

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФОРАМСУЛЬФУРОНА И ТИЕНКАРБАЗОН-МЕТИЛА

*Агамова А.Д., Сычик С.И., Лисовская Г. В., Иода В. И.
Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»
Беларусь, Минск*

В работе изложены результаты токсиколого-гигиенических исследований нового гербицида на основе действующих веществ – форамсульфурана и тиенкарбазон-метила. В эксперименте на лабораторных животных установлен класс опасности пестицида, в полевых опытах проведена оценка условий труда при применении препарата и установлена величина комплексного (ингаляционного и дермального) риска работающим при его применении, а также определены сроки выхода работающих на обработанные участки. Результаты работы использованы для государственной регистрации средства защиты растений.

***Ключевые слова:** гербицид; тиенкарбазон-метил; форамсульфуран; класс опасности; агропромышленный комплекс*

TOXICOLOGICAL-HYGIENIC ASSESSMENT OF PLANT PROTECTION PRODUCTS BASED ON FORAMSULFURON AND THIENCARBAZONE-METHYL

*Ahamava A.D., Sychik S.I., Lisouskaia H.W., Ioda V.I.
Republican Unitary Enterprise “Scientific practical centre of hygiene”
Belarus, Minsk*

The paper presents the results of Toxicological and hygienic studies of a new herbicide based on active substances – foramsulfuron and thien carbazone-methyl. In experiments on laboratory animals includes a hazard class of the pesticide in field experiments carried out assessment of working conditions when using the drug and set the value of the combined (inhalation and dermal) risk for workers in its application and has determined the release dates of working on the treated areas. The results of the work are used for the state registration of plant protection products.

***Key words:** herbicide; tien carbazon-methyl; foramsulfuron; hazard class; agro-industrial complex*

Пестициды представляют потенциальную угрозу здоровью людей не только непосредственно занятых операциями по защите растений, но и других в

связи с поступлением в их организм из окружающей среды. Одним из основных источников поступления препаратов в организм человека являются продукты питания. Систематическое использование в пищу продуктов, содержащих остаточные количества пестицидов выше допустимого уровня (ДОК), может вызывать тяжелые заболевания [1]. Чаще всего продукты питания загрязняются пестицидами вследствие завышения норм расхода препаратов, несоблюдения кратности обработок и периода ожидания. В связи с этим применение пестицидов строго регламентировано. Регламентами предусмотрено использование только тех препаратов, которые вошли в Реестр [2]. Для того чтобы получать доброкачественную продукцию, необходимо строго соблюдать рекомендованные нормы расхода препаратов, кратность обработок и период ожидания. Период ожидания или последний срок обработки – временный интервал между последней обработкой и уборкой урожая, достаточный для разложения препарата полностью или до количеств, безопасных для здоровья (т.е. до уровня ПДК). Срок последней обработки зависит от химического строения вещества и биологических особенностей обрабатываемой культуры. Соблюдение этих правил необходимо не только при выращивании культур, которые используются в пищу или для корма скоту, но и цветочных, декоративных и др. Так, в последнее время отмечалась аллергия у работников цветочных магазинов из-за повышенного содержания фосфорорганических соединений в цветах. В нашей стране введены самые низкие допустимые остаточные количества пестицидов (ДОК и ПДК) в растениеводческой и животноводческой продукции. Допустимые остаточные количества (ДОК) выражают в миллиграммах действующего вещества на 1 кг продукции. Их устанавливают на основе пороговой дозы, которая для человека занижена в 50-100 раз и не представляют угрозы его здоровью при поступлении с пищей. В последнее время стали активно разрабатывать ПДК для почвы, кормов, воды и воздуха. В настоящее время установлены ПДК для наиболее распространенных и стойких препаратов. С каждым годом перечень их возрастает [3].

В данной работе представлены результаты исследований средства защиты растений, действующие вещества которого представлены флуопирамом и тебуконазолом. Флуопирам – химический класс – пиридинил-этилбензамиды. Ингибирование энзима сукцинатдегидрогеназа митохондриального респираторного канала приводит к блокированию переноса электронов. Тебуконазол – химический класс триазолы – ингибирует процесс биосинтеза эргостерола, подавляя развитие клеточных мембран патогена.

