

УДК 613.6:632.951

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕГЛАМЕНТОВ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ГЛИФО-СТАР 480 SL

**Воронина В. М., Лепешкин И. В., Багашкая Е. Н., Сергеев С. Г.,
Медведев В. И., Кузнецова Е. М., Лишавский В. Г., Юшук С. И.**

Институт экогигиены и токсикологии имени А. И. Медведя, г. Киев

Результаты токсиколого-гигиенических исследований показали, что гербицид Глифо-Стар 480 SL умеренно опасен для лабораторных животных при разных путях поступления в организм. При его применении не ухудшаются условия труда сельскохозяйственных работников, не загрязняются объекты окружающей среды. Обоснованы необходимые гигиенические регламенты безопасного применения препарата в условиях сельского хозяйства.

Ключевые слова: гербициды, гигиеническое регламентирование, условия труда, состояние окружающей среды при применении

Вступление

На рынок Украины ежегодно поступают новые химические препараты для борьбы с сорняками, использование которых требует токсиколого-гигиенической оценки их опасности для работающих и населения с установлением реального и потенциального риска для здоровья. Анализ «Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» показал, что в народном хозяйстве используется 19 % гербицидов, у которых действующее вещество — глифосат и его соли [1, 2]. Они применяются в качестве избирательных средств для борьбы с одно- и многолетними сорными растениями. Глифосат при попадании на растение всасывается через поверхность листа, проникает в клетки и транслоцируется по всему растению, переходя из надземной части в корни [3, 4]. Препарат очень слабо метаболизируется в растениях и не всасывается корнями из почвы. Многочисленными исследованиями было показано, что гербицидное действие глифосата обусловлено ингибированием фермента растений Глифо-Стар 5-еноилпирувил-шикимат-3-фосфат-синтазы. Поэтому он блокирует синтез ряда необходимых соединений, вследствие чего растение погибает. Полное увядание сорняков проходит в течение 2–3 недель. Глифосат классифицируется как гербицид стойкий в почве, обладающий низкой подвижностью в почве и очень слабой тенденцией к выщелачиванию. Период полураспада препарата в зависимости от типа почв находится в диапазоне от 3 до 130 дней [3]. Коэффициент сорбции в пересчете на углерод (K_{oc}) глифосата, который характеризует тенденцию адсорбироваться почвой, равен 24 000 [4].

Препарат относится к высокостойким пестицидам по показателю «стабильность в воде». Период полураспада (T_{50}) глифосата составляет от 14 до 22 дней. Снижение содержания вещества в водной микросистеме происходит в результате воздействия ультрафиолетового излучения и за счет деятельности микрофлоры.

В текущий период предлагается для регистрации новый препарат Глифо-Стар 480 SL, который содержит действующее вещество глифосат в виде изопропиламинной соли. Он рекомендуется для использования в качестве системного гербицида против однолетних и многолетних сорняков для обработки почвы под парами, а также в борьбе с древесно-кустарниковой растительностью на землях несельскохозяйственного пользования. Препарат проявляет высокую активность против пырея ползучего, вьюнка, осоки розовой и ряда других растений, у которых корневая система глубоко развивается в почве. Биологическая эффективность применения препарата составляет 90–95 %.

В условиях Украины выявлена высокая гербицидная активность Глифо-Стар 480 SL, что определяет перспективу его использования. В связи с этим необходима информация по токсиколого-гигиенической оценке препарата. Сведений о токсикологических свойствах гербицида Глифо-Стар 480 SL при разных путях поступления в организм не имеется, научного гигиенического обоснования безопасного применения препарата в народном хозяйстве в объеме, необходимом для регистрации, также нет.

Цель работы — токсиколого-гигиеническая оценка и регламентация применения гербицидного

препарата Глифо-Стар 480 SL с позиций безопасности для работающих и населения. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: исследовать токсикологические свойства препарата, провести гигиеническую оценку условий труда лиц, занятых его применением, изучить динамику содержания глифосата в почве и воздухе; обосновать возможность использования ранее утвержденных величин гигиенических нормативов и регламентов глифосата для контроля за применением препарата Глифо-Стар 480 SL.

Материалы и методы исследования

Объекты исследования — препарат Глифо-Стар 480 SL; белые крысы, кроли, морские свинки; воздух и почва.

