

УДК 633.1

UDC 633.1

**СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ
ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ
ПЕСТИЦИДОВ В ЗЕРНЕ****METHODS FOR REDUCING THE
RESIDUAL CONTENT OF PESTICIDES IN
GRAIN***Е. С. Гашко, Е. С. Почтовик, Н. В. Гучева*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

katerinag1996@yandex.rupochtovik_katya@mail.rungucheva@gmail.com

Раскрыто содержание понятия «пестициды», дана их классификация. Рассмотрены способы обработки растений пестицидами. Представлены мнения ученых-исследователей о влиянии пестицидов на зерновые культуры, окружающую среду и здоровье человека. Приведена концепция экологизированной защиты зерновых культур. Проанализированы основные способы уменьшения остатков пестицидов в зерне. Сделаны выводы о перспективности исследования проблемы сокращения остатков пестицидов в зерне и продуктах его переработки.

Ключевые слова: пестициды, зерно, способы снижения содержания пестицидов, окружающая среда, человек.

Введение. В научной сфере существуют различные мнения о влиянии пестицидов на зерновые культуры, окружающую среду и здоровье человека. Одни исследователи считают, что пестициды не могут нанести никакого вреда человеческому организму, так как к моменту сбора урожая они практически полностью разлагаются. Но из сельскохозяйственной практики известно, что пестициды используются не только при выращивании зерна, но и при его хранении. Другие утверждают, что после обработки растений данными веществами количество вредителей только увеличивается, так как вместе с ними погибают и хищники, которые их уничтожали. Существует даже такое мнение, что применение пестицидов не только не сказывается отрицательно на технологических свойствах и качестве зерна, но и благоприятно влияет на них. Но более распространенная точка зрения в научных кругах такова, что пестициды при том, что дают огромный производственный эффект, иногда отрицательно влияют на состав и свойства зерна и других продуктов сельскохозяйственного производства (например, в опубликованных материалах имеются данные о снижении в результате применения пестицидов в зерне пшеницы и ржи ряда витаминов (тиамина, рибофлавина), а также их остаточное содержание в продуктах пагубно сказывается на здоровье человека и экологии, особенно при возросшей техногенной нагрузке на окружающую среду [1].

E. S. Gashko, E. S. Pochtovik, N. V. Gucheva

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

katerinag1996@yandex.rupochtovik_katya@mail.rungucheva@gmail.com

The article gives an understanding of pesticides and their classification. It considers the methods of treating plants with pesticides. The views of scientists-researchers on the effects of pesticides on crops, the environment and human health are presented. The concept of ecologically sound crop protection is given. The main ways of reducing pesticide residues in grain are provided. The conclusions are drawn on the prospects of research of the problem of reducing pesticide residues in grain and its processing products.

Keywords: pesticides, grain, ways to reduce pesticides, environment, people.

Исследования влияния пестицидов на организм человека выявили, что даже малые дозы могут вести к тяжелым нарушениям здоровья. Например, ученые заметили, что пестициды, накапливаясь в крови, способствуют устойчивости тканей к инсулину. В журнале *Diabetes Care* в 2011 году были опубликованы результаты исследований: люди с ожирением и повышенным содержанием хлорорганических пестицидов в теле имеют более высокий риск развития диабета 2 типа. По данным исследования 2012 года, опубликованным в журнале *Environmental Health Perspectives*, пестициды, действуя как поддельная версия естественных гормонов, приводят к метаболическому синдрому и ожирению. Более 260 различных исследований связывают пестициды с раковыми заболеваниями, включая лимфому, лейкемию, саркому мягких тканей, рак мозга, молочной железы, простаты, костного мозга, щитовидной железы, печени, лёгких и толстого кишечника. Также пестициды отрицательно влияют на печень. Чаще всего именно у работников крупных промышленных предприятий, связанных с химическим производством, диагностируется токсический цирроз печени. Особенно часто такое заболевание встречается среди работников предприятий, на которых в производственных процессах задействованы пестициды, инсектициды, фосфор, мышьяк, фенол и некоторые другие вещества. При этом для возникновения заболевания не обязательно постоянно работать с такими веществами на протяжении многих лет, иногда достаточно единичного непродолжительного контакта, в результате которого происходит отравление организма.

