

Об истории применения инсектицидных действующих веществ

Часть 1. Вещества растительного происхождения, обладающие инсектицидным действием, неорганические вещества (мышьяксодержащие вещества, фториды, диоксиды кремния, борная кислота и бура)

Рославцева С. А., доктор биологических наук, профессор
ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии» Роспотребнадзора,
117246, Москва, Научный проезд, 18, Россия

История применения веществ и соединений в качестве инсектицидов и ларвицидов для медицинской и сельскохозяйственной дезинсекции, часть 1. Описаны инсектициды растительного происхождения, обладающие инсектицидным действием неорганические вещества (мышьяксодержащие вещества, фториды, диоксиды кремния, борная кислота и бура).

Ключевые слова: инсектициды, ларвициды, вещества растительного происхождения, неорганические (мышьяксодержащие вещества, фториды, диоксиды кремния, борная кислота и бура).

Введение

Первые средства для уничтожения вредных насекомых и клещей начали разрабатываться в интересах сельского хозяйства для защиты культурных растений от вредителей, и тогда их классифицировали по способу действия на насекомых. По Д. Фриру [1], инсектициды, убивающие насекомое при попадании на их наружные покровы, были названы контактными, а проявляющие токсическое действие при попадании в кишечник насекомого – кишечными. Эти понятия были уточнены через 10 лет П. В. Поповым [2]. Инсектициды – это вещества для уничтожения вредных насекомых; акарициды – для уничтожения клещей. Вещества, уничтожающие яйца насекомых, а также клещей, называются овицидами. Вещества, вызывающие гибель моллюсков, ранее называли лимацидами, в настоящее время – моллюскоцидами. Известны также средства, уничтожающие вшей – педикулициды, блох – пулециды, муравьев – формициды, круглых червей (нематод) – нематоциды [3].

В зависимости от того, на какую фазу развития насекомого действуют инсектициды, их делят на имагоциды – действующие на взрослых членистоногих, ларвициды – действующие на личинок, и овициды – убивающие яйца. Специфиче-

ские овициды в сфере медицинской дезинсекции, в отличие от сельскохозяйственной, отсутствуют. Нередко инсектоакарициды могут одновременно убивать и личинок, и имаго – это имаголарвициды; имаго, личинок и яйца – это имагооволарвициды.

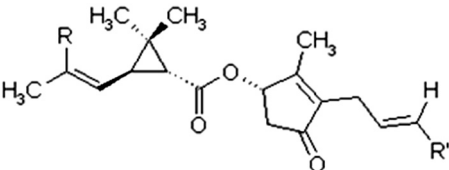
В зависимости от путей воздействия на организм членистоногих инсектоакарициды подразделяются:

- на инсектоакарициды контактного действия, их наносят непосредственно на членистоногое или на поверхность, по которой членистоногие передвигаются;
- инсектоакарициды кишечного действия, вводятся перорально в виде инсектицидных приманок и проникают в организм через кишечник;
- фумигационного действия, поступают через органы дыхания насекомых – дыхальца, используются в виде жидких и твердых аэрозолей;
- системные, их вводят в организм животного, после чего его кровь становится токсичной.

В области медицинской дезинсекции ранее для борьбы со вшами использовали бутадион – педикулицид системного действия. В настоящее время в списке педикулицидов, зарегистрированных для применения в России, он отсутствует. Разработаны инсектицидно-родентицидные средства в виде приманок, содержащих в качестве инсек-

Таблица 1

Действующие вещества пиретрума

Общая формула	Пиретрин	R	R'
	Пиретрин I	-CH ₃	-CH=CH ₂
	Цинерин I		-CH ₃
	Жасмолин I		-C ₂ H ₅
	Пиретрин II	-COOCH ₃	-CH=CH ₂
	Цинерин II		-CH ₃
	Жасмолин II		-C ₂ H ₅

тицида неоникотиноиды (имidakлоприд или ацетамиприд), для одновременной борьбы с грызунами и блохами [3].

Дезинсекция характеризуется использованием большого количества разных групп химических соединений, веществ растительного происхождения и микробиологических препаратов, в которых действующими веществами (ДВ) являются бактерии и грибы. Ниже приведены характеристики групп этих веществ с описанием их инсекто-акарицидных и репеллентных свойств.

Вещества растительного происхождения в качестве инсектицидов

С древнейших времен люди, живущие в зонах с тропическим и субтропическим климатом, использовали ядовитые растения для борьбы с насекомыми.

