

УДК 614.446

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИНСЕКТОАКАРИЦИДНЫХ СРЕДСТВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УНИЧТОЖЕНИЯ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ В ПРИРОДНЫХ БИОТОПАХ

Виноградова А.И., Бидевкина М.В.

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Мытищи, Россия

На территории России широко распространены иксодовые клещи (сем. Ixodidae), которые являются переносчиками и резервуарами природно-очаговых инфекционных заболеваний вирусной, бактериальной и риккетсиозной этиологии. Неспецифическая профилактика включает в себя уничтожение в природных биотопах клещей-переносчиков и индивидуальную защиту людей от их нападения. Основная проблема современных инсектоакарицидных средств, предназначенных для уничтожения популяций клещей, состоит в противоречии между необходимостью их относительно длительного убивающего действия на клещей (биологическая эффективность) и экологическими требованиями к ним.

Цель исследования: на основании изучения инсектоакарицидных средств установить среди них наиболее оптимальные относительно эффективности и экологической безопасности.

Материалы и методы. Изучена острая токсичность 12 инсектоакарицидных средств на циперметрине (25%), малатионе (57%), лямбда-цигалотрине (15%), хлорпирифосе (40%) и смеси действующих веществ. Исследования проводили на белых беспородных крысах, белых беспородных мышах и кроликах породы «Советская шиншилла».

Результаты. Самые низкие показатели острой токсичности имели средства, в составе которых находилась смесь действующих веществ. При ингаляционном воздействии по зоне острого биоцидного эффекта в режиме применения орошением (аэрозоль+пары) все рабочие эмульсии средств относятся ко 2 классу высокоопасных веществ, кроме хлорпирифоса (40%), который относится к 3 классу умеренно опасных веществ в соответствии с Классификацией степени ингаляционной опасности средств дезинсекции. Для обработки природных станций норма расхода средства зависит от вида, численности клещей и густоты растительного покрова. Наиболее оптимальными относительно эффективности и экологической безопасности являются средства на основе циперметрина. Принимая во внимание различный механизм токсического действия на целевой объект фосфорорганических соединений и пиретроидов, для предотвращения развития резистентности клещей к инсектоакарицидным средствам полностью исключать средства на основе фосфорорганических соединений при проведении акарицидных обработок природных биотопов нецелесообразно.

Ключевые слова: инсектоакарициды, токсичность, клещи, циперметрин, хлорпирифос, природные биотопы, неспецифическая профилактика, экотоксичность.

Для цитирования: Виноградова А.И., Бидевкина М.В. Эколого-токсикологическая характеристика инсектоакарицидных средств, предназначенных для уничтожения иксодовых клещей в природных биотопах. Медицина труда и экология человека. 2023;2:177-189.

Для корреспонденции: Виноградова Арина Игоревна, научный сотрудник лаборатории токсикологии института дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Московская область, г. Мытищи, Россия. E-mail: vinogradova.ai@fferisman.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10213>

ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL CHARACTERISTICS OF INSECTICIDAL AGENTS INTENDED FOR THE DESTRUCTION OF IXODIC MITES IN NATURAL BIOTOPES

Vinogradova A.I., Bidevkina M.V.

The Erisman FRCH of Rospotrebnadzor, Mytischki, Russia

Introduction. *Ixod* mites (*Ixodidae*) which are carriers and reservoirs of natural focal infectious diseases of viral, bacterial and rickettsiosis etiology are widespread in Russia. Non-specific prevention includes the destruction of vector ticks in natural biotopes and individual protection of people from their attacks. The main problem of modern insecticidal agents designed to destroy tick populations is the contradiction between the need for their relatively long-term killing effect on ticks (biological effectiveness) and environmental requirements for them.

The aim of the study was to investigate insecticidal agents and identification of the most optimal in terms of efficiency and environmental safety.

Material and methods. The acute toxicity of 12 insecticidal agents for cypermethrin (25%), malathion (57%), lambda-cyhalothrin (15%), chlorpyrifos (40%), and mixtures of active substances was studied. The studies were carried out on white mongrel rats, white mongrel mice and rabbits of the «Soviet Chinchilla» breed.