Материалы и методы. Острое отравление моделировали однократным введением пестицида в желудок подопытных животных (самки белых крыс 180-200 г) с помощью иглы-зонда в диапазоне доз 500-2000 мг/кг с последующим наблюдением в течение 14 суток с регистрацией клинической картины отравления и симптомов интоксикации. Объем вводимых доз не превышал 0,2 мл/10 г массы тела. Количественные параметры острой

токсичности определяли пробит-анализом по методу Литчфилда и Уилкоксона. Основным критерием токсического действия для определения среднесмертельной дозы (DL50) являлась гибель животных [4].

Обоснование требований безопасности при работе с гербицидом (д.в. форамсульфурон, 50 г/л + тиенкарбазон-метил, 30 г/л) состояло в оценке величины риска воздействия тиенкарбазон-метила и форамсульфурана на оператора-заправщика и оператора опрыскивателя при производственном контакте с препаратом и разработке на ее основе гигиенических требований и регламентов, обеспечивающих безопасное применение препарата.

Опрыскивание было проведено на опытном поле НПЦ НАН РБ по земледелию, г. Жодино, с использованием опрыскивателя «Зубр» 600, 12 м, агрегатированного с трактором Беларус 422. Культура – свекла сахарная. Норма расхода по препарату – 1,5 л/га. Все операции выполняли оператор и тракторист, одетые согласно рекомендациям, имеющимся в паспорте безопасности производителя (MSDS). Исследования проведены при температуре воздуха 21 °С, относительной влажности 31 %, атмосферном давлении – 737 мм рт. ст.

Используемые средства индивидуальной защиты: защитный хлопчатобумажный костюм, щиток защитный лицевой, резиновые сапоги и перчатки. В соответствии с поставленной целью оценку условий применения средства защиты растений проводили на основании результатов анализа остаточных количеств действующих веществ в следующих объектах: воздух зоны дыхания оператора-заправщика по заправке машины, воздух зоны дыхания тракториста, производящего обработку; смывы с кожных покровов операторов после окончания работ. Отбор проб воздуха рабочей зоны проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и Методических рекомендаций № 2002/73 «Определение фактического содержания пестицидов в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах». Смывы с поверхности открытых и закрытых частей тела операторов и тракториста производили после завершения производственных операций при помощи обезжиренных ватных тампонов, смоченных этиловым спиртом. Площадь смыва с каждого участка тела работающих составляла 100 см². В день отбора все пробы были соответствующим образом обработаны и до проведения химического анализа помещены в холодильник (температура не выше 5 °С). Определение микроколичеств действующих веществ в отобранных пробах проводили в соответствии с действующими инструкциями:

– инструкция по применению № 134.15-1208 «Определение тиенкарбазон-метила, действующего вещества препарата «Аденго, КС», в воде, почве, воздухе рабочей зоны, растительных материалах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», утв. 24.12.2008 г.

– инструкция по применению № 023.3-0407 «Методика определения форамсульфурана, действующего вещества препарата «МайсТер, МД», в воде, почве, воздухе рабочей зоны, растительных материалах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», утв. 27.04.2007 г.

Риск неблагоприятного воздействия вещества при попадании на кожу определяли путем сравнения фактической экспозиционной дозы ($D_{\text{ф}}$, $\text{мг}/\text{см}^2$), рассчитанной на основании полученных данных, с ориентировочно допустимым уровнем загрязнения кожных покровов действующими веществами (ОДУ з.к.п., $\text{мг}/\text{см}^2$).

Результаты и обсуждение. В результате изучения острой токсичности не наблюдали клинического проявления острого отравления: двигательная активность соответствовала норме, корм поедали активно. Значение DL_{50} составила более 2000 $\text{мг}/\text{кг}$, что позволяет отнести данный препарата при введении в желудок к малоопасным соединениям (4 класс опасности), в соответствии с классами опасности пестицидов, указанных в изменениях, утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 07 апреля 2011 г. № 622.

Результаты гигиенической оценки условий применения препарата (в воздухе рабочей зоны и при сносе на почву во время обработки).