Известно кристаллическое вещество ротенон, обладающее широким спектром инсектицидного действия, которое было выделено с помощью органических растворителей из корней тропического растения *Derris chinensis* в 1902 году. Позднее, в 1916 году, было доказано, что это вещество, ядовитое для рыб, содержится в 4 родах семейства бобовых: 1) *Derris (Deguella) elliptica*, произрастающее в Индонезии и Малазии, *D. maculaccts* содержит от 13 до 30% ротенона в корнях; 2) *Lonchocarpus*, произрастающий в Мексике, в Южной Америке, Африке; 3) в семенах и листьях *Tephrosia vogelii* и 4) *T. toxicara* и *Mundulla* из Восточной Африки и Индии. В упомянутых странах ветки и корни этих растений бросали в водоемы для того, чтобы парализовать рыбу и собрать ее. Ротенон токсичен для пчел и насекомых, СК₅₀ для рыб – 0,008 мг/л [1, 2, 4]. Механизм действия ротенона – ингибирование митохондриального транспорта электронов [5]. В СССР это вещество было запрещено для применения, но в 90-х го-

дах XX века его пытались привезти в Россию нелегально.

Инсектицидным действием обладают семена растения сабадилла или американская (мексиканская) чемерица *Sabadilla officinalis* из сем. *Liliaceae*, в экстрактах из семян которого обнаружены алкалоиды сабадин, цевадин и сабадинин [1].

Известно отечественное растение чемерица *Varactrum album* также из этого семейства, в корнях которого содержатся алкалоиды нервин, чермерин и рубеннервин, на основе которого готовили в СССР педикулицидные средства: чемеричная настойка и чемеричная вода. Настойка как токсичное средство запрещено в России к применению, а чемеричная вода неэффективна и не внесена в список современных педикулицидов.

Одним из старейших инсектицидов растительного происхождения, который применяется с XIX века, является пиретрум (персидский порошок) – размолотые цветки и листья кавказской или далматской ромашки. В 30-е годы XX века химики расшифровали состав экстракта из этих растений. Действующим веществом пиретрума являются сложные эфиры транс-хризантемовой кислоты – пиретрин I и пиретрин II. Кроме того, в экстракте присутствуют цинерин I, цинерин II и жасмолин, не оказывающие инсектицидного действия (табл. 1) [1].

Позднее вещества, обладающие инсектицидным действием, были получены путем аналогового органического синтеза («синтетические пиретрины»).

Чем характеризуются пиретрины? Во-первых, наличием высокого нокдаун-эффекта (мгновенного наступления у большинства членистоногих состояния паралича после обработки). В зависимости от полученной дозы насекомое или погибает или выходит из этого состояния (так называемое выздоровление). Во-вторых, для пиретри-

СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ

нов характерна фотонестабильность, очень быстрое разрушение под действием ультрафиолета, а также способность быстро гидролизоваться под влиянием влаги и температуры. Пиретрины не обладают остаточным действием.

Основным механизмом действия пиретринов, как известно в настоящее время, является нарушение функционирования натриевых каналов в мембранах нервных клеток [5], а детоксикация пиретринов в живом организме связана с их гидролизом с помощью окислительных ферментов – монооксигеназ [3].

В настоящее время пиретрины сами по себе практически не применяются. Тем не менее в нашей стране ранее использовали керосиновый экстракт пиретринов под названием «Флицид», а в 1995 году был зарегистрирован французский препарат «Аква-Пай», содержащий 3% пиретринов и стабилизаторы. Этот препарат не нашел применения из-за отсутствия остаточного действия и сложности использования. Он мог бы применяться на объектах пищевой промышленности и на продовольственных складах, где должно отсутствовать остаточное действие. Пиретрины используют в качестве действующих веществ для электрофумигаторов и как добавки к другим действующим веществам для получения быстрого нокдаун-эффекта, особенно в средствах в аэрозольной упаковке.

В Европе и России в данное время ромашка рода *Pyrethrum* больше не возделывается. Мировое производство природных пиретринов переместилось в Африку (Кения, Конго, Танзания) и в Австралию.