По мнению специалистов, пестициды оказывают отрицательное воздействие на репродуктивную систему человека. К примеру, атразин ведёт к повышению числа выкидышей и росту бесплодия, а хлорпирифос вызывает падение уровня тестостерона в мужском организме. В 2010 году ученые Гарвардского университета, изучая влияние пестицидов на внутриутробное развитие ребенка, установили, что пестициды повышают риск возникновения заболеваний лёгких в будущем, а также образования врожденных дефектов, таких как синдром Дауна, заячья губа и косолапость. Химические вещества пестицидов, воздействуя на гены во время внутриутробного развития, а также в первые годы жизни ребёнка, нарушают нормальное неврологическое функционирование организма, что может привести к аутизму.

Дети особенно чувствительны к пестицидам. Исследователями Канады и США был доказан такой факт, что пестициды повинны в гиперактивности у детей. Канадские ученые провели наблюдение за 1131 ребенком в возрасте от 8 до 15 лет, выделив группу детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности. На основе анализов мочи они обнаружили, что риск развития указанного синдрома вдвое выше у тех ребят, в моче которых была отмечена повышенная концентрация диметилтиофосфата, то есть продукта распада фосфорорганических соединений. В Америке насчитывается около 5 млн детей с гиперактивным синдромом. Учёные выявили, что люди, подвергавшиеся длительному воздействию пестицидов, более чем на 70 % чаще заболевают болезнью Паркинсона, которой страдают примерно 6,5 млн человек в мире. По данным международной организации здравоохранения, из 320 разрешённых к применению пестицидов 66 являются доказанными канцерогенами. Около 25 млн человек имеют болезни вследствие употребления завышенного количества пестицидов, у почти 500 тысяч ежегодно диагностируются прямые отравления пестицидами. Около 10 % из общего числа отравленных пестицидами умирают, а многие из выживших остаются инвалидами или приобретают хронические заболевания. Отравление пестицидами очень сложно диагностировать напрямую, поскольку в результате их воздействия возникают симптомы, присущие клинической картине

совершенно различных заболеваний. Эти и другие исследования доказывают, что вред от пестицидов ведёт к тяжелым нарушениям здоровья человека [2–5].

Не только человек подвержен опасному влиянию пестицидов, но и окружающая среда. Пестициды поражают различные компоненты природных экосистем: уменьшают биологическую продуктивность фитоценозов, видовое разнообразие животного мира, снижают численность полезных насекомых и птиц. Длительное, а особенно неправильное (в разрушенной таре и на непригодных складах) хранение пестицидов приводит к сильному загрязнению окружающей среды: почвы, водных источников (в том числе питьевых), в целом биосферы и агроландшафтов. Оно ведет к появлению устойчивых к ним видов организмов. Например, сейчас уже 110 видов наиболее опасных фитопатогенных грибов стали высокоустойчивыми к 50 наиболее распространенным фунгицидам. А ведь грибные болезни вызывают 80 % потерь урожая сельскохозяйственных культур. Из-за применения пестицидов погибают не только сельскохозяйственные вредители, но и хищники (естественные враги вредителей), а также другие полезные животные. Особую опасность представляют хранящиеся стойкие органические загрязнители: хлорорганические соединения, ртутьорганические протравители, а также обладающие высокой токсичностью фосфорорганические и медьсодержащие пестициды, нитросоединения. Пестициды распространяются на большие пространства, весьма удаленные от мест их применения. Например, часть пестицидов, не достигших растений, подхватывается ветром и попадает в различные экосистемы, включая океан, пресноводные водоемы, наземные биомы и др. Пестициды могут в значительных количествах накапливаться в почвах и долгое время сохраняться в них [6].

