

УДК [614.79: 613.63: 615.9]+632.954

DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.05

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ ГРАМИНИС, КЭ И РИНКОР, ВГ

М.М. Васильева, А.А. Попель, Е.С. Юркевич, И.И. Ильюкова

Научно-практический центр гигиены, Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8

Целью исследования являлось проведение гигиенической оценки риска гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ для людей, работающих с их применением. В работе использовались санитарно-гигиенические и токсикологические методы исследований в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами и руководствами. В процессе выполнения исследования решались следующие задачи: провести анализ литературных и информационных источников; осуществить первичную токсикологическую оценку препаративных форм гербицидов с изучением на лабораторных животных острой токсичности при внутрижелудочном введении, накожном нанесении и ингаляционном воздействии, изучить сенсибилизирующее действие, кумулятивные свойства гербицидов и рассчитать коэффициент кумуляции; оценить условия труда в натурном эксперименте при применении гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ и рассчитать риск для работающих; разработать научно обоснованные рекомендации по безопасному применению в агропромышленном комплексе.

По параметрам токсикометрии исследованные гербициды Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ классифицированы как соединения 3-го класса опасности (умеренно опасные соединения). Рассчитанный риск комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ для работающих (оператор-заправщик, оператор-опрыскиватель) при применении в агропромышленном комплексе не превышает допустимого (составляет менее 1). Результаты работы позволяют увеличить ассортимент применяемых в республике средств защиты растений, использовать в агропромышленном комплексе наименее опасные для здоровья и окружающей среды препараты. Применение гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ позволит увеличить урожайность сельскохозяйственных растений.

Ключевые слова: гигиеническая оценка риска, гербициды, первичная токсикологическая оценка, острая токсичность, сенсибилизирующее действие, кумулятивные свойства, коэффициент кумуляции, агропромышленный комплекс.

История земледелия однозначно свидетельствует о том, что в борьбе с сорняками ведущая роль принадлежит истребительным мероприятиям: ручная прополка, культивация, боронование. Открытие современных гербицидов революционизировало земледелие, в некоторой мере вытеснив из земледельческой практики старые методы. Крестьяне во всех странах мира вот уже более 60 лет по заслугам оценили гербициды, которые прочно заняли одно из ведущих мест в большом ряду агрохимикатов [1, 2, 4, 9].

Актуальными проблемами современного растениеводства являются достижение максимальной реализации сельскохозяйственными растениями потенциала продуктивности и вместе с тем получение растениеводческой продук-

ции, не содержащей токсичных для человека и животных веществ, например, пестицидов [5].

Основная масса средств защиты растений – химические соединения для борьбы с сорняками и вредителями. Применение пестицидов позволяет получать стабильные урожаи и ограничивать распространение инфекций, передаваемых животными-переносчиками, например, малярии и сыпного тифа. Однако непродуманное использование пестицидов имеет и негативные последствия и ведет к появлению устойчивых к ним видов организмов, особенно среди насекомых; губит хищников (естественных врагов вредителей) и других полезных животных. Загрязняя окружающую среду, пестициды угрожают и человеку. По применяемому

© Васильева М.М., Попель А.А., Юркевич Е.С., Ильюкова И.И., 2017

Васильева Марина Максимовна – младший научный сотрудник лаборатории профилактической и экологической токсикологии (e-mail: vasm11@gmail.com; тел.: +375 (17) 284-13-82).

Попель Алина Андреевна – младший научный сотрудник лаборатории профилактической и экологической токсикологии (e-mail: bublik170891@mail.ru; тел.: +375 (17) 284-13-82).

Юркевич Елена Станиславовна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории профилактической и экологической токсикологии (e-mail: yrkevich.elena@gmail.com; тел.: +375 (17) 284-13-82).

Ильюкова Ирина Ивановна – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией профилактической и экологической токсикологии (e-mail: toxlab@mail.ru; тел.: +375 (17) 292-60-27).

количеству среди средств защиты растений лидируют гербициды [7].

Гербициды – общепринятое в мировой практике собирательное название химических средств защиты растений, состоящее из корней двух слов: *herb* – растение и *cide* – уничтожать, т.е. средства, уничтожающие растения [3].