Results. The lowest indicators of acute toxicity were those containing a mixture of active substances. With inhalation exposure in the irrigation mode (aerosol + vapors), all working emulsions of the products belong to the 2nd class of highly hazardous substances, except chlorpyrifos (40%), which belongs to the 3rd class of moderately hazardous substances in accordance with the Classification of the degree of inhalation hazard of disinsection products. For the treatment of natural stations, the rate of consumption of the product depends on the type, the number of ticks and the density of vegetation cover. The most optimal in terms of efficiency and environmental safety are cypermethrin-based products. Taking into account the different mechanism of action of organophosphorus compounds and pyrethroids on the target object, it is impractical to completely exclude means based on organophosphorus compounds during acaricidal treatments of natural biotopes in order to prevent the development of mite resistance to these.

Keywords: insecticides, toxicity, ticks, cypermethrin, chlorpyrifos, natural biotopes, nonspecific prevention, ecotoxicity.

For citation: Vinogradova A.I., Bidevkina M.V. Ecological and toxicological characteristics of insecticidal agents intended for the destruction of ixodic mites in natural biotopes. *Occupational Health and Human Ecology*. 2023;2:177-189.

Correspondence: Arina I. Vinogradova, Researcher, Laboratory of Toxicology of the Institute Disinfectology of the Erisman FRCH of Rospotrebnadzor, 141000, Mytischki, Russia, E-mail: vinogradova.ai@fferisman.ru

Financing: the study had no financial support.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2023-10213>

На территории России широко распространены иксодовые клещи (сем. Ixodidae), представленные 68 видами, относящимися к 6 родам [1]. В эпидемиологическом плане важно, что многие виды этой группы являются переносчиками и резервуарами природно-очаговых инфекционных заболеваний вирусной, бактериальной и риккетсиозной этиологии [2]. Инфекции, передаваемые иксодовыми клещами, являются наиболее массовыми и распространенными трансмиссивными болезнями в Северном полушарии и в России в частности. Наиболее широко распространены природные и антропоургические очаги иксодового клещевого боррелиоза и клещевого вирусного энцефалита, основными переносчиками которых являются таежные (*Ixodes persulcatus* P. Sch.) и лесные (*Ixodes ricinus* L.) клещи. Ежегодно в стране риску заразиться в результате присасывания клещей этих видов подвергаются десятки миллионов людей, на защиту которых направлены профилактические мероприятия. Поскольку доказано одновременное нахождение в особях клещей рода *Ixodes* возбудителей нескольких инфекций, в том числе тех, в отношении которых отсутствует специфическая профилактика, возрастает значение неспецифической профилактики, направленной на снижение риска присасывания клещей к людям. В настоящее время она включает в себя уничтожение в природных биотопах клещей-переносчиков и индивидуальную защиту людей от их нападения [3, 4]. Оба направления основаны на применении инсектоакарицидов, хотя и по-разному.

В данном сообщении остановимся на эколого-токсикологической характеристике химических средств, разрешенных и применяемых в природных биотопах России для уничтожения иксодовых клещей, обуславливающих эндемичность территорий в отношении инфекций, передаваемых иксодовыми клещами. В настоящее время около 70% людей, заболевших клещевым вирусным энцефалитом и иксодовыми клещевыми боррелиозами, составляют городские жители [5], хотя известно, что контакт людей с клещами-переносчиками, заканчивающийся присасыванием клещей, наиболее часто происходит в пригородах городов во время пребывания горожан на дачных и садовых участках, туризма и прогулок, реже люди заражаются в городских парках и лесопарках.

Основная проблема современных инсектоакарицидных средств, предназначенных для уничтожения популяций клещей, состоит в противоречии между необходимостью их относительно длительного убивающего действия на клещей (биологическая эффективность)

и экологическими требованиями к ним. Первая требует длительности действия около двух сезонов активности переносчиков, вторая - коротких сроков неблагоприятного влияния (загрязнения). В связи с ежегодными обработками растительности средства попадают в почву. Из-за чего происходит регулярное воздействие, приводящее к постоянному нарастанию и накоплению химического загрязнения, его миграции в сопредельные водные среды; регистрируется гибель или замещение видов микроорганизмов [6]. В качестве действующих веществ (ДВ) инсектоакарицидных средств, разрешенных для обработок в природных биотопах, используют инсектоакарициды из группы пиретроидов (циперметрин, лямбда-цигалотрин, альфациперметрин) и фосфорорганических соединений (ФОС - малатион, фентион, хлорпирифос).

