

УДК 614.7:613.26:615.9:543.393:632.95

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ И КОМПЛЕКСНОЕ ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ЦИГАЛОФОП-БУТИЛА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЫРЬЕ, ОБЪЕКТАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*И.В. Лепешкин, кандидат мед.наук, П.Г. Жминько, доктор биол.наук,
С.Г. Сергеев, кандидат мед.наук, А.П. Гринько, кандидат хим. наук,
В.И. Медведев, кандидат мед. наук, Л.П. Иванова, кандидат мед.наук,
В.Г. Лышавский, В.Н. Баран, Н.В. Колонтаева, В.С. Михайлов, И.П. Павленко*

*ГП «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л.И.Медведя
Министерства здравоохранения Украины», г. Киев*

РЕЗЮМЕ. Цигалофоп-бутил – гербицид, применяемый в сельском хозяйстве на посевах риса. На основании токсиколого-гигиенической оценки материалов производителя, данных литературы и собственных исследований обоснована ДСД цигалофоп-бутила, разработаны гигиенические нормативы в зерне риса, воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, воде и почве.

Ключевые слова: цигалофоп-бутил, оценка опасности, гигиенические нормативы.

В современных условиях интенсификации сельского хозяйства средства защиты растений (СЗР) в числе других химических факторов вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды и представляют собой значительную эколого-гигиеническую проблему.

Современные пестициды имеют ряд особенностей, которые определяют их потенциальную опасность для людей, животных и окружающей среды в целом, а именно: целенаправленность их внесения в окружающую среду, обязательная циркуляция в ней, возможность контакта с ними населения (в том числе и наиболее чувствительных его возрастных слоев), их высокая биологическая активность, направленная на целевые живые объекты. Результатом защиты растений от вредных организмов с помощью потенциально опасного средства могут быть биоцидные эффекты, не ограничивающиеся объектом контроля. В зависимости от свойств и условий применения СЗР возможно их прямое или опосредованное воздействие на население (в том числе, на людей, отличающихся высокой возрастной и индивидуальной чувствительностью) в результате миграции в объектах окружающей среды и изменения их качества, а также накопления в звеньях пищевой цепи.

При увеличивающихся объемах применения СЗР в Украине актуальным является оценка их потенциальной опасности и установление критериев, превышение которых сигнализирует о возможном негативном воздействии на здоровье людей и изменении качества окру-

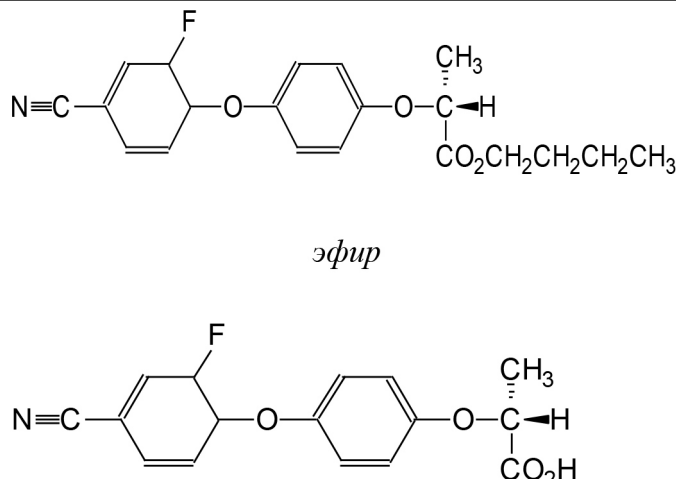
жающей среды. При этом особое значение имеет оценка и регламентация безопасного применения СЗР с новыми действующими веществами (ДВ), которые ранее не регистрировались в Украине. Одним из таких ДВ является цигалофоп-бутил, который входит в состав препарата Топшот 113 OD, МД (цигалофоп-бутил, 100 г/л + пенноксулам, 13,33 г/л), предложенного для регистрации в Украине в качестве гербицида для защиты посевов риса. В настоящее время цигалофоп-бутил зарегистрирован в Испании, Греции, Франции, Италии и Португалии.

В связи с изложенным, **цель работы** состояла в оценке опасности, обосновании допустимой суточной дозы (ДСД) цигалофоп-бутила, его гигиенических нормативов в рисе, воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе, воде и почве, а также требований безопасности при применении гербицида, сроков возобновления работ и сроков ожидания до сбора урожая после применения гербицида для защиты посевов риса.

Материалы и методы исследования. Физико-химические свойства цигалофоп-бутила и его метаболита (цигалофоп-кислоты) приведены в табл.

