

Таким образом, полимерные и полимерсодержащие строительные отделочные материалы представляют собой потенциальные источники формирования многокомпонентного загрязнения воздушной среды помещений. Для материалов, основанных на водо- и органорастворимых акриловых лакокрасочных материалах, полистирольной и поливинилхлоридной основе, формальдегид может выступать в качестве индикаторного загрязнителя воздушной среды при совместном использовании различных полимерных материалов, определение которого позволяет оценить качества воздуха в помещениях.

Комплексный показатель оценки потенциального риска при суммарной эмиссии химических веществ представляет собой важный гигиенический критерий для оценки опасности для здоровья, связанной с использованием полимерных и полимерсодержащих строительных материалов на этапе планирования отделки помещений в процессах строительства, реконструкции и модернизации.

Качество воздушной среды при использовании изученных полимерных материалов на основе водо- и органорастворимых акриловых лакокрасочных материалов, полистирола и поливинилхлорида соответствует приемлемому уровню риска для здоровья населения, что подтверждается значением комплексного показателя R_p , равным 1,1. Это говорит о том, что не требуется проведение дополнительных корректирующих мероприятий для поддержания безопасности воздушной среды в помещениях, где используются указанные строительные материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малышева, А. Г. Химическое загрязнение воздушной среды жилых помещений как фактор риска здоровью населения / А. Г. Малышева, Н. В. Калинина, С. М. Юдин // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 3. – С. 72–82.
2. 13. Губернский, Ю. Д. Актуальные вопросы гигиены жилой среды и пути их решения / Ю. Д. Губернский, Н. В. Калинина // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 8–10.
3. Василькевич, В. М. Изучение эмиссии химических веществ из полимерных отделочно-интерьерных материалов при различных температурных условиях моделирования / В. М. Василькевич, Л. В. Половинкин, Т. П. Крымская // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены ; гл. ред. Г. Е. Косяченко. – Минск, 2013. – Вып. 22. – С. 152–160.
4. Метод оценки потенциального риска здоровью населения при воздействии химических веществ в условиях использования совокупности полимерных и полимерсодержащих строительных отделочных материалов : инструкция по применению, рег. № 046-0622 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 26.08.2022. – Минск, 2022. – С. 12.
5. Требования к полимерным и полимерсодержащим строительным материалам и мебели : утв. Решением Комис. тамож. союза 28 мая 2010 г. № 299 // Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – Гл. II, разд. 6. – С. 720–730.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТИРОВОЧНО БЕЗОПАСНОГО УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИПРОДИОНА – ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

DETERMINATION OF THE APPROXIMATE SAFE LEVEL OF EXPOSURE TO IPRODIONE, THE ACTIVE INGREDIENT OF THE PLANT PROTECTION AGENT, IN THE ATMOSPHERIC AIR OF POPULATED AREAS

С. Ю. Петрова, С. Н. Камлюк, И. И. Ильюкова, Т. Н. Гомолко
S. Petrova, S. Kamliuk, I. Iliyko, T. Gomolko

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»,
Минск, Республика Беларусь
toxlab@mail.ru*

*Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene»,
Minsk, Republic of Belarus*

Приведена токсиколого-гигиеническая характеристика ипродиона – действующего вещества ряда препаративных форм пестицидных составов, применяемых в аграрном секторе Республики Беларусь. Представлено обоснование гигиенического норматива, регулирующего уровень содержания ипродиона в атмосферном воздухе населенных мест. Определение ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ) для действующего вещества ипродиона в атмосферном воздухе населенных мест проводили расчетным путем. Рекомендуемое значение ОБУВ ипродиона в атмосферном воздухе, полученное расчетным путем, составило

0,001 мг/м³. С учетом указанного значения ОБУВ в организм человека может поступить 0,04 мг ипродиона с атмосферным воздухом (указанное значение составит лишь 0,6 % от величины допустимого суточного поступления данного вещества).

Toxicological and hygienic characterization of iprodione – the active ingredient of a number of preparative forms of pesticide formulations used in the agricultural sector of the Republic of Belarus is presented. The substantiation of hygienic standard regulating the level of iprodione content in the atmospheric air of residential areas is presented. Determination of the approximate safe exposure level (ASEL) for the active substance iprodione in the atmospheric air of settlements was carried out by calculation. The recommended value of ASEL of iprodione in the atmospheric air, obtained by calculation, was 0.001 mg/m³. Taking into account the specified value of ASEL in the human body can enter 0.04 mg of iprodione with atmospheric air (this value will be only 0.6% of the value of the permissible daily intake of this substance).