В таблице 1 приведена характеристика острой токсичности ДВ, используемых в инсектоакарицидных средствах. При введении в желудок все представленные соединения относятся ко 2 классу высокоопасных веществ, кроме малатиона, который относится к 3 классу умеренно опасных веществ, при нанесении на кожу хлорпирифос относится ко 2 классу высокоопасных веществ, все остальные – к 3 классу умеренно опасных веществ в соответствии с Классификацией ГОСТ 12.1.007-76¹⁸. Малатион обладает выраженным раздражающим действием при контакте со слизистыми оболочками глаза и оказывает умеренное раздражающее действие на кожу, остальные ДВ слабо раздражают слизистые оболочки глаза, циперметрин и лямбда-цигалотрин также оказывают слабое раздражающее действие на кожу [7]. ФОС обладают кожно-резорбтивным действием [8]. Сенсibiliзирующее действие у всех представленных веществ отсутствует, кроме циперметрина, для которого имеются данные о выявленной слабой аллергенной активности. Хлорпирифос обладает генотоксичностью, характеризующейся, в частности, индуцированием значимого повышения частоты образования микроядер в полихроматофильных эритроцитах костного мозга мышей, возрастающее с увеличением дозы [9-11]. Эксперты Международного агентства по изучению рака классифицировали малатион как «возможно канцерогенный для человека» - класс 2 А [7, 12]. Хроническое воздействие (12 недель) хлорпирифоса и циперметрина по отдельности и в сочетании оказывало токсическое действие на репродуктивную систему самцов крыс-альбиносов. Смесь хлорпирифоса и циперметрина обладала более выраженным эффектом на репродуктивную систему самцов крыс-альбиносов, чем пестициды по отдельности [13].

В таблице 2 представлены основные параметры экологической токсичности для почвы, воздуха, воды и их обитателей [14].

¹⁸ ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»

Таблица 1

Острая токсичность ДВ инсектоакарицидных средств

Table 1

Acute toxicity of AI insectoacaricidal agents

Показатель токсичности	Действующее вещество				
	Циперметрин	Хлорпирифос	Малатион	Бифентрин	Лямбда-цигалотрин
Острая токсичность при введении в желудок (DL ₅₀ , мг/кг)	24,5 (мыши)	60 (мыши)	190 (мыши)	54,5 (крысы)	24 (мыши)
	57,5 (крысы)	82 (крысы)	290 (крысы)		56 (крысы)
Острая токсичность при нанесении на кожу (DL ₅₀ , мг/кг)	> 1600 (крысы)	120 (мыши) 202 (крысы)	2330 (мыши) > 4444 (крысы)	> 2000 (крысы)	632 (крысы)
Раздражающее действие на кожу (однократно)	Слабое	Не раздражает	Умеренное	Не раздражает	Слабое
Раздражающее действие на слизистые оболочки глаза	Слабое	Слабое	Выраженное	Слабое	Слабое

Таблица 2

Показатели экотоксичности ДВ инсектоакарицидных средств

Table 2

Indicators of ecotoxicity of AI of insectoacaricidal agents

Показатель экотоксичности	Циперметрин	Хлорпирифос	Малатион	Бифентрин	Лямбда-цигалотрин
Стойкость в почве (ДТ ₅₀ полевой), дни	69	21	1	84,6	25
Острая (14 дней) СК ₅₀ для	> 100	129	306	> 8	> 1000

дождевых червей, мг/кг					
DL ₅₀ для птиц, мг/кг	> 10000	13,3	359	1800	> 3950
Острая (48-час) DL ₅₀ для пчел, мкг/особь	0,023	0,059	0,16	0,015	0,038
Острая (96-час) СК ₅₀ для рыб (радужная форель), мг/л	0,0028	0,0013	0,018	0,00015	0,00021
Хроническая (21 день) НОЕС для рыб (радужная форель), мг/л	0,00003	0,0014	0,091	0,000012	0,00025
Острая (48-час) ЭК ₅₀ для водных беспозвоночных (Daphnia magna), мг/л	0,003	0,0001	0,0007	0,0016	0,0036
Хроническая (21 день) НОЕС для водных беспозвоночных (Daphnia magna), мг/л	0,00004	0,0046	0,00006	0,0003	0,3
Острая (72-час) ЭК ₅₀ для водорослей, мг/л	> 0,1	0,48	13	50	> 0,3
Хроническая (96-час) НОЕС для водных водорослей, мг/л	1,3	0,043	-	10	> 0,31