Токсикологическую и гигиеническую оценку, обоснование ДСД цигалофоп-бутила осуществляли по результатам исследований фирмы-производителя и данным литературы [1-6] в соответствии с методическими указаниями [7] и действующей в Украине гигиенической классификацией [8]. Изучение динамики содержания цигалофоп-бутила и его

Физико-химические свойства цигалофоп-бутила и его метаболита (цигалофоп-кислоты) [1]

Показатель	Цигалофоп-бутил
Химическое название (по IUPAC)	Бутил(R)-2-[4-(4-циано-2-фторфенокси) фенокси]пропионат - <i>эфир</i> ; (R)-2-[4-(4-циано-2-фторфенокси) фенокси]пропионовая кислота - <i>кислота</i>
Синоним	цихалофоп-бутил
Класс соединений	арилоксифеноксипропионат
Структурная формула	 <p style="text-align: center;"><i>эфир</i></p> <p style="text-align: center;"><i>кислота</i></p>
CAS RN	122008-85-9 - <i>эфир</i> 122008-78-0 - <i>кислота</i>
Эмпирическая формула	$C_{20}H_{20}FNO_4$ - <i>эфир</i> $C_{16}H_{12}FNO_4$ - <i>кислота</i>
Молекулярная масса, г/моль	357,4
Температура плавления, °C	49,5
Давление насыщенного пара, Па (при 25°C)	$5,3 \times 10^{-2}$
Растворимость в воде, г/л (при 20°C)	0,44 (без буфера) pH 5 - 0,46 pH 7 - 0,44
Растворимость в органических растворителях, г/л (при 20°C)	n-гептан 6,06; n-октанол 16,0; ацетонитрил >250 дихлорэтан >250; метанол >250; ацетон >250; этилацетат >250
Коэффициент распределения в системе n-октанол-вода, log P (при 25°C)	3,31
Константа диссоциации, pKa (при 25°C)	3,80 - <i>кислота</i>

метаболита в рисе, обоснование его максимально допустимого уровня (МДУ) в зерне риса проводили в соответствии с [7] и основными принципами, изложенными в [9]. Отбор и доставку полевых проб для исследований проводили в соответствии с унифицированными правилами [10].

Исследования содержания цигалофоп-бутила и его метаболита цигалофоп-кислоты в зерне риса соответствовали требованиям разработанных методических указаний [11]. Пределы количественного определения (ПКО) цигалофоп-бутила (сумма цигалофоп-бутила и цигалофоп-кислоты в пересчете на цигалофоп-бутил) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в зеленых растениях риса — 0,1 мг/кг, зерне риса — 0,02 мг/кг.

При обосновании ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) цигалофоп-бутила в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе руководствовались [12-14]. Измерение концентраций цигалофоп-бутила в воздухе выполняли в соответствии с требованиями соответствующих методических указаний [15].

Разработку и обоснование предельно допустимой концентрации (ПДК) цигалофоп-бутила в воде водоемов проводили согласно методическим указаниям [7, 16] и основным положениям [17]. Исследуя содержание цигалофоп-бутила (сумма цигалофоп-бутила и цигалофоп-кислоты в пересчете на цигалофоп-бутил) в воде, придерживались требований разработанных методических указаний [18]. ПКО цигалофоп-бутила в воде водоемов методом ВЭЖХ составлял 0,001 мг/дм³.

Величину ориентировочной допустимой концентрации (ОДК) цигалофоп-бутила в почве рассчитывали в соответствии с методическими указаниями [19], учитывали результаты исследования содержания цигалофоп-бутила и его метаболита в почве согласно требованиям разработанных методических указаний [20]. ПКО цигалофоп-бутила (сумма цигалофоп-бутила и цигалофоп-кислоты в пересчете на цигалофоп-бутил) в почве методом ВЭЖХ — 0,02 мг/кг.

Для прогнозирования опасности воздействия цигалофоп-бутила на рабочих, занятых его применением, рассчитывали коэффициенты избирательности действия (КИД), представляющие собой отношение эффективной нормы расхода и величин средних смертельных доз и концентраций при нанесении вещества на кожу (КИД_д) и при ингаляционном воздействии (КИД_и). Результаты оценивали с помощью соответствующей шкалы (КИД < 1 — чрезвычайно низкая избирательность действия, КИД от 1 до 99 — низкая избиратель-

ность действия, КИД ≥ 100 — достаточная избирательность действия) [21].

Исследование и оценку опасности воздействия препарата Топшот 113 OD, МД на рабочих, занятых его применением, потенциально-го воздействия на население на границе защитной зоны при обработке и на сельскохозяйственных рабочих при возделывании площадей после обработки выполняли в соответствии с методическими указаниями [7] и рекомендациями [22]. Определение содержания действующих веществ препарата (цигалофоп-бутила и пенокссулама) в объектах производственной и окружающей среды осуществляли согласно требованиям методических указаний [15, 20, 23, 24].