Препарат Глифо-Стар 480 SL выпускается в виде прозрачной жидкости желтого цвета, в воде растворяется 50 мг/мл.

Действующее вещество препарата — глифосат изопропиламинная соль — по своему химическому строению относится к классу фосфорорганических соединений, его химическое название /IUPAC/: N-(фосфонометил) глицин изопропиламинная соль. Эмпирическая формула $C_6H_{17}N_2O_5P$. Относительная молекулярная масса 228,17 г/моль.

Токсикологические и гигиенические исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов» [5]. Критерием влияния препарата Глифо-Стар 480 SL при разных путях поступления в организм служило появление у лабораторных животных симптомов интоксикации и их летальность. В динамике определяли интегральные показатели токсического действия — поведение, потребление корма и воды, массу тела. После окончания исследований проводили макроскопическое обследование внутренних органов. Определяли ЛД₅₀ препарата при пероральном и дермальном воздействии, ЛК₅₀ при ингаляционном пути поступления, местнораздражающие свойства. Сенсибилизирующие свойства изучали по методу Алексеевой О. Г. и Петкевич А. И. [6].

Содержание, уход и все манипуляции с лабораторными животными проводили в соответствии с положением «Общих этических принципов экспериментов на животных».

Санитарно-гигиенические исследования условий труда работающих и особенностей поведения в

объектах окружающей среды Глифо-Стар 480 SL проведено в натуральных условиях. В соответствии с планом государственных испытаний химических средств защиты растений была проведена осенняя послеуборочная обработка гербицидом сельхозугодий с максимальной нормой расхода препарата — 6,0 л/га. Отбор проб воздуха и почвы, а также упаковку, хранение, транспортировку и прием проб в лаборатории для исследований проводили в соответствии с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» [7]. Определение содержания концентраций глифосата в объектах окружающей среды выполняли аналитическими методами [8–10]. До начала работ с препаратом Глифо-Стар 480 SL и после их завершения проводили медицинский осмотр работающих. При этом определяли частоту пульса, оценивали состояние кожных покровов и слизистых оболочек. Рабочие были обеспечены средствами индивидуальной защиты. Все операции проводили при допустимых метеорологических условиях. Оценка условий труда производили на основании результатов определения глифосата в воздухе рабочей зоны, в смывах с открытых участков кожи, а также на нашивках со спецодежды. Экспозиционные ингаляционные и перкутанные дозы, соответствующие указанным путям допустимые дозы, отношения воздействующих и допустимых доз, опасность профессионального риска воздействия вещества на работающих устанавливали в соответствии с методическими подходами [11].

Статистическая обработка цифровых данных проведена по методу вариационной статистики [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование острой пероральной токсичности препарата Глифо-Стар 480 SL проводили на крысах самцах и самках в дозе 2000 мг/кг. После введения вещества у животных не наблюдалось признаков интоксикации. Случаев летальных исходов не отмечалось. Потребление корма и воды у подопытных крыс было на уровне контроля. Самцы и самки подопытной группы меньше прибавляли в массу тела по сравнению с контрольными. У подопытных животных в конце эксперимента макроскопически видимых изменений внутренних органов не установлено. Анализируя полученные данные

можно отметить, что чувствительность крыс к действию препарата в зависимости от пола животных не выражена. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что препарат Глифо-Стар 480 SL при поступлении в организм через желудочно-кишечный канал для крыс самцов и самок малоопасен — 4 класс опасности согласно ДСанПіН 8.8.81.002-98 [13].

При однократной аппликации препарата на кожные покровы крыс в дозе 4000 мг/кг клинических симптомов интоксикации и гибели животных не отмечалось. Не наблюдалось появления симптомов раздражения кожи. При проведении макроскопических исследований отмечено, что внутренние органы подопытных животных не отличались от контрольных. Анализируя результаты исследований, следует отметить, что препарат Глифо-Стар 480 SL при эпидермальном воздействии для крыс малоопасен (4 класс опасности).

Поступление препарата в организм крыс через органы дыхания в концентрации (технически максимально достижимая) 7400 мг/м³ признаков интоксикации и гибели животных не вызывало. Экспозиция — 4 часа. Внешний вид, поведение, прирост массы тела животных подопытной группы не отличался от контрольной. Макроскопические исследования внутренних органов подопытных животных не выявили изменений их состояния по сравнению с контролем. Анализ полученных данных показал, что препарат Глифо-Стар 480 SL при ингаляционном воздействии относится к умеренно опасным веществам (3 класс опасности).

