

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ В XX ВЕКЕ

Г.И. Сухорученко*, Л.А. Буркова, Г.П. Иванова, Т.И. Васильева,
О.В. Долженко, С.Г. Иванов, В.И. Долженко

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

**ответственный за переписку, e-mail: suhoruchenkogalina@mail.ru*

Обобщены результаты исследований по формированию ассортимента химических средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур в России в XX веке. Показано, что его совершенствование происходило в несколько этапов, связанных с решением проблем защиты растений конкретного периода времени, технических возможностей для их осуществления и требований, предъявляемых к пестицидам по мере развития теоретических основ защиты растений. В 20–30 гг., когда основная задача защиты растений заключалась в подавлении всплеск размножения саранчовых, лугового мотылька, хлебных жуков, вредной черепашки, свекловичного долгоносика и др., использовали неорганические, растительные и органические вещества природного происхождения, которые относились к сильнодействующим веществам и применялись в высоких нормах. В 40–60 гг. в ассортименте преобладают препараты органического синтеза (хлорированные углеводороды и терпены, диеновые соединения, органофосфаты, карбаматы), высокоэффективные в борьбе с вредителями, но высокотоксичные для человека и животных. По медицинским и ветеринарным соображениям к пестицидам стали предъявлять требование безопасности для теплокровных. В 70 гг. в связи с развитием концепции интегрированного управления вредителями (Integrated Pest Management, IPM) возникло требование безопасности для полезных компонентов агробиоценозов. Усилилось внимание к проблемам окружающей среды в целом. В результате этого в ассортименте 80–90 гг. появились препараты из химических классов пиретроидов, бензоилмочевин, фенилпиразолов и неоникотиноидов, умеренно опасные для теплокровных и энтомофагов, применяемые в низких нормах и разлагающиеся в объектах среды за один сезон. Большое внимание уделялось поиску экологически малоопасных форм этих препаратов.

Ключевые слова: вредители, инсектициды, акарициды, формы препаратов, биологическая эффективность, избирательность действия, экологическая безопасность

Поступила в редакцию: 06.11.2019

Принята к печати: 05.03.2020

Специфика почвенно-климатических условий регионов Российской Федерации определяет набор возделываемых культур и видовой состав членистоногих, наносящих им существенный вред. На многих сельскохозяйственных культурах выделены отдельные виды или комплексы вредителей, против которых необходимо проведение регулярных химических мероприятий, направленных на ограничение их численности и вредоносности. По данным ВИЗР к числу таких опасных (экономически значимых) или особо опасных (вызывающих чрезвычайные ситуации) видов относится 33 вредителя, в борьбе с которыми химический метод сохраняет значение и в настоящее время (Перечни опасных ... вредных организмов 2013).

Существенные различия в биологии вредителей сельскохозяйственных культур, их высокая экологическая пластичность, приводящая к появлению резистентных к пестицидам форм, изменение видового разнообразия вследствие изменений климата и технологий возделывания различных культур, усиление антропогенных

воздействий на агроэкосистемы в последние десятилетия и появление агрессивных инвазионных видов, определяли ранее и определяют в настоящее время необходимость постоянного совершенствования химического метода защиты растений.

На развитие химического метода значительное влияние оказывали требования повышения его гигиенической и экологической безопасности. Это касалось, прежде всего, формирования ассортимента инсектицидов и акарицидов, разнообразного по механизму действия и спектру активности, с умеренно- и малоопасными характеристиками для человека, нецелевых организмов и объектов окружающей среды.

Ниже приводятся материалы по реализации изложенных выше положений развития химического метода защиты растений от вредителей в России под методическим руководством ВИЗР, который являлся и является в настоящее время одним из основных центров по организации, проведению и координации этих исследований в стране.

Методические подходы к изучению эффективности пестицидов

Материалами для исследований в разные годы служили отечественные и зарубежные инсектициды и акарициды органического синтеза из разных классов химических соединений, появившиеся на арене защиты растений для решения тех или иных проблем с вредителями на различных сельскохозяйственных культурах в России. Изучались также различные вещества природного происхождения (неорганические, растительные, углеводороды).

Одной из основных задач этих исследований являлась оценка биологической (технической) эффективности новых средств борьбы с вредителями растений, которая определяется начальной токсичностью и длительностью токсического действия изучаемых средств для фитофагов, что позволяет снижать численность и вредоносность наиболее опасных фаз их развития.

До 30 гг. прошлого столетия оценку биологической эффективности пестицидов проводили отдельные исследователи или коллективы. После создания в 1929 г. ВИЗР и до начала Великой Отечественной войны эти исследования проводились сетью специализированных институтов, опытных зональных станций и станций защиты растений Народного Комиссариата Земледелия СССР (НКЗ СССР) с использованием разработанных ВИЗР специальных инструкций. Организация, проведение, методическое обеспечение испытаний новых пестицидов и отчетность по их результатам были возложены на ВИЗР (Приказ № 92 НКЗ СССР от 26.02. 1940 г.). Отчеты представлялись в Межведомственную комиссию по испытанию и внедрению новых ядохимикатов при ВАСХНИЛ, и на очередном Пленуме секции защиты сельскохозяйственных растений Академии решалась судьба того или иного пестицида. Это был своего рода прообраз системы Государственных регистрационных испытаний пестицидов в стране, созданной в 1960 г.

В послевоенный период исследования, связанные с изысканием эффективных средств борьбы с вредными членистоногими стали проводить с использованием разработанных специальных методик, позволяющих получать сравнительные результаты применительно к наиболее опасным видам вредителей на различных культурах. Сначала такие методики были созданы только для отдельных, наиболее вредоносных видов (саранчовые, обыкновенный

свекловичный долгоносик, вредная черепашка, яблонная плодожорка, тли, кокциды, растительноядные клещи) (Иванова, 1961; Гар, 1963). Позднее ВИЗР переработал и обобщил изданные ранее, разрозненные методики в виде сборника «Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве» (М., 1986).

Основные разделы методик этого сборника предусматривали планирование и технику проведения опыта (выбор и подготовка опытного участка, схема опыта, число вариантов и повторностей, расположение и размер делянок), способ обработки делянок и тип используемой для этой цели аппаратуры, проведение учетов (методы и сроки учетов, фаза развития и размер выборки учитываемого объекта), определение показателей биологической эффективности пестицида, статистический анализ результатов и форма представления отчета. Методики позволяли проводить Государственные испытания новых средств борьбы более, чем с 30 видами вредителей сельскохозяйственных культур и обеспечивали единый методический подход к проведению испытаний инсектицидов и акарицидов в борьбе с вредителями различных культур в разных зонах их возделывания. Это позволяло делать объективные выводы о возможности включения перспективных препаратов в ассортимент пестицидов, разрешенных для применения в сельском хозяйстве страны.

Этапы развития исследований

Развитие химического метода борьбы с вредителями растений с начала 20 века и по настоящее время проходило в несколько этапов, связанных с решением насущных проблем защиты растений конкретного периода времени. В этой связи требовалось обеспечение различных сельскохозяйственных растений соответствующим ассортиментом инсектицидов и акарицидов, а также разработка регламентов их применения в системах возделывания конкретных культур. Именно по этой причине первоочередной задачей энтомотоксикологов страны на протяжении столетнего периода был поиск и оценка все новых веществ в качестве средств борьбы с наиболее опасными видами вредных членистоногих и обновление наиболее перспективными из них существующего в тот период времени ассортимента пестицидов.

Период начало 20 века – 20 годы

Значительное расширение посевных площадей в России в конце 19 века в результате перехода на крупнотоварное производство сельскохозяйственной продукции привело к резкому обострению фитосанитарной ситуации на посевах основных возделываемых культур. Данный период характеризовался вспышками размножения саранчовых, проволочников, хлебных жуков, вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put., лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L., обыкновенного свекловичного долгоносика *Bothynoderes punctiventris* L, сосущих вредителей на ряде культур, вредителей запасов и грызунов. Для подавления вспышек вредителей применяли неорганические, растительные и органические вещества природного происхождения, способные вызывать их гибель (Соколов, 1901; Порчинский, 1905; Парфентьев, 1925; Коротких, 1926; Крестовников, Парфентьев, 1926; Угрюмов, 1926).

Наиболее широко в этот период использовали препараты мышьяка (арсенат кальция, П; арсенид кальция, П; арсенид натрия, ПС; парижская зелень, П) и технический продукт хлористого бария, (ТП) в борьбе с саранчовыми, свекловичным долгоносиком и рядом листогрызущих вредителей.

После обстоятельного изучения в 1906–1912 гг. никотина - алкалоида пиридиновой природы, содержащегося в листьях табака *Nicotiana tabacum* L. и махорки *Nicotiana glauca* L., токсические свойства которого были выявлены еще в 1763 г., широкое распространение получили табачные экстракты в качестве средств борьбы с тлями и другими сосущими вредителями (Угрюмов, Вышелесская, 1931). Для фумигации запасов зерна от вредителей и виноградов от филлоксеры *Dactylospheera vitifoliae* Fitch. в этот период использовали хлопикрин, Ж (жидкость) и сероуглерод, Газ (Парфентьев, 1927; Петров и др., 1929), а также сулему (д. в. хлорид ртути) в качестве инсектофунгицида. Для борьбы с зимующим запасом сосущих вредителей плодовых деревьев применяли нитрофенольное соединение ДНОК в виде порошка (П) и мыльно-керосиновую эмульсию в летний период.

Все перечисленные средства борьбы, кроме мыльно-керосиновой эмульсии, относились по существующей гигиенической классификации к сильнодействующим ядовитым веществам (СДЯВ - LD_{50} для крыс до 50 мг/кг), т.е. к I классу опасности для теплокровных. С учетом мыльно-керосиновой эмульсии (LD_{50} для крыс более 1000 мг/кг) средний класс опасности используемых в начале 30 гг. инсектицидов равнялся 1.4.

Период 30 годы

После организации в 1929 г. Всероссийского института растений специалисты сектора химического метода, созданного на базе научно-исследовательской лаборатории отравляющих веществ (НИЛОВ) Отдела защиты растений Наркомзема РСФСР, активно включились в решение проблемы изыскания эффективных средств борьбы с наиболее опасными видами вредителей сельскохозяйственных культур.

Было продолжено начатое в 20 гг. изучение акарицидных свойств природной серы, итогом которого стали рекомендации по использованию ее препаратов (комовая сера, порошок) в борьбе с паутиными клещами и мучнистой росой на ряде сельскохозяйственных культур (Угрюмов, 1933; 1935).

Учитывая зарубежный опыт, специалисты ВИЗР изучили эффективность ряда производных фтора в борьбе с грызущими вредителями. В качестве перспективных заменителей препаратов мышьяка были рекомендованы кремнефтористый натрий, ТП и фтористый натрий, П, не уступающие им по эффективности и менее опасные для теплокровных (LD_{50} для крыс 187 и около 50 мг/кг, соответственно) (Угрюмов, 1930; Романович, 1931). Необходимость замены препаратов мышьяка, помимо высокой их опасности для теплокровных, была продиктована также экономическими соображениями, так как они закупались за рубежом или изготавливались из импортного сырья, цены на которое постоянно росли из-за незначительных запасов этого вещества в мире. Предлагаемые в качестве их заменителей препараты фтора были более дешевыми, так как производились из отечественного сырья (Романович, 1931).

В первой половине 30 гг. большой объем работ был выполнен ВИЗР по изучению нефтяных минеральных масел из разных месторождений страны в борьбе с вредителями плодовых культур (Вышелесская, Зархин, 1931; Немирицкий, 1931; 1935; Петров, 1931; Богдарина, 1935; Иванова, 1937, 1939; Крайтер, 1939). В результате этих исследований была определена зависимость инсектицидных и фитотоксических свойств масел от их состава и физико-химических характеристик, разработана классификация масел по их пригодности для зимних, весенних и летних опрыскиваний, предложены для этих целей марки масел заводского изготовления. Установлена пригодность эмульсий трансформаторного, веретенного и солярового масел для обработок в летний период против вредителей, как наиболее безопасных для вегетирующих растений. Оказалось, что наиболее эффективным и безопасным для растений сроком использования минеральных масел в качестве овицидов и скелцидов (средства против червецов и щитовок) является ранневесенний период до распускания почек плодовых культур. Полученные данные послужили основанием для включения в ассортимент пестицидов эмульсий минеральных масел для борьбы с зимующим запасом тлей, медяниц, клещей, щитовок, в том числе и с карантинным объектом калифорнийской щитовкой *Aspidiotus perniciosus* Comst., против которой они были более эффективны, чем ДНОК (Корчагин, 1936; Иванова, 1939).

Помимо минеральных масел ассортимент этих лет включал ряд углеводородов, в частности, хлорпикрин, Ж для фумигации, главным образом складов, мельниц,

теплиц и парников против зимующих в них различных фаз развития ряда вредителей и фитопатогенов (Парфентьев, 1925) и зеленое жидкое мыло (смесь калиевых солей жирных кислот), заменившее мыльно-керосиновую эмульсию, которая, как показали исследования, способна вызывать ожоги растений (Богдарина, 1935). Была также разработана и рекомендована технология использования сероводорода для обеззараживания зернохранилищ и продовольственного зерна от комплекса вредителей (Холоднюк, 1936; Эдельман, 1936).

Значительное внимание в эти годы учеными ВИЗР было уделено изучению инсектицидов растительного происхождения. Прежде всего, были продолжены начатые в 1928–1929 гг. исследования инсектицидных свойств различных препаратов никотина, полученных не кустарным способом в виде водных вытяжек из листьев растений, а из отходов табачного производства фабричным путем со стандартным содержанием в них никотина в виде серно-кислой соли (никотин-сульфат). Было установлено, что никотин-сульфат в два раза токсичнее химически чистого и «сырого» никотина при действии на разные виды тлей. В то же время никотин-сульфат, как и никотин, оказался чрезвычайно сильным нервнопаралитическим ядом для теплокровных (LD_{50} для крыс 46 и 50 мг/кг, соответственно). Сравнительная оценка эффективности водных вытяжек никотина и 40% препарата никотин-сульфата, со сниженным более чем в 2 раза его содержанием, в борьбе с тлями на груше и персике, а также грушевым клопиком *Tingis pyri* F. и грушевой медяницей *Psylla pyri* L. на груше в Крыму выявила их равноценный защитный эффект. Положительные результаты этих исследований позволили включить в ассортимент в борьбе с сосущими вредителями плодового сада препарат 40% никотин-сульфата, Ж, как менее опасный для теплокровных в сравнении с табачными экстрактами или препаратами никотина, полученными фабричным путем (Угрюмов, Вышелесская, 1931). В ассортимент тех лет был включен также 40% анабазин-сульфат, Ж – отечественный препарат алкалоида анабазина, выделенного из ежовника безлистного (*Anabasis aphylla* L.) (LD_{50} для крыс 210 мг/кг), в качестве заменителя никотина, не уступающего ему по эффективности, менее опасного для теплокровных и перспективного для производства из-за больших запасов растительного сырья в стране (Новый препарат ..., 1933; Немирицкий и др., 1933; Савельев, Иконенен, 1933).