Результаты и их обсуждение. В соответствии с гигиенической классификацией пестицидов по степени опасности (ДСанПиН 8.8.1.002-98) [8] цигалофоп-бутил технический по параметрам острой пероральной и дермальной токсичности относится к 4 классу опасности, ингаляционной токсичности — к 3 классу опасности, по раздражающему действию на кожу — к 4 классу опасности, на слизистые оболочки глаз — к 3 классу опасности, аллергенному действию — к 4 классу опасности.

При субхроническом пероральном воздействии (GLP+) NOAEL для крыс-самцов составляет 30 ppm (1,7 мг/кг), самок — 300 ppm (20 мг/кг). NOAEL для мышей 3 ppm — 0,37 мг/кг для самцов и 0,44 мг/кг для самок. NOEL для собак — самцов 500 ppm (14,7 мг/кг), самок — 100 ppm (3,17 мг/кг).

При хроническом воздействии NOAEL для крыс-самцов — 24 ppm (0,82 мг/кг), для самок — 6 ppm (0,25 мг/кг). NOAEL для мышей — 3 ppm (для самцов — 0,31 мг/кг, самок — 0,29 мг/кг). NOEL для собак-самок — 300 ppm (7,63 мг/кг), NOAEL для собак-самцов — 50 ppm (1,22 мг/кг).

Основным в характере токсического действия цигалофоп-бутила является поражение печени, проявляющееся повышением активности ее ферментов, снижением концентрации триглицеридов, изменением соотношения альбумин/глобулинового индекса, гипертрофией и некрозом гепатоцитов, наличием микрогранул в печени. При высоком уровне доз вещество способно вызывать нефропатии, у мышей наблюдалось уплотнение стенки железистого отдела желудка и гиперплазия эпителия слизистой желудка, у собак — атрофия тимуса.

Цигалофоп-бутил не проявляет мутагенной и канцерогенной активности и в соответствии с ДСанПиН 8.8.1.002.98 [8] по данным эффектам относится к 4 классу опасности. Цигалофоп-бутил не обладает репродуктивной токсичностью и относится к 3 классу опасности в соответствии с ДСанПиН 8.8.1.002.98 [8].

По данным Европейской организации по пищевой безопасности (EFSA) ДСД цигалофоп-бутила для человека составляет 0,003 мг/кг, исходя из NOAEL для мышей в хроническом опыте – 3 ppm (0,3 мг/кг) и коэффициента безопасности 100 [5,6]. В результате экспертной оценки материалов исследований нами обоснована и утверждена в Украине ДСД цигалофоп-бутила для человека на уровне 0,003 мг/кг.

Цигалофоп-бутил – гербицид для послевсходового контроля злаковых сорняков на посевах риса обладает системным действием, поглощается листьями, не действует через почву [2, 6]. При выращивании риса с использованием гербицидов на основе цигалофоп-бутила в полевых условиях Италии (норма расхода 300 г д.в./га) и США (норма расхода 310 г д.в./га) остаточные количества ДВ в урожае не обнаруживали. Цигалофоп-бутил очень быстро распадается в почве в аэробных и анаэробных условиях. Основные продукты распада – цигалофоп-кислота, цигалофоп-амид и цигалофоп-двухосновная кислота [6].

Деградация цигалофоп-бутила в почве изучена в условиях Европы (Италия, Германия, Великобритания), Японии и США. В условиях европейских почв было установлено, что в течение 8-24 часов распадается более 85 % от исходной концентрации вещества. Величина периода полураспада T_{50} цигалофоп-бутила в почве составляет 3,2-9,8 часа, T_{90} – 16-62 часа. Периоды полураспада метаболитов цигалофоп-кислоты и цигалофоп-амида – менее одного дня, цигалофоп-двухосновной кислоты – 1-4 дня [6].

В условиях Японии деградация цигалофоп-бутила изучена на влажных (50 % влагоемкости) и затопленных водой (1 см над поверхностью) почвах. Результаты исследований показали, что через 12 часов после внесения количество вещества в обеих почвах не превышало 5 % от начальной концентрации. В условиях США количество исходного ДВ в первый день исследований определяли менее 8 %, T_{50} в почве составил 2,2-2,9 часа. Таким образом, по показателю «стабильность в почве» в соответствии с ДСанПіН8.8.1-002-98 [8] цигалофоп-бутил относится к 4 классу опасности. Данные [2, 6] свидетельствуют о том, что цигалофоп-бутил и его метаболиты обладают низкой мобильностью в почве (K_{oc} – 5247 мл/г).

