

Проблемные статьи

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2018

УДК 614.77:632.951

Попова А.Ю.¹, Ракитский В.Н.², Синуцкая Т.А.², Трухина Г.М.², Громова И.П.²

АКТУАЛЬНОСТЬ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ

¹ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, 125993, Москва;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141000, Мытищи, Московская обл.

Одним из основных положений теории гигиенического нормирования действующих веществ пестицидов в почве является требование о проведении исследований в экстремальных почвенно-климатических условиях, способствующих максимальной миграции в контактирующие с почвой среды (вода, воздух, растения), а также обеспечивающих наиболее интенсивное их воздействие на процессы самоочищения и почвенный микробиоценоз. Для создания экстремальных условий эксперимент проводят на песчаной почве, обладающей максимальной фильтрующей, минимальной сорбционной и поглотительной способностью. Соблюдение принципа экстремальности обеспечивается проведением исследований при микроклиматических параметрах (температуры, влажности, ультрафиолетового излучения), способствующих максимальной миграции пестицидов в контактирующие среды и использование в эксперименте растений-концентраторов, что создаёт значительный запас прочности при гигиеническом нормировании. Все исследования проводят в стандартных и сопоставимых почвенно-микроклиматических условиях с использованием эталона (МПЭ), основанного на постоянном гранулометрическом и физико-химическом составе песчаной почвы и единых микроклиматических параметрах. По аналогии с нормированием действующих веществ пестицидов в воде водоёмов, атмосферном воздухе и др. исследования проводят не в натуральных, а только в единых сопоставимых экспериментальных условиях на лабораторных модельных установках. На основании установленных пороговых концентраций по миграционно-водному, миграционно-воздушному, транслокационному и общесанитарному показателям вредности выбирают лимитирующий показатель, по которому устанавливается ПДК. Установленные ПДК действующих веществ пестицидов в почве являются единой величиной для любых почвенно-климатических условий. По установленной единой ПДК действующего вещества пестицида в почве при необходимости проводят исследования на натуральных образцах почвы, после чего рассчитываются предельно допустимый уровень внесения (ПДУВ) и безопасное остаточное количество (БОК) действующего вещества пестицида для конкретных почвенно-климатических условий.

Ключевые слова: пестициды; действующие вещества; миграция; сопредельные среды; показатели вредности; почва; гигиеническое нормирование.

Для цитирования: Попова А.Ю., Ракитский В.Н., Синуцкая Т.А., Трухина Г.М., Громова И.П. Актуальность гигиенического нормирования пестицидов в почве. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(6): 485-489. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-485-489>

Для корреспонденции: Громова Ирина Петровна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отд. координации и анализа токсиколого-гигиенических исследований НИИ гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: gromovaip@mail.ru

Popova A.Yu.¹, Rakitsky V.N.², Sinitskaya T.A.², Trukhina G.M.², Gromova I.P.²

URGENCY OF HYGIENIC RATING OF PESTICIDES IN THE SOIL

¹Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, 125993, Russian Federation;

²F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytischki, 141014, Russian Federation

The requirement concerning the implementation of the research in the extreme soil-climatic conditions promoting the maximum migration in environments contacting to the soil (water, air, plants), and also providing most their intensive impact on processes of self-cleaning and a soil microbiocenosis is one of the basic provisions of the theory of hygienic rating of active ingredients of pesticides in the soil. For the creation of extreme conditions, the experiment is carried out on the sandy soil possessing the maximum filtering, minimal sorbing and absorbing ability. The observance of a principle of extremeness is provided with executing the research at microclimatic parameters (temperature, humidity, ultraviolet radiation), pesticides promoting the maximum migration on contacting media and the use in the experiment of plants concentrators creating a considerable margin of the safety in hygienic rating. All investigations are carried out in the standard and comparable soil and microclimatic conditions with the use of the uniform simulating standard modeling soil standard based on the constant granulometric and physical-chemical structure of the sandy soil and uniform microclimatic parameters. By analogy to a rating of active ingredients of pesticides in water of reservoirs, atmospheric air, etc., studies are carried out not in natural surroundings, but only in uniform comparable with experimental conditions on laboratory modeling installations. On the basis of the established threshold concentration on migratory water, migratory air, translocation and all-sanitary indices of harm there is chosen the limiting one, on which maximum concentration level is established. Established maximum concentration limits of active ingredients of pesticides in the soil are the uniform in size for any soil-climatic conditions. On the established uniform maximum concentration limit of active ingredient of pesticide in the soil if necessary it can be determined the regional maximum concentration limit for conditions of the concrete soil and climatic region. In the calculation of this size, there are