В начале 20 века были начаты исследования инсектицидных свойств еще одного препарата растительного происхождения – пиретрума, порошка цветков различных видов ромашек р. *Pyrethrum*, известного с глубокой древности в качестве средства борьбы с бытовыми и кровососущими насекомыми. Было установлено, что действующим веществом пиретрума являются пиретрины, представленные в нем шестью эфирами циклопропановых кислот хризантемовой и пиретриновой (пиретрины I и II, цинаризины I и II, жасмолины I и II). Однако высокие инсектицидные свойства пиретрума, определяемые наличием циклопропанового кольца, связаны, в основном, с пиретрином I. После расшифровки химической структуры пиретринов в 30 гг. в мире началось производство и широкое использование препаратов пиретрума в виде порошков или масляных экстрактов для борьбы с вредителями

сельскохозяйственных культур (Петров, 1931а). Оказалось, что из всех видов растений этого рода наиболее богаты пиретринами цветки далматской ромашки *Pyrethrum cinerariaefolium* Трев., эндемика Далмации, которая многие годы была поставщиком пиретрума в разные страны мира, пока этот вид растений не стал культивироваться в Японии, США и России.

Изучение ромашек р. *Pyrethrum*, произрастающих в России, позволило выявить на Кавказе крупнолистную ромашку *P. macrophyllum* (Walds & Kit) Willd, не уступающую по содержанию пиретринов далматской ромашке, выращиваемой в России в Крыму и в степной зоне Кавказа (Петров, Иконен, 1931). Это создало сырьевую базу для производства пиретрума в стране. Специалисты ВИЗР оценили биологическую эффективность препаратов пиретрума и рекомендовали его в качестве средства борьбы с вредителями овощных культур (Исаченко, Горицкая, 1931; Нестерчук, 1936).

Достоинствами пиретрума, как и других растительных инсектицидов, являлись острая начальная токсичность для фитофагов и отсутствие фитотоксических свойств (Романович, 1932). Ограничением для использования пиретрума являлась высокая стоимость его препаратов, особенно масляных экстрактов, получаемых путем извлечения пиретринов из соцветий ромашек органическими

растворителями. К недостаткам пиретрума относилась также быстрая деградация его токсических свойств под влиянием ультрафиолетовых лучей, что требовало применения высоких норм. По экономическим соображениям был рекомендован порошок пиретрума, который получали высушиванием соцветий ромашек и тщательным их перемалыванием.

Таким образом, в результате проведенных в 30 гг. исследований ассортимент средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур на начало 40 гг. был представлен 18 препаратами (17 действующих веществ) (табл. 1). Это были пестициды I поколения, к которым предъявлялось единственное требование – высокая биологическая эффективность, способствующая сохранению урожая защищаемых культур в периоды массового размножения вредителей. Однако эффективность рекомендованных средств борьбы зачастую была неудовлетворительной, несмотря на высокие нормы применения большинства из них (до 10 и более кг/га), что вело к увеличению кратности обработок, проявлению фитотоксичности и опасности отравления животных и человека. В итоге в этот период возникло еще одно, предъявляемое к пестицидам требование – персистентность, т.е. длительность токсического действия средств борьбы для вредных членистоногих.

Таблица 1. Изменения в ассортименте химических средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур в России с 1940 по 2000 г.

Химический класс (группа) включенных в ассортимент препаратов	Число препаратов /действующих веществ (д. в.)			
	1940 г.	1960 г.	1980 г.	2000 г.
Неорганические	10/9	6/5	5/3	3/1
Растительного происхождения	3/3	2/2	–	–
Углеводороды	4/4	5/5	8/8	1/1
Хлорорганические		11/4	22/10	–
Фосфорорганические		5/5	56/31	21/10
Металлосодержащие соединения		3/3	3/2	9/2
Карбаматы			3/3	8/5
Броморганические соединения			3/2	1/1
Органические соединения серы		1/1	5/3	5/3
Нитропроизводные	1/1	1/1	5/3	1/1
Пиретроиды			9/5	43/13
Производные мочевины				4/4
Неоникотиноиды				4/3
<i>Производные пиразола:</i>				
Фенокспиразолы				1/1
Фенилпиразолы				4/1
<i>Производные токсинов актиномицетов:</i>				
Авермектины				1/1
<i>Производные пиридина:</i>				
Пиридазины				1/1
<i>Азины:</i>				
Тетразины				1/1
Хиназолины				1/1
Комбинированные препараты			8	6
Всего	18/17	34/26	127/70	115/50
Средний класс опасности	2.1	2.0	2.92	2.76
Средняя LD₅₀ для крыс, мг/кг	384.3	369.3	944.3	1170.6
Средняя норма применения препарата, кг/га	14.435	15.350	13.246	3.570
Средняя норма применения д.в., кг/га	7.85	12.591	4.556	0.408
Токсическая нагрузка/га (число LD₅₀ в норме применения д.в.)	20437	34559	4825	349

Период 40–50 годы

Все усилия страны в послевоенный период были направлены на восстановление народного хозяйства и основной задачей, стоящей перед защитой растений, как одной из составляющих систем выращивания сельскохозяйственных культур, являлось повышение их урожая. Решение этой задачи стало возможным благодаря качественными и количественным изменениям, произошедшим в ассортименте химических средств борьбы с вредителями тех лет в результате включения в его состав эффективных препаратов II поколения – веществ принципиально другого происхождения – органического синтеза.

Появление в ассортименте средств борьбы с вредными членистоногими органических препаратов ознаменовало новый этап в развитии химического метода защиты растений, так как послевоенные 40 гг. и следующие за ними 50 гг. характеризовались значительными достижениями в области органической химии. В нашей стране, как и в мире, было синтезировано большое число пестицидов из разных классов химических соединений. Широкому использованию пестицидов органического синтеза в сельскохозяйственной практике способствовали их высокая токсичность и продолжительность токсического эффекта, безвредность для растений и сравнительно низкая стоимость по сравнению с неорганическими или растительными препаратами (Сазонов, 1959).

Первыми органическими инсектицидами, которые стали широко применяться в сельском хозяйстве во второй половине 40 гг. были хлорорганические соединения (ХОС) – ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан) и ГХЦГ (гексахлорциклогексан или гексахлоран), полученные путем фотохимического хлорирования природных углеводородов. Широкий спектр действия, наличие высокой контактно-кишечной активности, а у гексахлорана еще и фумигантной, и значительная персистентность в сочетании со средней токсичностью для теплокровных (LD_{50} для крыс 250–400 и 300–500 мг/кг, соответственно) делали их перспективными заменителями применявшихся в те годы высокотоксичных контактных (никотин-сульфат, анабазин-сульфат) и кишечных (препараты фтора, мышьяка, бария) инсектицидов. Разные формы препаратов ДДТ и ГХЦГ в виде дустов, минерально-масляных эмульсий, порошков и технических продуктов позволяли использовать их для опыливания или опрыскивания вегетирующих растений, внесения в почву или в виде аэрозолей для обработки зернохранилищ против широкого круга вредителей. В 50 гг. препараты ДДТ и ГХЦГ заняли лидирующее положение в ассортименте средств борьбы с вредителями различных полевых культур, садов, ягодников, с саранчовыми и почвообитающими членистоногими (Сазонов, 1948; Гар, Беззуб, 1955; Пайкин, Галахов, 1959; Пославский и др., 1961).

Высокоэффективными средствами борьбы с грызущими вредителями, особенно с обыкновенным свекловичным долгоносиком, превосходящими по защитному эффекту препараты ДДТ, оказались хлорорганические инсектициды полихлоркамфен, КЭ (токсафен) и полихлорпинен, КЭ (хлортен, стробан), полученные путем фотохимического или каталитического хлорирования терпенов (α -камфеновой и α -пиненовой фракций скипидара).

В конце 40 – начале 50 гг. были синтезированы соединения еще одной группы хлорорганических препаратов – диенового синтеза, такие как гептахлор, КЭ, СП, Д (д. в. гептахлор), тиодан, КЭ, СП, (д. в. эндосульфат), алдрин и др. (Вольфсон и др., 1958), которые характеризовались высокой эффективностью в борьбе с различными видами вредителей (Гар, 1958; Пайкин, Галахов, 1959; Сазонов, 1959; Гранин, 1961). Однако использованию большинства из этих инсектицидов в практике препятствовала их высокая токсичность для теплокровных (LD_{50} для крыс в пределах 10–65 мг/кг). Исключение составляли только полихлорпинен и гептахлор (значения LD_{50} для крыс обоих – 350 мг/кг).

В эти же годы НИУИФ (Научный институт по удобрениям и инсектофунгицидам) был создан высокоэффективный контактный акарицид эфирсульфонат, СП (хлорированный эфир *n*-хлорбензолсульфоновой кислоты) (Вольфсон и др., 1958а). Фактически это был первый специфический акарицид, характеризующийся низкой токсичностью для теплокровных (LD_{50} для крыс более 2000 мг/кг), высокой активностью в отношении личинок растительноядных клещей, продолжительностью защитного действия не менее 3 недель. В 1955 г. эфирсульфонат был рекомендован для применения в борьбе с разными видами клещей в плодовых садах (Бочарова и др., 1958; Пайкин, Галахов, 1959).

Большой объем исследований в 50 гг. был выполнен НИУИФ по созданию в качестве средств борьбы с вредителями представителей нового класса химических соединений – фосфорорганических (ФОС), являющихся эфирами различных кислот фосфора (фосфорной, тиофосфорной, дитиофосфорной и др.) (Мельников, 1953). Соединения этого химического класса являются типичными нейротоксическими ядами, механизм молекулярного действия которых заключается в ингибировании активности фермента ацетилхолинэстераза (АХЭ), что приводило к нарушению синаптической передачи нервного импульса, параличу и быстрой гибели членистоногих (Metcalf, March, 1949).

Помимо высокой начальной токсичности для членистоногих ФОС характеризовались также широким спектром действия на различные виды сосущих и грызущих вредителей, против которых хлорированные углеводороды были менее токсичны. Первыми рекомендованными к применению ФОС были контактные инсектоакарициды тиофос, КЭ (д.в. паратион) и его метиловый аналог метафос, СП, КЭ, Д (д.в. метилпаратион), которые обладали высокой начальной токсичностью для вредителей, но кратковременным защитным эффектом, что делало возможным их применение на различных сельскохозяйственных культурах незадолго до уборки урожая (Сазонов, 1959). Однако оба инсектоакарицида относились к I классу опасности для теплокровных животных (LD_{50} для крыс 6.4 и 15–20 мг/кг, соответственно).

Среди большого числа синтезированных в те годы ФОС наибольший интерес для практического использования представляли соединения, обладающие внутрирастительным (системным) действием. Передвигаясь по сосудистой системе, эти соединения способны интоксцировать обработанные растения, т.е. делать их токсичными для вредных членистоногих на продолжительный

срок (от месяца и более) (Мельников, Мандельбаум, 1958). Первым среди системных соединений, прошедших широкие исследования, был меркаптофос, КЭ (д.в. систокс), проявивший высокую биологическую эффективность в борьбе с клещами и другими сосущими вредителями на хлопчатнике, цитрусовых культурах и яблоне на протяжении 1–1.5 месяцев (Пайкин, Галахов, 1959). В 1956 г. меркаптофос, КЭ был рекомендован для производственного применения. Позднее меркаптофос был заменен на метиловый аналог метилмеркаптофос, КЭ (д.в. метилсистокс), как менее опасный для теплокровных (LD_{50} для крыс 30 и 105 мг/кг, соответственно), на ряде культур, в частности, на хлопчатнике, на котором оба инсектоакарицида применяли в особо больших объемах с помощью авиации.

Одним из эффективных инсектоакарицидов системного действия тех лет являлся октаметил, КЭ (д.в. октаметилтетрамид пиррофосфорной кислоты). Широкие производственные испытания в разных почвенно-климатических зонах СССР выявили, что октаметил обладает длительным (более 2 месяцев) токсическим действием на многие виды клещей, тлей, медяниц, червецов при опрыскивании цитрусовых и плодовых культур, капусты, сахарной свеклы, хлопчатника, самшита (Покровский, 1958). Однако большим недостатком этого эффективного инсектоакарицида являлась высокая токсичность для теплокровных (LD_{50} для крыс 9.1–12 мг/кг).

В результате проведенных исследований в начале 60 гг. ассортимент средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур был представлен 34 препаратами на основе 26 действующих веществ (Госхимкомиссия при МСХ СССР, 1960). Наряду с основными представителями ассортимента 40 гг., за исключением сероуглерода и хлористого бария, в него вошли хлорорганические препараты ДДТ, гексахлоран и полихлорпинен; фосфорорганические соединения тиофос, метафос, октаметил, меркаптофос и метилмеркаптофос; углеводороды дихлорэтан, Ж и метилбромид, Газ а также цианплав, (д. в. цианид кальция) в виде порошка (П) и гранул (Г) для обеззараживания помещений, хранящейся продукции, семян и растений от вредителей. Число углеводородов в ассортименте пополнилось также за счет концентрата эмульсии антраценового масла (КЭАМ), продукта переработки каменноугольного дегтя, которая оказалось более эффективной в борьбе с зимующим запасом вредителей плодовых культур, чем нефтяные масла (Покровский, 1955). В ассортимент были включены ртутьсодержащий инсектофунгицид меркуран, П для опудривания семян в борьбе с проволочниками и ложнопроволочниками, а также с семенной инфекцией зерновых культур, и фосфид цинка, П для борьбы с обыкновенной медведкой *Grylotalpa grylotalpa* L. и грызунами способом отравленных приманок.