Каждый год по всему миру производится около 4,5 млн тонн различных гербицидов, которые в интенсивном режиме вносятся в почву, особенно в районах развитого земледелия, и, как следствие, оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду этих регионов. Гербициды накапливаются в почве. Вещества способны вымываться из почвы, попадать в водоемы, а затем в организм животных и человека. Процессы физико-химического поглощения, биологического и ферментативного разрушения играют свою роль в самоочищении почвы от ядов, однако часть токсинов системного действия способна проникать в урожай и создавать угрозу для качества кормов и продовольствия [13–15].

Известно, что химические компоненты угнетают жизнедеятельность биологической составляющей почвы: обитающих в ней бактерий, грибов, актиномицетов, водорослей, корненожек, жгутиковых и т.д., которые участвуют в образовании гумуса. Гибель этих обитателей приводит к ухудшению питательных свойств почвы. Действие внесенного препарата может продолжаться достаточно длительное время [16].

По сравнению с другими средствами защиты растений гербициды отличаются более высокой фитотоксичностью, проявляющейся в большей степени у препаратов, обладающих слабым избирательным действием.

Иногда вещества с широким спектром действия уничтожают не только сорняки, но и полезные культуры, находящиеся в родстве с целевым объектом (одно семейство и др.). Например, в посевах свеклы некоторые препараты вызывают гибель и сорняка марь белая, и самой свеклы, а при воздействии гербицидов на однодольные сорные злаки может пострадать основная зерновая культура. С целью сохранения культивируемой культуры из ряда гербицидов выбирают либо вещества, к которым полезные растения устойчивы, либо те, которые обладают максимально избирательным действием [11, 12, 17].

Растущее беспокойство по поводу злоупотребления пестицидами привело к разработке правил их применения, принятых во многих странах мира. Правила охватывают все ас-

пекты обращения: перевозку, хранение, утилизацию тары, предельно допустимые остаточные количества.

В Европейском союзе принят закон, запрещающий использование высокотоксичных пестицидов, в том числе веществ, которые обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, вызывают нарушения репродуктивной функции, эндокринной системы, и которые являются стойкими, способными к биоаккумуляции.

Учитывая высокую опасность загрязнения пестицидами, как при их использовании, так и в процессе производства и транспортировки, специалисты рекомендуют максимальное применение безопасных или менее токсичных пестицидов, химических или нехимических альтернативных методов борьбы с вредителями, таких как культивирование, использование биологических препаратов (например, феромонов и микробных пестицидов), генную инженерию, генетическую модификацию, компостирование отходов и пр. Эти методы становятся более популярными и часто являются менее опасными, чем традиционные химические пестициды.

Поэтому в современных условиях целесообразно предложить сельхозпроизводителям широкий выбор перспективных средств защиты растений, которые позволят минимизировать негативное влияние на здоровье населения, окружающую среду и связанный с ними экономический ущерб, и послужат основой для производства экологически безопасных пищевых продуктов.

Для предупреждения неблагоприятных последствий применения гербицидов, научного обоснования рисков в условиях реального применения и разработки мер по безопасному обращению необходимо проводить токсикологические и санитарно-химические исследования новых препаратов, которые позволят минимизировать негативное влияние на здоровье населения, окружающую среду и связанный с этим экономический ущерб, и будут максимально эффективны в борьбе с сорной растительностью на сельскохозяйственных культурах.

Цель исследования – провести гигиеническую оценку риска гербицидов Граминис, КЭ (концентрированная эмульсия) и Ринкор, ВГ (водорастворимые гранулы) для работающих, чья деятельность связана с их применением.

В процессе выполнения исследования решались следующие задачи: провести анализ литературных и информационных источников;

осуществить первичную токсикологическую оценку препаративных форм гербицидов с изучением на лабораторных животных острой токсичности при внутрижелудочном введении, на кожном нанесении и ингаляционном воздействии, изучить сенсibiliзирующее действие, кумулятивные свойства гербицидов и рассчитать коэффициент кумуляции; оценить условия труда в натурном эксперименте при применении гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ и рассчитать риск для работающих; разработать научно обоснованные рекомендации по безопасному применению в агропромышленном комплексе.