Пестициды наряду со своим прямым назначением (борьба с различными паразитами, сорняками, вредителями зерна и зернопродуктов, а также с переносчиками опасных заболеваний человека и животных), оставаясь в зерне, задерживают развитие микроорганизмов и снижают потери зерна при хранении. Но эти сельскохозяйственные ядохимикаты могут быть опасны как для окружающей среды, так и для человека, поэтому проблема сокращения остатков пестицидов в зерне и продуктах его переработки особенно остро стоит на сегодняшний день [1]. И именно этой проблеме посвящено данное исследование. Цель его — проанализировав существующие способы снижения содержания остаточных количеств ядохимикатов в зерне, определить наиболее эффективный из них.

Основная часть. При производстве зерна приходится иметь дело с пестицидами, представленными на рис. 1 [7].

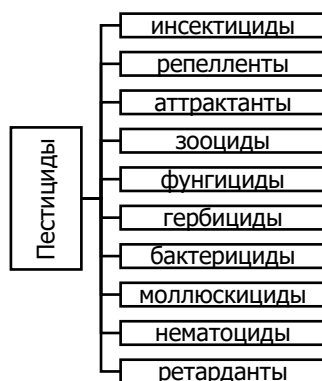


Рис. 1. Классификация пестицидов по целевому назначению

В практике защиты растений находят применение такие способы обработки пестицидами, как на рис. 2 [8].



Рис. 2. Классификация способов обработки пестицидами

Рассмотрим влияние пестицидов на сами растения зерновых культур и собранный урожай. Пестициды, проникшие в растения, приводят к подавляющему или, напротив, стимулирующему результату в общем его состоянии, росте и развитии. Хлорорганические и фосфорорганические соединения при влиянии на растения значительно нарушают физиологические и биохимические процессы. При обработке растений гербицидами снижается интенсивность фотосинтеза. Если пестициды применяют в умеренных дозах при оптимальных условиях температуры, достаточном количестве доступных растениям питательных веществ, отсутствии дефицита влаги, это объясняет стимулирующее влияние препаратов на защищаемые растения, их развитие и рост, накопление ценных компонентов. Более существенный результат проявляется при использовании инсектицидов в промежутки интенсивного роста растений. Использование химических веществ в повышенных дозах приводит к глубоким изменениям в обмене веществ растений. На определенном уровне воздействия пестицида растения не могут справиться с нарушениями физиологических функций, наступают необратимые процессы, негативно влияющие на рост и развитие, а в некоторых случаях приводят к их гибели.

Одно из направлений исследований нацелено на борьбу с полеганием хлебов с целью выведения устойчивого к нему сорта. В последние годы применяют регуляторы роста растений — ретарданты. Чаще иных ретардантов применяют хлорхолинхлорид (препарат Тур) и его аналоги. Под воздействием этого препарата утолщаются стенки соломины и укорачивается стебель, растения становятся устойчивыми к полеганию. Итоги изучения воздействия препарата Тур на качество зерна и его технологическое достоинство двойственны. Одни ученые пришли к выводу о положительном воздействии его на содержание клейковины, белка и на хлебопекарные достоинства пшеничной муки. Препарат Тур вызывает небольшое увеличение азота и уменьшение фосфора в зерне пшеницы. Содержание белков при этом не меняется, однако возникает направленность к повышению неклеяковинных при одновременном снижении клейковинных фракций белка. Количество клейковины снижается (на 5% к контролю). Фракционный состав фосфорсодержащих соединений также изменяется: фосфор минеральный, нуклеотидный и сахарофосфатный снижается на 6–15 %, фосфор липидный, нуклеиновый и протеиновый возрастает на 6 %. Проведены обширные исследования качества и хлебопекарного достоинства зерна пшеницы Мироновская 808 и Мироновская юбилейная, выращенного с обработкой препаратом Тур на обычном и для сравнения на повышенном агрофоне. Хлебопекарное достоинство пшеницы двух видов оказалось хорошим как на обычном, так и на высоком агрофоне. При опрыскивании растений препаратом Тур на высоком агрофоне был приобретен максимальный объемный выход хлеба (730 см³). Если по натуре, массе 1000 зерен и стекловидности зерна не

наблюдалось значительных расхождений, то все показатели хлебопекарного достоинства (содержание белка и клейковины, ее качество, объемный выход хлеба) в условиях высокого агрофона и применения препарата Тур стали лучше [1, 9].