Несмотря на существенное увеличение числа препаратов, сформированный ассортимент не обеспечивал решения многих проблем защиты растений в связи с тем, что 18 из 26 включенных в него токсикантов являлись СДЯВ или высокотоксичными для теплокровных соединениями. В этой связи значение класса опасности рекомендованных соединений оставалось на уровне 1940 г., при сниженном значении средней LD_{50} (табл.1). В результате включения в ассортимент ряда инсектицидов в виде дустов и порошков резко возросли показатели средних норм применения

препаратов и их действующих веществ, что привело, к увеличению токсической нагрузки/га в 1.7 раза по сравнению с 1940 г. (табл. 1). Неблагоприятные агроэкотоксикологические характеристики значительно ограничивали использование рекомендованных пестицидов в практике из-за опасности отравлений людей и различных животных не только при проведении обработок, но и в результате загрязнения водоемов и рек, продуктов питания и кормов токсическими веществами.

Период 60–70 годы

Ситуация коренным образом стала меняться в 60 гг., когда в стране началось планомерное изыскание среди синтезированных отечественных или зарубежных соединений эффективных средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур с улучшенными санитарно-гигиеническими характеристиками. С этой целью Постановлением Совета Министров (июль 1960 г.) при МСХ СССР была утверждена Государственная комиссия по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями и сорняками (Госхимкомиссия). В задачи этой структуры вменялось решение вопросов применения в сельском хозяйстве страны новых перспективных пестицидов и снятия с производства устаревших, мало эффективных препаратов; утверждение планов проведения Государственных испытаний новых химических средств борьбы мирового ассортимента и по их итогам рекомендации для применения в практике эффективных пестицидов. Для проведения Государственных испытаний пестицидов при ВАСХНИЛ была создана географическая сеть из 45 токсикологических лабораторий, основной задачей которых являлась оценка биологической и экономической эффективности новых пестицидов применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям регионов (Постановление Правительства и приказ по МСХ СССР № 37 от 16 марта 1960 г.). Согласно этому Постановлению, контроль за деятельностью токсикологических лабораторий, методическое обеспечение и проведение испытаний пестицидов были возложены на ВИЗР.

В эти же годы были созданы Комитет по изучению и регламентации пестицидов и в 1964 г. ВНИИ гигиены и токсикологии пестицидов, полимеров и пластических масс (ВНИИГИНТОКС) при Минздраве СССР. Созданием этих организаций было положено начало всесторонней токсиколо-гигиенической оценке изучаемых пестицидов и разработке на ее основе санитарно-гигиенических регламентов их применения по показателям содержания допустимых микроколичеств токсических веществ в сельскохозяйственной продукции, воздухе рабочей зоны и атмосфере, запрещению использования высокотоксичных пестицидов с высокой степенью кумуляции в животных тканях и в окружающей среде. К пестицидам стали предъявлять новое требование – безопасность для теплокровных животных и человека.

С учетом этого требования в 60–70 гг. вновь созданные структурные подразделения ВАСХНИЛ и Минздрава СССР стали проводить целенаправленные исследования по совершенствованию средств борьбы с вредителями, в результате которых удалось кардинальным образом перестроить существующий на начало 60 гг. их ассортимент. Они шли по пути отбора высокоэффективных препаратов в борьбе с вредителями и с улучшенными

санитарно-гигиеническими характеристиками для теплокровных животных и человека. Результатом этих исследований было как ограничение или запрещение использования высокотоксичных и кумулятивных пестицидов, так и жесткая регламентация их остаточных количеств в сельскохозяйственной продукции (Сазонов, Козлова, 1970). Прежде всего, были запрещены для применения вещества, относящиеся к I и II классам опасности для теплокровных (тиофос, октаметил, препараты мышьяка и фтора, хлорид бария). Особые требования стали предъявлять к такому показателю, как персистентность, которая у широко применявшихся многие годы хлорорганических соединений была обусловлена их высокой химической стабильностью в сочетании со слабой растворимостью в воде (Гар, 1970), что вело к накоплению токсических веществ в почве и сельскохозяйственной продукции, создавало условия для хронических отравлений теплокровных животных.

В этой связи из ассортимента были исключены высокотоксичные, способные накапливаться в разных средах и вызывать отдаленные последствия препараты диенового синтеза, период полураспада которых в почве колебался от 2 до 5 лет (Мельников, 1990). Из группы диеновых инсектицидов в ассортименте были оставлены гептахлор, КЭ и тиодан, КЭ, СП, но их применение было строго ограничено. Гептахлор был рекомендован только для предпосевной обработки семян сахарной свеклы и кукурузы против комплекса почвообитающих вредителей; тиодан – для обработки маточных неплодоносящих посадок ягодников против земляничного (*Tarsonemus fragariae* Zimm. = *T. pallidus* Banks) и смородинового почкового (*Cecidophyopsis ribis* Westw.) клещей, семенников крестоцветных культур, люцерны и клевера против комплекса вредителей.

В качестве заменителя этих инсектицидов в ассортимент был включен дилор, СП (β -дегидрогептахлор), который, в отличие от своего исходного продукта гептахлора, был малотоксичен для теплокровных (LD_{50} для крыс более 5000 мг/кг) и обладал слабыми кумулятивными свойствами. Регистрационные испытания выявили высокую эффективность дилора в борьбе с обыкновенным и серым (*Tanymecus palliatus* F.) свекловичными долгоносиками, колорадским жуком (*Leptinotarsa decemlineata* Say), хлопковой совкой (*Heliothis armigera* Hbn.), листовой формой виноградной филлоксеры, долгоносиками на люцерне. Дилор был рекомендован для применения на культурах, где указанные вредители имели экономическое значение.

Ограничено было также использование хлорированных терпенов и препаратов ГХЦГ с низким (12%) содержанием в техническом продукте действующего вещества – гамма-изомера (единственного активного изомера из 8, в нем присутствующих). Использование препаратов ГХЦГ было разрешено только в неплодоносящих садах, против почвообитающих и подгрызающих вредителей всходов ряда культур, саранчовых, листовой формы филлоксеры на посадочном материале виноградной лозы с установлением на обрабатываемых площадях карантинного режима для выпаса скота, сенокошения и скармливания травы, попадающей под обработки. В качестве заменителя ГХЦГ в ассортимент были введены препараты очищенного гамма-изомера с 99% его содержанием в техническом продукте. Учитывая практическое отсутствие кумулятивных свойств у гамма-изомера (коэффициент кумуляции

более 10), его препараты в виде Г, СП, ММЭ начали постепенно вытеснять препараты ГХЦГ на всех культурах, где они использовались. При этом была рекомендована для применения новая и более экологичная форма гамма-изомера – 2 и 4% гранулы.

В 1971 г. в СССР было запрещено применение препаратов ДДТ, который, несмотря на среднюю токсичность для теплокровных, обладал высокой химической стабильностью (период полураспада в почве 4 года) и способностью накапливаться в разных объектах окружающей среды, в том числе и в тканях животных, вызывая серьезные экологические и медицинские последствия. О негативных проблемах, возникающих при использовании ДДТ, в мировой литературе был накоплен огромный, как ни об одном другом инсектициде, фактический материал. Это явилось основанием для проведения в разных странах мира интенсивных исследований по поиску эффективных заменителей ДДТ в борьбе с вредителями различных культур, на которых этот инсектицид многие годы использовался.

Одним из первых заменителей ДДТ в ассортимент был включен севин, СП (д.в.1-нафтил-N-метилкарбамат), полученный в результате изучения инсектицидных свойств ряда замещенных фенил-N-метилпроизводных карбаминной кислоты (Kolbezen et al., 1954). Севин был первым инсектицидом из класса карбаматов, обладающим по данным большого числа исследователей широким спектром контактно-кишечной активности в отношении насекомых из отрядов чешуекрылых, жесткокрылых, равнокрылых хоботных и др. По гигиеническим показателям севин относился к III классу опасности для теплокровных животных (LD_{50} для крыс 540–700 мг/кг при слабо выраженных кумулятивных свойствах). Результаты испытаний севина в разных странах, включая США, выявили его высокую, не уступающую ДДТ эффективность в борьбе с вредителями хлопчатника, овощных, пасленовых, плодовых культур (Haynes et al, 1957; Madsen, Hoyt, 1958; Shorey et al., 1962).

В результате широких государственных испытаний в нашей стране севин был рекомендован для применения на хлопчатнике, кукурузе, картофеле и яблоне в борьбе с несколькими видами совок, стеблевым кукурузным мотыльком (*Ostrinia nubilalis* Hbn.), колорадским жуком, яблонной плодовой жоржкой (*Cydia pomonella* L.) и с разными видами листоверток, в том числе с резистентными к хлор- и фосфорорганическим инсектицидам популяциями этих вредителей. Однако наблюдалось быстрое развитие перекрестной резистентности к севину в резистентных к ФОС популяциях вредителей, так как механизм его действия на членистоногих также связан с ингибированием АХЭ (Casida, 1963). Помимо этого, у севина, как и у ДДТ, отсутствовала акарицидная активность и после его применения наблюдалось массовое размножение растительных клещей. В многочисленной литературе по этому поводу высказывались мнения, что эти вспышки являются как следствием нарушения хозяино-паразитарных отношений в агробиоценозах в результате уничтожения обими инсектицидами акарифагов (природных регуляторов численности клещей), так и в стимуляции ими жизнедеятельности вредителей опосредованно через растения или в результате прямого влияния токсикантов на их биотический потенциал. Указанные недостатки требовали особой

тактики включения севина в системы борьбы с вредителями для замены ДДТ.

В качестве заменителей ДДТ в ассортимент были также включены производные различных кислот фосфора (тио- и дитиофосфаты, фосфонаты), характеризующиеся контактным и трансэпидермальным токсическим действием на членистоногих. Не сохраняясь продолжительно на поверхности растений, контактные ФОС быстро проникают в растения, но, в отличие от системных препаратов, не передвигаются по их сосудистой системе, а локализируются в кутикуле или паренхиме листьев, что позволяет уничтожать фитофагов, питающихся на их нижней стороне (Сифорова, 1972; Гар, 1978). Благодаря этому контактные ФОС обладали персистентным действием на членистоногих, что позволяло эффективно использовать их в борьбе с комплексами сосущих и грызущих вредителей на различных культурах. Необходимо отметить, что у большинства рекомендованных для применения ФОС нередко контактные свойства сочетались также с кишечными или системными, например, рогор, КЭ, Г (д. в. фосфамид); антио, КЭ (д. в. формотион), амифос, КЭ (д. в. амифос) и др. Некоторые из этих соединений, например, ДДВФ КЭ, Г (д. в. дихлорфос) или актеллик, КЭ (д. в. пиримифосметил), характеризовались наличием фумигантной активности, что позволяло применять их не только для наземных обработок растений, но и в качестве фумигантов.

Как положительный момент необходимо отметить, что включение в ассортимент контактных органофосфатов значительно улучшило его санитарно-гигиенические характеристики, так как эти препараты разлагаются в разных средах до нетоксичных соединений в течение одного

вегетационного сезона, что резко снижало их опасность для теплокровных. Так из 29 действующих веществ этих инсектицидов только метилпаратион (д. в. метафоса) относились к СДЯВ, действующие вещества инсектицидов ДДВФ; фозалон, КЭ, СП (д. в. золон, бензофосфат), базудин, КЭ, СП, Г (д. в. диазинон), дурсбан, КЭ, Г (д. в. хлорпирифос), примидид, Г (д. в. пиримифосэтил), цидиал, КЭ (д. в. фентоат) и фталофос, КЭ, СП (д. в. имидаз) ко II классу опасности для теплокровных (LD_{50} для крыс в пределах 60–170 мг/кг), остальные соединения – к III или IV классам опасности. Особо следует отметить инсектициды актеллик, КЭ; нексион, КЭ (д. в. бромфос) и гардону, СП (д. в. тетрахлорвинфос), значения LD_{50} действующих веществ которых для крыс составляли 2050–5000 мг/кг.

Для обработки посевов различных культур новым прогрессивным способом – УМО (ультрамалообъемное опрыскивание) в ассортимент тех лет были включены такие ФОС, как диазинон, карбофос (д. в. малатион), рицифон (д. в. трихлорфон), селекрон (д. в. профенфос) и фозалон в виде растворов для УМО (табл. 2). Растворы для УМО представляли собой масляные концентраты, которыми опрыскивали посевы с помощью специальных распылителей с расходом рабочего состава до 5 л/га. Это позволяло повысить производительность труда и другие технико-экономические показатели обработок. Особенно это было необходимо при обработках больших площадей зерновых культур и хлопчатника в сжатые сроки, когда вредители (вредная черепашка, зерновая совка, хлопковая совка, тли и др.) находились в наиболее уязвимых для действия инсектицидов фазах развития, что обеспечивало высокий защитный эффект.

Таблица 2. Совершенствование форм препаратов инсектицидов и акарицидов, применяемых в 1960–1990 гг.

Форма препарата	Количество препаратов по годам		
	1960 г.	1980 г.	2000 г.
Дуст (Д)	3	3	2
Порошок (П)	10	6	2
Смачивающийся порошок (СП)	3	31	10
Водорастворимый порошок (ВРП, РП)		2	2
Водорастворимый концентрат (ВРК, ВК)			1
Водная эмульсия (ВЭ)			4
Концентрат эмульсии (КЭ)	6	47	52
Минерально-масляная эмульсия (ММЭ)	3	10	
Концентрат суспензии (КС, ФЛО)			5
Микрокапсулированная суспензия (МКС)			1
Суспензионный концентрат (СК)			3
Паста (ПС)	2	1	
Текущая паста (ТПС)			4
Гранулы (Г)		9	7
Водорастворимые гранулы (ВРГ, ВГ)			1
Водно-диспергируемые гранулы (ВДГ)			3
Жидкость (Ж)	4		
Водный раствор (ВР)			1
Раствор для УМО		6	2
Коллоидный раствор (КОЛР)			1
Брикеты, твердые брикеты, (Б, ТБ)			1
Таблетки (ТАБ)		1	8
Шашки, пластины, карандаши, сетка (Ш, ПЛ, К, С)		3	4
Технический продукт (ТП)	2	7	
Газ	1	1	1
Всего	34	127	115

Большим достижением в развитии ассортимента в 70 гг. явилось его пополнение инсектицидами нового химического класса – пиретроидов, появившихся в те годы на мировом рынке пестицидов. Синтетические пиретроиды, являясь производными хризантемовой кислоты, по химической структуре сходны со структурой природных пиретринов. Низкая фотостабильность пиретринов при наличии высокой инсектицидной активности послужила основанием для исследований связи их химической структуры с биологической активностью, результатом которых явилась замена ненасыщенных группировок их молекул на более стабильные насыщенные. Модификация как кислотной, так и спиртовой части эфиров хризантемовой кислоты позволила специалистам Ротамстедской станции (Англия) синтезировать стойкие к солнечной радиации и окислению соединения (Ellioth, 1976; Ellioth et al., 1978). Многие из этих соединений получили признание в мире в качестве высоко эффективных средств борьбы с вредными членистоногими.