considered leading factors: temperature, humidity of the soil, maintenance of a hummus, pH, porosity, bacterial load, etc. The factors characterizing the influence of these factors on processes of migration and a detoxication of active ingredients of pesticides were found on the basis of the research have been carried out on natural samples of the soil of this region.

Key words: *pesticides; active ingredients; migration; adjacent environments; harm indices; soil; hygienic regulation.*

For citation: Popova A. Yu., Rakitsky V.N., Sinitskaya T.A., Trukhina G.M., Gromova I.P. Urgency of hygienic rating of pesticides in the soil. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(6): 485-489. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-485-489>

For correspondence: Irina P. Gromova, MD, Ph.D., senior researcher of the Department of the coordination of toxicological and hygienic studies and analysis of the "Institute for Pesticides Hygiene, Toxicology and Chemical Safety of the F.F. Erisman Federal Scientific Center of Hygiene named after of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytitschi, 141014, Russian Federation. E-mail: gromovaip@mail.ru

Information about authors: Popova A. Yu., <http://orcid.org/0000-0003-2567-9037>; Rakitsky V.N., <https://orcid.org/0000-0002-9959-6507>; Sinitskaya T.A., <https://orcid.org/0000-0003-1344-3866>; Trukhina G.M., <https://orcid.org/0000-0001-9955-7447>; Gromova I.P., <https://orcid.org/0000-0003-2601-5633>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: 15 March 2018

Accepted: 24 April 2018

Химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков приобрели в настоящее время очень большое значение в сельском хозяйстве и смежных областях. Масштабы их применения непрерывно растут, расширяется и объём исследований в этой важной для сельского хозяйства области. Это вполне понятно, так как использование различных химических препаратов позволяет сохранить не менее трети урожая.

В современном сельском хозяйстве в настоящее время широко применяются пестициды 1 и 2 классов опасности по стойкости в почве. Данные ксенобиотики являются биологически активными соединениями и могут представлять реальную угрозу для здоровья населения и загрязнения окружающей среды, так как ими преднамеренно обрабатывают сотни гектар сельскохозяйственных угодий, сотни тысяч тонн продукции, что приводит к непрерывной их циркуляции в среде обитания людей наряду с другими ксенобиотиками^{1,2} [1–20]. В связи с этим с токсиколого-гигиенических позиций для пестицидов 1 и 2 класса опасности по стойкости в почве актуальным является разработка предельно допустимых концентраций (ПДК) в почве вместо временных гигиенических нормативов – ориентировочно допустимых концентраций (ОДК)^{3,4,5,6}.

Один из критериев, положенный в основу теории и практики гигиенического нормирования пестицидов в почве, допускает возможность их поступления и содержания в почве в количестве, которое должно гарантировать отсутствие отрицательного воздействия на здоровье населения как при прямом контакте человека с почвой (ингаляционное и/или дермальное поступление пестицидов с почвенной пылью при проведении ручных и механизированных работ), так и при опосредованном поступлении пестицидов в организм человека через контактирующие с

почвой среды (вода, атмосферный воздух, растения) по биологическим цепям миграции (почва–вода–человек, почва–воздух–человек, почва–растение–человек и др.), а также не нарушает процессов самоочищения почвы (биологическая активность почвы) и санитарно-гигиенические условия жизни [21].

Согласно Федеральному закону «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ с изменениями) гигиенический норматив – это «установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека».