Материалы и методы. В работе использовались санитарно-гигиенические и токсикологические методы исследований (острая токсичность при внутрижелудочном введении, на кожном нанесении и ингаляционном воздействии, сенсibiliзирующее действие; кумулятивные свойства) в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами и руководствами [6, 8]. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программных продуктов MSExcelXP и Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. Изучение острой токсичности при внутрижелудочном введении в эксперименте было проведено согласно Инструкции 1.1.11-12-35-2004¹ (глава 4) со следующими дозами препаратов: 3980, 5010, 6340 и 7940 мг/кг. Каждую дозу в острых опытах испытывали на 6 животных (самцы) при интрагастральном введении при помощи иглы-зонда с последующим наблюдением в течение 14 суток. В эксперименте использовали половозрелых белых крыс, массой 190–220 г. Учитывали характер симптомов интоксикации, поведение и гибель животных. В клинической картине острой интоксикации в первые часы после введения отмечено затрудненное дыхание, заторможенные движения, незначительный тремор, которые нарастали в течение суток и сопровождались в последующем шаткой походкой, сужением глазных щелей; судорожным

дыханием, отказом от пищи, боковым положением. Гибель животных отмечена в 1–2-е сутки после введения от остановки дыхательного центра. DL₅₀ (смертельная доза) препарата Ринкор, ВГ, рассчитанная по методу В.Б. Прозоровского [10] составляет 5210 (4400÷6100) мг/кг; DL₅₀ препарата Граминис, КЭ – 5620 (4300÷7400) мг/кг. Следовательно, по параметрам острой внутрижелудочной токсичности препаративные формы гербицидов следует охарактеризовать как малоопасные химические соединения (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76²).

Изучение *острой токсичности при накожном нанесении*. Эксперимент был проведен согласно Инструкции по применению № 048-1215³. В эксперименте использовали половозрелых белых крыс (самцы, самки, $n = 6$) массой 190–210 г. Препаративные формы гербицидов наносили однократно на выстриженные в средней трети дорсальной поверхности тела участки кожи спины белых крыс, размером 4×4 см, фиксировали марлевой повязкой и лейкопластырем. Животных помещали в индивидуальные домики. Длительность экспозиции препарата на коже – 24 часа с последующим промыванием дистиллированной водой. В опыте испытаны следующие дозы препарата Ринкор, ВГ – 1500 (опыт 1), 2000 (опыт 2), 2500 (опыт 3) мг/кг; Граминис, КЭ – 2000 (опыт 1), 2500 (опыт 2), 5000 (опыт 3) мг/кг. Количество животных в каждой группе – по 6 особей. Время наблюдения 14 суток. Учитывали характер симптомов интоксикации, динамику массы тела и поведение животных. В клинической картине острой интоксикации в первые часы после нанесения отмечено незначительное снижение двигательной активности, на следующие сутки и в течение всего периода наблюдения поведение опытных животных не отличалось от такового в контрольной группе. Гибель животных в течение 14-суточного периода наблюдения не отмечена. Следовательно, по параметрам острой накожной токсичности препаративные формы гербицидов следует охарактеризовать как ма-

¹ Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ [Электронный ресурс] / утв. Минздравом Республики Беларусь от 14 декабря 2004 г. – 42 с. – URL: <http://www.vniiki.ru/document/4689864.aspx> (дата обращения: 16.05.2017).

² ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изменениями № 1, 2): межгосударственный стандарт [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 18.05.2017).

³ Инструкция по применению № 048-1215. Определение острой токсичности химической продукции (химических веществ их смесей) при накожном поступлении [Электронный ресурс] / утв. заместителем министра здравоохранения главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.08.2016 г. – URL: <http://rspch.by/Docs/048-1215.pdf> (дата обращения: 20.05.2017).

лоопасные химические соединения (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76²).

Изучение *острой токсичности при ингаляционном воздействии*. Эксперимент был проведен согласно инструкции по применению № 047-1215⁴. В эксперименте использовали половозрелых белых крыс массой 190–210 г. Препаративные формы гербицидов использовали в концентрациях 0,5; 1,0; 2,5 и 5,0 мг/л. Продолжительность ингаляции составляла 4 часа, включая время уравнивания. Каждую дозу в острых опытах испытывали на трех животных обоего пола с последующим наблюдением в течение 14 суток. Учитывали характер симптомов интоксикации, динамику массы тела и поведение животных. При ингаляционном пути поступления у животных, получавших максимальную концентрацию, отмечено снижение двигательной активности, взъерошенность шерсти, выделения из носа, которые проходили в течение суток после прекращения воздействия; гибель животных при испытанных дозах не отмечена. CL₅₀ (концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % животных при двух-, четырехчасовом ингаляционном воздействии) составляет более 5,000 мг/л (5000 мг/м³). Следовательно, по параметрам острой ингаляционной токсичности препаративные формы гербицидов следует охарактеризовать как умеренно опасные химические соединения (III класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76²).