Первыми объектами окружающей среды, с которым происходит контакт средства, во время проведения акарицидных обработок природных биотопов, являются травяной покров и лесная подстилка, в различных слоях которой располагаются многие фазы развития клещей, включая наиболее устойчивые к действию инсектоакарицидов. В связи с коротким периодом полураспада хлорпирифоса и малатиона в почве эффективность этих ДВ ограничена во времени [15, 16]. Бифентрин (обычно входит в состав разрешенных средств как дополнительное ДВ в небольших количествах), напротив, стойко сохраняется в почве, тем самым являясь высокотоксичным соединением для дождевых червей. Представленные вещества оказывают губительное действие на полезных насекомых, особенно на медоносных пчел [17, 18]. Для птиц наиболее высокотоксичным соединением является хлорпирифос [15].

Все пестициды попадают в воду в результате вымывания их из почвы. Параметры СК₅₀ для рыб и ЕК₅₀ для водных беспозвоночных не превышают сотых долей мг/л и позволяют оценить их как чрезвычайно токсичные [19]. По отношению к водорослям циперметрин, лямбда-цигалотрин и хлорпирифос относятся к высокотоксичным, малатион и бифентрин – к

слаботоксичным веществам. Хлорпирифос и малатион обладают высокой токсичностью по отношению к мелким беспозвоночным организмам, находящимся в воде, которые располагаются на втором уровне трофических цепей в водных экосистемах [20].

Для всех ДВ представленных средств установлены гигиенические нормативы в различных объектах окружающей среды. В таблице 3 приведены данные в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21¹⁹.

Таблица 3

Гигиенические нормативы для ДВ инсектоакарицидных средств

Table 3

Hygienic standards for the AI of insectoacaricidal agents

Действующее вещество	ПДК в атмосферном воздухе (мг/м ³)	ПДК в воде водоемов (мг/дм ³)	ПДК в почве (мг/кг)
Циперметрин (CAS № 52315-07-8)	0,04 / 0,01 (рефл.-рез., 3 класс опасности)	0,006 (с.-т.)	0,02
Хлорпирифос (CAS № 2921-88-2)	0,0002 (а)	0,002 (с.-т.)	0,2 (тр.)
Малатион (CAS № 121-75-5)	0,015 (м.р.)	0,05 (орг.)	2,0 (тр.)
Бифентрин (CAS № 82657-04-3)	ОБУВ 0,0015	0,005 (общ.)	ОДК 0,1
Лямбда-цигалотрин (CAS № 91465-08-6)	ОБУВ 0,001	0,001 (с.-т.)	ОДК 0,05

Примечание: (рефл.-рез.) – рефлекторно-резорбтивное действие; (рефл.) – рефлекторное действие; (с.-т.) – санитарно-токсикологический; (тр.) – транслокационный; (орг.) – органолептический; (общ.) – общесанитарный.
Note: (refl.-res.) - reflex-resorptive action; (refl.) - reflex action; (s.-t.) - sanitary-toxicological; (tr.) - translocation; (org.) - organoleptic; (gen.) - general sanitary.

Цель исследования – на основании изучения инсектоакарицидных средств установить среди них наиболее оптимальные с точки зрения эффективности и экологической безопасности.

¹⁹ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

Материалы и методы. Изучена острая токсичность 12 инсектоакарицидных средств. Из них 7 в качестве ДВ содержали циперметрин (25%) и представлены в виде концентрата эмульсии; по одному средству на малатионе (57%) и лямбда-цигалотрине (15%) в виде концентрата эмульсии и на хлорпирифосе (40%) в форме смачивающегося порошка; два средства включали смеси ДВ: циперметрин+хлорпирифос (20% + 5%) и хлорпирифос+бифентрин (40% + 5%).