Под ПДК пестицида в почве (мг/кг) понимают такое максимальное содержание остатков действующих веществ пестицидов (в мг/кг пахотного слоя абсолютно сухой почвы), установленное в экстремальных почвенно-климатических условиях, при котором происходит миграция пестицида в сопредельные с почвой среды (вода, воздух, растения) в количествах, не превышающих гигиенические нормативы содержания этого вещества в объектах окружающей среды, не вызывает прямого или косвенного отрицательного влияния на здоровье человека и не оказывает отрицательного влияния на почвенный микробиоценоз и биологическую активность почвы (процессы самоочищения).

При оценке безопасности поступления пестицидов в почву исходят из недопустимости превышения порога адаптационной возможности организма самых чувствительных групп населения и порога адаптационной (самоочищающей) способности почвы при изолированном, комплексном, комбинированном или сочетанном действии пестицидов на организм человека и окружающей среду (порог безопасного действия).

Принципы гигиенического нормирования пестицидов в почве основаны на установлении таких безопасных количеств ксенобиотиков в исследуемой среде, при которых переход в сопредельные среды не превышает установленных гигиенических нормативов для этих сред (ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, ПДК в атмосферном воздухе и максимально допустимые уровни (МДУ) в растительной продукции). Такой подход исключает негативное влияние пестицидов на организм человека и среду обитания.

Обоснование ПДК действующих веществ пестицидов в почве следует проводить с учётом требований о проведении экспериментальных исследований в экстремальных почвенно-климатических условиях, способствующих максимальной миграции изучаемого вещества в контактирующие с почвой среды (вода, атмосферный воздух, растения), а также обеспечивающие наиболее интенсивное влияние действующего вещества пестицида на процессы самоочищения и почвенный микробиоценоз. Соблюдение этих требований обеспечивает значительный коэффициент гигиенической прочности разработанных для почвы ПДК [21].

¹ Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ с изменениями и дополнениями).

² Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании». (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000) (от 24.07.2000 № 554).

³ Федеральный закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» (от 19.07.1997 г. № 109-ФЗ с изменениями и дополнениями).

⁴ Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов. СанПиН 1.2.2584 – 10. Санитарные правила и нормы, утверждённые Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 02.03.2010 г.

⁵ Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Об утверждении Порядка государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов» (от 10.07.2007 г. № 357).

⁶ Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утверждённые Решением Комиссии Таможенного союза (от 28.05.2010 г. № 299).

Для создания таких условий эксперименты следует проводить на таком типе почвы, который обладает максимальной фильтрующей, минимальной сорбционной и поглощательной способностью. Более лёгкие по механическому составу почвы, как правило, обладают более низкой способностью сорбировать химические вещества почвенным поглощающим комплексом. Почвой такого типа является песчаная [21].

Соблюдение экстремальных условий обеспечивается также проведением экспериментальных исследований при микроклиматических параметрах (температура, влажность, освещённость), способствующих максимальной миграции пестицидов в контактирующие среды [21].

Помимо почвенных и микроклиматических условий для создания экстремальности в эксперименте необходимо использовать растения тест-претенденты (ТП), на которые исследуемое вещество не оказывает отрицательного влияния (на всхожесть и развитие корневой системы). Из ТП отбирают одно тест-растение (ТР), на котором проводят вегетационные опыты по установлению пороговой концентрации действующего вещества пестицида в почве, при которой в изучаемом тест-растении исследуемое вещество будет накапливаться на МДУ для этого вида растения [21].

Гигиеническое нормирование действующих веществ пестицидов в почве базируется на изучении четырёх основных показателей вредности: общесанитарном, миграционно-водном, миграционно-воздушном, транслокационном (фито-аккумуляционный), отражающих закономерности миграции с учётом данных о стойкости нормируемого действующего вещества пестицида в почве, скорости его деградации и летучести.

Общесанитарный показатель вредности характеризует изменение индикаторных показателей, определяющих безопасность почвы для населения, и показателей биологической активности почвы, определяющих самоочищение почвы от пестицида. Пороговая концентрация изучаемого действующего вещества пестицида по этому показателю вредности – максимальное количество соединения (мг/кг абсолютно сухой почвы), которое не вызывает на 5–7 сутки изменения санитарно-показательных микроорганизмов, общей численности почвенных микроорганизмов и численности микроорганизмов основных физиологических групп (спорообразующие бактерии, грибы, актиномицеты и др.) не более чем на 50%, а также ферментативной активности почвы (дегидрогеназной, нитрифицирующей и др.) не более чем на 25% по сравнению с аналогичными показателями контрольных проб.