Сенсибилизирующее действие. Эксперимент проведен согласно инструкции 1.1.11-12-35-2004¹ (глава 8). Внутривенное введение в подушечку задней лапы (под апоневроз) белых мышей разрешающей дозы препаративной формы гербицида Ринкор, ВГ в объеме 100 мкл не сопровождалось развитием отечно-пролиферативной реакции. Толщину лапы в мм измеряли до и после перкутанного тестирования инженерным микрометром через 24 часа. Выраженность реакции оценивали по абсолютному (мм) и относительному (в баллах) показателям. Среднегрупповые показатели теста опухания лапы мыши (аллергологическая проба) – ТОЛМ –

у животных опытной группы не отличались от таковых в соответствующей контрольной группе и не превышали 0,1 мм (0 баллов) (< 0,05). Внутривенное введение разрешающей дозы препаративной формы гербицида Граминис, КЭ сопровождалось развитием отечно-пролиферативной реакции. Среднегрупповые показатели ТОЛМ у животных опытной группы отличались от таковых в соответствующей контрольной группе и составили 0,143–0,198 мм (1 балл) (< 0,05). В результате эксперимента установлено, что изучаемая препаративная форма гербицида Ринкор, ВГ не вызывает уплотнение и воспаление ткани, а препаративная форма гербицида Граминис, КЭ вызывает уплотнение и воспаление ткани в результате ее инфильтрации, обусловленной взаимодействием антигена (аллергена) с макрофагами и Th1-лимфоцитами, стимулирующими клеточный иммунитет. Следовательно, препаративная форма гербицида Ринкор, ВГ может быть охарактеризована как вещество, не оказывающее сенсибилизирующее действие (4-й класс, отсутствие сенсибилизирующего эффекта); Граминис, КЭ – как вещество, оказывающее слабое сенсибилизирующее действие (3-й класс (подкласс 3В), слабый аллерген).

Раздражающее действие на слизистые оболочки глаз при однократном воздействии. Эксперимент проведен согласно инструкции 1.1.11-12-35-2004¹ (глава 5) и инструкции № 045-1215⁵. Препаративные формы гербицидов вносили в количестве 50–100 мкл в нижний конъюнктивальный свод правого глаза кроликов с последующим (через 24 часа) промыванием дистиллированной водой; левый глаз при этом служил в качестве контрольного, в который закапывали 1–2 капли дистиллированной воды. Исследуемые препараты после инстилляций вызывают слезотечение, серозные выделения, инъекцию сосудов, которое проходит после промывания водой по окончании экспозиции на 1–2-е сутки. Полное видимое восстановление слизистой наблюдается в течение 1–2 суток после инстилляций. Следовательно, в условиях однократного воздействия на слизи-

⁴ Инструкция по применению № 047-1215. Определение острой токсичности химической продукции (химических веществ и их смесей) при ингаляционном поступлении [Электронный ресурс] / утв. заместителем министра здравоохранения главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.08.2016 г. – URL: <http://rspch.by/Docs/047-1215.pdf> (дата обращения: 20.05.2017).

⁵ Инструкция по применению № 045-1215. Определение острого раздражающего действия химической продукции (химических веществ их смесей) на слизистые оболочки глаз [Электронный ресурс] / утв. заместителем министра здравоохранения главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.08.2016 г. – URL: <http://rspch.by/Docs/045-1215.pdf> (дата обращения: 20.05.2017).

стые оболочки препаративная форма гербицида Ринкор, ВГ обладает слабо выраженным раздражающим действием на слизистые оболочки со средним суммарным баллом выраженности раздражающего действия – 1,0 (3-й класс (подкласс 3В), слабое раздражающее действие); Граминис, КЭ обладает умеренно выраженным раздражающим действием на слизистые оболочки со средним суммарным баллом выраженности раздражающего действия – 3,0 (3-й класс (подкласс 3А), умеренно раздражающее действие).