Исследования проводили на белых беспородных крысах, белых беспородных мышах и кроликах породы «Советская шиншилла». Животных содержали на стандартном пищевом рационе. Для проведения эксперимента их отбирали из одной партии. При подборе групп в первую очередь учитывали массу тела животных как наиболее интегральный показатель, характеризующий возраст и общее состояние животных. Статистические группы состояли из 6-10 особей.

Средние смертельные дозы при внутрижелудочном введении вещества и при нанесении на кожу определяли на белых крысах и мышах развернутым способом. Продолжительность наблюдения после введения составляла 14 дней. Класс опасности определяли в соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007-76. Раздражающее действие средств оценивали при однократном нанесении 500 мг вещества на выстриженный участок кожи боковой поверхности спины кроликов площадью 56 см², с последующим удалением вещества через 2 часа и наблюдением за состоянием животных в течение 2 недель. Для оценки ингаляционного воздействия животных помещали в камеры (объемом 0,5 м³), которые орошали рабочими эмульсиями средства, с последующей экспозицией 1 час. После чего проводили обследование животных.

Исследования проведены в соответствии с Руководством 4.2.3676–20²⁰ и Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях²¹.

Результаты. По параметрам острой токсичности представленные средства при введении в желудок белых мышей и крыс относятся к 3 классу умеренно опасных веществ, при нанесении на кожу – к 3 и 4 классам умеренно и малоопасных веществ по ГОСТ 12.1.007-76. Самые низкие показатели острой токсичности имели средства, в составе которых находилась смесь ДВ, так при введении в желудок это был препарат циперметрин+хлорпирифос (20%+5%), при нанесении на кожу - хлорпирифос+бифентрин (40%+5%) (табл. 4).

Средства при однократном нанесении на кожу кроликов вызывают раздражающее действие, проявляющееся от слабой до выраженной эритемы. Выраженным раздражающим действием также обладала смесь циперметрин+хлорпирифос (20%+5%) и некоторые средства на циперметрине (25%) (табл. 4).

²⁰ Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: Руководство. М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2020; 490 с.

²¹ Директива 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22.09.2010 г. по охране животных, используемых в научных целях. Available at: <https://base.garant.ru/70350564/> (дата обращения 01.06.2020 г.)

При ингаляционном воздействии по зоне острого биоцидного эффекта в режиме применения орошением (аэрозоль+пары) все рабочие эмульсии средств относятся ко 2 классу высокоопасных веществ, кроме хлорпирифоса (40%), который относится к 3 классу умеренно опасных веществ в соответствии с Классификацией степени ингаляционной опасности средств дезинсекции.

Таблица 4

Острая токсичность изученных инсектоакарицидных средств

Table 4

Острая токсичность изученных инсектоакарицидных средств

Acute toxicity of studied insecticides

Действующее вещество	Острая токсичность при введении в желудок (DL ₅₀ , мг/кг)	Острая токсичность при нанесении на кожу (DL ₅₀ , мг/кг)	Раздражающее действие на кожу
Циперметрин 25%	500–790 (мыши) 2000–2800 (крысы)	> 2500 (крысы)	От умеренного до выраженного
Хлорпирифос 40%	480 (мыши)	> 2500 (крысы)	Слабое
Малатион 57%	1000 (мыши)	> 2500 (крысы)	Слабое
Лямбда-цигалотрин 15%	1000 (крысы)	> 2500 (крысы)	Отсутствует
Циперметрин 20% + Хлорпирифос 5%	250 (крысы)	> 2500 (крысы)	Выраженное
Хлорпирифос 40% + Бифентрин 5%	375 (мыши)	610 (мыши)	Слабое

Для обработки природных стаций норма расхода средства зависит от вида и численности клещей, а также от густоты растительного покрова. Так, для уничтожения клещей рода *Ixodes* при редком растительном покрове необходимо 4,0 л/га рабочего раствора средства на малатионе (57%), при густом растительном покрове – 6,0 л/га; для уничтожения клещей родов *Dermacentor* и *Haemaphysalis* норма расхода средства доходит до 10,0 л/га. Норма расхода средства на хлорпирифосе (40%) – от 1,0 до 2,5 кг/га. В то время как при использовании препаратов на циперметрине (25%) для уничтожения клещей рода *Ixodes* эти цифры составляют 0,25-0,5 л/га, а для клещей рода *Dermacentor* и *Haemaphysalis* – 0,75-1,20 л/га.