Миграционно-водный показатель вредности характеризует способность поступления пестицида из почвы в грунтовые и поверхностные воды. Пороговая концентрация пестицида по этому показателю вредности – это максимальное количество соединения (мг/кг абсолютно сухой почвы), при котором поступление нормируемого вещества в грунтовые и в водисточники с поверхностным стоком не создает концентраций, превышающих ПДК изучаемого действующего вещества пестицида в воде водоёмов (ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования).

Миграционно-воздушный показатель вредности характеризует способность перехода действующего вещества пестицида из почвы в атмосферный воздух с почвенной пылью, испарением и соиспарением с водными парами и другими носителями. Пороговой концентрацией по этому показателю вредности принимают то содержание действующего вещества пестицида в почве (в мг/кг абсолютно сухой почвы), при котором среднесуточное его поступление в атмосферный воздух не приведёт к превышению установленной для этого действующего вещества среднесуточной ПДК в атмосферном воздухе.

Транслокационный (фито-аккумуляционный) показатель вредности характеризует способность миграции действующего вещества пестицида из почвы в культурные растения, используемые в качестве продуктов питания, и накопления его фитомассой растений. Пороговой концентрацией по этому показателю вредности принимают максимальное количество действующего вещества пестицида в почве, при котором его накопление фитомассой растений к моменту сбора не превысит установленных для продуктов питания МДУ.

При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания

действующего вещества пестицида по каждому показателю вредности. Наименьший из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК в почве. Норматив устанавливается по одному или нескольким лимитирующим показателям.

При установлении класса опасности действующего вещества пестицида в почве используется «Гигиеническая классификация пестицидов по степени опасности» (СанПиН 1.2.2584–10). Согласно этой классификации, в первую очередь должны нормироваться пестициды, относящиеся к 1 и 2 классу опасности по стойкости в почве или обладающие выраженной способностью к миграции в сопредельные с почвой среды [22–24].

Для проведения экспериментальных исследований по гигиеническому нормированию действующих веществ пестицидов в почве необходимы сведения об их персистентности и метаболизму в объектах окружающей среды (DT_{50} и DT_{90}), о физико-химических константах, количествах (нормах расхода, кг/га), используемых в условиях сельского хозяйства и утверждённых методах контроля по определению остаточных количеств действующих веществ пестицидов (при необходимости их метаболитов) в сельскохозяйственной продукции (при необходимости в продуктах её переработки), в почве, в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, в атмосферном воздухе населённых мест, а также действующих государственных нормативах в контактирующих средах [25].

Для создания стандартных (сопоставимых) почвенных условий все экспериментальные исследования по обоснованию ПДК действующих веществ пестицидов в почве следует проводить с использованием стандартного модельного почвенного эталона (МПЭ), основанного на постоянном гранулометрическом и физико-химическом составе песчаной почвы.

Песок обладает высокой воздухо-, тепло- и влагопроводностью, малой теплоёмкостью, незначительной водоудерживающей способностью, а также имеет минимальную сорбционную способность и может быть использован в экспериментальных исследованиях в виде смеси из чистого средне- и мелкозернистого карьерного песка, отобранного с глубины 3 м от поверхности почвы, в качестве модельного почвенного эталона (МПЭ) для изучения миграции действующих веществ пестицидов из почвы в растения, атмосферный воздух, грунтовые воды, а также для изучения степени их воздействия на почвенный микробиоценоз и процессы самоочищения [21].

В лабораторных исследованиях используют две разновидности МПЭ:

- МПЭ № 1 – для проведения исследований по установлению пороговых концентраций по миграционно-воздушному, миграционно-водному и общесанитарному показателям вредности;
- МПЭ № 2 – для проведения исследований по установлению пороговой концентрации по транслокационному (фито-аккумуляционному) показателю вредности.