В исследованиях с фильтрационными колонками установлено, что цигалофоп-бутил и его метаболиты имеют низкий потенциал к выщелачиванию за счет очень быстрой дегградации [6]. Цигалофоп-бутил и его метаболиты концентрируются в верхнем горизонте почвы (0-15 см). В элюате на 8 суток исследований исходное вещество и его метаболиты не обна-

руживали. Таким образом, по показателю «глубина миграции по почвенному профилю» в соответствии с ДСанПіН8.8.1-002-98 [8] цигалофоп-бутил и его метаболиты относятся к 3 классу опасности. При изучении процессов дегградации вещества в стерильных буферных растворах период полураспада цигалофоп-бутила составлял при рН 4 более 1 года, при рН 9 – 2 суток и рН 7 – 97 суток. T_{50} вещества при водном фотолизе – 25-28 суток.

В условиях лабораторного модельного эксперимента при внесении вещества в лабораторную модельную микроэкосистему «вода/осадок» период полураспада цигалофоп-бутила для водной фазы составлял 1,7-4,5 часа, для микроэкосистемы в целом – 1,4-5,3 часа; T_{50} основного метаболита цигалофоп-бутила в водной среде цигалофоп-кислоты – 4,5-8,5 суток. Данные о периоде полураспада цигалофоп-бутила в модельных условиях, близких к природным, позволяют отнести вещество к 4 классу опасности по показателю «стабильность в воде» (ДСанПіН 8.8.1.002-98) [8].

Препарат Топшот 113 ОД, МД проходил испытания в Украине для защиты посевов риса при максимальной норме расхода 3,0 л/га (норма расхода цигалофоп-бутила 300 г/га), рабочего раствора – от 150 до 200 л/га, однократно.

Одной из задач наших исследований являлось обоснование величины МДУ цигалофоп-бутила в зерне риса. Для этого был проведен предварительный расчет безопасного уровня содержания остаточных количеств вещества в пищевом рационе, исходя из его ДСД. При величине ДСД, равной 0,003 мг/кг, допустимое суточное поступление цигалофоп-бутила для человека составит 0,18 мг/сутки. Согласно принципам комплексного гигиенического нормирования допускается, что в организм человека с пищевым рационом может поступать до 70 % остаточных количеств вещества, определяемого во всех средах [7]. Учитывая это, расчетное безопасное поступление цигалофоп-бутила с пищевым рационом составит 0,126 мг/сутки.

Проведенные исследования фактического содержания цигалофоп-бутила и его метаболита цигалофоп-кислоты (в пересчете на цигалофоп-бутил) в рисе (Херсонская область, Скадовский район) показали, что остаточные количества в пробах зеленых растений составляли 0,29 мг/кг сразу после обработки, через 14 дней – от 0,14 до 0,17 мг/кг, через 35 дней в зеленых растениях цигалофоп-бутил не обнаружен при пределе обнаружения (ПО) 0,03 мг/кг. В зерне риса в период сбора урожая (через 76 дней после обработки) цигалофоп-бутил также не был обнаружен на уровне ПО – 0,007 мг/кг.

В ЕС для цигалофоп-бутила установлен максимальный допустимый уровень содержания в зерне риса – 0,02 мг/кг [5].

Учитывая изложенное, рекомендован и утвержден МДУ содержания цигалофоп-бутила (сумма цигалофоп-бутила и цигалофоп-кислоты в пересчете на цигалофоп-бутил) в зерне риса на уровне 0,02 мг/кг (ПКО – 0,02 мг/кг). В соответствии с [7] установлено, что при соблюдении указанного гигиенического норматива в зерне риса возможное суточное поступление цигалофоп-бутила в организм человека может составить 0,8 % от уровня безопасного поступления вещества с пищевым рационом. Контроль за применением препарата Топшот 113 OD, МД на рисе рекомендовано проводить по цигалофоп-бутилу, срок ожидания до сбора урожая риса устанавливать нецелесообразно.

Проведено обоснование величин ОБУВ цигалофоп-бутила в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест [7, 12-14]. Для расчета величины ОБУВ цигалофоп-бутила в воздухе рабочей зоны использованы параметры его острой токсичности при пероральном, дермальном и ингаляционном поступлении в организм, расчетная пороговая концентрация. Рекомендована и утверждена величина ОБУВ цигалофоп-бутила в воздухе рабочей зоны на уровне 1,5 мг/м³ (ПКО при отборе 10 л воздуха – 0,05 мг/м³).