Заключение. На основании приведенных данных можно заключить, что наиболее токсичными являются ДВ из группы ФОС. О вредном ингаляционном воздействии

хлорпирифоса свидетельствует очень низкая ПДК в атмосферном воздухе – 0,0002 мг/м³. Эти соединения обладают кожно-резорбтивным действием, оказывают влияние на репродуктивную функцию. Малатион относится к классу 2 А, являясь возможным канцерогеном для человека. Кроме того, при проведении мероприятий, направленных на неспецифическую борьбу с клещами, наибольший расход ДВ установлен для малатиона и хлорпирифоса, что неблагоприятно сказывается на нецелевых организмах. Так, они высокотоксичны для диких птиц, в отличие от других ДВ.

Период полураспада перитроидов позволяет им дольше находиться в почве, это в свою очередь влияет на показатели эффективности акарицидных обработок, с одной стороны, и на более длительное проявление токсического действия по отношению к обитателям почвы, с другой. Расход средств на основе циперметрина при проведении акарицидных обработок минимальный и составляет от 0,25 до 1,2 л/га. Циперметрин не оказывает специфического действия на репродуктивную функцию, не обладает канцерогенным и мутагенным действием. Исследованиями, выполненными в полевых условиях, показано, что контакт пчел-сборщиц с растениями, обработанными хлорпирифосом, вызывал гибель почти 20% этих насекомых в семьях. Эти инсектициды оцениваются как очень опасные для медоносной пчелы. В то же время гибель пчел-сборщиц с растений, обработанных циперметрином, не превышала 3,5% [19].

Таким образом, наиболее оптимальными относительно эффективности и экологической безопасности являются средства на основе циперметрина. Принимая во внимание различный механизм токсического действия на целевой объект ФОС и пиретроидов, для предотвращения развития резистентности клещей к инсектоакарицидным средствам полностью исключать средства на основе ФОС при проведении акарицидных обработок природных биотопов нецелесообразно.

Все ДВ изученных инсектоакарицидных средств являются чрезвычайно токсичными для дафний и рыб, поэтому не допускается их наличие в воде рыбохозяйственных водоемов и, соответственно, запрещается их применение в санитарной зоне рыбохозяйственных водоемов.

Также, учитывая высокую токсичность для пчел, применение данных средств требует соблюдения положений «Инструкции по профилактике отравления пчел пестицидами», направленных на сохранение этого важного и ценного вида насекомых.

Список литературы:

1. Цапко Н. В. Список видов иксодовых клещей (Acari: Ixodidae) России. *Паразитология*. 2020; 54(4):341-352.
2. Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. Природноочаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М.: Наука, 2013;463.
3. Шашина Н.И., Успенский И.В. Неспецифическая профилактика клещевого энцефалита. В кн.: Клещевой энцефалит в XXI веке. М.: Наука, 2021;471.
4. Шестопалов Н. В. и др. Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2018 г.). *Дезинфекционное дело*. 2018;(1):60-66.