В настоящее время для целей дезинсекции достаточно широко применяется масло нима (*neem oil*) из растения Мелия индийская *Azadirachta indica* (syn. *Melia azadirachta* L (сем. *Meliaceae*). Масло нима имеет сложный многокомпонентный состав, в частности с него входит азадирахтин, обладающий инсектицидным и педикулицидным действием и свойствами регулятора развития насекомых. Основной биоцидный компонент масла нима – тритерпеноид азадирахтин, представляющий смесь семи изомеров (А, В, С, D, E, F и G). Максимальное количество в смеси составляют изомеры А и Е; наибольшей биоцидностью обладает изомер А. Декалиновый фрагмент молекулы действует как регулятор развития насекомых – антиэкдизон. Гидрофурановая часть молекулы характеризуется антифидантными свойствами

ми [6]. Точный механизм действия азадирахтина неизвестен [5].

Эфирные масла

Масло гвоздичное эфирное. Бесцветная или желтоватая жидкость с запахом эвгенола и жгучим вкусом. В состав масла входят эвгенол (более 70%), ацетат эвгенола (до 13 %) и другие компоненты. Относится к умеренно опасным веществам при введении в желудок, DL_{50} для крыс – 1370–2650 мг/кг. При нанесении на кожу кроликов DL_{50} составляет от 1200 до 5000 мг/кг [7]. Используется в качестве ДВ педикулицидных лосьонов; активен против имаго и яиц (гнид) вшей [3].

Масло гераниевое эфирное. Представляет собой прозрачную, бледно-желтую жидкость. В состав масла входят цитронеллол – 25–35%, гераниол – 13–23%, линалоол – 2–13% и др. компоненты.

Линалоол – (3,7-диметил-1,6-октадиен-3-ол). Молекулярная масса – 154,26 г/моль. Относится к умеренно опасным веществам при введении в желудок, DL_{50} для крыс – 2790 мг/кг, для мышей – 3000 мг/кг; и к малоопасным веществам при нанесении на кожу, DL_{50} – для кроликов 5600 мг/кг (в соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007-76) [7–8]. Однократное воздействие линалоола на кожу и слизистые оболочки глаз не приводило к их раздражению. Сенсibiliзирующий эффект в опытах на морских свинках не выявлен. Следует отметить, что линалоол используется не только в парфюмерной промышленности, но и в качестве пищевых добавок, при этом суточная норма его потребления составляет 0,25 мг/кг.

ПДК линалоола в воздухе рабочей зоны – 5 мг/м³ (3-й класс опасности, пары). ОБУВ линалоола в атмосферном воздухе населенных мест – 0,01 мг/м³. ОБУВ масла гераниевого в атмосферном воздухе населенных мест – 0,002 мг/м³.

Масло анисовое (бадьяновое масло). Маслянистая жидкость от бесцветного до светло-желтого цвета. Плотность – 0,98 г/м³ при температуре 25°C. Хорошо растворяется в диэтиловом эфире и этиловом спирте. По параметрам острой токсичности при введении в желудок крыс $DL_{50} > 2000$ мг/кг, при нанесении на кожу кроликов > 5000 мг/кг. По ГОСТ 12.1.007-76 относится к 4-му классу опасности. Вызывает раздражение кожи и глаз. Кожно-резорбтивное действие

не установлено. Является пищевой добавкой. На его основе в России зарегистрировано два педикулицидных средства.

Неорганические инсектициды

Это наиболее старая группа инсектицидов. Их начали применять с 1930-х годов XX века (хлористый барий, соединения мышьяка, например парижская зелень – двойная соль уксуснокислой и мышьяковистокислой меди, арсенат кальция, фтористые соединения) [1, 2].

Соединения мышьяка. В конце 30-х годов XX века соединения мышьяка представляли собой наиболее распространенную группу инсектицидов кишечного действия. В 1937 году потребление мышьяка в пересчете на As_2O_3 составило более 54,5 тысяч тонн. Была хорошо известна парижская зелень – двойная соль уксуснокислой и мышьяковистокислой меди [2], это вещество нашло широкое применение в медицинской дезинсекции как ларвицид для борьбы с комарами. Арсенат кальция в СССР применяли для уничтожения личинок малярийных комаров. За период 1931–1940 годов в СССР парижской зеленью было обработано 20 млн га [9]. В 1941 году 70 тонн парижской зелени было истрчено в США на борьбу с личинками малярийных комаров [1].

Смесь мышьяковистого ангидрида (белого мышьяка) с сахаром применялась для борьбы с муравьями.

Применение препаратов, содержащих мышьяк, запрещено приказами МЗ СССР в 50-х годах XX века.