По статистике, самое большое количество ядохимикатов используется в Юго-Восточной и Средней Азии (54 кг на 1 га), тогда как в США (одной из самых неблагоприятных стран по чистоте сельхозпродукции, они занимают второе место по «плохости») — всего лишь 5–10 кг на 1 га. В Европе только лишь в Италии уровень применения пестицидов существенно ниже нормы — 0,4 кг на 1 га (европейская норма — 1 кг на 1 га). А в таких странах, как Австрия, Дания, Греция, Португалия, Польша, Франция, Швеция, Испания, Чехия и Словакия, этот уровень зашкаливает практически до смертельных (более 60 % продукции, идущей на экспорт из этих стран, превышает любые нормы, не говоря уже о европейских). Что касается объемов применения пестицидов в Российской Федерации, то Российским сельскохозяйственным центром были опубликованы следующие данные: за I полугодие 2014 г. в Российской Федерации было применено 23,8 тыс. т пестицидов, расход химических средств защиты растений составил около 23,3 тыс. т, или 97,9 % от их общего объема использования. В 2013 г. на территории Российской Федерации было использовано 53,88 тыс. т, в том числе 52,88 тыс. т химических пестицидов, что составляло 98,1 % от использованного количества средств защиты растений. В 2012 г. было израсходовано 53,6 тыс. т пестицидов. Расход химических средств составлял около 52,7 тыс. т, или 98,1 % от общего количества использованных пестицидов. Данные представлены на рис. 3.

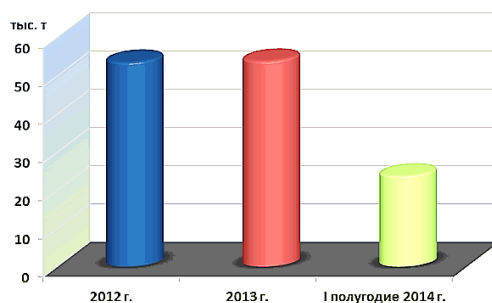


Рис. 3. Объемы применения пестицидов в Российской Федерации в 2012–2014 гг. (I полугодие)

На рис. 4 представлены объемы применения пестицидов в федеральных округах Российской Федерации в 2012–2014 гг. (I полугодие).

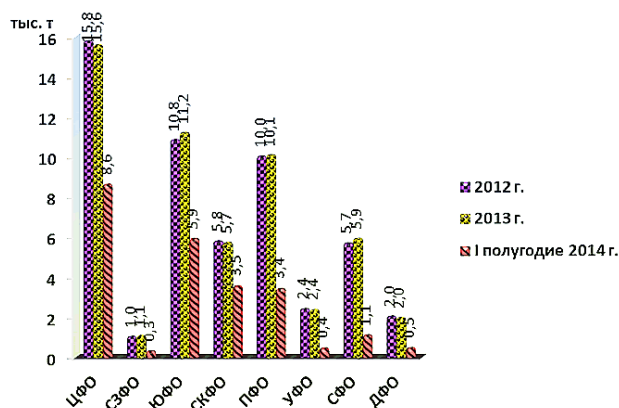


Рис. 4. Применение пестицидов в федеральных округах Российской Федерации в 2012–2014 гг. (I полугодие)

За первое полугодие 2014 года наибольший расход средств защиты растений отмечен в Центральном (5,6 тыс. т), Южном (5,9 тыс. т), Приволжском (3,4 тыс. т) федеральных округах. В 2013 и 2012 гг. наибольшие объемы применения пестицидов также зафиксированы в Центральном (в 2013 г. — 15,6 тыс. т, в 2012 г. — 15,8 тыс. т), в Южном (в 2013 г. — 11,2 тыс. т, в 2012 г. — 10,8 тыс. т), в Приволжском (в 2013 г. — 10,1 тыс. т, в 2012 г. — 10,0 тыс. т) федеральных округах. В Центральном федеральном округе в 2013 г. было израсходовано на 0,2 тыс. т пестицидов меньше, чем в 2012 г. В Южном и Приволжском федеральных округах объем использованных средств защиты увеличился на 0,2 тыс. тонн и на 0,1 тыс. тонн соответственно. Наименьший расход пестицидов зафиксирован в Северо-Западном и Дальневосточном федеральных округах [5, 10].