В качестве исходной концентрации действующего вещества пестицида принимают концентрацию, которая создаётся в почве (мг/кг абсолютно сухой почвы) при рекомендуемой максимальной норме расхода препарата/-ов на его основе (кг/га), принятой в сельскохозяйственной практике («Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешённых к применению на территории Российской Федерации, – основные регламенты применения пестицидов, установленные в ходе их регистрационных испытаний).

Если стойкость вносимого в почву действующего вещества больше одного срока вегетационного периода, то необходимо кроме концентрации, создающейся при максимально рекомендуемой норме расхода, испытывать в экспериментальных исследованиях концентрации на порядок (в 10, 20 раз) выше максимальной нормы расхода.

Необходимость проведения исследований пестицида в концентрациях в 10 раз превышающих максимально рекомендуемую норму расхода, обусловливается возможностью кумуляции действующего вещества в почве при многократном применении, а также потому, что при целенаправленном внесении пестицидов на поверхность почвы в её пахотном слое создаются концентрации, превышающие содержания токсикантов в расчёте на пахотный слой.

Выбор последующих испытуемых концентраций осуществляется на основании результатов, полученных в эксперименте с исходной концентрацией, в зависимости от того, оказывается ли она действующей или недействующей по изучаемому показателю вредности. Все эксперименты проводят с химически чистыми веществами, что обеспечивает максимальную защиту от примесей.

А. Методика изучения общесанитарного показателя вредности в системе почва–микробиоценоз включает:

- изучение влияния действующего вещества пестицида на санитарно-показательные микроорганизмы и показатели биологической активности почвы, характеризующие безопасность почвы для населения и определяющие самоочищающуюся способность почвы от действующего вещества пестицида;
- установление концентрации нормируемого действующего вещества пестицида в почве, не оказывающей влияние на уровень содержания санитарно-показательных микроорганизмов почвы и гарантирующей изменение общей численности почвенных микроорганизмов, в том числе и численности микроорганизмов основных физиологических групп на $\leq 50\%$, а также ферментативной активности почвы на $\leq 25\%$ ^{7,8}.

Б. Методика изучения миграционно-воздушного показателя вредности (система почва–воздух) включает:

- изучение процессов миграции нормируемого действующего вещества из почвы в атмосферный воздух (с почвенной пылью, испарением, соиспарением с водными парами и др.);
- установление концентрации нормируемого действующего вещества в почве, гарантирующей переход его в атмосферный воздух в количестве, не превышающем его среднесуточной ПДК в атмосферном воздухе.

В. Методика изучения миграционно-водного показателя вредности (система почва–вода) включает:

- изучение процессов миграции нормируемого действующего вещества из почвы в грунтовые воды (количественное изучение процесса миграции)⁹ [26–30];
- установление концентрации (уровень миграции) нормируемого действующего вещества в почве, гарантирующей переход его в подземные воды в количестве, не превышающем его ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Г. Методика изучения транслокационного (фито-аккумуляционного) показателя вредности (система почва–растение) включает:

- изучение процессов миграции нормируемого действующего вещества из почвы в культурные растения, используемые в качестве продуктов питания (количественное изучение процесса миграции);
- установление концентрации (максимальное количество, мг/кг абсолютно сухой почвы) нормируемого действующего вещества в почве, при которой накопление действующего вещества фитомассой товарных частей сельскохозяйственных растений к моменту сбора не превысит установленных для этих продуктов питания МДУ^{10,11,12}.

⁷ ГОСТ 32631–2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Почвенные микроорганизмы. Испытание на трансформацию азота» (OECD, Test No216:2000, IDT), введён в действие 01.06.2015 г.

⁸ ГОСТ 32631–2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Почвенные микроорганизмы: тест на трансформацию углерода» (OECD, Test No217:2000, IDT), введён в действие 01.08.2015 г.

⁹ ГОСТ 33043–2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Вымывание из почвенных колонок» (OECD, Test No 312:2004, IDT), введён в действие 01.08.2015 г.

¹⁰ ГОСТ 32627–2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Наземные растения. Испытание на фитотоксичность» (OECD, Test No 227:2006, IDT), введён в действие 01.06.2015 г.