Исследование местно-раздражающих свойств при однократном воздействии на кожу. Эксперимент был проведен согласно инструкции 1.1.11-12-35-2004¹ (глава 6) и инструкции № 049-1215⁶. Препаративные формы гербицидов наносили на лишенную шерстного покрова кожу спины нелинейных белых крыс со стороны правого бока, площадью 4×4 см (левый бок служил контролем), в дозе 20 мг/см², при однократных 4-часовых аппликациях. Учитывалось состояние кожи и выраженность кожных реакций. В условиях однократного воздействия на выстриженные участки кожи спины белых крыс препаративные формы гербицидов не обладают раздражающим действием на кожу – 0 баллов (4-й класс) (отсутствие раздражающего действия).

Оценка кумулятивных свойств. Эксперимент проведен согласно методу инструкции № 052-1215⁷. В опытах использованы белые крысы (самцы) массой 170–200 г, возраст 8–12 недель, собственного разведения. Общее число использованных животных – 14 (по 7 самцов в тестовой и контрольной группах). Для оценки кумулятивных свойств препаративных форм гербицидов выбрана доза, составляющая ≈1/10 от максимально введенной дозы в остром эксперименте. Для гербицида Ринкор, ВГ доза составила 500 мг/кг массы тела, для Граминис, КЭ – 550 мг/кг массы тела. На протяжении всего периода эксперимента гибели подопытных животных не наблюдалось. Следовательно, изученные препаративные формы не обладают кумулятивными свойствами на

уровне проявления смертельных эффектов (коэффициент кумуляции > 5).

Все полученные статистически значимые изменения некоторых морфофункциональных показателей, выбранных для оценки токсикологического действия исследуемых препаратов в повторном 90-дневном внутрижелудочном введении, носят, вероятнее всего, компенсаторно-приспособительный характер.

При макроскопическом патоморфологическом обследовании внутренних органов видимых изменений не выявлено. В результате эксперимента установлено, что для класса сульфонилмочевин (гербициды Ринкор, ВГ и Граминис, КЭ) характерными органами-мишенями являются почки и печень.

Гигиеническая оценка условий труда при применении гербицидов проводилась на опытном поле при однократном опрыскивании тракторным штанговым опрыскивателем при высоте ботвы 5–25 см картофеля с нормой расхода 50 г/га и расходом рабочей жидкости 250 л/га (Ринкор, ВГ) и 50 г/га, 200 л/га соответственно (Граминис, КЭ). Время работы – 40 минут; продолжительность рабочей смены – 6 часов; дневная норма площади обработки – 25 га.

В результате проведенных исследований выявлено загрязнение препаратами закрытых средствами индивидуальной защиты (шея, грудь) и открытых (лицо) участков тела работающих. В связи с этим для остальных выбранных участков средняя дермальная нагрузка (концентрация) рассчитана с учетом 1/2 предела обнаружения для проб со значением «не обнаружено» и составила 0,00125 мг/м² для гербицидов для оператора-заправщика и для оператора опрыскивателя. У работающих не возникало ухудшения самочувствия или раздражения кожи и слизистых оболочек глаз; жалобы на ухудшение самочувствия после работы отсутствовали.

Гигиеническую оценку степени риска для лиц, контактирующих с препаратами, в ходе обработки посевов картофеля с нормой расхода 50 г/га проводили в соответствии с методическими рекомендациями № 2001/73 [7]. Риск

⁶ Инструкция по применению № 049-1215. Определение острого раздражающего действия на кожу химической продукции (химических веществ и их смесей) [Электронный ресурс] / утв. заместителем министра здравоохранения главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.08.2016 г. – URL: http://rspch.by/Docs/2_049.pdf (дата обращения: 20.05.2017).

⁷ Инструкция по применению № 052-1215. Определение токсичности химической продукции (химических веществ и их смесей) при повторном и хроническом внутрижелудочном поступлении [Электронный ресурс] / утверждена заместителем министра здравоохранения главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.08.2016 г. – URL: <http://rspch.by/Docs/052-1215.pdf> (дата обращения: 20.05.2017).