Неорганические соединения фтора

Фторид натрия и кремнефтористый натрий. Из неорганических соединений фтора для борьбы с насекомыми был первым применен фторид натрия, а далее, в 1896 году, кремнефторид натрия. Они применялись для борьбы с тараканами [1]. Частицы фторида натрия прилипают к кутикуле тараканов, а затем попадают в кишечник насекомых при чистке усиков и конечностей. Фториды применялись для борьбы с мухами, муравьями, личинками комаров и для пропитки древесины [10]. В настоящее время эти соединения используют для пропитки древесины, и они не внесены в официальный список средств, разрешенных к применению в медицинской дезинсекции.

Борная кислота (ортоборная кислота, тригидроксидбор).

Молекулярная формула – H_3BO_3 . Молекулярная масса – 61,8 г/моль. Бесцветные кристаллы в виде чешуек или белый кристаллический порошок, слегка жирный на ощупь, без запаха. Тпл. – 169°C, плотность – 1,44 г/см³ при 20°C, растворимость в воде – 48,7 г/л при 20°C.

В настоящее время из неорганических инсектицидов рекомендуется применять борную кислоту H_3BO_3 (против тараканов и муравьев) и буру $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (в основном против муравьев). Борная кислота и бура – инсектициды типичного кишечного действия; повреждая клетки эпителия кишечника, они нарушают функции яичников самок и сперматогенез самцов [11–12], кроме того, их кристаллы способны процарапывать эпикутику насекомых, способствуя их обезвоживанию. На основе борной кислоты созданы различные инсектицидные приманки, в том числе в виде гелей. Также перерегистрированы «старые» средства: 99%-й раствор буры и смесь борной кислоты и этиленмочевины. Для борьбы с тараканами рекомендуют различные приманки с борной кислотой, предпочтительно на водной основе, (Методические указания, 1986) [3].

Борная кислота относится к токсичным веществам с политропным действием. Обладает выраженным гепатотоксическим действием, холинолитическим эффектом. Смертельная доза борной кислоты для взрослого человека – 15–20 г/кг, по другим данным 1–5 г/кг, для детей – 3–6 г/кг. Симптомы острого отравления: тошнота, сильная рвота, иногда с кровью, боли в животе, понос; позже эритематозная сыпь, шелушение кожи; на вскрытии – гастроэнтерит, гепатит, полнокрое и отек мозга и миокарда.

Борная кислота является умеренно токсичным веществом при введении в желудок. Борная кислота не раздражает кожу, обладает кожно-резорбтивным действием. Борная кислота и ее соединения обладают специфическим гонадотропным действием [8].

Для борной кислоты установлена ПДК в воздухе рабочей зоны 10 мг/м³ (3-й класс опасности, аэрозоль).

Тетраборат натрия (бура, боракс, тинкал) – тетраборат натрия 10-водный, декагидрат тетрабората натрия. Молекулярная формула – $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$. Молекулярная масса – 381,4 г/моль. Белый или бесцветный мелкокри-

СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ

сталлический порошок. Тпл.– 741°C, плотность – 1,73 г/см³ при 20°C, растворимость в воде – 21,2–32 г/л при 20°C.

Тетраборат натрия является умеренно токсичным веществом при введении в желудок: DL₅₀ для крыс – 2660 мг/кг, для мышей – 2000 мг/кг. Клиническая картина отравления: нарушение проведения нервного импульса, спазм мышц, конвульсии [7]. Проникает через неповрежденную кожу. Для тетрабората натрия установлены TWA (предельно допустимый уровень воздействия): в Германии – 0,75 мг/м³, в Бельгии, Дании, Польше, Испании и Швеции – 2 мг/м³, в Австралии, Израиле, Канаде, Франции, США – 5 мг/м³.

Диатомовый порошок (мука, земля). Диатомиты – осадочная порода из окаменевших створок водорослей (диатомей) с большой пористостью, высокой способностью к адсорбции, тепло- и звукоизоляцией, тугоплавкостью и кислотостойкостью. Диатомиты используются для фильтрации и сорбции, в качестве наполнителей для производства тепло- и звукоизоляционных материалов, сорбентов, представляют собой встречающуюся в природе форму тонкодисперсного кремнезема (диоксида кремния).