Ключевые слова: пестициды, действующее вещество, гигиенический норматив, атмосферный воздух, ипродион, населенные места, допустимое суточное потребление.

Keywords: pesticides, active substance, hygienic standard, atmospheric air, iprodione, populated areas, permissible daily intake.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2024-1-218-221>

Интенсивное развитие химизации сельскохозяйственного производства берет свое начало еще с 70-х гг. 20-го века и продолжается по сей день. Расширение спектра действующих веществ пестицидных составов, препаративных форм средств защиты растений, разнообразия технологий внесения и применения агрохимикатов, с одной стороны, представляет собой мощное подспорье для экономики стран, являющихся как производителями, так и потребителями средств защиты растений. С другой стороны, активное внедрение в производственные процессы сельского хозяйства значительных объемов средств защиты растений (включая удобрения, биопестициды, пестицидные препараты химического синтеза, регуляторы роста растений и другие агрохимикаты иного назначения) как в агропромышленном комплексе, так и в личных подсобных хозяйствах, обуславливает необходимость формирования ответственного отношения у компетентных органов и инстанций к обеспечению безопасного обращения химической продукции на территории страны [1]. В свою очередь, проведение исследований в рамках токсиколого-гигиенической оценки широкого спектра препаратов, применяемых в сельскохозяйственном производстве нашей республики, как и других стран, предполагает наряду с анализом токсикометрических параметров действующих веществ и непосредственно препаративной формы пестицида, также анализ данных о наличии разработанных и научно обоснованных гигиенических нормативов, регулирующих уровни содержания действующих веществ пестицидных препаратов в объектах окружающей среды (почве, воде водоемов, атмосферном воздухе), а также остаточных количеств действующих веществ в сельскохозяйственной продукции, конечным потребителем которой является население [2].

Управление рисками, связанными с возможным негативным влиянием факторов окружающей среды, включая химическое загрязнение атмосферного воздуха от промышленных предприятий, во многом базируется на разработке и научном обосновании гигиенических требований, рекомендаций, нормативов. Регламентирование уровней содержания химических веществ – компонентов пестицидных препаративных форм, широко применяемых в аграрном секторе Республики Беларусь, в объектах окружающей среды и сельскохозяйственной пищевой продукции осуществляется посредством технических нормативно-правовых актов локального (государственного) и международного значения, как, например, ЕСТ [3].

Таким образом, разработка гигиенических нормативов является одним из механизмов реализации предупредительного санитарного надзора, призванного обеспечить защиту среды обитания человека от химического загрязнения, источником которого в настоящее время наряду с промышленными комплексами является ряд факторов. Процедура токсиколого-гигиенического изучения препаратов, применяемых в сельскохозяйственном производстве страны, в том числе и пестицидов, в значительной степени направлено на идентификацию опасных для здоровья человека свойств как действующих веществ, входящих в состав препаративной формы, так и самих препаратов [4].

В настоящей работе представлены основные результаты проведенных исследований по определению ориентировочно безопасного уровня воздействия ипродиона – действующего вещества ряда средств защиты растений, в атмосферном воздухе населенных мест.

Ипродион – химическое вещество, относящееся к классу дикарбоксамидов, представляет собой негигроскопичную, не имеющую выраженного запаха кристаллическую порошкообразную субстанцию белого цвета, с относительно низкой водорастворимостью. Характерной особенностью водных растворов ипродиона является способность разрушаться под действием ультрафиолетовой части волнового спектра естественного солнечного излучения.

На сегодняшний день для данного промышленно- и экономически значимого вещества разработаны основные гигиенические нормативы, регламентирующие уровни содержания в объектах окружающей природной среды и сельскохозяйственной продукции.

Токсикологическая характеристика технического продукта ипродиона.

Оценка острой пероральной токсичности: значения показателя средней смертельной дозы установленные для крыс и мышей (количество вещества, вызывающее 50 %-ю гибель, далее – DL_{50}), составляют свыше 2000 мг/кг массы тела.

Установленное для мышей значение DL_{50} составляло 1870 мг/кг массы тела для самцов и 2670 мг/кг массы тела для самок животных, соответственно.

Показатель средней ипродиона при перкутанном пути поступления в остром эксперименте, установленный для кроликов и крыс, составлял более 2000 мг/кг массы тела;

Выявленное для крыс значение показателя острой летальной дозы при ингаляционном пути воздействия (длительность экспозиции – 4 часа) составляло 5,16 мг/л

Клинические проявления острой интоксикации при всех путях поступления: общие признаки токсичности включают снижение двигательной активности, атаксию и паралич. У мышей были отмечены клонические судороги, пилоэрекция, истощение.