Величины суммарного риска для оператора опрыскивателя и оператора-заправщика при накожном и ингаляционном воздействии гербицидов при выполнении производственных операций по обработке посевов картофеля

Рассчитанный коэффициент	Действующее вещество			
	римсульфурон (Ринкор, ВГ)		хизалофо-п-этил (Грамисис, КЭ)	
	оператор опрыскивателя	оператор-заправщик	оператор опрыскивателя	оператор-заправщик
Коэффициент безопасности при кожном поступлении пестицида (риск дермального воздействия), $КБ_{д.}$	0,018000	0,028000	0,029	0,029
Коэффициент безопасности при ингаляционном поступлении (риск ингаляционного воздействия), $КБ_{инг.}$	0,003333	0,000333	0,075	0,075
Величина суммарного риска, $КБ_{сумм.}$	0,021333	0,028333	0,104	0,104
Нормативное значение величины суммарного риска, $КБ_{сумм.}$	< 1	< 1	< 1	< 1

Примечание: $D_{ф}$ – фактическая кожная экспозиция, $мг/см^2$; ПДК/ОБУВ_{в.р.з.} – предельно допустимая концентрация/ориентировочно безопасный уровень воздействия в воздухе рабочей зоны.

неблагоприятного воздействия вещества при попадании на кожу определяли путем сравнения фактической кожной экспозиции ($D_{ф}$, $мг/см^2$), рассчитанной на основании полученных данных, с ориентировочно допустимым уровнем загрязнения кожных покровов ($ОДУ_{з.к.п.}$, $мг/см^2$) (таблица).

Выводы:

1. По параметрам острой внутрижелудочной токсичности препаративные формы гербицидов следует охарактеризовать как малоопасные химические соединения (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76).

2. По параметрам острой накожной токсичности препаративные формы гербицидов следует охарактеризовать как малоопасные химические соединения (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76).

3. По параметрам острой ингаляционной токсичности препаративные формы гербицидов следует охарактеризовать как умеренно опасные химические соединения (III класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76).

4. Препаративная форма гербицида Ринкор, ВГ, может быть охарактеризована как вещество, не оказывающее сенсibilизирующего действия (4-й класс, отсутствие сенсibilизирующего эффекта); Граминис, КЭ – как вещество, оказывающее слабое сенсibilизирующее действие (3-й класс (подкласс 3В), слабый аллерген).

5. В условиях однократного воздействия на слизистые оболочки препаративная форма

гербицида Ринкор, ВГ обладает слабо выраженным раздражающим действием на слизистые оболочки со средним суммарным баллом выраженности ирритативного действия – 1,0 (3-й класс (подкласс 3В), слабое раздражающее действие); Граминис, КЭ – обладает умеренно выраженным раздражающим действием на слизистые оболочки со средним суммарным баллом выраженности ирритативного действия – 3,0 (3-й класс (подкласс 3А), умеренно раздражающее действие).

6. В условиях однократного воздействия на выстриженные участки кожи спины белых крыс препаративные формы гербицидов не обладают раздражающим действием на кожу – 0 баллов (4-й класс), отсутствие раздражающего действия).

7. Изученные препаративные формы не обладают кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов (коэффициент кумуляции > 5).

8. При макроскопическом патоморфологическом обследовании внутренних органов видимых изменений не выявлено.

9. Рассчитанный риск комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ для работающих (оператор-заправщик, оператор опрыскивателя) при применении в агропромышленном комплексе не превышает допустимого (составляет менее 1).