Для расчета величины ОБУВ цигалофоп-бутила в атмосферном воздухе населенных мест использованы параметры его острой токсичности при пероральном и ингаляционном поступлении в организм, пороговая доза в хроническом эксперименте, молекулярная масса, удельная величина возможного ингаляционного поступления вещества в организм человека. Рекомендована и утверждена величина ОБУВ цигалофоп-бутила в атмосферном воздухе на уровне 0,001 мг/м³ (ПКО при отборе 600 л воздуха – 0,0008 мг/м³).

Обоснование предельно допустимой концентрации (ПДК) цигалофоп-бутила в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения проводили по следующим основным направлениям [7,16] – изучение влияния цигалофоп-бутила на органолептические свойства воды и общий санитарный режим водоемов, определение максимально недействующей концентрации цигалофоп-бутила в воде по санитарно-токсикологическому признаку вредности. Пороговые концентрации цигалофоп-бутила по влиянию на органолептические свойства воды (запах при 20⁰С и 60⁰С, цветность, мутность, способность водных растворов к пенообразованию) находились выше предела его растворимости.

Пороговая концентрация цигалофоп-бутила по влиянию на органолептические свойства составила более 0,44 мг/дм³.

Для оценки влияния цигалофоп-бутила на общий санитарный режим водоемов изучали характер и интенсивность биохимического потребления кислорода (БПК) как наиболее значимого показателя способности водоема к самоочищению от органического загрязнения, содержание растворенного кислорода, состояние процессов аммонификации и нитрификации азотсодержащих органических веществ, реакцию (рН) водной среды, динамику развития и отмирания водной сапрофитной микрофлоры. Исследования проведены при концентрациях цигалофоп-бутила 0,4 мг/дм³, 0,04 мг/дм³ и 0,004 мг/дм³. Цигалофоп-бутил при всех изученных концентрациях оказывал стимулирующее воздействие на процессы биохимического потребления кислорода (БПК). Пороговая концентрация цигалофоп-бутила по влиянию на процессы БПК составила 0,04 мг/дм³. Цигалофоп-бутил оказывал незначительное влияние на содержание растворенного кислорода в воде водоемов. В качестве пороговой концентрации цигалофоп-бутила по влиянию на процессы аммонификации и нитрификации принята концентрация 0,04 мг/дм³. Цигалофоп-бутил не оказывал влияния на рН водной среды.

Результаты микробиологических исследований показали, что цигалофоп-бутил не оказывал существенного влияния на водную микрофлору. Его пороговая концентрация по влиянию на динамику развития и отмирания водной сапрофитной микрофлоры составила 0,04 мг/дм³.

При расчете максимально недействующей концентрации цигалофоп-бутила по санитарно-токсикологическому признаку исходили из величины ДСД – 0,003 мг/кг, массы тела человека – 60 кг, среднесуточного потребления воды на уровне 3 литров и 10 % от допустимого суточного поступления вещества в организм человека с водой в соответствии с основными положениями [17]. В результате получена величина максимально недействующей концентрации цигалофоп-бутила – 0,006 мг/дм³.

На основании пороговых и подпороговых уровней, установленных по основным показателям вредности, проведено обоснование ПДК цигалофоп-бутила в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Анализ полученных данных позволил заключить, что лимитирующим признаком неблагоприятного действия цигалофоп-бутила является санитарно-токсикологический. В качестве ПДК цигалофоп-бутила в воде водо-

емов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения рекомендована и утверждена величина $0,006 \text{ мг/дм}^3$ (лимитирующий признак вредности – санитарно-токсикологический). ПКО цигалофоп-бутила методом ВЭЖХ – $0,001 \text{ мг/дм}^3$.

В агроклиматических условиях, характерных для районов возделывания риса в Украине (Херсонская область, Скадовский район), изучено содержание цигалофоп-бутила и его метаболита цигалофоп-кислоты в воде рисового чека и технологических каналов, обеспечивающих поступление и отведение воды из чека. Результаты исследований свидетельствовали о снижении концентрации исходного вещества в воде рисового чека до уровня ниже ПДК через 3 дня после обработки ($0,0013 \text{ мг/дм}^3$). В последующий период исследований (с 14 по 35 день после обработки) в воде чека, дренажном и наливном каналах цигалофоп-бутил не был обнаружен (ПО – $0,0003 \text{ мг/дм}^3$).

При обосновании гигиенического норматива цигалофоп-бутила в почве учитывали приведенные выше характеристики опасности вещества по критериям «стабильность в почве» и «глубина миграции по почвенному профилю» в соответствии с ДСанПиН 8.8.1-002-98 [8], данные литературы [1-4] и результаты собственных исследований, которые также свидетельствовали о быстрой деградции цигалофоп-бутила (периода полураспада – менее 3-х дней) в почве и его отсутствии в почве обработанного участка в период сбора урожая риса через 76 суток после обработки на уровне ПО – $0,007 \text{ мг/кг}$.