Повреждение эпикутикулы механическим путем – процарапыванием кристаллами или растворением восков органическими растворителями ведет к быстрой гибели насекомых от потери влаги. Если насекомые после повреждения или растворения воскового слоя содержатся во влажной среде, эпикутикула постепенно регенерирует и проявляется способность насекомых противостоять иссушению. Нарушение защитных свойств воскового слоя объясняет так называемый эффект Цахера. Этот эффект основан на способности некоторых порошков процарапывать эпикутикулу и поглощать воск. В результате воздействия порошка нарушается целостность воскового слоя: он превращается в «молекулярное сито», через которое легко испаряется вода, и насекомое погибает от иссушения через 10–15 минут [13, 15].

Диоксид кремния относится к малотоксичным веществам при различных путях поступления в организм. DL₅₀ для крыс при введении в желудок >10000 мг/кг, при нанесении на кожу кроликов > 5000 мг/кг. Не обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз. ПДК диоксида кремния в воздухе рабочей зоны – 3/1 мг/м³ (3-й класс опасности, аэрозоль, Ф) [7].

Установлена инсектицидная активность диоксида кремния в отношении рисового долгоносика *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae), малого мучного хрущака *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera:Tentbrionidae) и гороховой зерновки [15]. Рядом исследователей показана эффективность применения диатомового порошка в отношении имаго и нимф рыжих тараканов в норме расхода 25 г/м² [16–18]. Сведения об эффективности препаратов на основе диатомового порошка в отношении постельных клопов противоречивы. Так, по некоторым данным, только 27% клопов погибает при контакте со смесью диатомового порошка (95%) и неоникотиноида динотефурана (0,25%) в норме расхода 9,8 г/м², а продукт Mother Earth D – 100%-й диатомовый порошок, производимый в США, вызывает только 11%-ю гибель клопов [19–21]. В России зарегистрированы препараты на диатомовом порошке «Экокиллер» и «Экодуст» как средства борьбы с рыжими тараканами и постельными клопами.

В 2019 году опубликованы первые работы об испытаниях диатомового порошка в области ветеринарии. Серия испытаний проведена в чашках Петри. Так, 100%-ю гибель вшей крупного рогатого скота *Linognathus vituli* вызывал диатомовый порошок в дозе 10 г/см² через 15–60 минут [22]. При изучении акарицидных свойств диатомового тонкодисперсного порошка на клещах *Dermanyssus gallinae* (Parasitiformts, Dermanyssidae) в дозе 1 г обнаружено, что через 10–15 минут клещи становились менее подвижными, через 20 часов все клещи погибали [23]. В частном хозяйстве Анапского р-на Краснодарского края в 2019 году провели испытания диатомового порошка против власоедов *Vovicola ovis* путем обработки овец, расходуя по 50 г на особь. Через 24 часа после обработки овец вычесывали и вели подсчет живых и погибших власоедов. Живых власоедов не было обнаружено [24].

Диоксид кремния аморфный (силикагель) представляет собой высушенный гель, образующийся из перенасыщенных растворов кремниевых кислот. Молекулярная формула – nSiO₂·mH₂O. Белый или синий порошок или гранулы. По токсикологической характеристике соединение близко к диоксиду кремния. Для силикагеля аморфного в различных странах установлены TWA в диапазоне от 1 до 10 мг/м³ (аэрозоль) [7].

Смесь диатомового порошка с гидрофильным оксидом кремния зарегистрирована в Рос-

сии как активное средство борьбы с постельными клопами, в том числе и мультирезистентными, под названием Gektor [13], а смесь с борной кислотой – для борьбы с тараканами под названием «ГЕКТОР от тараканов» [13.25].

Список использованной литературы

References

1. Фрир Д. Химия инсектицидов и фунгицидов. – Иностранная литература. – М., 1948. – 364 с. [Freer D., Chemistry of insecticides and fungicides, in «Foreign literature». М. 1948. 364 s].

2. Попов П. В. Справочник по ядохимикатам. – Госхимиздат. – М., 1956. – 623 с. [Popov P. V. Handbook of adhyatam. Goskhimizdat. М. 1956. - 623 p.] [in Russian].

3. Рославцева С. А. Избранные лекции по медицинской дезинсекции. – М. – ФБУН «НИИ Дезинфектологии» Роспотребнадзора: 2015. – 204 с. [Roslavtseva S. A. Selected lectures on medical disinsection. – М. Central research Institute «NII of Disinfectology» of Rospotrebnadzor: 2015. 204 PP.] [in Russian].

4. Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Пылова Т. Н. Справочник по пестицидам. – М.: Химия, 1985. – 352 с. [Melnikov N. N., Novozhilov K. V., Pylova T. N. Handbook of pesticides. Moscow: Chemistry, 1985. 352 PP.] [in Russian].

5. IRAC Mode of Action Clafssification Scheme. Version 8.3 July 2017. – P. 265. IRAC Mode of Action Clafssification Scheme. Version 8.3 July 2017. P. 26 [in Russian].

6. Лопатина Ю. В. Бицидные свойства нима индийского *Azadirachta indica* A. Juss (Mliaceae) // Агрохимия. – 2011. – №4. – С. 86–94. [Lopatina Y. V. Biocidal properties of Indian neem *Azadirachta indica* A. Juss (Mliaceae) // Agrochemistry. 2011. No. 4. Pp. 86-94.] [in Russian].

7. Toxnet, Toxicology data network [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp> (дата обращения 07.08. 2018 г.) Toxnet, Toxicology data network [electronic resource]. – Access mode: <https://chem.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp> (accessed 07.08. Two thousand eighteen) [in Russian].

8. Вредные вещества в окружающей среде. Редактор-организатор В. А. Филов. Элементы I-IV групп периодической системы и их неорганические соединения: Справ.-энц. изд. под ред. В. А. Филова и др. – СПб: НПО «Профессионал», 2012 – С.225–227. [Harmful substances in the

environment. Editor-organizer V. A. Filov. Elements of I-IV groups of the periodic system and their inorganic compounds: References. - ents. ed./Edited by V. A. Filov and others-SPb: NPO «Professional», 2012-P. 225-227.] [in Russian].

9. Жулев А. И., Рославцева С. А. Использование авиации для медицинской дезинсекции (технология, опыт применения). – М.: ООО «Гигиена плюс», 2018. – 136 с. [Zhulev A. I., Roslavtseva S. A. use of aviation for medical disinsection (technology, experience of application). – Moscow: Hygiene plus LLC, 2018. – 136 p.] [in Russian].

10. Higbee C. H. Патент Великобритании. №2836. 1896. [Higbee C. H UK Patent. №.2836. 1896.] [in Russian].

11. Gore J. C., Schal C. Laboratory evaluation of boric acid-sugar solutions as baits for management of German cockroach infestations // J. Econ. Entomol. – 2004. – V. 97. №2. – P. 581-587.

12. Gore J. C., Zurek L., Santangelo R. G., Stringham S. M., Watson D. W., Schal C. Water solutions of boric acid and sugar for management of German cockroach populations in livestock production systems // J. Econ. Entomol. – 2004. – Vol. 97, №2. – P. 715–720.

13. Рославцева С. А., Кривонос К. С., Кожевников А. С., Диознов Г. А. Неорганические вещества в качестве инсектицидов//Деинфекционное дело. – 2019. – № 4(110). – С.42–53. [Roslavtseva S. A., Krivonos K. S., Kozhevnikov A. S., Dioznov G. A. Inorganic substances as insecticides// Desinfection business. 2019. No. 4.(110). Pp. 42-53] [in Russian].

14. Singh N., Wang C., Cooper R. Effectiveness of a reduced-risk insecticide based bed bug management program in low-income housing // Insects. 2013. V. 4. No. 4. P. 731-742. doi: 10.3390/insects4040731.

15. Athanssiou C. G., Vayias B. J., Dimizas C. B. et al. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) and *Tribolium confusum du Val* (Coleoptera: Tentbrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval//J. Stored. Product Res. – 2005. – Vol 41. – P.47–55.

16. Appel S. G., Moar W. J., Tanley M. J. Water loss and mortality of adult cowpea weevils (Coleoptera: Bruchidae) exposed to desiccating environments// Environ. Entomol. – 1999. – Vol. 28. – P. 979–982.