¹¹ ГОСТ 33061–2014 «Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Наземные растения: тест на всхожесть семян и развитие проростков» (OECD, Test No 208:2006, IDT), введён в действие 01.08.2015 г.

¹² Постановление Правительства Российской Федерации «Об обеспечении гармонизации российских санитарно-эпидемиологических требований, ветеринарно-санитарных и фитосанитарных мер с международными стандартами» (от 28.03.2009 г. № 761).

При выборе лимитирующего показателя вредности и обоснования ПДК действующего вещества пестицида в почве необходимо учитывать, что ПДК пестицида в пахотном слое почвы (максимальное его количество в мг/кг абсолютно сухой почвы) не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на здоровье человека как при прямом его контакте с почвой, так и при поступлении пестицида одним или многими экологическими путями (почва–растения–человек, почва–атмосферный воздух–человек, почва–вода–человек), включая самоочищающую способность почвы, а также суммарно по всем путям миграции и прямом контакте.

Величины ПДК действующих веществ пестицидов в почве, соответствующие этим требованиям, устанавливаются на основании полученных пороговых концентраций нормируемого действующего вещества пестицида по четырём показателям вредности (общесанитарному, миграционно-водному, миграционно-воздушному, транслокационному). Минимальную пороговую концентрацию принимают за лимитирующий показатель вредности.

Таким образом, установленный по лимитирующему показателю вредности норматив гарантирует отсутствие отрицательного влияния пестицида на почвенный микробиоз и процессы самоочищения, проникновение в грунтовые воды (\leq ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования), атмосферный воздух (\leq ПДК с.с. в атмосферном воздухе) и превышение содержания его остаточных количеств в продуктах питания растительного происхождения (\leq МДУ в пищевых продуктах).

Установленные ПДК действующих веществ пестицидов в почве являются единой величиной для любых почвенно-климатических зон.

По установленной единой ПДК действующего вещества пестицида в почве при необходимости проводят исследования на натуральных образцах почвы, после чего рассчитываются ПДУВ и безопасное остаточное количество БОК действующего вещества пестицида для конкретных почвенно-климатических условий.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (п.п. 19, 20, 25, 28 см. References)

1. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Орлов М.С., Ярушин С.В., Мишина А.Л. Научная концепция развития нормативно-методической основы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(12): 1226-30.
2. Ракитский В.Н. Научные достижения отечественной гигиены и токсикологии пестицидов. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2008; 1: 15-16.
3. Русаков Н.В. Методологические проблемы неинфекционной эпидемиологии и гигиены при химическом загрязнении окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(9): 797-800.
4. Крятов И. А., Тонкопий Н. И., Ушакова О. В., Водянова М. А. Современные проблемы разработки гигиенических нормативов в почве. *Гигиена и санитария*. 2012; (5): 69-71.
5. Крятов И. А., Тонкопий Н. И., Пиртаха Н. В. Гигиеническое нормирование в целях охраны почв. *Методы оценки соответствия*. 2009; (11): 18-9.
6. Громова И.П., Климова Н.Н. К вопросу о гигиеническом нормировании пестицидов в почве в целях охраны окружающей среды и здоровья населения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2011; (4): 18-9.
7. Трухина Г.М., Егорова И.П., Дерябкина Л.А. Гигиеническая оценка результатов мониторинговых наблюдений за состоянием почв города В. кн.: Гигиена: прошлое, настоящее и будущее. Научные труды ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана. М. 2001, вып. 1: 601-603.
8. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: Справочник, Гостандарт России, ВНИИстандарт-Протектор; М.; 2000: 300.
9. Онищенко Г.Г. Гигиенические аспекты обеспечения экологической безопасности при обращении с пестицидами и агрохимикатами. *Гигиена и санитария*. 2003; 3: 3-5.
10. Онищенко Г.Г. Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. *Гигиена и санитария*. 2012; 91(4): 4-12.
11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. - М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2014; 191.
12. Хамитова Р.Я., Мирсаитова Г.Т. Современные тенденции в области применения пестицидов. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (4): 23-6.
13. Михайликова В.В., Стребкова Н.С., Говоров Д.Н., Живых А.В. Применение пестицидов в Российской Федерации. *Защита и карантин растений*. 2015; (11): 12-15.