При оценке местно-раздражающих свойств вещества ипродиона установлено отсутствие Раздражающего воздействия на неповрежденные кожные покровы, а также отсутствие раздражительного воздействия на слизистые оболочки глаз.

Подострая пероральная токсичность. В исследованиях длительностью 90 дней на крысах значение NOEL (No Observable Effects Level – уровень доз, не вызывающий наблюдаемого эффекта / недействующий уровень доз) установлено на уровне 33,3 мг/кг/день.

По результатам изучения подострой накожной токсичности в эксперименте продолжительностью 21 день на кроликах значение NOEL установлено на уровне 1000 мг/кг/день.

Хроническая токсичность (недействующий уровень воздействия). В исследованиях длительностью 2 года на крысах значение NOEL установлено на уровне 150 мг/кг.

В исследованиях по оценке хронической токсичности длительностью 1 год на собаках животные получали ипродион с пищей в концентрации 0, 100, 600, 3600 ppm. Значение NOAEL установлено на уровне 4,1 мг/кг массы тела/день (использованные показатели – обнаружение телец Гейнца в эритроцитах и снижение массы предстательной железы). В другом годовом исследовании ипродиона, где были использованы заданные концентрации вещества 0, 200, 300, 400, 600 ppm, значение NOAEL установлено на уровне 400 ppm, равное 18 мг/кг массы тела/день (использованные показатели – снижение численности эритроцитов при воздействии вещества в концентрации 600 ppm).

В ходе исследований на мышах продолжительностью 18 месяцев животные (60 самцов и 60 самок) получали ипродион с пищей в концентрациях 0, 200, 500 или 1250 ppm. Не выявлено эффектов, связанных с воздействием ипродиона на массу тела, на потребление пищи или смертность. Значения гематологических, биохимических показателей крови и показателей в моче у животных после 6, 12 и 18 месяцев периода кормления были в пределах физиологической нормы. Результаты вскрытия мышей последних 6 месяцев периода испытания показали повышенное количество увеличенных лимфоузлов у самцов, подверженных воздействию вещества в концентрации 200 ppm. При гистопатологических наблюдениях не удалось выявить аномальные особенности. Наиболее распространенными обнаруженными у мышей опухолями были лимфосаркома в селезенке, лимфатических узлах и тимусе.

Изучение параметров хронической токсичности ипродиона на крысах (задействованы 60 самцов и 60 самок) проводили в течение 24 месяцев при заданных концентрациях вещества: 0, 125, 250 или 1000 ppm. Крысы получали ипродион с пищей. Небольшое снижение веса тела наблюдалось при 1000 ppm, что сопровождалось некоторым снижением потребления пищи.

Установлено, что в результате повторного внутрижелудочного поступления ипродиона у крыс не установлено существенных и изменений в характере потребления пищи, значительных сдвигов по гематологическим и биохимическим показателям крови, значимых изменений по показателям функционального состояния мочевыделительной системы у испытуемых животных.

Согласно результатам морфологического анализа внутренних органов животных, подверженных субхроническому воздействию ипродиона, проведенному после вскрытия, существенных изменений регистрируемых показателей, обусловленных воздействием препарата, не обнаружено. Полученные результаты гистологических исследований, проведенных не выявили наличия опухолевых или неопухолевых образований, связанных с воздействием ипродиона.

Репродуктивная токсичность ипродиона изучалась на двух последующих поколениях крыс. Сначала дважды были спарены животные (F_0), чтобы произвести F_{1a} и F_{1b} пометы. F_{1a} животные были скрещены два раза, чтобы произвести F_{2a} и F_{2b} пометы. Группы животных (28 крыс) получили корм, содержащий ипродион в концентрациях: 0, 300, 1000, или 3000 ppm, начиная с 10 недель до спаривания. Высокое дозирование 3000 ppm было снижено до 2000 ppm во время первого спаривания поколения F_{1a} из-за чрезмерной токсичности. Вводимые дозы для самцов поколения F_0 составили 17–160 мг/кг массы тела/день; для самок поколения F_0 – 21–210 мг/кг массы тела/день; для самцов поколения F_1 – 20–150 мг/кг массы тела/день; для самок F_1 – 25–190 мг/кг массы тела/день.

Токсическое воздействие ипродиона в концентрации 1000 ppm и более отмечено у взрослых особей крыс. Показатели массы тела, прироста массы тела, потребления пищи были снижены на протяжении всего периода

приема ипродиона в поколении F_0 и F_1 у самцов, получавших ипродион в концентрации 3000 ppm, и в поколении F_0 и F_1 у самок, получавших 1000 или 3000 ppm. Установлено отсутствие значимого воздействия ипродиона на функционирование репродуктивной системы организма на основании результатов изучения репродуктивной токсичности данного вещества с применением метода «двух поколений» на крысах.

