадирахтин обладает также антифидантными свойствами. Плюмбагин и азадирахтин относятся к количественному типу веществ, сила действий которых (доза/эффект) пропорциональна их концентрации. На основе псевдостерана-азадирахтина созданы препараты NeemAzal-S (фирма Trifolio—M GmbH, Германия) и

спиносад (= спинтор) (фирма Dow AgroSciensis, США). Последний проходит испытание в Украине, в частности в НБС—ННЦ.

- Авторское* свидетельство СССР № 351552. Способ получения плюмбагина / Л. Р. Щербановский, Г. И. Нилов; по заявке № 1372152 от 6 окт. 1969 г. Зарегистрировано 19 июня 1972 г. Разработка ГНБС (Ялта, Украина).
- Авторское* свидетельство СССР № 621351 Способ получения плюмбагина / Л. Р. Щербановский, М. А. Кочкин, Ю. А. Лукс, Г. И. Нилов; по заявке № 2459767 от 5 марта 1977 г. Зарегистрировано 6 мая 1978 г. Разработка ГНБС (Ялта, Украина).
- Авторское* свидетельство СССР № 1300672 Аттрактивный состав для самцов гвоздичной листовертки *Sacoecimorpha prouba* Hbn. / Н. П. Секерская, Э. Р. Мыттус, М. К. Лаанмаа, Х. К. Ааб; по заявке № 3911772 от 10 июня 1985 г. Зарегитрировано 1 декабря 1986 г. Совместная разработка ГНБС (Ялта, Украина), ТГУ и ПО «Флора» (Таллинн, Эстония).
- Бауэр Э. С.* Теоретическая биология. — М. ; Л. : Изд.-во Всесоюз. ин-та эксперим. мед., 1935 — 207 с.
- Буров В. Н., Сазонов А. П.* Биологически активные вещества в защите растений / Всесоюз. акад. с.-х. наук. — М. : Агропромиздат, 1987. — 200 с.
- Гиляров М. С.* Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. — М. : Изд.-во АН СССР, 1949. — 279 с.
- Жерихин В. В.* Развитие и смена меловых и кайнозойских фаунистических комплексов (трахейные и хелицеровые) // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. — М. : Наука, 1978 — Т. 165. — 200 с.
- Митрофанов В. И.* Эволюция и систематика тетранихонидных клещей // Фауна и экология беспозвоночных животных Грузии. — Тбилиси : Мецниереба, 1983. — С. 13—28.
- Митрофанов В. И., Кульман В. Н.* Испытание синтетических половых феромонов двух видов паутиных клещей на аттрактивность // Биологический метод защиты растений : Тез. докл. науч.-прозв. конф. (18—19 апр. 1990, Минск). — Минск, 1990. — С. 277—278
- Митрофанов В. И., Попов С. Я., Кульман В. Н.* Совместное использование феромонов и акарицидов для борьбы с паутиными клещами на сельскохозяйственных культурах // Изв. Тимиряз. с.-х. академии. — М. : Изд.-во МСХА, 1994. — С. 146—152.
- Митрофанов В. И., Ягодинская Л. П., Балыкина Е. Б.* Регулирование численности плодовых клещей на яблони в полевых условиях // Сучасний стан і перспективи захисту плодово-ягідних культур і винограду від шкідливих організмів : Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (21—25 трав. 2001 р., Харків). — Харків : Вид-во Харків. держ. агр. ун-ту. — 2001. — С. 23—25.
- Петрушова Н. И., Сазонов А. П., Медведева Г. В., Сундукова Н. Э.* Методические рекомендации по применению половых феромонов и димилина в интегрированной системе защиты плодовых культур от вредителей / Отв. ред. В. И. Митрофанов. — Ялта : ГНБС, 1992. — 31 с.
- Телитченко М. М., Остроумов С. А.* Введение в проблемы биохимической экологии: биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды. — М. : Наука, 1990. — 288 с.
- Франц Й., Крив А.* Биологические методы борьбы с вредителями / Перев. с нем. — М. : Колос, 1984. — 352 с.