Развитие современной аграрной науки лежит в русле увеличения урожайности зерновых культур и сохранения запасов зерна. Одним из способов достижения этих целей является обработка посевов и зерна пестицидами. Но многие из них являются токсичными и могут наносить вред здоровью человека, в связи с этим остаточное содержание пестицидов в зерновом сырье и продуктах регламентировано и строго контролируется ГОСТом 13496.20-2014. Поэтому и с точки зрения охраны окружающей среды актуальной является разработка способа снижения остаточного содержания пестицидов в зерне. На сегодня известны разные способы снижения содержания остаточных количеств пестицидов в зерне. По стойкости во внешней среде пестициды характеризуются как умеренно стойкие вещества, сохраняющие биологическую активность в течение 1–6 месяцев. При хранении, транспортировании, а также в ходе обработки зерна (аэрирование, мойка, размол, выпечка хлеба) содержание пестицидов в зерне может понижаться. Стабильность остатков пестицидов зависит от реакции среды. Как известно, большинство пестицидов концентрируется на поверхности зерна, фактически не проникая внутрь. Следовательно, первым шагом обработки зерна является мойка. Она может осуществляться водой, растворами щелочей, поверхностноактивными веществами. Однако мойка малоэффективна и дорогостоящая (т.к. соотношение между объемами зерна и моющей жидкости должно быть не менее 1:5). Значительное уменьшение остатков пестицидов в зерне достигается при воздействии физическими методами, в частности, нагреванием. Но наиболее эффективным способом считается очистка от наружных частей зерна. При удалении оболочек достигается высокий уровень освобождения от пестицидов — на 80–90 %, но такие пестициды, как ливинфос, монокротофос, ортен, дравин, темик, кропетон, удаляются менее чем на 50–70 %. Термообработка зерна, в которое внесен пестицидный препарат ДДВФ (фосфорорганическое соединение, инсектицид широкого спектра применения), не полностью разрушает остатки пестицида в зерне. Обработка зерна лучом лазера с мощностью 25×10^{-3} Вт на протяжении 2–2,5 мин. гарантирует более интенсивное снижение остаточного содержания пестицидов 2,4-ДА, ДДТ и ГХЦГ (инсектициды из класса хлорорганических соединений). Специфичность энергоподвода разрешает сберечь качество продукта методом исключения его нагрева. Режимы лазерной обработки зерна установлены экспериментальным путем. Итоги представлены в табл. 1. Как видно на табл. 1, при обработке зерна на протяжении 2–2,5 мин. имеется максимальное снижение по всем пестицидам. Таким образом, оптимальное время обработки зернового сырья лазером 2–2,5 минуты. Деструкция пестицидов обусловлена активацией ферментных систем под действием лазера, в частности, липоксигеназы, катализирующей окисление некоторых полиненасыщенных жиров в перекисные соединения. Пестициды обладают хорошей растворимостью в жирах, и остаточные количества их локализованы в основном в периферийных частях зерновки, богатых липидами.

Таблица 1

Режимы лазерной обработки зерна

Остаточное содержание пестицидов, мг/кг	Длительность лазерной обработки, мин.				
	1	1,5	2	2,5	3
2,4-ДА	0,130	0,118	0,070	0,064	0,112
ДДТ	0,078	0,067	0,014	0,050	0,048
ГХЦГ	0,082	0,083	0,023	0,062	0,065

Активация липолитических ферментов вызывает гидролиз липидов, в процессе которого происходит распад и пестицидных остатков. Проведены опыты по определению активности липоксигеназы и содержания гидроперекисных соединений в исследованном зерне. Полученные данные представлены в табл. 2 и 3. По ним заметна активность липоксигеназы, и содержание гидроперекисей увеличивается на временном отрезке 1–2,5 минуты. Более оптимальный отрезок времени по снижению содержания пестицидов входит в этот промежуток. Данный способ осуществляется следующим образом. Зерно подвергают лазерной обработке гелий-неоновым лазером ЛГН-210 на протяжении 2–2,5 минуты. Мощность лазера составляет 25×10^{-3} Вт. Предложенный способ позволяет сохранить исходные технологические свойства зерна: его мукомольные и хлебопекарные качества [11–13].