В связи с вышеизложенным обоснован расчетный норматив (ОДК) цигалофоп-бутила (как сумма исходного вещества и его метаболита в пересчете на цигалофоп-бутил) в почве, который составил $0,4 \text{ мг/кг}$ (ПКО метода ВЭЖХ – $0,02 \text{ мг/кг}$).

Предварительная оценка опасности воздействия цигалофоп-бутила на рабочих, занятых его применением, свидетельствовала о том, что вещество обладает достаточной избирательностью действия (КИД_д составил более 400, КИД_и – более 200), т.е. эффективная норма расхода цигалофоп-бутила в сотни раз ниже средних смертельных доз и концентраций при поступлении вещества на кожу и через дыхательные пути.

Результаты исследований опасности воздействия препарата Топшот 113 ОД, МД на сельскохозяйственных рабочих и население в период и после его применения (штанговое опрыскивание, норма расхода $3,0 \text{ л/га}$, рабочей жидкости 150 л/га) свидетельствовали о том, что в воздухе зоны дыхания заправщика, тракториста, в атмосферном воздухе области

возможного сноса аэрозоля препарата на расстоянии 300 м от границы участка при опрыскивании, там же через 1 час после опрыскивания, в воздухе рабочей зоны над участком через 1 час и 3 суток после опрыскивания цигалофоп-бутил и пенокссулам не обнаружены (ПО цигалофоп-бутила и пенокссулама в воздухе зоны дыхания и рабочей зоны – $0,02 \text{ мг/м}^3$ и $0,08 \text{ мг/м}^3$ соответственно, в атмосферном воздухе – $0,0002 \text{ мг/м}^3$ и $0,0003 \text{ мг/м}^3$ соответственно). В почве, отобранной в зоне возможного сноса на расстоянии 300 м от границы участка, через 1 час после опрыскивания оба ДВ не обнаружены (ПО цигалофоп-бутила и пенокссулама – $0,007 \text{ мг/кг}$ и $0,003 \text{ мг/кг}$ соответственно). В пахотном слое почвы с обработанного участка через 3 суток после опрыскивания пенокссулам не обнаружен, содержание цигалофоп-бутила не превышало установленный гигиенический норматив.

В соответствии с МР 8.8.1.4-162-2009 [22] для цигалофоп-бутила и пенокссулама рассчитаны возможные экспозиционные ингаляционные (Д_и) и дермальные (Д_д) дозы, мг д.в./кг массы тела, для заправщика и тракториста в течение рабочей смены (6 часов); обоснованы ориентировочные допустимые ингаляционные (ДД_и) и дермальные (ДД_д) дозы для рабочих, мг д.в./кг массы тела в день (цигалофоп-бутил – ДД_и = 0,2; ДД_д = 0,9; пенокссулам – ДД_и = 0,1; ДД_д = 7,2). Результаты сравнения возможных экспозиционных и ориентировочных допустимых доз свидетельствовали о том, что коэффициенты и индексы опасности (риска) комплексного и комбинированного воздействия цигалофоп-бутила и пенокссулама на рабочих были значительно ниже допустимого уровня.

Выводы

1. Цигалофоп-бутил относится к умеренно опасным пестицидам (3 класс опасности), лимитирующий критерий – острая ингаляционная токсичность. Цигалофоп-бутил обладает достаточной избирательностью действия по соотношению эффективной нормы расхода и уровней возникновения острых состояний при непосредственном поступлении на кожу и через дыхательные пути. Потенциальная опасность опосредованного перорального воздействия цигалофоп-бутила на население нивелируется низкой способностью к миграции, отсутствием накопления в объектах окружающей среды, воде и продовольственном сырье.

2. Для предупреждения возможности негативного воздействия на здоровье людей и изменения качества окружающей среды

обоснованы следующие гигиенические нормативы цигалофоп-бутила:

ДСД – 0,003 мг/кг массы тела/день;

МДУ* в рисе (зерно) – 0,02 мг/кг (ПКО метода ВЭЖХ – 0,02 мг/кг);

ОБУВ в воздухе рабочей зоны – 1,5 мг/м³ (ПКО метода ВЭЖХ – 0,05 мг/м³);

ОБУВ в атмосферном воздухе – 0,001 мг/м³ (ПКО метода ВЭЖХ – 0,0008 мг/м³);

ПДК* в воде водоемов – 0,006 мг/дм³, сан.-токс. (ПКО метода ВЭЖХ – 0,001 мг/дм³);

ОДК* в почве – 0,4 мг/кг (ПКО метода ВЭЖХ – 0,02 мг/кг).