Синтетические пиретроиды благодаря фотостабильности, характеризуются относительно длительным токсическим действием (3–4 недели) в полевых условиях при сохранении высоких инсектицидных свойств своих растительных прототипов. Большим достоинством синтетических пиретроидов перед инсектицидами других химических классов были высокая эффективность в низких нормах применения (0.2–0.7 л/га) и деградация в течение 1.5–2 месяцев в разных средах до нетоксичных метаболитов (Короткова, Промоненков, 1977). Одними из первых в ассортименте появились препараты биоресметрина (биоресметрин, КЭ; изатрин КЭ), практически безвредного для теплокровных вещества (LD_{50} для крыс более 7000 мг/кг). Эти препараты были высокотоксичны для вредных членистоногих (тлей, трипсов, белокрылок, гусениц, жуков), но обладали кратковременным действием в полевых условиях в результате быстрой деградации под воздействием ультрафиолетовых лучей. По этой причине использование препаратов биоресметрина было ограничено ягодниками и культурами защищенного грунта, продукция которых используется непосредственно в пищу.

Позднее в ассортимент были включены препараты пиретроидов, созданные на основе 4 действующих веществ – перметрина (амбуш КЭ, корсар, КЭ), цимбуша (циперметрин, КЭ; рипкорд, КЭ), фенвалерата (сумицидин, КЭ) и дельтаметрина (децис, КЭ), которые, в отличие от биоресметрина, характеризовались фотостабильностью, средней и малой опасностью для теплокровных (III–IV класс гигиенической классификации) и эффективностью против широкого круга вредителей полевых, овощных и плодовых культур. Высокий защитный эффект этих пиретроидов был обусловлен наличием у них ярко выраженных контактно-кишечных, репеллентных и антифидантных свойств, что приводило к резкому снижению численности вредителей как в обрабатываемом, так и последующем за ним поколении. Кроме того, пиретроиды вызывают у членистоногих быстродействующий нокдаун-эффект (валящий с ног), связанный со спецификой действия на их нервную систему.

Пиретроиды относятся к сильным нейротоксическим ядам. Механизм действия пиретроидов, как ДДТ и его аналогов, связан с блокированием ионного транспорта в

мембранах нервных клеток членистоногих в результате связывания с рецепторами их Na^+ каналов. Не случайно, наблюдалось быстрое развитие резистентности в популяциях вредителей, которые ранее подвергались интенсивным обработкам ДДТ (колорадский жук, разные виды совок, листовертки и др.).

Действующие вещества трех включенных в ассортимент пиретроидов (циперметрин, перметрин, фенвалерат) представляли собой смеси оптических изомеров с разной степенью активности для членистоногих, например, у перметрина их число составляло 4, у циперметрина достигало 8. Только дельтаметрин состоял из одного изомера, что обеспечивало постоянство его состава и, соответственно, эффективности в борьбе с насекомыми. Дельтаметрин превосходил их по токсичности для вредителей и эффективности в борьбе с ними в более низких нормах применения (5–25 г д.в./га), но он был высоко токсичен для теплокровных (LD_{50} для крыс 135 мг/кг). Однако это не было ограничением для широкого использования созданного на его основе препарата децис, КЭ, который применялся на 27 культурах против 50 видов вредных членистоногих.

Пиретроиды быстро завоевали популярность в качестве средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, что способствовало быстрому росту их производства. Если в 1976 г. доля пиретроидов составляла 1% от всего мирового производства инсектицидов, то в 1981 г. – 14%. Причем из произведенных в мире 2.5 тыс. т их действующих веществ на долю фенвалерата приходилось 1050, перметрина – 860, циперметрина – 380, дельтаметрина – 100 тыс. т (Грапов, Мельников, 1984).

Появление синтетических пиретроидов на арене защиты растений ознаменовало новый этап в развитии химического метода, так как их внедрение в сельскохозяйственную практику позволило перейти на применение препаратов в низких нормах (0.2–0.7 л/га) в сравнение с применявшимися ранее инсектицидами, что способствовало значительному снижению пестицидной нагрузки на обрабатываемые агробиоценозы. Более того, использование пиретроидов значительно расширило возможности борьбы с вредителями хлопчатника, картофеля, сахарной свеклы, плодовых и овощных и др. культур, в популяциях которых в те годы активно формировалась резистентность к хлор- и фосфорорганическим инсектицидам (Смирнова, 1980). Однако к недостаткам включенных в ассортимент пиретроидов относилась их высокая токсичность для энтомофагов и отсутствие акарицидных свойств, в связи с чем на фонах с их применением, как с ДДТ и севином, наблюдались вспышки размножения растительноядных клещей.

На формирование ассортимента 60–70 гг. существенное влияние оказала концепция интегрированной борьбы (ИБ) – Integrated Control, сформулированная в 50 гг. американскими исследователями (Stern et al., 1959) и получившая признание в 70 гг. во всем мире в виде программ Интегрированного Управления Вредителями (Integrated Pest Management – IPM). Одним из положений этой концепции, базирующейся на фундаментальных биоценологических исследованиях, являлось максимальное сохранение полезных компонентов агробиоценозов (опылителей, хищных и паразитических членистоногих, почвенной микрофлоры) за счет резкого сокращения кратности применения

пестицидов в результате проведения обработок по экономическим порогам вредоносности (ЭПВ) и использования селективных (избирательно действующих только на объекты борьбы) средств. В этой связи появилось требование, предъявляемое к пестицидам в 70 гг. – безопасность для полезных членистоногих агробиоценозов, что диктовало необходимость поиска селективных токсикантов.

Поскольку большинство включенных в ассортимент пиретроидов являлись контактными инсектицидами и применялись для опрыскивания растений в виде концентратов суспензий или эмульсий в низких, по сравнению с опыливанием, нормах применения с помощью наземной аппаратуры, появилась возможность снизить объемы их авиационного использования на многих культурах. Это способствовало снижению загрязнения агробиоценозов и окружающей среды токсическими веществами и сохранению энтомофагов, опылителей и медоносных пчел, несмотря на их высокую токсичность для этих членистоногих.

Сохранению полезных насекомых на полях способствовало также появление в ассортименте тех лет гранулированных препаратов, в частности, ряда широко применявшихся ФОС (базудин, волатон, дурсбан, примидид, хлорофос, фосфамид) (табл. 2), благодаря значительному снижению их контактов с инсектицидами при внесении гранул в сравнение с опрыскиванием растений. Внесение гранулированных инсектицидов на поверхность или в почву позволяло решать проблемы борьбы с почвообитающими вредителями (подгрызающие совки, проволочники, ложнопроволочники) и с сосущими вредителями всходов (тли, клещи, внутрисклеблевые мухи), а обработка кукурузы гранулами хлорофоса, попадающими за пазухи листьев, обеспечивала защиту этой культуры от такого опасного вредителя, как стеблевой кукурузный мотылек.

Учитывая новое требование безопасности пестицидов для энтомофагов, ассортимент 70 гг. пополнился селективными афицидами из класса карбаматов – диметилкарбаматом контактного действия пиримором, СП (д. в. пиримикарб), высокотоксичным для теплокровных (LD_{50} для крыс 147 мг/кг), и фенилкарбаматом контактно-системного действия кронетоном, КЭ, Г (д. в. этиофенкарб), среднетоксичным для теплокровных (LD_{50} для крыс 411–499 мг/кг). Оба инсектицида были рекомендованы в борьбе с различными видами тлей на картофеле, овощных, плодовых, цитрусовых и др. культурах, в том числе и с переносчиками вирусных заболеваний путем опрыскивания растений, а кронетон еще и путем внесения в почву в виде гранул. В ассортименте инсектицидов тех лет присутствовал также специфический афицид из класса дитиофосфатов – сайфос, СП, П (д. в. меназон), малопасный для теплокровных инсектицид контактно-системного действия (LD_{50} для крыс 1950 мг/кг), рекомендованный в борьбе с тлями – переносчиками вирусной инфекции, чаще всего, способом предпосевной обработки семян.

В 60–70 гг. на многих культурах большое значение приобрела резистентность вредных членистоногих к ФОС, как следствие их интенсивного, многолетнего применения. Наиболее остро эта проблема обострялась с растительноядными клещами на хлопчатнике, в плодовых садах и на культурах защищенного грунта (Смирнова, 1972). В борьбе с резистентными к ФОС популяциями клещей был испытан и рекомендован к применению ряд специфических

акарицидов из разных классов химических соединений. К их числу относились хлорорганические препараты кельтан, КЭ, СП (д. в. хлорэтанол) и дикофол, КЭ, СП (д. в. дикофол), эфир дибромбензиловой кислоты неорон, КЭ (д. в. бромпропилат), токсичные для подвижных фаз развития клещей; а также оловоорганическое производное пликтран, СП (д. в. цигексатин), обладающее ларвицидным и овицидным действием на клещей. Акарицидными свойствами в отношении всех фаз развития клещей обладали включенные в ассортимент динитрофенолсодержащие препараты динобутон (акрекс СП, изофен, СП) и смесевые препараты мильбекс, СП – смесь димита (д. в. хлорфенилметилкарбинол) и азосульфида (1:2); акартан, КЭ – смесь кельтана и фунгицида каратана, СП (д. в. динокапа) (2:1); митран, СП – смесь димита и эфирсульфоната (1:2), также ИСО – смесь полисульфидов кальция.

Указанные акарициды были малотоксичны для теплокровных и энтомофагов, и высокоэффективны в борьбе с резистентными к ФОС популяциями клещей. На их основании ВИЗР были разработаны системы чередования препаратов разного механизма действия на различных культурах для преодоления сформировавшейся резистентности к ФОС в популяциях клещей или торможения ее развития к любому интенсивно применяемому акарициду (Смирнова и др., 1972).

Помимо перечисленных выше инсектицидов и акарицидов ассортимент тех лет существенно пополнился новыми средствами борьбы с зимующим запасом вредителей и возбудителей заболеваний плодовых деревьев и ягодников. Одним из них был нитрафен, ПС, относящийся, как и ДНОК, к производным нитрофенола и рекомендованный для ранневесенних и осенних обработок против комплекса зимующих фаз развития вредителей и возбудителей заболеваний (парша яблони, пятнистости). Нитрафен несколько уступал ДНОК по эффективности, но был перспективен для применения в виду меньшей опасности для теплокровных животных (LD_{50} для крыс 895 мг/кг).

Были также рекомендованы такие малоопасные для теплокровных смесевые препараты, как нитроэмульсия (7.5% нитрафена в дизельном топливе, LD_{50} для крыс 1350 мг/кг), высоко эффективная в борьбе со щитовками и ложнощитовками на различных плодовых деревьях; трихлороль-5, КЭ (LD_{50} для крыс 2000 мг/кг), содержащий в своем составе 5% инсектицида трихлорметафос-3 и 92% нефтяного не фитоцидного масла, что позволяло эффективно бороться с яйцами и отрождающимися из них личинками клещей, медяниц, листоверток, молей в период от распускания почек до выдвигания соцветий плодовых деревьев, не вызывая их ожогов; олеокуприт, Э (75% нефтяного масла +15% медной соли нафтеновых кислот, LD_{50} для крыс более 1000 мг/кг) – опрыскивание до начала распускания почек против зимующих фаз развития вредителей и возбудителей заболеваний плодовых деревьев (парша яблони, мучнистая роса).

Помимо этого, в ассортимент были включены препараты № 30, 30а, 30м, 30с и 30сс, представляющие собой 76% концентраты эмульсий минеральных масел для опрыскивания плодовых и цитрусовых культур, виноградной лозы и ягодников не только весной до распускания почек в борьбе с зимующим запасом тлей, клещей, медяниц, кокцид, листоверток, но и со щитовками в летний период,

благодаря содержанию в них трансформаторного и других летних масел, не вызывающих ожогов листьев (№ 30, 30а, 30м).

Фумиганты в составе ассортимента 70 гг. были представлены метилбромидом, ТП, метилхлоридом, ТП (д. в. хлористый металл), фосфоксином, Г, ТАБ (д. в. фосфид AL), сероуглеродом, Э, препаратами 242, ТП (д. в. хлорпикрин) и дихлорэтаном, ТП, относящихся к СДЯВ, в связи с чем они рекомендовались, в основном, для дезинсекции складских помещений или хранящегося зерна для защиты от амбарных вредителей. Состав этих фумигантов был пополнен также отечественным препаратом гексахлорбутадием, ТП (д. в. перхлордивинил) в качестве средства борьбы с корневой формой филлоксеры на виноградной лозе. Гексахлорбутадием был перспективен для применения, так как отличался от дихлорэтана и сероуглерода, рекомендованных для борьбы, наряду с вредителями запасов, и против этого объекта, меньшей опасностью для теплокровных (LD_{50} для крыс 165 мг/кг, коэффициент кумуляции 2.5) и более низкими нормами внесения.

Таким образом, в результате двадцатилетнего изучения мирового ассортимента инсектицидов и акарицидов сетью токсикологических лабораторий ВИЗР и лабораторий ВНИИГИНТОКС на начало 80 гг. был сформирован эффективный ассортимент средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, представленный 127 препаратами на основе 70 действующих веществ (Список..., 1982–1985). В составе этого ассортимента преобладали ФОС (56 препаратов, 31 д.в.), далее шли хлорорганические соединения (22 препарата, 10 д.в.), пиретроиды (9 препаратов, 5 д.в.) и 8 комбинированных препаратов; остальные 34 препарата составляли неорганические соединения, углеводороды, карбаматы, органические соединения серы и др. (табл. 1).