5. Шестопалов Н. В. и др. Информационное письмо «О неспецифической профилактике клещевого вирусного энцефалита, иксодовых клещевых боррелиозов, Крымской геморрагической лихорадки и других инфекций, возбудителей которых передают иксодовые клещи». *Дезинфекционное дело*. 2019;(1):60-67.
6. Ахметова Л. И., Маллябаева М. И., Балакирева С. В. Изучение действия малатиона на биологические объекты в условиях модельного загрязнения. *Химия. Экология. Урбанистика*. 2018;1:30-34.
7. PubChem : National Library of Medicine : website. – USA. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения 20.03.2023) – Режим доступа: для всех пользователей. – Текст: электронный.
8. Бидёвкина М. В. и др. Оценка безопасности импрегнированных фосфорорганическими соединениями тканей, предназначенных для борьбы с платяным педикулезом. *Дезинфекционное дело*. 2015;93(3):26-31.
9. Yaduvanshi S. K. et al. Evaluation of micronuclei induction capacity and mutagenicity of organochlorine and organophosphate pesticides. *Drug metabolism letters*. 2012;6(3):187-197.
10. Rahman M. F. et al. Assessment of genotoxic effects of chlorpyrifos and acephate by the comet assay in mice leucocytes. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2002;516(1-2):139-147.
11. Li D. et al. The organophosphate insecticide chlorpyrifos confers its genotoxic effects by inducing DNA damage and cell apoptosis. *Chemosphere*. 2015;135:387-393.
12. Sud D. et al. Toxicity, natural and induced degradation of chlorpyrifos. *Journal of the Chilean Chemical Society*. 2020;65(2):4807-4816.
13. Alaa-Eldin E. A., El-Shafei D. A., Abouhashem N. S. Individual and combined effect of chlorpyrifos and cypermethrin on reproductive system of adult male albino rats. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017;24:1532-1543.
14. RuPest.ru : электронная база данных : сайт. – Москва. URL: <https://rupest.ru/> (дата обращения 14.03.2023). – Режим доступа: для всех пользователей. – Текст: электронный.
15. Илларионов А. И. Защита сахарной свеклы от лугового мотылька. *Фермер. Черноземье*. 2017;5:12-17.
16. Торосян Г. О. и др. Обезвреживание фосфорорганических соединений в окружающей среде. *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2018;14(2):65.
17. Полторжицкая Р. С., Черник М. И. Экотоксикологическая характеристика пестицидов. 2015.
18. Urlacher E. et al. Measurements of chlorpyrifos levels in forager bees and comparison with levels that disrupt honey bee odor-mediated learning under laboratory conditions. *Journal of chemical ecology*. 2016;42:127-138.
19. Илларионов А. И. Экотоксикологическая и экономическая оценка инсектицидов, рекомендованных для защиты сахарной свеклы от лугового мотылька (*Pyrusta sticticalis* L.). *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2016: (1):35-44.

20. Ахметова Л. И., Маллябаева М. И., Балакирева С. В. Изучение действия малатиона на биологические объекты в условиях модельного загрязнения. *Химия. Экология. Урбанистика*. 2018;1:30-34.

Reference:

1. Czapko N. V. *Spisok vidov iksodovy`x kleshhej (Acari: Ixodidae) Rossii. Parazitologiya*. [List of ixodid tick species (Acari: Ixodidae) of Russia]. *Parasitology*. 2020; 54(4):341-352. (In Russ).
2. Korenberg E`I., Pomelova V.G., Osin N.S. *Prirodnoochagovy`e infekcii, peredayushhiesya iksodovy`mi kleshhami*. [Natural focal infections transmitted by ixodid ticks]. М.: Nauka. 2013;463. (In Russ).
3. Shashina N.I., Uspenskij I.V. *Nespecificheskaya profilaktika kleshhevogo e`ncefalita*. [Nonspecific prevention of tick-borne encephalitis]. V kn.: *Kleshhevoj e`ncefalit v XXI veke*. М.: Nauka. 2021;471. (In Russ).
4. Shestopalov N. V. i dr. *Prirodno-ochagovy`e infekcii, vzbuditelej kotory`x peredayut iksodovy`e kleshhi, i ix nespecificheskaya profilaktika v Rossijskoj Federacii (po sostoyaniyu na 01.01.2018 g.)*. [Natural focal infections, the causative agents of which are transmitted by ixodid ticks, and their non-specific prevention in the Russian Federation (as of 01/01/2018)]. 2018;(1):60-66. *Dezinfekcionnoe delo*. 2018;(1):60-66. (In Russ).
5. Shestopalov N. V. i dr. *Informacionnoe pis`mo «O nespecificheskoj profilaktike kleshhevogo virusnogo e`ncefalita, iksodovy`x kleshhevy`x borreliozov, Kry`mskoj gemorragicheskoj lixoradki i drugix infekcij, vzbuditelej kotory`x peredayut iksodovy`e kleshhi»*. [Information letter "On non-specific prevention of tick-borne viral encephalitis, ixodid tick-borne borreliosis, Crimean hemorrhagic fever and other infections, the causative agents of which are transmitted by ixodid ticks"]. *Dezinfekcionnoe delo*. 2019;(1):60-67. (In Russ).
6. Axmetova L. I., Mallyabaeva M. I., Balakireva S. V. *Izuchenie dejstviya malationa na biologicheskie ob`ekty` v usloviyax model`nogo zagryazneniya. Ximiya. E`kologiya. Urbanistika*. [Study of the action of malathion on biological objects under conditions of model pollution. Chemistry. Ecology]. *Urbanistika*. 2018;1:30-34. 2018;1:30-34. (In Russ).
7. PubChem : National Library of Medicine : website. – USA. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> (data obrashheniya 20.03.2023) – Rezhim dostupa: dlya vsekh pol`zovatelej. – Tekst: e`lektronny`j. (In Russ).
8. Bidyovkina M. V. i dr. *Otsenka bezopasnosti impregnirovanny`x fosfororganicheskimi soedineniyami tkanej, prednaznachenny`x dlya bor`by` s platyany`m pedikulyozom*. [Evaluation of the safety of fabrics impregnated with organophosphorus compounds intended to combat head lice.] *Dezinfekcionnoe delo*. 2015;93(3):26-31. (In Russ.).
9. Yaduvanshi S. K. et al. Evaluation of micronuclei induction capacity and mutagenicity of organochlorine and organophosphate pesticides. *Drug metabolism letters*. 2012;6(3):187-197.
10. Rahman M. F. et al. Assessment of genotoxic effects of chloropyriphos and acephate by the comet assay in mice leucocytes. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2002;516(1-2):139-147.