17. Faulde M. K., Schaurninghausen J. J., Cavaljuga S. Toxic and behavioral effect of different

modified of diatomaceous earth on the German cockroach *Blattella germanica* (L.) (Orthoptera: Blattellidae) under field conditions // J. Stored. Product Res. – 2006a. – Vol. 42. – P. 253–263

18. Faulde M. K., Tisch M., Schaurninghausen J. J. Efficacy of modified diatomaceous earth on different species (Orthoptera: Blattellidae) and silverfish (Thysanura: Lepismatidae) // J. Pest Sci. – 2006a. – Vol. 79. P. 155–161

19. Hosseini S. A., Bazrafkan S., Vatandoost H., Abaei M. R., Ahmadi M. S., Tavassoli M., Shayeghi M. The insecticidal effect of diatomaceous earth against adults and nymphs of *Blattella germanica* // Asian. Pac. J. Trop. Biomed. – 2014. – V. 4 (Suppl 1) – P. S228–S232. doi: 10.12980/APJTB.4.2014C1282.

19. Singh N., Wang C., Cooper R. Effectiveness of a reduced-risk insecticide based bed bug management program in low-income housing // Insects. – 2013. – V. 4. – №4. – P. 731–742. doi: 10.3390/insects4040731.

20. Goddard J. Long-term efficacy of various natural or «Green» insecticides against bed bugs: a double-blind study // Insects. – 2014. – V. 5. – №4. – P. 942–951. doi: 10.3390/insects5040942.

21. Choe D.-H., Park H., Vo C. Chemical ecology of bed bugs (Heteroptera: Cimicidae) in their microhabitat // Proc. 9th Intern. Conf. on Urban Pests, Birmingham, UK, July 9–12 July, 2017 – P. 87–91.

22. Соловьева В. В., Гусева М. А., Акбаев Р. М. Эффективность порошковидного инсектоакарицидного микроструктурированного аморфного кремнеземного носителя в отношении вшей крупного рогатого скота *Linognathus vituli* // Материалы III международного паразитологического симпозиума «Современные проблемы общей и частной паразитологии». – СПб. – 2019. – С. 258–261 [Solovieva V. V., Guseva M. A., Akbaev R. M. Effectiveness of powdered insecticide microstructured amorphous silica carrier against bovine lice *Linognathus vituli* / Proceedings of the III international parasitological Symposium «Modern problems of General and private Parasitology». SPb. 2019. Pp. 258-261] [in Russian].

23. Кузнецов Ю. Е., Кузнецова Н. В., Никонов И.Н., Кщчиш И. И. Испытание акарицидных свойств диатомового тонкодисперсного порошка на тест-объектах клещей *Dermanyssus gallinae* (Parasitiforms, Dermanyssidae) // Материалы III международного паразитологического симпозиума «Современные проблемы общей и частной паразитологии». – СПб. – 2019. – С. 27–28. [Kuznetsov Yu. Ye., Kuznetsova N. In. Nikonov I. N., Cscis I. Testing of acaricidal properties of diatom fine powder on test objects of *Dermanyssus gallinae* mites // Proceedings of the III international parasitological Symposium «Modern problems of General and private Parasitology». SPb. 2019. Pp. 168-171] [in Russian].

24. Данилова М. А., Акбаев Р. М., Бабичев Н. В. Эффективность порошкового средства на основе микроструктурированного аморфного кремнеземного носителя при терапии овец больных бовиколезом в эксперименте // Материалы III международного паразитологического симпозиума «Современные проблемы общей и частной паразитологии». – СПб. – 2019. – С. 102–104. [Danilova M. A., Akbaev R. M., Babichev N. V. Effectiveness of a powder agent based on a microstructured amorphous silica carrier in the treatment of sheep with bovicosis in an expert) // Proceedings of the III international parasitological Symposium «Modern problems of General and private Parasitology». SPb. 2019. C. 102-104.] [in Russian].

25. Кожевников А. С. Патент № 2704443 от 28 октября 2019 г. Инсектицидная композиция. [Kozhevnikov A. S. Patent No. 2704443 dated October 28 2019 Insecticidal composition.] [in Russian].

About the history

of insecticidal active substances.

Part 1. Substances of plant origin that have an insecticidal effect, inorganic substances (arsenic-containing substances, fluorides, silicon dioxides, boric acid and borax)

S. A. Roslavceva, professor,
Scientific Research Disinfectology Institute,
18 Nauchnyy proezd,
Moscow 117246, Russian Federation

History of application of substances and compounds as insecticides and larvicides for agricultural and medical disinsection. The first part describes insecticides of plant origin that have an insecticidal effect, inorganic substances (arsenic-containing substances, fluorides, silicon dioxides, boric acid and borax).

Keywords: Insecticides, larvicides, substances of plant origin, inorganic compounds (arsenic-containing substances, fluorides, silicon dioxides, boric acid and borax).