Значительная часть препаратов ассортимента начала 80 гг. относилась к средне- и малоопасным для теплокровных соединениям со слабо выраженными кумулятивными свойствами (деградация до нетоксичных продуктов в течение вегетационного сезона). В этой связи его гигиенические и агроэкологические показатели существенно улучшились относительно начала 60 гг. Прежде всего, с 2.0 до 2.92 изменился класс его опасности и с 316.3 до 944.3 мг/кг возросло значение средней величины LD_{50} для теплокровных (табл. 1). Резко снизились средние значения норм применения препаратов и их действующих веществ на гектар обрабатываемой площади и, соответственно, более, чем в 8 раз уменьшилась токсическая нагрузка на гектар (табл. 1).

С помощью сформированного ассортимента средств борьбы начала 80 гг. решался ряд фитосанитарных проблем на зерновых, хлопчатнике, плодовых, цитрусовых и др. культурах, однако он нуждался в дальнейшем усовершенствовании, несмотря на улучшенные гигиенические и агроэкологические показатели входивших в его состав инсектицидов и акарицидов. Прежде всего, это касалось содержания в ассортименте ряда морально устаревших и высокотоксичных препаратов широкого спектра действия, применявшихся в высоких нормах и вызывающих негативные последствия медицинского и экологического характера. Доминирование в ассортименте ФОС приводило к их интенсивному использованию и способствовало развитию

резистентности в популяциях грызущих вредителей, против которых отсутствовали специфические инсектициды и только 21% составляли специфические акарициды и афициды. Практически, не было препаратов для обработки семян, обладающих системной активностью, которые позволяли бы решать вопросы борьбы с почвообитающими вредителями и сосущими вредителями всходов.

Период 80–90 годы

Дальнейшее совершенствование ассортимента средств борьбы с вредителями в тот период было направлено на решение обозначенных выше проблем. При этом, особое внимание уделялось поиску селективных действующих веществ из новых классов химических соединений с низкими нормами применения в более прогрессивных и безопасных для теплокровных и окружающей среды формах.

Прежде всего, для применения были запрещены фосфорорганические препараты, относящиеся к I–II классу гигиенической опасности для теплокровных (ДДВФ, КЭ; дурсбан, КЭ; метафос, КЭ, СП; метилмеркаптофос, КЭ; примидид, Г) или с выявленными отдаленными последствиями (сайфос, СП, П; хлорофос, СП, ТП; трихлорметафос-3, КЭ; фталафос, КЭ, СП; этафос, КЭ). В результате этих преобразований число представителей класса ФОС снизилось, по сравнению с началом 80 гг., на 40%. В то же время в ассортименте появились более безопасные формы диметоата, очищенного от вредных примесей (Би-58 Новый, КЭ; данадим, КЭ). Из-за отдаленных негативных последствий (канцерогенность, гонадотропность, эмбриотоксичность и др.) из ассортимента были удалены хлорорганические препараты гексахлорбутадием, ТП; гептахлор, КЭ; дилор, СП; кельтан, КЭ, СП и тиодан, СП; карбамат севин, СП; КЭАМ, а также специфические акарициды – препараты динобутана (акрекс, СП; динобутон, СП) и соединение олова пликтран, СП.

В качестве заменителей средств борьбы с клещами в ассортимент были включены акарициды нового поколения, в частности, производное органической серы ниссоран, СП, СК (д. в. гексатиазокс) и препарат тетралина аполло, КС (д. в. клофентизин). Оба токсиканта, не оказывая прямого токсического действия на паутиных клещей, являлись высокоэффективными средствами борьбы с ними, так как нарушали их метаморфоз, стерилизуя самок и снижая жизнеспособность отложенных яиц (Попов, 2004). В ассортимент был также включен акарицид из классов азинов хинозолин демитан, СК (д. в. феназахин), действующий на все фазы развития клещей. Перечисленные акарициды были средне или малоопасны для теплокровных и энтомофагов, эффективны в борьбе с клещами в низких нормах (0.1–0.6 л, кг/га) и представляли интерес для использования в программах интегрированной борьбы.

Из ассортимента были также исключены смесевые препараты, содержащие запрещенные для применения компоненты (акартан, КЭ; митран, СП; фосфаман, Г; олеокуприт, Э; трихлороль-5, КЭ). Вместе с тем для борьбы с наземными и почвообитающими вредителями многих сельскохозяйственных культур в нем появились комбинированные препараты ФОС с дельгаметрином (децис-квик, КЭ; бифетрин, КЭ) и циперметрином (нурелл-Д, КЭ; ципи Плюс, КЭ), а также карбаматы фурадан, ТПС, Г и адифур, ТПС (д. в. карбофуран), обладающие системной активностью. Благодаря высокой эффективности препараты

карбофурана позволяли защищать всходы сахарной свеклы от комплекса вредителей, пшеницы от хлебной жужелицы, кукурузы от проволочников, хлопчатника от подгрызающих совок, рапса, капусты и горчицы от крестоцветных блошек. Высокая токсичность карбофурана для теплокровных (LD_{50} для крыс 100 мг/кг) накладывала определенные ограничения на его использование, так как требовала для проведения обработок семян специальных герметических установок в заводских условиях. Проблема была решена после появления в ассортименте карбамата промет 400 в виде микрокапсулированной суспензии (МКС). Действующее вещество промета фуратиокарб относится к I классу опасности для теплокровных (LD_{50} для крыс 43 мг/кг), однако заключение в полимерные оболочки делало его малоопасным для теплокровных (LD_{50} для крыс 3000 мг/кг) (Маркел, 1991). Это позволяло обрабатывать семена различных культур препаратами фуратиокарба промет, МКС и рапкол ТЗ, П (комбинация фуратиокарба с фунгицидами тиабендазол и металаксил) на обычных машинах для протравливания.

Одним из направлений совершенствования ассортимента 80–90 гг. явилось значительное увеличение в нем числа пиретроидов за счет пополнения препаратами III поколения, полученных либо выделением из рацемических смесей существующих пиретроидов наиболее активных оптических изомеров, либо направленным синтезом их изомеров определенной конфигурации. Эти изомеры были в 1.5–2 раза более токсичны для насекомых, чем исходные вещества, что позволило разработать на их основе эффективные препараты по типу дециса со сниженным в 2–5 раз содержанием активного начала. Так были получены пиретроиды карате, КЭ (д. в. лямбда-изомер цигалотрина), маврик, ВЭ (д. в. тау-изомер флювалината), данитол, КЭ, ФЛО (д. в. альфа-изомер фенпропатрина); препараты фастак, КЭ; кинмикс, КЭ и фьюри ВЭ (д. в. альфа-, бета- и зета-изомеры циперметрина, соответственно); талстар, КЭ (д. в. бифентрин), бульдок, КЭ (д. в. бета-изомер цифлутрина), суми-альфа, КЭ (д. в. эсфенвалерат – альфа-изомер фенвалерата). Инсектициды данитол, карате, маврик, талстар обладали акарицидной активностью, что способствовало снижению кратности применения инсектоакарицидов. В тоже время, произошедшие изменения в ассортименте пиретроидов привели к интенсивности их использования для защиты многих культур от вредителей и развитию к ним резистентности в популяциях вредной черепашки, хлопковой совки, колорадского жука и ряда других вредителей (Сухорученко, 1997).

Обновление ассортимента инсектицидов и акарицидов происходило также путем целенаправленного поиска токсикантов, действующих на новые мишени в организме членистоногих. Так в 90 гг. в ассортименте появился высокоэффективный, контактно-кишечный инсектицид с наличием системной активности из нового химического класса фенилпиразолов – фипронил, относящийся ко II классу опасности для теплокровных (LD_{50} для крыс 100 мг/кг). Однако, низкие нормы применения фипронила (3–25 г д.в. /га) снижали его опасность для теплокровных и позволяли использовать его препараты адонис, КЭ и регент, ВДГ способом опрыскивания в борьбе с саранчовыми, вредной черепашкой, хлебной жужелицей (*Zabrus tenebrioides* Goeze), пьявицей (*Oulema melanopus* L.),

колорадским жуком, или препарат космос, КС для предпосевной обработки семян кукурузы, подсолнечника и сахарной свеклы против проволочников. Фипронил относится к нейротоксическим соединениям, но в отличие от традиционных инсектицидов блокирует ГАВА (ГАМК – гамма-аминомасляная кислота) рецепторы хлоридных каналов мембран нервных клеток членистоногих, что нарушает передачу нервного импульса и приводит к их гибели. Это позволяет использовать препараты фипронила в борьбе с резистентными к ФОС, карбаматам и пиретроидам популяциями вредителей.

Еще одним, включенным в ассортимент соединений, действующим на ГАВА-рецепторы хлоридных каналов нервной системы насекомых, был специфический акарицид абамектин. Этот акарицид является синтетическим аналогом продукта жизнедеятельности почвенного актиномицета *Streptomyces avermitilis*, давшего название новому классу соединений – авермектинам. В отличие от фипронила, абамектин действует как агонист нейромедиатора ГАВА на другой сайт ГАВА-рецепторов хлоридных каналов, что исключает возникновение перекрестной резистентности между этими токсикантами. Абамектин относится к I классу опасности для теплокровных (LD_{50} для крыс 11.8 мг/кг), но незначительное (18 г/л) содержание активного начала в созданном на его основе препарате вертимек, КЭ значительно снижало опасность токсиканта для теплокровных. Это позволило рекомендовать вертимек для борьбы с обыкновенным паутиным клещом (*Tetranychus urticae* Koch.) в защищенном грунте на горшечных цветочных культурах и розе.

Наряду с абамектином, в ассортименте этих лет появились высокотоксичные для насекомых, оригинальные действующие вещества тиоциклам и бенсултап – производные нереистоксина, выделенного из морского кольчатого червя *Lumbrineris heteropoda* Day. Природный нереистоксин относится к I классу опасности для теплокровных (LD_{50} для крыс 1.8 мг/кг), но в результате модификации его молекулы соединения тиоциклам и бенсултап, относящиеся к дибензотиосульфатам, оказались в сотни раз менее токсичны для теплокровных, чем природный нереистоксин (Грапов, Мельников, 1984). На основе этих токсикантов были разработаны эффективные инсектициды эвисект, Г и банкол, СП. Наиболее широкое применение в практике получил банкол, как малоопасный для теплокровных инсектицид (LD_{50} крыс 1105–1120 мг/кг), обладающий длительным действием на колорадского жука, хлебную жужелицу, рапсового цветоеда (*Meligethes aeneus* Fabr.), корневого люцернового долгоносика (*Otiorynchus ligustici* L.). Персистентность этого инсектицида объясняется его превращениями в насекомых в нереистоксин и его сульфоксид, оказывающих сильное токсическое действие на их организм.

В 90 гг. в мире были достигнуты значительные успехи в области изучения биохимических и физиологических механизмов регуляции таких, свойственных только членистоногим, процессов их жизнедеятельности, как диапауза, метаморфоз, линька. Это позволило подойти к созданию эффективных, отвечающих требованиям высокой селективности и экологической безопасности средств борьбы с вредными членистоногими, имитирующих активность природных соединений, влияющих на эти процессы

(Джекобсон, 1976; Буров, Тютерев, 1998). Путем встречного синтеза идентифицированных природных соединений были созданы такие регуляторы роста и развития членистоногих (РРР), как аналоги природных гормонов, в частности ювенильного, так и ингибиторы синтеза хитина, вызывающие нарушение процесса его образования.

По химическому составу эти соединения относились к карбаматам, хлорированным или фторированным производным мочевины, или к соединениям смешанных химических классов, но, в отличие от традиционных нейротоксических пестицидов, для них характерно нарушение процесса онтогенеза членистоногих при отсутствии прямого токсического действия на их организм в рекомендуемых дозах и высокая видоспецифичность действия (Буров, Сазонов, 1987). Вследствие этих особенностей, наблюдается целый ряд ответных реакций организма членистоногих на воздействие РРР, что приводит к нарушению их развития и жизнедеятельности на протяжении нескольких этапов онтогенеза и разнообразию вызываемых ими эффектов (гибель во время линьки или при переходе из одной фазы в другую; появление нежизнеспособных уродливых особей, стерильных имаго и яиц и т.п.).

Включение в ассортимент средств борьбы с вредителями 90 гг. ювеноидов: карбамата инсегар ВДГ (д. в. феноксикарб) и феноксифениловый эфир адмирал, КЭ (д. в. пирпроксифен); ингибиторов синтеза хитина: производных мочевины димилин, СП (д.в. дифлубензурон); сонет, КЭ (д.в. гексафлумурон) и матч, КЭ (д. в. люфенурон), а также специфических акарицидов ниссоран, аполло и феноксипиразола оргус, СК (д. в. фенпироксимат) пополнило его еще одной группой токсикантов, эффективных против вредителей в низких нормах применения (0.1–0.6 л, кг/га). Отличающийся от нейротоксических соединений механизм действия этих соединений обуславливал их избирательность в отношении колорадского жука, листоверток, белокрылок, саранчовых, паутиных клещей при практической безопасности для теплокровных (LD_{50} для крыс – 2000–5000 и более мг/кг) и энтомофагов. Это сделало РРР перспективными средствами для использования в программах интегрированного управления вредными видами. Необходимо отметить, что с включением в ассортимент РРР в нем впервые появились селективные в отношении грызущих насекомых препараты, что позволяло

эффективно использовать их в борьбе с резистентными к ФОС и пиретроидам популяциями вредителей (Сухорученко и др., 2000).

Конец 90 гг. ознаменовался появлением на мировом рынке инсектицидов нового класса химических соединений – неоникотиноидов. Как и пиретроиды, эти инсектициды были получены в результате расшифровки строения природных токсинов растительного (никотин) и животного (эпабатин – токсин ядовитой пустынной жабы) происхождения и обнаружения инсектицидных свойств у фрагментов этих токсинов, содержащих 6-хлорникотиновую группу. Аналоговый синтез соединений на основании этих фрагментов выявил нестабильность первых неоникотиноидов, но модификации входящего в их молекулу нитрометилового гетероцикла повысило их стабильность и позволило химическим фирмам создать ряд блестящих инсектицидов.

Как и большинство современных инсектицидов, неоникотиноиды являются нейротоксическими соединениями, но отличаются от них мишенью действия на нервной системе насекомых. Подобно никотину, неоникотиноиды взаимодействуют с никотиновыми рецепторами постсинаптических мембран нервных клеток насекомых, в связи с чем эффективны против резистентных к большинству инсектицидов популяций членистоногих (Yamamoto, 1996; Buckingham, 1997). Неоникотиноиды – контактно-кишечные инсектициды, широкого спектра действия, обладающие системной активностью (Matsuda, Takahashi, 1996), что позволяет использовать их для обработок как растений, так и посадочного материала. Они характеризуются средней или низкой токсичностью для теплокровных (LD_{50} для крыс 480–1563 мг/кг), опылителей, энтомофагов и рыб, но высоко токсичны в отношении вредителей.