14. Богданов Н.А. Диагностика территорий по интегральным показателям химического загрязнения почв и грунтов. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (4): 92-8.
15. Тутельян В.А., Шандала М.Г. Химическая безопасность как токсиколого-эпидемиологическая проблема медицинской науки и практики. *Токсикологический вестник*. 2014; (6): 2-7.
16. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. *Анализ риска здоровью*. 2015; (2): 4-11. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01
17. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, Москва: ООО «Издательство Агрорус»; 2017. Ежегодник. Выпуск 21.
18. Вредные вещества в окружающей среде. Справочно-энциклопедическое издание под ред. д.б.н. В.А.Филова. Санкт-Петербург, НПО «Профессионал», 2011: 62-4.
21. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. М.: Медицина; 1986: 320.
22. Ракитский В.Н., Синицкая Т.А., Громова И.П., Вафина Д.И. Гигиеническое нормирование вещества производного неоникотиноидов в почве. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(11): 1016-21.
23. Синицкая Т.А., Трухина Г.М., Громова И.П., Климова Н.Н., Плетенев П.А., Фейсханов М.Р. В кн.: «К гигиеническому нормированию флуопикотида в почве. Российская гигиена - развивая традиции, устремляемся в будущее». Материалы XII Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. М.; 2017; 1: 377-80.
24. Синицкая Т.А., Громова И.П., Климова Н.Н. Научное обоснование предельно допустимой концентрации имидаклоприда в почве. Материалы Международного Форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды «Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека», посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина» Минздрава России, Москва, 15-16 декабря 2016 г. 2016; 2: 226-8.
26. Синицкая Т.А., Громова И.П., Плетенев П.А. О гигиеническом нормировании пестицидов в почве. VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии и гигиены», Москва, 1-3 ноября 2016 г. 2016: 195.
27. Николаева Н.И., Синицкая Т.А., Громова И.П., Климова Н.Н. Экспериментальные исследования по изучению миграционно-водного показателя производного хлорникотинилов при гигиеническом нормировании пестицидов в почве. Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: сборник статей. Москва; 2012; Том II: 187-9.
29. Синицкая Т.А., Громова И.П., Плетенев П.А. О гигиеническом нормировании пестицидов на основе МЦПА в почве. VII съезд Общества почвоведов им. В.В. Докучаева Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: материалы докладов. Москва-Белгород; 2016; Часть 2: 90-2.
30. Синицкая Т.А., Громова И.П., Плетенев П.А. Гигиеническое нормирование пестицида класса сульфониломочевин в почве. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 125-летию основания Федерального научного центра им. Ф.Ф. Эрисмана «Гигиена, токсикология, профпатология: традиции и современность», Москва; 2016: 346-50.
- handling pesticides and agrochemicals. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2003; 3: 3-5. (in Russian)
10. Onishchenko G.G. Results and prospects of the sanitary and epidemiological welfare of the population of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2012; 91(4): 4-12. (in Russian)
11. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2013: State report. - Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. 2014; 191. (in Russian)
12. Khamitova R.Ya., Mirsaitova G.T. Current trends in the use of pesticides. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2014; 93 (4): 23-6. (in Russian)
13. Mikhailikova V.V., Strebkova N.S., Govorov D.N., Zhivykh A.V. Pesticides use in the Russian Federation. *Protection and quarantine of plants*. 2015; 11: 12-5. (in Russian)
14. Bogdanov N.A. Diagnosis of the territories with the use of integral indices of chemical contamination of soil and grounds, relied on the background and hygienic standards. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2014; 93 (4): 92-8. (in Russian)
15. Tutel'yan V.A., Shandala M.G. Chemical safety as toxicology and epidemiological problem of medical science and practice. *Toksikologicheskii vestnik*. 2014; (6): 2-7. (in Russian)
16. Rakhmanin Y.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and way to improve it. *Health risk analysis*. 2015; (2): 4-11. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01 (in Russian)