* – сумма цигалофоп-бутила и цигалофоп-кислоты в пересчете на цигалофоп-бутил.

3. При применении гербицида Топшот 113 ОД, МД для защиты риса контроль сельскохозяйственного сырья, воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха, воды водоемов и почвы рекомендовано осуществлять по цигалофоп-бутилу.

4. При соблюдении действующих правил обращения с пестицидами уровни содержания цигалофоп-бутила в производственной среде,

внешней ингаляционной и дермальной экспозиции безопасны для рабочих, занятых применением гербицида Топшот 113 ОД, МД. Безопасность населения и объектов окружающей среды в период применения гербицида обеспечивает соблюдение санитарно-защитной зоны при использовании штанговых опрыскивателей. Производственная среда безопасна для сельскохозяйственных рабочих при возделывании обработанных площадей с использованием механизированного труда через 3 суток после применения гербицида. Цигалофоп-бутил не содержится в урожае зерна риса и не представляет опасности при применении вещества для защиты данной культуры от сорняков. После применения гербицида срок ожидания до сбора урожая риса устанавливать нецелесообразно.

5. Результаты токсиколого-гигиенических исследований позволили рекомендовать гербицид Топшот 113 ОД, МД к постоянной регистрации в Украине для применения на посевах риса с максимальной нормой расхода 3,0 л/га, однократно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tomlin D. S. P. The Pesticide Manual: Fifteenth Edition / [Ced. D. S. P. Tomlin.] / Hampshire: British Crop Protection Council, UK, 2009. – 1457 p.
2. Cyhalofop-butyl (Ref:DE 537) Pesticide Properties DataBase (PPDB). – Режим доступа: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/193.htm>
3. Review report for the active substance cyhalofop-butyl. Finalised in the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health at its meeting on 19 April 2002 in view of the inclusion of cyhalofop-butyl in Annex I of Directive 91/414/EEC. – Режим доступа: http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/newactive/list1-14_en.pdf.
4. Public Release Summary on Evaluation of the new active cyhalofop-butyl in the product Barnstorm Herbicide. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, July 2005. – Canberra, Australia, 2005 – 48 p. – Режим доступа: fluoridealert.org/wp-content/pesticides/cyhalofop.butyl.aust.2005.pdf.
5. Reasoned opinion on the review of the existing maximum residue levels (MRLs) for cyhalofop-butyl according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005 // EFSA Journal 2013;11 (2):3115. – 25 p. – Режим доступа: www.efsa.europa.eu/efsajournal.
6. Conclusion on Pesticide Peer Review. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance cyhalofop (variant evaluated cyhalofop-butyl). // EFSA Journal 2015;13 (1):3943. – 73 p. – Режим доступа: www.efsa.europa.eu/efsajournal.
7. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: Постановление МЗ СССР № 4263-87. – [Утв.13.03.87] // Киев: Минздрав СССР. – 1988. – 210 с.
8. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.002-98. – [Затв. 28.08.98] //36. Важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – Київ, 2000. – Т. 9. – Ч. 1. – С. 249–266.
9. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. FAO Manual. Second edition. // FAO. Rome, 2009. – Режим доступа: <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/jmpr/jmpr-docs/en/>.
10. Унифіковані правила отбору проб сільськогосподарської продукції, продуктів харчування і об'єктів навколишнього середовища для визначення мікроколичеств пестицидів: № 2051-79. – [Утв. 21.08.79] / Міністерство охорони здоров'я СРСР. – Офіц. изд. – М.: Минздрав СССР, – 1980. – 40 с.
11. Методичні вказівки з визначення цигалофоп-бутилу в зерні рису методом високоефективної рідинної хроматографії: МВ № 1398-2015. – [Затв. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 18.05.2015, погоджено листом т.в.о. Головного державного санітарного лікаря України від 26.03.2015 № 04.03-08-837/17].
12. Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны: МВ №2163-80. – [Утв. 04.04.80] / Министерство здравоохранения СССР. – Офіц. изд. – М.: Минздрав СССР, 1980. – 20 с.
13. Методические указания по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны: МВ № 4000-85. – [Утв. 04.11.85] / Министерство здравоохранения СССР. – Офіц. изд. – М.: Минздрав СССР, 1985. – 34 с.
14. Обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу хімічних речовин (ОБРВ) в атмосферному повітрі населених місць: МВ 2.2.6-111-2004. – [Затв.07.10.2004] / Міністерство охорони здоров'я України. – Видання офіційне. – Київ: МОЗ України, 2004. – 33 с.
15. Методичні вказівки з визначення цигалофоп-бутилу в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії: МВ № 1395-2015. – [Затв. наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 18.05.2015, погоджено листом т.в.о. Головного державного санітарного лікаря України від 26.03.2015 № 04.03-08-837/17].
16. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вред-