Таблица 2

Определение активности липоксигеназы в исследованном зерне

Длительность лазерной обработки, мин.	1	1,5	2	2,5	3
Активность липоксигеназы, %	108	114	112	117	106

Таблица 3

Содержание гидроперекисных соединений в исследованном зерне

Длительность лазерной обработки, мин.	1	1,5	2	2,5	3
Содержание гидроперекисей, %	128	117	100	117	94

Детальное изучение данной проблемы показывает, что применение химических средств защиты часто приводит к резкому нарушению равновесия в экосистемах и частичной аккумуляции этих веществ в почве и растениях. Химический метод в защите растений следует применять в крайнем случае, когда другие приемы и методы становятся неэффективными. В случае применения пестицидов необходимо выбирать такие препараты, которые обладают меньшей токсичностью. Актуальным является развитие концепции экологизированной защиты зерновых культур, стоит даже задуматься о том, чтобы полностью отказаться от использования пестицидов. Данная концепция предполагает применение безопасных средств и методов защиты растений, но предпочтительно не химических, а организационно-хозяйственных, агротехнических и биологических. В основе одного из таких методов лежат природные естественные явления сверхпаразитизма и антибиоза (фунгистазис, супрессивность), регулирующие взаимоотношения между сапрофитной и патогенной микробиотой. Взаимоотношения возбудителей болезней с

почвенными микроорганизмами многообразны. Чаще всего они носят антагонистическую направленность, которую можно свести к двум основным типам воздействия:

- фунгицидному — антагонист вызывает гибель других организмов;
- фунгистатическому — антагонист создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности других объектов главным образом путем выделения антибиотических и других специфических веществ.

Действие почвенного фунгистазиса заключается в ограничении мицелиального роста грибов и задержки прорастания покоящихся форм патогенов. Фунгистазис слабо проявляется в нижних слоях почвы, где мало микроорганизмов, а также в деградированных почвах. Внесение органических веществ стимулирует «провокационное» прорастание патогенов, способствуя очищению почвы от инфекции. Биотический состав здоровой почвы реализуется посредством ее самоочищения от загрязняющих веществ и вследствие супрессии (подавления) фитопатогенной микробиоты симбиотрофными и ризосферными супрессорами-антагонистами-антибиотикопродуцентами. Супрессивность (свойство здоровой почвы подавлять фитопатогены и другие вредные организмы, обусловленное совокупным действием ее биологических, физико-химических и агрохимических характеристик) возникает в агроценозе за счет агротехнических приемов, которые обеспечивают устойчивость микромицетов, активирование и регулирование микробоценоза вследствие разложения растительной массы, подавление активности патогенных грибов и ограничение их развития антагонистами и гиперпаразитами. Фунгистазис почвы и супрессивность можно повысить внесением органического вещества в виде пожнивных остатков и сидеральных культур, регулированием pH почвы, внесением минеральных удобрений, а также соблюдением севооборота [13].

На примере Японии рассмотрим замену обычных пестицидов на биопестициды. Известно, что в Японии самая высокая средняя продолжительность жизни. Там применяется очень много пестицидов: 12 кг на один га. Но используются не химические препараты, страшно токсичные и не разлагающиеся в природе, а биопестициды, которые под воздействием природных факторов полностью разлагаются на абсолютно безвредные фракции. Причём следует отметить, что биопестициды были разработаны в СССР и успешно применялись, но в настоящее время этот метод утрачен. Статистика применения биотехнологий в сельском хозяйстве представлена на рис. 5. Россия, кстати, не самая загрязнённая ядохимикатами страна, здесь до сих пор используют от 0,5 до 1 килограмма на гектар, что соответствует европейским нормам [5].