В результате широких регистрационных испытаний в разных почвенно-климатических зонах страны инсектициды моспилан, РП (д. в. ацетамиприд); актара ВДГ (д. в. тиаметоксам) и конфидор, ВРК (д. в. имидаклоприд), выявили высокую биологическую эффективность в нормах 0.15–0.5 кг/га против резистентных к пиретроидам и ФОС популяций колорадского жука, вредной черепашки и др. вредителей. Это позволило включить изученные неоникотиноиды в ассортимент пестицидов и быстро внедрить их в практику.

Заключение

Сформированный на начало 21 века ассортимент средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур в России был представлен 115 препаратами на основе 50 действующих веществ (Государственный каталог пестицидов..., 2000). В сравнение с началом 80 гг. в этом ассортименте произошли существенные количественные и качественные изменения. Доминирующее положение в нем заняли пиретроиды (43 препаратов, 13 д. в.), оттеснив на второе место ФОС (21 препарат, 10 д. в.) и карбаматы (8 препаратов, 5 д. в.) (табл. 1). Это следует рассматривать как положительный момент, учитывая средние показатели опасности пиретроидов для теплокровных и низкие нормы их применения. Далее следуют органические производные серы, мочевины и неоникотиноиды. Перечисленные препараты составляют в сумме 72.6% от общего числа зарегистрированных средств борьбы, остальные 27.4%

– отдельные представители новых классов химических соединений – азинов, тетразинов, авермектинов, феноксифениловых эфиров и других препаратов, в том числе 6 комбинированных (табл. 1).

Расчеты показали, что средний класс опасности входящих в ассортимент 2000 г. соединений близок к таковому 80 г. (табл. 1). Но значительное его пополнение избирательно действующими соединениями способствовало снижению токсичности включенных в него соединений для теплокровных, так как среднее значение величины их LD_{50} для крыс увеличилось с 944.3 до 1170.6 мг/кг. Произошло также резкое снижение норм применения препаратов и их действующих веществ на гектар защищаемой площади и, соответственно, величины токсической нагрузки в 13.6 раза, по сравнению с началом 80 гг. Благодаря положительным агроэкотоксикологическим и гигиеническим

показателям, многие инсектициды и акарициды ассортимента начала 2000 гг. активно использовали в последующие годы в борьбе с комплексами доминантных вредителей на таких пестицидоёмких культурах, как зерновые, плодовые, картофель, сахарная свекла.

Считаем своим долгом назвать имена энтомотоксикологов ВИЗР, отдавших много сил созданию и развитию химического метода защиты растений в России в 20 веке, в том числе формированию ассортимента химических

средств борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур: Угрюмова Г.Д., Додонова Б.А. Немирицкого Б.Г., Крайтера А.Д., Сазонова П.В., Галахова П.Н, Чigareва Г.А., Пайкина Д.М., Козловой Е.Н., Ивановой Н.А., Шабановой М.П., Смирновой А.А., Новожилова К.В., Старостина С.П., Савченко К.Н., Чихачевой Ю.Н., Тарасовой Л.А., Кириловой М.Н., Толстой Ю.С., Курдюкова В.В. и многих других, памяти которых авторы посвятили эту статью.

Библиографический список (References)

- Богдарина АА (1935) Изучение ожога на плодовых культурах при опрыскивании эмульсиями минеральных масел. *Труды по защите растений* 3(4):7–18
- Бочарова ЛП, Попов ПВ, Украинец НС (1958) Эфиры сульфокислот как акарициды. Органические инсектофунгициды и гербициды. М.: Госхимиздат. 257–261
- Болотов А (1786) О земляных блохах. *Экономический магазин* 28. 139, 155, 167
- Буров ВН, Сазонов АП (1987) Биологически активные вещества в защите растений. М.: ВО Агропромиздат. 198 с.
- Буров ВН, Тютюрев СЛ (1998) Пестициды XXI: от биоцидов к регуляторам. Материалы совещания. Поиск и использование. Тезисы докладов. СПб. 3–5
- Ван дер Маркел Х (1991) Инсектициды для обработки семян. Симпозиум фирмы Циба-Гейги АГ «Обработка семян как часть комплексной защиты растений». Крымская область. 17–21
- Вольфсон ЛГ, Володкович СД, Мельников НН, Молчанов АН, Сапожков СН (1958) Хлорсодержащие инсектициды хлориндан и гептахлор. Органические инсектофунгициды и гербициды. М.: Госхимиздат. 187–201
- Вольфсон ЛГ, Володкович СД, Мельников НН, Рублева ИМ (1958а) Синтез хлорфениловых эфиров сульфокислот. Органические инсектофунгициды и гербициды. М.: Госхимиздат. 248–252
- Волков АН, ред (1933) Новый препарат — анабазин — лучшее средство в борьбе с сосущими и некоторыми грызущими вредными насекомыми. Л.: Институт защиты растений ВАСХНИЛ. 11 с.
- Вышелеская НС, Зархин ММ (1931) Мыла нафтеновых кислот и нефтяные эмульсии в борьбе со щитовками на чае. *Труды по защите растений*. Л.: ВАСХНИЛ. 3(1):215–231
- Гар КА, Беззуб КЕ (1955) Испытание гексахлорана как средства против личинок шелкоунов (проволочных червей). Органические инсектофунгициды. М.: Госхимиздат. 54–167
- Гар КА (1958) О производственных испытаниях 65%-ного концентрата хлортена. Органические инсектофунгициды и гербициды. М.: Госхимиздат. 208–230
- Гар КА (1963) Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. М.: Изд. сельскохозяйственной литературы и плакатов. 288 с.
- Гар КА (1970) Химические средства для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. М.: Россельхозиздат. 208 с.
- Гар КА (1978) Химические средства защиты сельскохозяйственных культур. М.: Россельхозиздат. 143 с.
- Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2000) Инсектициды, акарициды, нематоды и родентициды. М.: Госхимкомиссия РФ. 1–68
- Госхимкомиссия при МСХ СССР (1960) Химические средства борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, рекомендуемые на 1961 г. 1. Инсектициды и акарициды. *Бюллетень МСХ СССР* 1:23–37
- Гранин ЕФ (1961) Эффективность эмульсий гептахлора и полихлорпинена против свекловичных долгоносиков. Химические средства защиты растений. М.: Госхимиздат. 56–45
- Грапов АФ, Мельников НН (1984) Современные инсектициды и акарициды. *Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева* 29(1):40–53
- Джекобсон М (1976) Половые феромоны насекомых. М.: Мир. 391с.
- Долженко ВИ, Буркова ЛА, Иванова ГП, Белых ЕБ (2008) Новые технологии применения современных инсектицидов для защиты овощных культур. Сборник: Прогрессивные технологии применения химических средств защиты растений с целью предупреждения и ликвидации вредных организмов. СПб. 8–17
- Иванова НА (1937) Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР за 1936 г. ч. II. Л.:421
- Иванова НА (1939) Материалы IV пленума защиты сельскохозяйственных растений ВАСХНИЛ. М. 59
- Иванова НА (1961) Методические указания по проведению производственных и полевых испытаний новых инсектицидов и акарицидов в плодовом саду. Л.: ВАСХНИЛ ВИЗР. 46 с.
- Исаченко ВБ, Горицкая ОВ (1931) Некоторые данные токсикологического анализа пиретра. *Труды по защите растений*. Л.: ВАСХНИЛ 3(1):165–174
- Комов И (1788) О земледелии. М. 378 с.
- Крайтер АД (1939) Материалы IV пленума защиты сельскохозяйственных растений ВАСХНИЛ. М. 5
- Короткова ОА, Промоненков ВК (1977) Пестициды и окружающая среда: пиретрины и пиретроиды. *Химия в сельском хозяйстве* 6:31–39
- Коротких ГИ (1926) Первая авиационная экспедиция по борьбе с саранчой. *Защита растений от вредителей*. *Бюллетень Постоянного Бюро Всероссийских Энтомо-Фитопатологических Съездов*. Л. 3(6):479–532
- Корчагин ВН (1936) Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР за 1935 г. Л.: ВАСХНИЛ. 261
- Крестовников АН, Парфентьев ИА (1926) Изучение токсических кислот мышьяковой и мышьяковистой кислот. *Защита растений от вредителей*. *Бюллетень Постоянного Бюро Всероссийских Энтомо-Фитопатологических Съездов*. Л. 3(6):454–462

- Мельников НН (1953) Органические соединения фосфора как инсектициды. *Успехи химии* 22(3):253–278
- Мельников НН, Мандельбаум ЯА (1958) Препараты меркаптофос (внуран) и его аналоги и гомологи. Органические инсектофунгициды и гербициды. М.: Госхимиздат. 7–13
- Мельников НН (1990) Пестициды и окружающая среда. *Агрехимия* 12:71–94
- Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве» (1986). Под ред. член-кор. ВАСХНИЛ К.В. Новожилова, канд. наук А.А. Смирновой, К.Н. Савченко, Г.И. Сухорученко, Ю.С. Толстовой. М.: Госагропром СССР, ВПНО «Союз-сельхозхимия, ВИЗР: 279 с.
- Немирицкий БГ (1931) Нефтяные масла и полисульфиды в борьбе с сосущими насекомыми зимой. Нефтяные масла и нефтепродукты в борьбе с вредителями растений. *Труды по защите растений* 3(1):201–214
- Немирицкий БГ (1935) Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР за 1934 г. Л. 5
- Нестерчук АИ (1936) Пиретрум в борьбе с вредителями овощных культур в 1935 г. Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР. Л.: ВАСХНИЛ. 459–461
- Новожилов КВ, Смирнова АА, Савченко КН, Сухорученко ГИ, Толстова ЮС, ред (1986) Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве. М.: Госагропром СССР. 279 с.
- Пайкин ДМ, Галахов ПН (1959) Итоги и дальнейшие задачи работ по новым ядохимикатам для сельскохозяйственного производства. Гигиена, токсикология и клиника новых инсектофунгицидов. *Труды 1 Всесоюзной научной конференции по гигиене и токсикологии инсектофунгицидов. Киев 25–29 июня 1957 г.* М.: Медгиз. 38–43
- Парфентьев ИА (1925) Опыты по дезинсекции элеваторов хлорпикрином. *Защита растений от вредителей. Бюллетень Постоянного Бюро Всероссийских Энтомо-Фитопатологических Съездов.* Л.2 (2–4)
- Парфентьев ИА (1927) Борьба с вредителями хлебопродуктов. М.: Государственное техническое изд. 56 с.
- Перечни опасных и особо опасных для растений и растительной продукции вредных организмов (2013). Материалы III Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». СПб. 3:459–463
- Петров АД (1931) Проблема отбора минеральных масел для целей борьбы с вредителями сельского хозяйства. *Труды по защите растений.* Л.: ВАСХНИЛ. 3(1):189–199
- Петров АД (1931а) О методе химического контроля содержания действующего начала в пиретре. *Труды по защите растений.* Л.: ВАСХНИЛ. 3(1):155–158
- Петров АД Иконен ОВ (1931) О содержании пиретрина в разных видах пиретра. *Труды по защите растений.* Л.: ВАСХНИЛ. 3(1):159–164
- Покровский ЕА (1955) Концентрированная эмульсия антраценового масла (КЭАМ) - препарат для борьбы с вредителями в зимующей стадии их развития. Дусты, эмульсии и суспензии ДДТ и ГХЦГ. М.: Госхимиздат. 174–186
- Покровский ЕА (1958) Препарат внутрирастительного действия - октаметилтетрамид пирофосфорной кислоты. Органические инсектофунгициды и гербициды. М.: Госхимиздат. 130–144
- Попов СЯ (2004) Применение гормональных акарицидов в экологизированных программах интегрированной защиты: риск и дивиденды. Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности. Материалы международной научно-практической конференции 6–20 декабря 2000 г. СПб. 252–254
- Пославский ЮМ, Голубева ЗЗ, Гар КА (1961) Применение комбинированного дуста ДД с хлорированными терпенами против хлопковой совки. Химические средства защиты растений. М.: Госхимиздат. 81–83
- Романович ИК (1931) Соединения фтора как инсектициды. *Защита растений* 8(4):351–374
- Романович ИК (1932) К вопросу о растворимости инсектицидов и фунгицидов. *Защита растений* 2:41–52
- Савельев А., Иконен Е (1933) Соли анабазина, никотина и пиперидина. *Сборник ВИЗРа* 6:85–86
- Сазонов ПВ (1948) Новые препараты ДДТ и ГХЦГ для борьбы с вредителями овощных культур. Лениздат. 52 с.
- Сазонов ПВ (1959) Состояние и перспективы развития химического метода защиты растений в СССР. Гигиена, токсикология и клиника новых инсектофунгицидов. Труды 1 Всесоюзной научной конференции по гигиене и токсикологии инсектофунгицидов. Киев 25–2 июня 1957 г. М.: Медгиз. 31–37
- Сазонов ПВ (1972) Факторы эффективности гранулированных инсектицидов. *Труды ВИЗР.* Л. 35:23–43
- Сазонов ПВ, Кобрин ББ (1963) Стратегия химической защиты от вредителей. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений.* Л.: Сельхозиздат. 17:21–47
- Сазонов ПВ, Козлова ЕН (1970) Использование инсектицидов в защите растений и сохранение полезных организмов. Тезисы докладов научно-методического совещания 23–26 июня 1970 г. по проблеме «Токсикологические исследования средств защиты растений и их применение с учетом сохранения сельскохозяйственных животных и полезных природных организмов» (СЭВ). 48–53
- Сифорова ТА (1972) О трансэпидермальной токсичности нефосфорорганических акарицидов для *Tetranychus urticae*. Краткие тезисы докладов третьего совещания по резистентности вредителей к химическим средствам защиты растений 25 декабря 1972 г. Л.: ВАСХНИЛ. ВИЗР. 75–78
- Смирнова АА (1980) Современное состояние устойчивости вредных организмов к пестицидам в условиях СССР. Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей, возбудителей растений и сорняков к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений. Тезисы докладов Пятого Всесоюзного совещания 3–5 октября 1980 г. Ереван. Л.: ВАСХНИЛ. ВИЗР. 3–7
- Смирнова АА, Корнилов ВГ, Сухорученко ГИ (1972) Устойчивость вредителей сельскохозяйственных культур к химическим средствам защиты растений в условиях Советского Союза и меры ее преодоления на примере паутиных клещей. Краткие тезисы докладов третьего