- ных веществ в воде водоемов: №1296-75.— [Утв. 15.04.75] / Министерство здравоохранения СССР. — Офиц. изд. — М.: Минздрав СССР, 1976.— 78 с.
17. Guidelines for drinking-water quality. Fourth Edition. // Geneva: WHO, 2011. — 564 p.
18. Методичні вказівки з визначення цигалофоп-бутилу у воді методом високоефективної рідинної хроматографії: МВ № 1396-2015. — [Затв. наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 18.05.2015, погоджено листом т.в.о. Головного державного санітарного лікаря України від 26.03.2015 № 04.03-08-837/17].
19. Временные методические указания по применению расчетного метода обоснования ориентировочных допустимых концентраций (ОДК) пестицида в почве: №2283-81. — [Утв.14.01.81] / Министерство здравоохранения СССР. — Офиц. изд. — М.: Минздрав СССР, 1981. — 4 с.
20. Методичні вказівки з визначення цигалофоп-бутилу в ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії: МВ № 1397-2015. — [Затв. наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 18.05.2015, погоджено листом т.в.о. Головного державного санітарного лікаря України від 26.03.2015 № 04.03-08-837/17].
21. *Сергеев С.Г.* Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия / С.Г.Сергеев, Ю.Г. Чайка // Сучасні проблеми токсикології, 2008. — № 4. — С.29–31.
22. Вивчення, оцінка і зменшення ризику інгаляційного і перкутанного впливу пестицидів на осіб, які працюють з ними або можуть зазнавати впливу під час і після хімічного захисту рослин та інших об'єктів: МР 8.8.1.4-162-2009. — [Затв. 13.05.2009]/Міністерство охорони здоров'я України. — Видання офіційне. —Київ: МОЗ України. — 33 с.
23. *Мурашко С.В.* Методичні вказівки з визначення пенноксуламу в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії: МВ № 708-2006 від 07.09.06. / С.В. Мурашко, Н.П. Писаненко, В.В. Константинник // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. — Збірник №65. — Київ: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2009. — С.210 — 225.
24. *Мурашко С.В.* Методичні вказівки з визначення пенноксуламу в ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії: МВ № 706-2006 від 07.09.06 /С.В.Мурашко, Н.П.Писаненко, В.В.Константинник // Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. — Збірник №65. — Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. — Київ, 2009. — С.179 — 193.

ОЦІНКА НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ТА КОМПЛЕКСНЕ ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ ЦИГАЛОФОП-БУТИЛУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ СИРОВИНІ, ОБ'ЄКТАХ ВИРОБНИЧОГО І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

І.В. Лепешкін, П.Г. Жмінко, С.Г. Сергеев, А.П. Гринько, В.І. Медведєв, Л.П. Іванова, В.Г. Лишавський, В.Н. Баран, Н.В. Колонтаєва, В.С. Михайлов, І.П. Павленко

РЕЗЮМЕ. Цигалофоп-бутил — гербіцид, що використовується в сільському господарстві на посівах рису. На основі токсиколого-гігієнічної оцінки матеріалів виробника, даних літератури та власних досліджень обґрунтовано ДДД цигалофоп-бутилу, розроблено гігієнічні нормативи в зерні рису, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді та ґрунті.

Ключові слова: цигалофоп-бутил, оцінка небезпечності, гігієнічні нормативи.

HAZARD ASSESSMENT AND INTEGRATED HYGIENIC STANDARDISATION OF CYHALOFOP-BUTYL IN AGRICULTURAL COMMODITY, OBJECTS OF WORKPLACE AND ENVIRONMENT

I. Lepeshkin, P. Zminko, S. Sergeev, A. Grinko, V. Medvedev, L. Ivanova, V. Lyshavskiy, V. Baran, N. Kolontaeva, V. Mikhaylov, I. Pavlenko

SUMMARY. Cyhalofop-butyl is herbicide, which is applied on the rice crops in agriculture. Based on toxicological and hygienic assessment of manufacturer materials, literature data and own studies ADI of cyhalofop-butyl has substantiated and hygienic standards in rice grain, working zone air, air of populated areas, water and soil are developed.

Key words: cyhalofop-butyl, hazard assessment, hygienic standards.

Надійшла до редакції 17.02.2016 р.