Нижние пределы обнаружения для форамсульфурана составили: 0,002 $\text{мг}/\text{м}^3$ для воздуха (при отборе 50 л воздуха); 0,01 $\text{мг}/\text{м}^2$ для сносов на почву; $0,01 \times 10^{-4}$ $\text{мг}/\text{см}^2$ для смывов с кожных покровов; для тиенкарбазон-метила: 0,002 $\text{мг}/\text{м}^3$ для воздуха (при отборе 50 л воздуха); 0,01 $\text{мг}/\text{м}^2$ для сносов на почву; $0,01 \times 10^{-4}$ $\text{мг}/\text{см}^2$ для смывов с кожных покровов.

Данные свидетельствуют о том, что при указанных условиях выполнения производственных операций в зоне дыхания оператора – заправщика и тракториста обнаружен форамсульфуран в концентрации 0,260 и 0,099 $\text{мг}/\text{м}^3$ соответственно; тиенкарбазон-метил не обнаружен (ОБУВ форамсульфурана в воздухе рабочей зоны – 1,0 $\text{мг}/\text{м}^3$, ОБУВ тиенкарбазон-метила – 1,0 $\text{мг}/\text{м}^3$).

В воздухе атмосферы у кромки поля спустя 1 ч после обработки форамсульфуран и тиенкарбазон-метил не обнаружены (ОБУВ форамсульфурана и тиенкарбазон-метила в атм. воздухе – 0,02 $\text{мг}/\text{м}^3$).

В сносах на почву форамсульфуран и тиенкарбазон-метил не обнаружен на расстоянии 1, 3 и 6 м от края опрыскивателя (ОДК в почве форамсульфуран – 1,0 $\text{мг}/\text{кг}$; ПДК в почве тиенкарбазон-метила – 0,9 $\text{мг}/\text{кг}$). Таким образом, содержание форамсульфурана и тиенкарбазон-метила в почве не превышает гигиенический норматив.

Коэффициент безопасности при поступлении действующих веществ через органы дыхания, рассчитанный по соотношению $I_{\text{ср.}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$ к ПДК в.р.з. составил: для форамсульфурана КБинг. = 0,26 (оператор-заправщик), КБинг. = 0,099 (тракторист); для тиенкарбазон-метила КБинг. = 0,001 (оператор-заправщик, тракторист).

Средняя дермальная экспозиция форамсульфуруна с учетом $\frac{1}{2}$ предела обнаружения для проб со значением «не обнаружено» для оператора - заправщика составила $0,59 \times 10^{-6}$ мг/см², для тракториста $0,5 \times 10^{-6}$ мг/см². Средняя дермальная фактическая экспозиция для оператора – заправщика составила $0,3 \times 10^{-5}$ мг/см², для тракториста $0,25 \times 10^{-5}$ мг/см².

У работающих не возникало ухудшения самочувствия, раздражения кожи или слизистых оболочек глаз. Коэффициент безопасности при кожном поступлении форамсульфуруна, рассчитанный по соотношению D_{ϕ} , мг/см² к ОДУ (риск дермального воздействия для оператора и тракториста): КБд. = $0,3 \times 10^{-5} / 0,0004342 = 0,0068$ (оператор-заправщик); КБд. = $0,25 \times 10^{-5} / 0,0004342 = 0,0058$ (тракторист). Величина риска, связанного с ингаляционным и кожным поступлением форамсульфуруна составляет для оператора и тракториста: КБ сум. = КБд + КБинг; КБ сумм. = $0,0068 + 0,56 = 0,2668$ (оператор-заправщик); КБ сумм. = $0,0058 + 0,099 = 0,1048$ (тракторист).

Следовательно, величина риска комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия форамсульфуруна для оператора-заправщика составляет 0,2668, для тракториста – 0,1048.

Средняя дермальная экспозиция тиенкарбазон-метила с учетом $\frac{1}{2}$ предела обнаружения для проб со значением «не обнаружено» для оператора-заправщика и тракториста составила $0,05 \times 10^{-5}$ мг/см². Средняя дермальная фактическая экспозиция для оператора-заправщика и тракториста составила $0,25 \times 10^{-5}$ мг/см².

У работающих не возникало ухудшения самочувствия или раздражения кожи и слизистых оболочек глаз.