Лимитирующим показателем вредного действия ипродиона является общетоксическое действие.

На основании анализа представленных сведений о токсичности вещества, с учетом лимитирующего показателя вредного действия, установленного значения максимально недействующей дозы в хроническом эксперименте – 150 ppm (6 мг/кг веса тела в день), а также значения коэффициента запаса – 100, установлено, что значение допустимой суточной дозы (ДСД) ипродиона составляет 0,06 мг/кг массы тела человека. Определение значения для ипродиона расчетным путем в атмосферном воздухе населенных мест проводили базировавшись на значениях физико-химических констант и обозначенных выше основных токсикометрических параметрах [5]. Основные этапы расчетного определения ОБУВ для ипродиона в атмосферном воздухе представлены в таблице 1 [5].

Таблица 1

Определение ОБУВ ипродиона в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование используемого показателя	Формула и расчеты по ней
1	2
<i>Расчет прогнозируемых величин ОБУВ по параметрам токсичности</i>	
CL_{50} (концентрация паров, газов или пыли вещества, выраженная в $см^3/м^3$ (миллионных долях) – для паров и газов, в $мг/дм^3$ – для пыли, которая при вдыхании (экспозиции) в течение 1 ч вызывает гибель 50 % подопытных животных)	ОБУВ с.с. ат. в. = $0,58 \lg LC_{50} - 1,6$ ОБУВ с.с. ат. в. = 0,050
DL_{50}	$\lg \text{ОБУВ с.с. ат.в.} = -6,0 + 1,5 \lg LD_{50}$ ОБУВ с.с. ат.в. = 1,0
CL_{50} DL_{50}	$\lg \text{ОБУВ с.с. ат.в.} = -0,7 + 1,7 \lg LC_{50} - 0,8 \lg LD_{50}$ ОБУВ с.с. ат.в. = 0,001
1	2
ОБУВ _{в.р.з.}	$\lg \text{ОБУВ с.с. ат.в.} = -1,77 + 0,62 \lg \text{ОБУВ в.р.з.}$ ОБУВ с.с. ат.в. = 0,017
ПДК _{в.р.з.} (предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны)	ОБУВ с.с. ат.в. = $(0,110 + 0,0654 \sqrt{\sqrt{\text{ПДК}_{\text{в.р.з.}}}})$ ОБУВ с.с. ат.в. = 1,49
<i>Расчет прогнозируемых величин ОБУВ вещества по его молекулярной массе</i>	
Молекулярная масса	$\lg \text{ОБУВ с.с. ат.в.} = -8,0 \lg M.м. + 14,75 + K$ ОБУВ с.с. ат.в. = 0,0040

Таким образом, с учетом рассчитанного лимитирующего показателя, рекомендуемое значение ОБУВ ипродиона в атмосферном воздухе, составило 0,001 мг/м³. Полученное расчетным путем значение ОБУВ предполагает, что в организм человека может поступить 0,04 мг/сутки ипродиона,

При данной величине ОБУВ в организм человека с атмосферным воздухом может поступить что составит 0,6 % от допустимого суточного поступления для человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов, С. Я. Основы химической защиты растений / С. Я. Попов, Л. А. Дорожкина, В. А. Калинин ; под ред. С. Я. Попова. – М. : Арт-Лион, 2003. – 208 с.
2. Березняк, И. В. Токсиколого-гигиенические требования безопасности при работе с пестицидами в сельском хозяйстве / И. В. Березняк, С. Г. Федорова, А. В. Ильницкая // Гигиена и санитария. – 2022. – 101(10). – С. 1243–1248.
3. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25.01.2021 № 37. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1>. – Дата доступа: 16.02.2024.
4. Ракитский, В. Н. Основы обеспечения безопасного применения пестицидов / В. Н. Ракитский, Л. П. Терешкова, Е. Г., Чхвиркия, Т.М. Епишина // Здоровоохранение РФ. – 2020. Т. 64 – № 1. – С. 45–50.
5. Разработка ориентировочно безопасных уровней воздействия и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе : Инструкция по применению : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 24.12.2010, № 119-1210 / разраб.: д. м. н., проф. Филонов В. П., д. м. н., проф. Соколов С. М., к. м. н., доц. Науменко Т. Е., к. б. н. Гриценко Т. Д., Пшегорода А. Е., Шевчук Л. М., Андрианова С. Т., Курлович В. И. – Минск : [б. и.], 2010. – 24 с.