- совещания по резистентности вредителей к химическим средствам защиты растений 25 декабря 1972 г. Л.: ВАСХНИЛ. ВИЗР. 78–83
- Соколов НН (1901) Насекомые и другие животные, наносящие вред в сельском хозяйстве. III. Маврский (готтентотский) клоп (*Eurygaster maurus* F.) или черепашка. СПб.: Изд. Министерства Земледелия. 1–84
- Список химических и биологических средств с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторами роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1982–1985 гг. (1982) Часть I. Инсектициды, акарициды, моллюскоциды. М.: Госхимкомиссия МСХ СССР. 5–92
- Сухорученко ГИ (1997) Современное положение с резистентностью вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам. *Сборник трудов Всероссийского съезда по защите растений*. СПб.: ВИЗР. 281–286
- Сухорученко ГИ, Долженко ВИ, Васильева ТИ, Иванов СГ, Зверев АА (2000) Проблема резистентности колорадского жука к современным инсектицидам. Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М.: Наука. 93–99
- Угрюмов ГД (1926) Научно-исследовательская лаборатория отравляющих веществ Отдела защиты растений, ее задачи и деятельность. *Защита растений от вредителей*. Л. 3(6):449–459
- Угрюмов ГД (1930) Препараты фтора как замена соединений мышьяка в борьбе с вредителями сельского хозяйства. *Удобрение и Урожай* 2 (7–8):657–659
- Угрюмов ГД (1933) Сера – ее свойство и применение. *Сборник трудов ВИЗР*. Л. 7:107–111
- Угрюмов ГД (1935) Новое в изучении препаратов серы, как акарицидов и их стандартизация. Доклад на конференции САИЗР по защите хлопчатника от вредителей и болезней. Ташкент: Изд. ОЗРА НКЗ Уз ССР. 27 с.
- Угрюмов ГД, Вышелеская НС (1931) Исследование инсектицидного действия препаратов никотина. *Труды по защите растений*. Л.: ВАСХНИЛ 3(1):115–145
- Холоднюк ИЛ (1936) Испытание сероводорода для обеззараживания фузариозных семян пшеницы. Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР. Л.: ВАСХНИЛ. 415–416
- Эдельман НМ (1936) Производственное освоение сероводородного метода в борьбе с амбарными вредителями. Итоги научно-исследовательских работ ВИЗР. Л.: ВАСХНИЛ. 422–423
- Buckingham S, Lapiéd B, Carronic H, Sftelle F (1997) Imidacloprid actions on insect neuronal acetylcholine receptors *J Exp Bio* 2000 (21):2685–2692
- Casida JE (1963) Mode of action of carbamates. *Ann Rev Entomol* 8:39–58
- Ellioth M (1976) Chemistry, biochemistry and insecticidal action of natural and synthetic pyrethroids. *Pestic Sci* 7(6):223–244
- Ellioth M, Janes NF, Potter G (1978) The future of pyrethroids insect control. *Ann. Re.v Entomol* 23: 443–469
- Haynes HL, Lambrech JA, Moorefield HH (1957) Insecticidal properties and characteristics of 1-naphthylN-methylcarbamate. *Contribs. Boyce Thompson Inst.* 18(11):507–513
- Kolbezen MJ, Metcalf RL, Fukuto TR (1954) Insecticidal activity of carbamate cholinesterase inhibitors. *J Agr. and Food Chem* 2(17):864–870
- Madsen HF, Hoyt SC (1958) Investigations with new insecticides for codling moth control. *J. Econ Entomol* 51 (4):422–424
- Matsuda M, Takahashi H (1996) Mospilan (acetamiprid, Ni-25) – a new systemic insecticide. *Agrochemic Japan*. 68: 20–21
- Metcalf RL, March RB (1949) Studies of the mode of action of parathion and its derivatives and their toxicity to insects. *J. Econ Entomol* 42(5):721–728
- Shorey HH, Reynolds HT, Anderson LD (1962) Effect of zectran, sevin and other new carbamate insecticides upon insect populations found on vegetable and field crops in Southern California. *J. Econ Entomol* 55(1):5–11
- Stern VM, Smith RF, van den Bosch R, Hagen HS (1959) The integrated of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Part II. The integrated control concept. *Hilgardia* 29(2):81–101
- Yamamoto I (1996) Neonicotinoids. Mode of action and selectivity. *Agrochemica Japan* 68:14–15

Translation of Russian References

- Bogdarina AA (1935) [The study of burns on fruit crops due to spraying with emulsions of mineral oils] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works] 3(4):7–18 (In Russian)
- Bocharova LP, Popov PV, Ukrainetc NS (1958) *Efiry sulfokislot kak akaritsidy*. *Organicheskie insektofungitsidy i gerbitsidy* [Sulfonic acid esters as acaricides. Organic insectofungicides and herbicides] Moscow: Goskhimizdat. 257–261 (In Russian)
- Bolotov A (1786) *O zemlyanykh blokhakh*. *Ekonomicheskij magazin* [About earthen fleas. Economic store] 28. 139, 155, 167 (In Russian)
- Burov VN, Sazonov AP (1987) *Biologicheski aktivnyye veshchestva v zashchite rasteniy* [Biologically active substances in plant protection] Moscow: Agropromizdat. 198 p. (In Russian)
- Burov VN, Tyuterev SL (1998) [Pesticides XXI: from biocides to regulators]. *Materialy soveshchaniya. Poisk i ispolzovanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v zashchite rasteniy: sostoyanie i perspektivy* [Meeting materials. Search and use of biologically active substances in plant protection: state and prospects] October 19–20, 1998 Abstracts. St.Petersburg. 3–5 (In Russian)
- Van der Markel H (1991) [Insecticides for seed treatment] *Simpozium firmy Ciba-Gejgi AG "Obrabotka semyan kak chast kompleksnoy zashchity rasteniy"* [Symposium of the company Ciba-Geigy AG "Seed treatment as part of integrated plant protection"] Crimean region. 17–21 (In Russian)
- Volfson LG, Volodkovich SD, Melnikov NN, Molchanov AN, Sapozhkov SN (1958) *Hlorsoderzhashchie insektitsidy khlorindan i septakhlor*. *Organicheskie insektofungitsidy i gerbitsidy* [Chlorine-containing chlorindan and heptachlor chlorine-containing insecticides. Organic insectofungicides

- and herbicides] Moscow: Goskhimizdat. 187–201 (In Russian)
- Volfson LG, Volodkovich SD, Melnikov NN, Rubleva IM (1958 a) *Sintez khlorfenilovykh efirov sulfokislota. Organicheskie insektofungitsidy i gerbitsy* [Synthesis of chlorophenyl ethers of sulfonic acids. Organic insectofungicides and herbicides] Moscow: Goskhimizdat. 248–252 (In Russian)
- Volkov AN, red (1933) *Novyy preparat — anabazin — luchshee sredstvo v borbe s sosushchimi i nekotorymi gryzushchimi vrednymi nasekomymi* [Anabazine, the new drug, is the best remedy in the fight against sucking and some gnawing harmful insects]. Leningrad: Institute for Plant Protection. 11 p. (In Russian)
- Vyshelesskaya NS, Zarkhin MM (1931) [Soaps of naphthenic acids and oil emulsions in the fight against shields on tea] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works] Leningrad: VASKHNIL. 3 (1): 215–231 (In Russian)
- Gar KA, Bezzub KE (1955) *Ispytanie geksaklorana kak sredstva protiv lichinok shchelkunov (provolochnykh chervev). Organicheskie insektofungitsidy* [Trials of hexachloran as measure against nutcrackers (wireworms) larvae. Organic insectofungicides]. Moscow: Goskhimizdat. 54–167 (In Russian)
- Gar KA (1958) *O proizvodstvennykh ispytaniyakh 65%-nogo kontsentrata khlorortena. Organicheskie insektofungitsidy i gerbitsidy* [On production testing of 65% chlortene concentrate. Organic insectofungicides and herbicides]. Moscow: Goskhimizdat. 208–230 (In Russian)
- Gar KA (1963) *Metody ispytaniya toksichnosti i effektivnosti insektsidov* [Test methods for the toxicity and effectiveness of insecticides]. Moscow: Publishing agricultural literature tours and posters. 288 p. (In Russian)
- Gar KA (1970) *Khimicheskie sredstva dlya borby s vreditelyami i boleznyami sel'skokhozyajstvennykh kultur* [Chemical products for pest and crop disease control]. Moscow: Rosselkhozizdat. 208 p (In Russian)
- Gar KA (1978) *Himicheskie sredstva zashchity sel'skokhozyaystvennykh kultur* [Chemical crop protection products]. Moscow: Rosselkhozizdat. 143 p. (In Russian)
- Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimiKatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii (2000) Insektitsidy, akaritsidy, nematicidy i rodenticidy* [State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation (2000) Insecticides, acaricides, nematicides and rodenticides]. Moscow: State Chemical Commission of the Russian Federation. 1–68 (In Russian)
- Goskhimkomissiya pri MSKH SSSR (1960) Khimicheskie sredstva borby s vreditelyami, boleznyami i sornyakami, rekomenduemye na 1961. 1. Insektitsidy i akaritsidy* [State Chemical Commission under the Ministry of Agriculture of the USSR (1960) Chemical pest, disease and weed control agents recommended for 1961. 1. Insecticides and acaricides]. *Bulletin of the Ministry of Agriculture of the USSR* 1: 23–37 (In Russian)
- Granin EF (1961) *Effektivnost emulsii heptakhlora i polikhlorpinena protiv sveklovichnykh dolgonosikov. Khimicheskie sredstva zashchity rasteniy* [The effectiveness of emulsions of heptachlor and polychlorpinene against beet weevils. Chemical plant protection products]. Moscow: Goskhimizdat. 56–45 (In Russian)
- Grapov AF, Melnikov NN (1984) [Modern insecticides and acaricides]. *Zhurnal Vsesoyuznogo khimicheskogo obshchestva im. D.I. Mendeleeva [Journal of the All-Union Chemical Society. D.I. Mendeleev]*. 29 (1): 40–53 29(1):40–53
- Dzhekobson M (1976) *Polovyye feromony nasekomykh*. [Sexual pheromones of insects]. Moscow: MIR. 391 p. (In Russian)
- Dolzhenko VI, Burkova LA, Ivanova GP, Belykh EB (2008) *Novyye tekhnologii primeneniya sovremennykh insektsidov dlya zashchity ovoshchnykh kultur* [[New technologies for the use of modern insecticides to protect vegetable crops]. *Sbornik: Progressivnyye tekhnologii primeneniya himicheskikh sredstv zashchity rasteniy s cel'yu uprezhdeniya i likvidacii vrednykh organizmov* [Collection: Progressive technologies for the use of chemical plant protection products in order to prevent and eliminate pests.] St.Petersburg. 8–17 (In Russian)
- Edelman NM (1936) *Proizvodstvennoe osvoenie serovodorodnogo metoda v borbe s ambarnymi vreditelyami. Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR* [Industrial development of the hydrogen sulfide method in the control of barn pests. Results of scientific and research work VIZR]. Leningrad: VASKHNIL 422–423 (In Russian)
- Ivanova NA (1937) *Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR za 1936* [The results of research work in VIZR for 1936]. Part II. L.: 421 (In Russian)
- Ivanova NA (1939) *Materialy IV plenuma zashchity sel'skokhozyaystvennykh rasteniy* [Materials of the IV plenum of the agricultural plants protection]. Moscow. 59 (In Russian)
- Ivanova NA (1961) *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu proizvodstvennykh i polevykh ispytaniy novykh insektsidov i akaritsidov v plodovom sadu* [Guidelines for the production and field testing of new insecticides and acaricides in the orchard]. Leningrad: VASKHNIL. VIZR. 46 p. (In Russian)
- Isachenko VB, Gorickaya OV (1931) [Some data of toxicological analysis of fever] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works] Leningrad: VASKHNIL 3 (1): 165–174 (In Russian)
- Kholodnyuk IL (1936) *Ispytanie serovodoroda dlya obezrazhivaniya fuzarioznykh semyan pshenicy. Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR* [A hydrogen sulfide test for the disinfection of Fusarium wheat seeds. The results of research work VIZR]. Leningrad: VASKHNIL. 415–416 (In Russian)
- Komov I (1788) *O zemledelii* [About farming] Moscow: 378 p. (In Russian)
- Krajter AD (1939) *Materialy IV plenuma zashchity sel'skokhozyaystvennykh rasteniy* [Materials of the IV plenum of the agricultural plants protection] Moscow: 5 (In Russian)
- Korotkova OA, Promonenkov VK (1977) [Pesticides and the environment: pyrethrins and pyrethroids] *Khimiya v sel'skom khozyaystve [Chemistry in agriculture]*. 6: 31–39 (In Russian)
- Korotkih GI (1926) [The first locust control air expedition] *Zashchita rasteniy ot vrediteley. Byulleten Postoyannogo Byuro Vserossiyskikh Entomo-Fitopatologicheskikh Syezdov* [Plant protection from pests. Bulletin of the Permanent Bureau of the All-Russian Entomo-Phytopathological Congresses] Leningrad. 3 (6): 479–532 (In Russian)