При нанесении гербицида на кожные покровы крыс симптомов раздражения кожи не наблюдалось. При внесении препарата в конъюнктивальный мешок глаза кроля отмечалось слезотечение, гиперемия конъюнктивы, которая проходила в течение суток. Раздражения конъюнктивы, радужной оболочки и роговицы не выявлено. Проведенные исследования показали, что препарат по раздражающему действию на кожу относится к 4 классу опасности и на слизистые оболочки глаз — к 3 классу опасности.

Изучение sensibilizing свойств гербицида проводили на морских свинках белой масти методом кожных проб. Установлено, что при нанесении на кожу животных в нативном виде и в виде 50 % концентрата раздражающего действия не выявлено. После внутрикожного введения в ухо морских свинок препарата местной реакции кожи не наблюдалось.

Аппликация препарата в sensibilizing концентрации на протяжении 7 дней не вызывала раздражающего эффекта. Полученные данные свидетельствуют о том, что Глифо-Стар 480 SL не обладает sensibilizing действием (4 класс опасности).

Таким образом, на основании анализа результатов проведенных исследований препарат Глифо-Стар 480 SL можно классифицировать как умеренно опасное вещество (3 класс опасности) по лимитирующему показателю — ингаляционной токсичности в соответствии с ДСанПіН 8.8.81.002-98 [13].

В соответствии с планом государственных испытаний химических средств защиты растений условия труда при использовании препарата Глифо-Стар 480 SL проведены на площадях Белоцерковской исследовательской селекционной станции Института сахарной свеклы УААН Белоцерковского района Киевской области.

Норма расхода гербицида составила 6,0 л/га, объем использованной рабочей жидкости — 300 л/га. При обработке использовался прицепной штанговый опрыскиватель ОП-2000 и трактор ЮМЗ.

Приготовление рабочего раствора и заправку опрыскивателя рабочим раствором препарата проводили в полевых условиях. Из автоцистерны наливали начальный объем воды в бак опрыскивателя, при постоянном перемешивании добавляли препарат и доливали воду до необходимого объема. При заправке опрыскивателя и опрыскивании были заняты заправщик и тракторист. Рабочие были одеты в спецодежду, использовали индивидуальные средства защиты органов дыхания.

Низкая величина константы Генри глифосата ($< 2,1 \cdot 10^{-7}$ Па · м³ · моль⁻¹) указывает на возможность миграции глифосата из воздуха в воду и быструю адсорбцию глифосата на частицах почвы [14]. Воздушный снос глифосата в случае порывов ветра или достаточно большой скорости ветра при применении гербицида будет вызывать повреждение или уничтожение нецелевых растений в результате попадания на их поверхность тумана, капель или брызг рабочего раствора препарата.

Результаты гигиенических исследований по оценке условий труда показали, что при выполнении работ с препаратом Глифо-Стар 480 SL в воздухе зоны дыхания заправщика и тракториста, в воздухе зоны возможного сноса аэрозоля препарата на расстоянии 300 м от границы участка при опрыскивании, над участком через 1 час после опрыскивания концентрации глифосата были ниже

гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе, через 3 и 7 суток после опрыскивания глифосат не обнаружен (таблица).

На поверхности лица, шеи и кистей рук заправщика и тракториста было обнаружено незначительное количество глифосата. Результаты измерения количества глифосата в пробах с поверхности кожи и нашивках использовали для оценки экспозиционных дермальных доз, действовавших на работающих.

Как следует из результатов проведенных исследований, после заправки и проведения опрыскивания раздражающего действия препарата на кожу и слизистые оболочки глаз работающего не выявлено. Жалоб на ухудшение самочувствия во время проведения работ и после их завершения заправщик и тракторист не предъявляли.

Исследование отобранных проб почвы свидетельствует о том, что через 3 и 7 суток после однократного опрыскивания препаратом Глифо-Стар 480 SL количество глифосата в почве было ниже величины его гигиенического норматива. Предельно допустимая концентрация глифосата в почве составляет 0,5 мг/кг.