11. Li D. et al. The organophosphate insecticide chlorpyrifos confers its genotoxic effects by inducing DNA damage and cell apoptosis. *Chemosphere*. 2015;135:387-393.
12. Sud D. et al. Toxicity, natural and induced degradation of chlorpyrifos. *Journal of the Chilean Chemical Society*. 2020;65(2):4807-4816.
13. Alaa-Eldin E. A., El-Shafei D. A., Abouhashem N. S. Individual and combined effect of chlorpyrifos and cypermethrin on reproductive system of adult male albino rats. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017;24:1532-1543.
14. RuPest.ru : e`lektronnaya baza danny`x : sajt. – Moskva. URL: <https://rupest.ru/> (data obrashheniya 14.03.2023). – Rezhim dostupa: dlya vsekh pol`zovatelej. – Tekst: e`lektronny`j. (In Russ).
15. Illarionov A. I. *Zashhita saxarnoj svekly` ot lugovogo moty`l`ka*. [Protection of sugar beet from meadow moth.] *Fermer. Chernozem`e*. 2017;5:12-17. (In Russ).
16. Torosyan G. O. i dr. *Obezvrezhivanie fosfororganicheskix soedinenij v okruzhayushhej srede. E`kologicheskij Vestnik Severnogo Kavkaza*. [Neutralization of organophosphorus compounds in the environment]. 2018;14(2):65. (In Russ.).
17. Poltorzhiczskaya R. S., Chernik M. I. *E`kotoksikologicheskaya xarakteristika pesticidov*. [Ecotoxicological characteristics of pesticides]. 2015. (In Russ.).
18. Urlacher E. et al. Measurements of chlorpyrifos levels in forager bees and comparison with levels that disrupt honey bee odor-mediated learning under laboratory conditions. *Journal of chemical ecology*. 2016;42:127-138.
19. Illarionov A. I. *E`kotoksikologicheskaya i e`konomicheskaya ocenka insekticidov, rekomendovanny`x dlya zashhity` saxarnoj svekly` ot lugovogo moty`l`ka (Pyrausta sticticalis L.)*. [Ecotoxicological and economic evaluation of insecticides recommended for the protection of sugar beet from meadow borer (Pyrausta sticticalis L.)]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016: (1):35-44. (In Russ).
20. Axmetova L. I., Mallyabaeva M. I., Balakireva S. V. *Izuchenie dejstviya malationa na biologicheskie ob`ekty` v usloviyax model`nogo zagryazneniya*. [Study of the action of malathion on biological objects under conditions of model pollution]. *Ximiya. E`kologiya. Urbanistika*. 2018;1:30-34. (In Russ.).

Поступила/Received: 31.03.2023

Принята в печать/Accepted: 10.04.2023