Коэффициент безопасности при кожном поступлении тиенкарбазон-метила, рассчитанный по соотношению D_{ϕ} , мг/см² к ОДУ (риск дермального воздействия для оператора и тракториста): КБд. = $0,25 \times 10^{-5} / 0,0004342 = 0,0058$ (оператор-заправщик); КБд. = $0,25 \times 10^{-5} / 0,0004342 = 0,0058$ (тракторист). Величина риска, связанного с ингаляционным и кожным поступлением тиенкарбазон-метила составляет для оператора и тракториста: КБ сум. = КБд + КБинг. КБ сумм. = $0,0058 + 0,001 = 0,0068$ (оператор-заправщик); КБ сумм. = $0,0058 + 0,001 = 0,0068$ (тракторист).

Следовательно, величина риска комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия тиенкарбазон-метила для оператора-заправщика и тракториста составляет 0,0068.

Величина суммарного риска комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия форамсульфуруна и тиенкарбазон-метила для оператора-заправщика составила – 0,2736; для тракториста – 0,1115.

Таким образом, при соблюдении установленных агротехнических и гигиенических регламентов использования результаты исследований позволили оценить препарат на основе тиенкарбазон-метила и форамсульфуруна как препарат с допустимым риском для работающих в условиях

агропромышленного комплекса. В реальных условиях проведения обработок препаратом при максимальной норме расхода препарата 1,5 л/га с использованием имеющейся сельскохозяйственной техники и рекомендованных регламентов применения не наблюдалось превышения гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны, не происходило ухудшение условий труда, загрязнение окружающей среды. Содержание действующих веществ препарата в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах с учетом величины риска ингаляционного и дермального воздействия (на уровне 0,2736 для оператора-заправщика и 0,1115 для тракториста при допустимом < 1), позволили сделать вывод о том, что при данной технологии и регламентах, а также при соблюдении мер безопасности условия применения препарата соответствуют гигиеническим требованиям.

Выводы:

1. Гербицид на основе форамсульфуона и тиенкарбазон-метила по параметрам острой пероральной и дермальной токсичности относится к малоопасным веществам (4 класса опасности), (в соответствии с классами опасности пестицидов, указанных в изменениях, утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 07 апреля 2011 г. № 622).

2. Согласно лабораторным исследованиям, клиническая картина острой интоксикации препаратом на основе форамсульфуона и тиенкарбазон-метила не отличалась специфичностью симптомов.

3. Действующее вещество форамсульфуон по параметрам острой пероральной и дермальной токсичности относится к 4 классу опасности, острой ингаляционной токсичности – 3 классу опасности, не оказывает раздражающее действие на кожу, вызывает слабое раздражение слизистых оболочек глаз кроликов, не вызывает кожной сенсibilизации – 4 класс опасности. Лимитирующий показатель вредного действия – общетоксический.

4. Действующее вещество тиенкарбазон-метил по параметрам острой пероральной и дермальной токсичности относится к 4 классу опасности, острой ингаляционной токсичности – 3 классу опасности, не оказывает раздражающее действие на кожу, вызывает слабое раздражение слизистых оболочек глаз кроликов, не вызывает кожной сенсibilизации.

5. Гербицид на основе форамсульфуона и тиенкарбазон-метила имеет необходимые гигиенические нормативы. Указанные методы определения остаточных количеств действующих веществ в объектах производственной и окружающей среды, а также в сельскохозяйственной продукции позволяют осуществлять контроль за безопасным применением пестицида.

6. Суммарный риск при применении препарата составил: для оператора-заправщика КБ сумм (по форамсульфуону) = 0,2668; КБ сумм (по тиенкарбазон-метилу) = 0,0068; КБ (при допустимости КБ < 1); для оператора опрыскивателя КБ сумм (по форамсульфуону) = 0,1048; КБ сумм (по тиенкарбазон-метилу) = 0,0068 (при допустимости КБ < 1).

Список литературы

1. Мельников, Н.Н. Пестициды в современном мире / Н.Н. Мельников, Г.М. Мельникова // Сорос, образ, жур. – 1997. – № 4. – С.33-37.
2. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Р.А. Новицкий и др. – Минск, 2008. – 460 с.
3. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС) Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева, 2009 г. – 204 с.
4. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. – Минск, 2004. – 43 с.