Применение препарата оценено относительно показателей безопасности ингаляционного, дермального и комплексного воздействия глифосата на работающих.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при рекомендуемой норме расхода препарата прогнозируемые величины индекса опасности (риска) комплексного воздействия глифосата на работающих с гербицидным препаратом Глифо-Стар 480 SL в течение рабочей смены не превысили допустимый уровень, равный 1. Таким образом, на этапах с использованием гербицидного препарата Глифо-Стар 480 SL, РК производственная среда в достаточной степени безопасна для работающих.

Результаты санитарно-химических исследований, гигиеническая оценка условий труда при

использовании гербицида в условиях сельскохозяйственного производства позволяют сделать вывод о том, что при оценке условий безопасного применения гербицида Глифо-Стар 480 SL могут быть использованы гигиенические нормативы в воздухе рабочей зоны (ПДК) и атмосферном воздухе населенных мест (ОБУВ) его действующего вещества — глифосата.

Материалы к обоснованию гигиенических нормативов гербицида были доложены и утверждены Комитетом по гигиенической регламентации МЗ Украины.

На основании результатов проведенной работы для предупреждения возможных неблагоприятных эффектов разработаны «Рекомендации по безопасному применению гербицидного препарата Глифо-Стар 480 SL в условиях сельского хозяйства», которые позволяют обеспечить меры профилактики отрицательного воздействия препарата на работающих и окружающую среду при хранении препарата и работе с ним.

Для обеспечения охраны труда и производственной санитарии все работы с препаратом Глифо-Стар 480 SL необходимо организовывать и проводить в соответствии с Государственными санитарными правилами «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві» ДСП 8.8.1.2.001-98.

Выводы

1. Гербицидный препарат Глифо-стар 480 SL по показателям острой токсичности относится к веществам 3 класса опасности (ДСанПіН 8.8.1.2.002-98). Лимитирующий критерий вредного действия — ингаляционная токсичность.
2. На этапах применения гербицида производственная среда в достаточной степени безопасна для работающих; установленная для условий агропромышленного сектора санитарно-

Таблица

Динамика содержания глифосата в воздушной среде при использовании препарата Глифо-Стар 480 SL

Объект исследования	Содержание глифосата, мг/м ³
Воздух зоны дыхания заправщика	< 0,001*
Воздух зоны дыхания тракториста	< 0,001*
Воздух зоны возможного сноса, 300 м от границы участка при опрыскивании	< 0,001**
Воздух рабочей зоны над участком через 1 час после опрыскивания	< 0,001*
Воздух рабочей зоны над участком через 3 и 7 суток после опрыскивания	не обнаружено

Примечание. * ПДК в воздухе рабочей зоны — 1,0 мг/м³, ** ОБУВ в атмосферном воздухе — 0,01 мг/м³.

защитная зона обеспечивает безопасность наземного применения препарата для населения и объектов окружающей среды.

3. Результаты сравнения экспозиционных и допустимых доз свидетельствовали о том, что коэффициенты и индекс опасности (риска) воздействия препарата на работающих при его применении не превышали допустимого уровня.
4. При осуществлении государственного санитарного надзора за применением гербицида Глифостар 480 SL необходимо руководствоваться следующими гигиеническими нормативами и регламентами: ДСД глифосата для человека — 0,01 мг/кг; ПДК в воздухе рабочей зоны — 1,0 мг/м³; ОБУВ в атмосферном воздухе — 0,01 мг/м³; ПДК в воде водоемов — 0,02 мг/дм³ (лимитирующий критерий — санитарно-токсикологический); ПДК в почве — 0,5 мг/кг (лимитирующий критерий — транслокационный).