Список литературы

1. Васильев Д.С. Применение гербицидов, десикантов и дефолиантов на посевах масличных культур // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 1967. – С. 83–85.
2. Васильев Д.С. Рекомендации по борьбе с амброзией полыннолистной. – Краснодар, 1970. – 21 с.
3. Гербициды [Электронный ресурс] // ХиМик: сайт о химии. – URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/983.html> (дата обращения: 02.04.2017).
4. Гончаров Н.Р., Каширский О.П. Величина урожая, сохраняемого благодаря применению пестицидов // Защита и карантин растений. – 2004. – № 10. – С. 49.
5. Ижевский С.С. Негативные последствия применения пестицидов // Защита и карантин растений. – 2001. – № 5. – С. 16–19.
6. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. – М., 1987. – 712 с.
7. Метод оценки риска воздействия пестицидов на работающих: методические рекомендации № 2001/73. – М., 2001. – 18 с.
8. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов / утв. МЗ СССР № 4263-87 от 13.03.1987 г. – Киев: Минздрав СССР, 1988. – 210 с.
9. Милованова З.Г. Чем пропалывать подсолнечник // Защита и карантин растений. – 2005. – № 3. – С. 44.
10. Прозоровский В.Б., Прозоровская В.М., Демченко В.М. Экспресс-метод определения средней эффективности дозы и ее ошибки // Фармакология и токсикология. – 1978. – № 4. – С. 497–502.
11. Greene S.A. Sittig's Handbook of Pesticides and Agricultural Chemicals. – USA SciTech Publishing, Inc, 2006. – 1213 p.
12. Hamilton D., Crossley S. Pesticide residues in food and drinking water // J. Wiley. – 2004. – P. 22.
13. Kegley S.E., Wise L.J. Pesticides in fruits and vegetables // University Science Books. – Great Britain, 1998. – 78 p.
14. Levine M.J. Pesticides: A Toxic Time Bomb in our Midst // Praeger Publishers. – 2007. – 265 p.
15. Pesticides: problems, improvements, alternatives. Blackwell Science / F. Hond [et al.]. – Great Britain, 2003. – 273 p.
16. Tomlin C. The Pesticide Manual, 14th edn. – London: British Crop Protection Council (BCPC), 2006. – 1350 p.
17. Ware G.W., Whitacre D.M. Pesticide Book. – Great Britain: Meister Publishing Co, 2004. – 488 p.

Гигиеническая оценка риска при применении гербицидов Граминис, КЭ и Ринкор, ВГ / М.М. Васильева, А.А. Попель, Е.С. Юркевич, И.И. Ильюкова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 49–56. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.05

UDC [614.79: 613.63: 615.9]+632.954
DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.05.eng

HYGIENIC ASSESSMENT OF RISK CAUSED BY APPLICATION OF GRAMINIS KE AND RINKOR VG HERBICIDES

M.M. Vasileva, A.A. Popel, E.S. Yurkevich, I.I. Ilyukova

Scientific-practical Hygiene Center, 8 Akademicheskaya Str., Minsk, 220012, Republic of Belarus

Our research goal was to perform hygienic assessment of risks caused by Graminis KE and Rinkor VG herbicides for people working with them. We applied sanitary-hygienic and toxicological research techniques in our work in full conformity with valid technical regulatory documents and guidelines. We set the following research tasks: to analyze literature and information sources; to perform primary toxicological assessment of preparatory herbicides and study their acute toxicity

© **Vasileva M.M., Popel A.A., Yurkevich E.S., Ilyukova I.I.**, 2017
Marina M. Vasileva – junior researcher at Preventive and Ecological Toxicology Laboratory (e-mail: vasmm11@gmail.com); tel.: +375 (17) 284-13-82).
Alina A. Popel – junior researcher at Preventive and Ecological Toxicology Laboratory (e-mail: bublik170891@mail.ru); tel.: +375 (17) 284-13-82).
Elena S. Yurkevich – Candidate of Medical Sciences, leading researcher at Preventive and Ecological Toxicology Laboratory (e-mail: yrkevich.elena@gmail.com); tel.: +375 (17) 284-13-82).
Irina I. Ilyukova – Candidate of Medical Sciences, Head of Preventive and Ecological Toxicology Laboratory (e-mail: toxlab@mail.ru); tel.: +375 (17) 292-60-27).

together with sensitizing effects at intragastric introduction, cutaneous application, and inhalation exposure on laboratory animals; to examine herbicides cumulative effects and calculation their cumulation coefficient; to examine working conditions during a natural experiment when Graminis KE and Rinkor VG herbicides were applied and calculate risks for workers; to work out scientifically grounded recommendations on their safety application in agriculture.