17. Reference book of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation. Moscow: Agrorus; 2017. Yearbook. Issue 21. (in Russian)
18. Harmful substances in environment. Help and encyclopedic edition. St. Petersburg: NPO Professional, 2011: 62-4. (in Russian)
19. Williams A.L., Watson R.E., DeSesso J.M. Developmental and reproductive outcomes in humans and animals after glyphosate exposure: a critical analysis. *J. Toxicol. Environ. Health. Pt B: Crit. Rev.* 2012; 15(1): 39-96.
20. The Pesticide Manual. 17th Edition, Editor C. MacBean, BCPS, 7 Omni Business Centre, Omega Park, Alton, Hampshire, GU34 2QD, UK. 2015. Available at: <http://bcpedata.com/assets/files/PM16-supplementary-BCPC.pdf>.
21. Goncharuk E.I., Sidorenko G.I. Hygienic regulation of chemicals in the soil. Moscow: Medicina; 1986 (in Russian).
22. Rakitskiy V.N., Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Vafina D.A. Hygienic regulation of neonicotinoids derivative in the soil. *Hygiene and sanitation*. 2016; 95(11): 1016-21 (in Russian).
23. Sinitskaya T.A., Trukhina G.M., Gromova I.P., Pletenev P.A., Klimova N.N., Feyskhanov M.R. To hygienic regulation of fluopicolide in soil. In the book.: *Russian hygiene-developing traditions, we strive for the future. Materials of the XII all-Russian Congress of hygienic specialists and sanitary doctors*. M.; 2017; 1: 377-80 (in Russian)
24. Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Klimova N.N. Scientific substantiation of maximum permissible concentration of Imidacloprid in soil: [Materials of the International Forum of the Scientific Council of the Russian Federation on human ecology and environmental hygiene "Modern methodological problems of studying, assessing and regulating of environmental factors affecting human health", dedicated to the 85th anniversary of Federal State Budgetary Institution "A.N. Sytin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. December 15-16, 2016]; 2016; 1: 226-8 (in Russian)
25. Rakitskiy V.N., Sinitskaya T.A., Gromova I.P. Hygienic regulation of MCPA (dimethylamine salt) in soil. [53rd Congress of the European Societies of Toxicology EUROTOX 2017 September 10-13, 2017, Bratislava]; *Toxicology Letters. Official Journal of EUROTOX*. ISSN 0378-4274 280S1 S1-S346 (2017); 2017: P-06-01-04, S203 (in Slovakia).
26. Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Pletenev P.A. On hygienic standardization of pesticides in the soil. [VIII all-Russian research-to-practice conference of young scientists and specialists of Rosпотребнадзор "Modern problems of epidemiology and hygiene", Moscow, November 1-3, 2016]; 2016: 195 (in Russian).
27. Nikolaeva N.I., Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Klimova N.N. Experimental studies of the migration-water indicator of derivative chloronitryl under hygienic standardization of pesticides in the soil. [Materials of the XI all-Russian Congress of hygienists and doctors: collection of articles. Moscow]; 2012; Volume II: 187-9 (in Russian).
28. Rakitskiy V.N., Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Pletenev P.A., Klimova N.N. Experimental research on studying ethametsulfuron methyl migration-ph harmful Index in soil-water system. Biomaterials and nanobio-materials: Including Russian-Hellenic Workshop and School Of Young Scientists. Materials of 8th International conference. Greece 07-14 May, 2017; Heraklion. Abstractbook: 16 (in Greece).
29. Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Pletenev P.A. On hygienic standardization of pesticides based on MCPA in soil. [VII Congress of the society of soil scientists. V.V. Dokuchaeva Pedology - food and ecological supply security of the country: materials of reports. Moscow- Belgorod]; 2016; Part 2: 90-2 (in Russian).
30. Sinitskaya T.A., Gromova I.P., Pletenev P.A. Hygienic rating of pesticide of the sulfonylureas class in soil. [Materials of the all-Russian research-to-practice conference with international participation devoted to the 125th anniversary of The Federal Budgetary Establishment of Science «Federal Scientific Center Of Hygiene Named After F.F.Erisman» «Hygiene, toxicology, occupational pathology: traditions and modernity»]; Moscow; 2016: 346-50 (in Russian)

References