Литература

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.— К.: Юніверс Медіа, 2010.— 539 с.
2. Доповнення до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.— К.: Юніверс Медіа, 2009.— 304 с.
3. Pesticide Fact Handbook: U.S. EPA. Noyes Data Corporation. Park Ridge, New Jersey, 1990.— V. 2.— P. 301–312.
4. Glyphosate. Herbicide Fact Sheet: U.S. Department of Energy Bonneville Power Administration.— March 2000.— 11 p.
5. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов.— Киев, 1988, утв. МЗ СССР 13.03.1987, № 4263 — 87с.
6. Методические рекомендации по постановке исследований по гигиеническому нормированию промышленных аллергенов в воздухе рабочей зоны / Под общ. ред. Алексеевой О. Г., Дуевой Л. А.— МЗ ЛатвССР, 1980.— 17 с.
7. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов. Утв. МЗ СССР 21.08.1979, № 2051–79.
8. Методические указания по определению глифосата и его метаболита аминотилфосфоновой кислоты в воде, почве, растительных культурах методом газожидкостной хроматографии № 6123-91 от 29.07.91 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания,

Срок выхода людей на обработанные участки при проведении механизированных работ рекомендует-ся через 3 суток, ручных работ — 7 суток.

5. Препарату Глифо-стар 480 SL характерен низкий потенциал риска негативных последствий для организма человека и экосистемы. Степень риска вредного влияния препарата Глифо-стар 480 SL при поступлении в организм через органы дыхания и кожу в зависимости от выполняемой работы менее 1. В реальных условиях использования при соблюдении установленных регламентов, надлежащем санитарном контроле применение в сельском хозяйстве Украины препарат не представляет опасности для работающих и окружающей среды.
6. В результате проведенных исследований получены новые данные о токсиколого-гигиенических свойствах препарата Глифо-Стар 480 SL, которые необходимы при проведении процесса регистрации его в Украине в качестве гербицида.

кормах и внешней среде.— Сборник № 20, Ч. 2.— Укргогхимкомиссия, Киев, 1995.— С. 340.

9. Временные методические указания по хроматографическому измерению концентрации глифосата, глифосина и глицина в воздухе рабочей зоны № 4379-87 от 08.06.87 // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде.— Сборник № 18, Ч. 1.— Укргогхимкомиссия, Киев, 1995.— С. 15.

10. Методические указания по определению глифосата в атмосферном воздухе методом тонкослойной хроматографии № 231-2001 от 05.02.2001 // Методичні вказівки з визначення мікроколіностей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі.— Збірник № 38.— Міністерство охорони навколишнього природного середовища України.— Київ, 2004.— С. 10.

11. Методичні рекомендації «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», Затв. МОЗ України 13.05.2009 № 324.

12. Иванов Ю. И. Статистическая обработка результатов медико-биологических исследований на микрокалькуляторах по программам / Иванов Ю. И., Погорелюк О. Н.— М.: Медицина.— 1990.— 217 с.

13. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності та токсичності: ДСанПіН 8.8.1.002-98 і Затв. МОЗ України 28.08.98

14. The e-Pesticide Manual. Version 5.0.— 2009–2010.

**Вороніна В. М., Лепешкін І. В., Багашка О. М., Сергєєв С. Г., Медведєв В. І.,
Кузнєцова О. М., Лишавський В. Г., Юшук С.І.**

ГІГІЄНИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГЛАМЕНТІВ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ ГЛІФО-СТАР 480 SL

Інститут екогієни і токсикології імені Л. І. Медведя, м. Київ

За результатами токсиколого-гігієнічних досліджень показано, що гербіцид Гліфо-Стар 480 SL помірно небезпечний для лабораторних тварин; при його застосуванні не погіршуються умови праці сільськогосподарських робітників, не забруднюються об'єкти

Ключові слова: гербіцид, гігієнічне регламентування, умови праці, стан навколишнього середовища при застосуванні

**Voronina V., Lepeshkin I., Bagascka E., Sergeiev S., Medvedev V.,
Kuznetsova E., Lyshavski V., Yuschuk S.**

HYGIENIC GROUNDING OF REGULATIONS FOR SAFE APPLICATION OF HERBICIDE GLIFO-STAR 480 SL

L. I. Medved's Institute of Toxicology, Kyiv

The results of toxicological-hygienic researches show, that Glifo-Star 480 SL is moderate by dangerous for laboratory animals; working conditions of operators in us use do not worsen, the subjects of the environment do not become contaminated. The necessary hygienic rules have been established.

Key words: herbicide, hygienic regulations, work conditions, environment

Поступила: 04.11.2011 г.

Контактное лицо: Воронина Валентина Михайловна, ведущий научный сотрудник, Институт экогигиены и токсикологии им. Л. И. Медведя, ул. Героев Оборона, 6, Киев, 03680. Тел. (44) 258-32-11.