- Korchagin VN (1936) *Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR za 1935* [The results of research work VIZR for 1935]. Leningrad: VASKHNIL. 261 (In Russian)
- Krestovnikov AN, Parfentev IA (1926) [The study of toxic acids of arsenic and arsenious acids] *Zashchita rasteniy ot vreditel'ey. Byulleten Postoyannogo Byuro Vserossijskikh Entomo-Fitopatologicheskikh Sezdov*. Leningrad. 3 (6): 454–462 (In Russian)
- Melnikov NN (1953) [Organic phosphorus compounds as insecticides] *Uspekhi khimii* [Success of chemistry]. 22(3):253–278 (In Russian)
- Melnikov NN, Mandelbaum YAA (1958) *Preparaty merkaptofos (vnuran) i ego analogi i gomologi. Organicheskie insektofungitsidy i gerbitsidy* [Preparations mercaptophos (vnuran) and its analogues and homologues. Organic insectofungicides and herbicides]. Moscow: Goskhimizdat. 7–13 (In Russian)
- Melnikov NN (1990) [Pesticides and the environment] *Agrokimiya* [Agricultural chemistry] 12: 71–94 (In Russian)
- Nemiritskiy BG (1931) [Petroleum oils and polysulfides in the fight against sucking insects in winter. Petroleum oils and petroleum products in the fight against plant pests] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works] 3 (1): 201–214 (In Russian)
- Nemiritskiy BG (1935) *Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR za 1934* [The results of research work VIZR for 1934]. Leningrad. 5 (In Russian)
- Nesterchuk AI (1936) *Piretrum v borbe s vreditelyami ovoshchnykh kultur v 1935. Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR* [Pyrethrum in the fight against vegetable pests in 1935. Results of scientific research work VIZR]. Leningrad: VASKHNIL. 459–461 (In Russian)
- Novozhilov KV, Smirnova AA, Savchenko KN, Suhoruchenko GI, Tolstova YS, red (1986) *Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu insektitsidov, akaritsidov i molluskotsidov v rastenievodstve* [Guidelines for testing insecticides, acaricides and molluscicides in crop production]. Moscow: Gosagroprom of the USSR. 279 p. (In Russian)
- Paykin DM, Galakhov PN (1959) [Results and further tasks of work on new pesticides for agricultural production. Hygiene, toxicology and clinic of new insectofungicides] *Trudy I Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii po gigiene i toksikologii insektofungitsidov* [Proceedings of the 1st All-Union Scientific Conference on Hygiene and Toxicology of Insectofungicides]. Kiev June 25–29, 1957 Moscow: Medgiz. 38–43 (In Russian)
- Parfentev IA (1925) [Experiments on the disinfection of elevators with chloropicrin] *Zashchita rasteniy ot vreditel'ey. Byulleten Postoyannogo Byuro Vserossijskikh Entomo-Fitopatologicheskikh Syezdov* [Plant protection from pests. Bulletin of the Permanent Bureau of the All-Russian Entomo-Phytopathological Congresses]. Leningrad. 2 (2–4) (In Russian)
- Parfentev IA (1927) *Borba s vreditelyami khlebobproduktov* [Pest control of bakery products]. Moscow: State Technical Publishing House. 56 p. (In Russian)
- [Lists of hazardous and highly hazardous pests to plants and plant products (2013)] *Materialy III Vserossiyskogo sezda po zashchite rasteniy "Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem"* [Materials of the III All-Russian Congress on Plant Protection "Phytopathological optimization of agroecosystems"]. St. Petersburg. 3: 459–463 (In Russian)
- Petrov AD (1931) [The problem of the selection of mineral oils for agricultural pest control] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works]. Leningrad: VASKHNIL. 3 (1): 189–199
- Petrov AD (1931 a) [On the method of chemical control of the content of the active principle in the fever.] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works]. Leningrad: VASKHNIL. 3 (1): 155–158 (In Russian)
- Petrov AD, Ikonen OV (1931) [On the amounts of pyrethrin in different types of pyrethra] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works] Leningrad: VASKHNIL 3 (1): 159–164 (In Russian)
- Petrov AD, Rejherdt AN, Isachenko VB (1929) [To the question of the use of chloropicrin for disinfection of warehouse and residential premises] *Izvestiya po prikladnoy entomologii*. [News on applied entomology] Leningrad. 4 (1): 131–150. (In Russian)
- Pokrovskiy EA (1955) *Kontsentriruyemaya emulsiya antratsenovogo masla (KE'AM) - preparat dlya borby s vreditelyami v zimuyushchey stadii ikh razvitiya. Dusty, emulsii i suspenzii DDT i GKHTSG*. [Concentrated Anthracene Oil Emulsion (CEAM) is control drug for pests in the winter stage of their development. Dusts, emulsions and suspensions of DDT and HCH]. Moscow: Goskhimizdat. 174–186 (In Russian)
- Pokrovskiy EA (1958) *Preparat vnutrirastitel'nogo deystviya - oktametiltetramid pirofosfornoj kisloty. Organicheskie insektofungitsidy i gerbitsidy* [Systemic drug - octamethyltetramide pyrophosphoric acid. Organic insectofungicides and herbicides]. Moscow: Goskhimizdat. 130–144 (In Russian)
- Popov SYA (2004) [The use of hormonal acaricides in environmentally-friendly integrated protection programs: risk and dividends]. *Khimicheskiy metod zashchity rasteniy. Sostoyanie i perspektivy povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 6–20 dekabrya 2004* [Chemical method of plant protection. Status and prospects of improving environmental safety. Materials of the international scientific-practical conference December 6–20, 2004] St. Petersburg. 252–254 (In Russian)
- Porchinskiy IA (1905) [Sulfur carbon in the fight against the most important insects and arachnids harming grain and flour]. *Trudy Byuro po entomologii. Uchenyj Komitet Ministerstva Zemledeliya i Gos. imushchestva. Departament Zemledeliya* [Proceedings of the Entomology Bureau. Scientific Committee of the Ministry of Agriculture and the State property. Department of Agriculture] (In Russian)
- Poslavskiy YM, Golubeva ZZ, Gar KA (1961) *Primenenie kombinirovannogo dusta DD s chlorirovannymi terpenami protiv chlopkovoy sovki. Chimicheskie sredstva zashchity rasteniy* [The use of a combined dust DD with chlorinated terpenes against a cotton scoop. Chemical plant protection products]. Moscow: Goskhimizdat. 81–83 (In Russian)
- Romanovich IK (1931) [Fluorine compounds as insecticides] *Zashchita rasteniy* [Plant Protection]. 8 (4): 351–374 (In Russian)

- Romanovich IK (1932) [On the solubility of insecticides and fungicides] *Zashchita rasteniy* [Plant Protection]. 2:41–52 (In Russian)
- Savelev A., Ikonen E (1933) [Salts of anabazine, nicotine and piperidine]. *Sbornik VIZRa* [VIZR collection]. 6:85–86 (In Russian)
- Sazonov PV (1948) *Novye preparaty DDT i GKHTSG dlya borby s vreditel'nyimi ovoshchnykh kultur*. [New drugs DDT and HCH for pest control of vegetable crops]. Lenizdat. 52 p. (In Russian)
- Sazonov PV (1959) [Status and development prospects of the chemical method of plant protection in the USSR. Hygiene, toxicology and the clinic of new insectofungicides] *Trudy I Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii po gigiyene i toksikologii insektofungitsidov*. [Proceedings of the 1st All-Union Scientific Conference on Hygiene and Toxicology of Insectofungicides]. Kiev June 25–29, 1957. Moscow: Medgiz. 31–37 (In Russian)
- Sazonov PV, Kozlova EN (1970) [The use of insecticides in plant protection and the preservation of beneficial organisms.] *Tezisy dokladov nauchno-metodicheskogo soveshchaniya 23–26 iyunya 1970 po probleme «Toksikologicheskie issledovaniya sredstv zashchity rasteniy i ikh primeneniye s uchetom sokhraneniya selskokhozyaystvennykh zhitvnykh i poleznykh prirodnykh organizmov» (SEV)* [Abstracts of the scientific and methodological meeting on June 23–26, 1970 on the problem “Toxicological studies of plant protection products and their application, taking into account the conservation of farm animals and beneficial natural organisms” (CMEA)]. 48–53 (In Russian)
- Siforova TA (1972) *O transepidermalnoy toksichnosti nefosfororganicheskikh akaritsidov dlya Tetranychus urticae. Kratkie tezisy dokladov tretogo soveshchaniya po rezistentnosti vreditel'ey k khimicheskim sredstvam zashchity rasteniy 25 dekabrya 1972* [About transepidermal toxicity of non-organophosphorus acaricides for Tetranychus urticae. Brief abstracts of the reports of the third meeting on pest resistance to chemical plant protection products on December 25, 1972]. Leningrad: VASKHNIL. VIZR. 75–78 (In Russian)
- Smirnova AA (1980) *Sovremennoe sostoyanie ustoychivosti vrednykh organizmov k pestitsidam v usloviyakh SSSR. Sostoyanie i perspektivy razvitiya nauchnykh issledovaniy po predotvrashcheniyu rezistentnosti u vreditel'ey, vzbuditeley bolezney rasteniy i sornyakov k pestitsidam i razrabotka effektivnykh mer borby s bakterialnymi boleznyami rasteniy. Tezisy dokladov Pyatogo Vsesoyuznogo soveshchaniya 3–5 oktyabrya 1980. Erevan*. [The current state of pest resistance to pesticides in the USSR. Status and prospects of the scientific research development on the prevention of resistance of pests, pathogens of plants and weeds to pesticides and the development of effective measures to combat bacterial plant diseases. Abstracts of the Fifth All-Union Conference October 3–5, Yerevan]. Leningrad: VASKHNIL. VIZR. 3–7 (In Russian)
- Smirnova AA, Kornilov VG, Sukhoruchenko GI (1972) *Ustoychivost vreditel'ey selskokhozyaystvennykh kultur k khimicheskim sredstvam zashchity rasteniy v usloviyakh Sovetskogo Soyuzha i mery ee preodoleniya na primere pautinnykh kleshchey. Kratkie tezisy dokladov tretogo soveshchaniya po rezistentnosti vreditel'ey k khimicheskim sredstvam zashchity rasteniy 25 dekabrya 1972*. [Resistance of crop pests to chemical plant protection products in the Soviet Union and measures to overcome it using spider mites as an example. Brief abstracts of the reports of the third meeting on pest resistance to chemical plant protection products December 25, 1972] Leningrad: VASKHNIL. VIZR. 78–83 (In Russian)
- Sokolov NN (1901) *Nasekomye i drugie zhitvnyye, nanosyashchie vred v selskom khozyaystve. III. Mavrskiy (gottentotskiy) klop (Eurygaster maurus F.) ili cherepashka*. [Insects and other animals harmful in agriculture. III. Moorish (Hottentot) bug (Eurygaster maurus F.) or bug]. St.Petersburg: Publ. Ministry of Agriculture. 1–84 (In Russian)
- Spisok khimicheskikh i biologicheskikh sredstv s vreditel'nyimi, boleznyami rasteniy i sornyakami i regul'yatorami rosta rasteniy, razreshennykh dlya primeneniya v selskom khozyaystve na 1982–1985. (1982) Chast I. Insektitsidy, akaritsidy, mollyuskotsidy*. [The list of chemical and biological agents with pests, plant diseases and weeds and plant growth regulators, approved for use in agriculture for 1982–1985. (1982) Part I. Insecticides, acaricides, molluscicides. Moscow: State Chemical Commission of the Ministry of Agriculture of the USSR]. 5–92 (In Russian)
- Sukhoruchenko GI (1997) [The current state of crop pest resistance to pesticides.] *Sbornik trudov Vserossiyskogo sezda po zashchite rasteniy*. [Proceedings of the All-Russian Congress on Plant Protection]. St.Petersburg: VIZR. 281–286 (In Russian)
- Sukhoruchenko GI, Dolzhenko VI, Vasileva TI, Ivanov SG, Zverev AA (2000) *Problema rezistentnosti koloradskogo zhuka k sovremennym insektitsidam. Sovremennyye sistemy zashchity i novye napravleniya v povyshenii ustoychivosti kartofelya k koloradskomu zhuku*. [The problem of resistance of the Colorado potato beetle to modern insecticides. Modern protection systems and new directions in increasing the resistance of potatoes to the Colorado potato beetle]. Moscow: Science. 93–99 (In Russian)
- Ugryumov GD (1926) [Research Laboratory of Poisoning Substances of the Plant Protection Department, its tasks and activities.] *Zashchita rasteniy ot vreditel'ey*. [Plant protection from pests]. Leningrad. 3 (6): 449–459 (In Russian)
- Ugryumov GD (1930) [Fluorine preparations as a substitute for arsenic compounds in the control of agricultural pests]. *Udobrenie i Urozhay* [Fertilizer and Harvest]. 2 (7–8): 657–659
- Ugryumov GD (1933) [Property and application of sulfur] *Sbornik trudov VIZR* [Collection of works VIZR]. L. 7: 107–11 (In Russian)
- Ugryumov GD (1935) *Novoe v izuchenii preparatov sery, kak akaritsidov i ih standartizatsiya. Doklad na konferentsii SAIZR po zashchite khlopatnika ot vreditel'ey i bolezney* [New in the study of sulfur drugs as acaricides and their standardization. Report at the CAIZR conference on the protection of cotton from pests and diseases]. Tashkent: Publ. OZRA NKZ Uz SSR. 27 p. (In Russian)
- Ugryumov GD, Vyshel'sskaya NS (1931) [Study of the insecticidal effect of nicotine preparations] *Trudy po zashchite rasteniy* [Plant Protection Works]. Leningrad: VASKHNIL 3 (1): 115–145 (In Russian)

THE ASSORTMENT FORMATION OF CHEMICAL MEANS OF PEST CONTROL IN THE XX CENTURY

G.I. Sukhoruchenko*, L.A. Burkova, G.P. Ivanova, T.I. Vasilyeva, O.V. Dolzhenko, S.G. Ivanov, V.I. Dolzhenko
All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

**corresponding author, e-mail: suhoruchenkogalina@mail.ru*

The article summarizes the results of research on the formation of the pest control chemicals assortment and methods of their application on various crops in Russia in the 20st century. It is shown that development of the assortment occurred in several stages, each connected with solution of plant protection problems of a given period of time, technical possibilities and requirements to the pesticides substantiated by development of theoretical bases of plant protection. In 20–30ies, when main crop protection goal was suppression of outbreaks of locusts, beet webworm, grain beetles, Sunn pest, beet weevil etc., inorganic, plant-derived and organic products of natural origin, belonging to highly potent toxic compounds, were applied in the high dosages. In 40–60ies, products of organic synthesis (chlorinated hydrocarbons and terpenes, diene compounds, organophosphates, carbamates), highly effective for pest control, but also highly toxic to human and animals prevailed. In this regard, requirements to pesticides were imposed considering safety for warm-blooded animals, as well as for beneficial components of agricultural ecosystems and environment. As a result, the insecticide assortment in 80–90ies was mainly based on the chemical classes of pyrethroids, benzoylureas, phenylpyrazoles and neonicotinoids, which are moderately dangerous for warm-blooded animals and entomophages, used at low rates and decomposed in environment over one season. Considerable attention was paid to the search for environmentally friendly forms of these drugs.

Keywords: pests, insecticides, acaricides, pesticide formulations, biological efficacy, selectivity, ecological safety

Received: 06.11.2019

Accepted: 05.03.2020