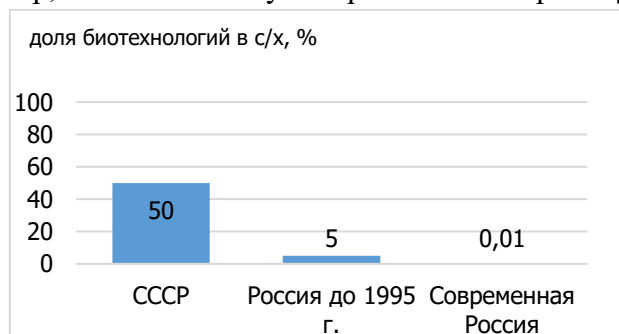


Рис. 5. Применение биотехнологий в сельском хозяйстве

Заключение (выводы). Тщательный анализ проблемы применения пестицидов в сельском хозяйстве позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний день существует множество различных способов снижения содержания их остаточных количеств в зерне. Наиболее

эффективный из них — это использование лазерной обработки зерна. Тем не менее по-прежнему необходим поиск новых путей решения проблемы пестицидов, снижения их пагубного влияния на человека, на окружающую среду. В перспективе человечество должно полностью отказаться от химических средств и перейти на экологизированную защиту зерновых культур.

Библиографический список

1. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. — Москва : Агропромиздат, 1989. — 368 с.
2. Чем опасен токсический цирроз? [Электронный ресурс] / Цирроз 03. — Режим доступа : <http://cirroz03.ru/types/chem-opasen-toksicheskij-cirroz> (дата обращения: 15.04.17).
3. Что пестициды делают с вашим организмом [Электронный ресурс] / Mixednews. — Режим доступа : <http://mixednews.ru/archives/27389> (дата обращения: 26.11.16).
4. Полномочнов, А. В. Пестициды: польза и вред / А. В. Полномочнов, С. С. Остроумов [Электронный ресурс] / Россельхозцентр. — Режим доступа : <https://rosselhoccenter.com/regions/sibirian/irkutskaya-oblast/8655-pestitsidy-polza-i-vred> (дата обращения: 24.03.17).
5. Пестициды — смерть в красивой упаковке [Электронный ресурс] / Yulia Ivanchey. — Режим доступа : <http://yulivanchey.com/> (дата обращения: 11.04.2017).
6. Влияние на окружающую среду [Электронный ресурс] / Природа вокруг нас. — Режим доступа : <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-556-1.html> (дата обращения: 06.03.17).
7. Ядохимикаты (пестициды) [Электронный ресурс] / Знай товар. — Режим доступа : <https://znaytovar.ru/s/yadoximikaty-pesticity.html> (дата обращения: 06.03.17).
8. Способы применения пестицидов [Электронный ресурс] / Реф.ру. — Режим доступа : http://referatwork.ru/category/meditsina/view/163474_sposoby_primeneniya_pesticidov (дата обращения: 06.03.17).
9. Действие пестицидов на растения и биоценозы [Электронный ресурс] / Агроархив. — Режим доступа : <http://agro-archive.ru/zaschita-rasteniy/189-deystvie-pesticidov-na-rasteniya-i-biocenozy.html> (дата обращения: 15.04.17).
10. О тенденциях в применении пестицидов в Российской Федерации в современных условиях [Электронный ресурс] / Российский сельскохозяйственный центр. — Режим доступа : <https://rosselhoccenter.com/analitika/3862-o-tendentsiyakh-v-primenenii-pestitsidov-v-rossijskoj-federatsii-v-sovremennykh-usloviyakh> (дата обращения: 07.04.17).
11. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения остаточных количеств пестицидов: ГОСТ 13496.20-2014 [Электронный ресурс] / StandartGOST. — Режим доступа : https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_13496.20-2014 (дата обращения: 02.11.17).
12. Технологические способы снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах питания [Электронная версия] / Студопедия. — Режим доступа : http://studopedia.ru/8_103659_tehnologicheskie-sposobi-snizheniya-ostatochnih-kolichestv-pestitsidov-v-pishchevom-sire-i-produktah-pitaniya.html (дата обращения: 15.04.17).
13. Ямалиева, А. М. Экологически безопасные технологии защиты зерновых культур / А. М. Ямалиева // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». — 2015. — № 1. — С.37–39.