The examined herbicides, Graminis KE and Rinkor VG, are classified as substances with the 3rd hazard degree as per their toxicometric parameters (moderately hazardous substances). Calculated risks of complex (inhalant and dermal) exposure to Graminis KE and Rinkor VG herbicides for workers (operators who refills them and those who spray plants with them) when they are applied in agriculture don't exceed acceptable levels (are less than 1). Our work results allow to enrich a set of plant protectors which are applied in the country and to use such preparations in agriculture which are the least harmful for health and the environment. Application of Graminis KE and Rinkor VG herbicides will help to increase crops productivity.

Key words: hygienic risk assessment, herbicides, primary toxicological assessment, acute toxicity, sensitizing effects, cumulative properties, cumulation coefficient, agriculture.

References

1. Vasil'ev D.S. Primenenie gerbitsidov, desikantov i defoliantov na posevakh maslichnykh kul'tur [Application of herbicides, dessicants, and defoliant on oil-plant crops]. *Maslichnye kul'tury: Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*, 1967, pp. 83–85 (in Russian).
2. Vasil'ev D.S. Rekomendatsii po bor'be s ambroziei polynolistnoi [Recommendations on fighting against ragweed]. Krasnodar, 1970, 21 p. (in Russian).
3. Gerbitsidy [Herbicides]. *KhiMik: sait o khimii*. Available at: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/983.html> (02.04.2017) (in Russian).
4. Goncharov N.R., Kashirskii O.P. Velichina urozhaya, sokhranyaemogo blagodarya primeneniyu pestitsidov [Size of a crop which is preserved due to herbicides application]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2004, no. 10, pp. 49 (in Russian).
5. Izhevskii S.S. Negativnye posledstviya primeneniya pestitsidov [Negative consequences of herbicides application]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2001, no. 5, pp. 16–19 (in Russian).
6. Mel'nikov H.H. Pestitsidy. Khimiya, tekhnologiya i primeneniye [Pesticides. Chemistry, technology, and application]. Moscow, 1987, 712 p. (in Russian).
7. Metod otsenki riska vozdeistviya pestitsidov na rabotayushchikh: Metodicheskie rekomendatsii №2001/73 [A technique for assessing risks caused by exposure to herbicides on workers: Methodical guidelines No.2001/73]. Moscow, 2001, 18 p. (in Russian).
8. Metodicheskie ukazaniya po gigenicheskoi otsenke novykh pestitsidov / utv. MZ SSSR 13.03.87 № 4263-87 [Methodical guidelines on hygienic assessment of new pesticides / approved by the USSR Public Healthcare Ministry on March 13, 1987 No. 4263-87]. Kiev, Minzdrav SSSR, Publ., 1988, 210 p. (in Russian).
9. Milovanova Z.G. Chem propalyvat' podsolnechnik [How to weed a sunflower]. *Zashchita i karantin rastenii*, 2005, no. 3, pp. 44 (in Russian).
10. Prozorovskii V.B., Prozorovskaya V.M., Demchenko V.M. Ekspres-metod opredeleniya srednei effektivnosti dozy i ee oshibki [Rapid test method to determine average dose efficiency and its error]. *Farmakologiya i toksikologiya*, 1978, no. 4, pp. 497–502 (in Russian).
11. Greene S.A. Sittig's Handbook of Pesticides and Agricultural Chemicals. USA SciTech Publishing, Inc, 2006, 1213 p.
12. Hamilton D., Crossley S. Pesticide residues in food and drinking water. *J. Wiley*, 2004, pp. 22.
13. Kegley S.E., Wise L.J. Pesticides in fruits and vegetables: University Science Books. Great Britain, 1998, 78 p.
14. Levine M.J. Pesticides: A Toxic Time Bomb in our Midst. Praeger Publishers, 2007, 265 p.
15. Hond F. [et al.]. Pesticides: problems, improvements, alternatives. Blackwell Science. Great Britain, 2003, 273 p.
16. Tomlin C. The Pesticide Manual, 14th edn. London: British Crop Protection Council (BCPC), 2006, 1350 p.
17. Ware G.W., Whitacre D.M. Pesticide Book. Great Britain: Meister Publishing Co, 2004, 488 p.

Vasileva M.M., Popel A.A., Yurkevich E.S., Ilyukova I.I. Hygienic assessment of risk caused by application of Graminis KE and Rinkor VG herbicides. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 4, pp. 49–56. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.05.eng

Получена: 26.06.2017

Принята: 11.12.2017

Опубликована: 30.12.2017