

# МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

О.Г. Задорожный, И.А. Суторихин

В данной работе приведены данные по токсичности применяемых пестицидов, рассматриваются влияние пестицидных препаратов на окружающую среду. Описывается полученный опыт по мониторингу применения химических средств защиты растений. Приводятся опытные данные, характеризующие оценку качества внесения пестицидов на территории Алтайского края

## ВВЕДЕНИЕ

Химические средства защиты растений широко применяются в сельском хозяйстве для снижения потерь урожая от вредителей и болезней. В Алтайском крае ежегодно вносится около 700 тонн пестицидов в небольшой временной период. Постоянно увеличивается количество применяемых препаратов. Наиболее наглядно это видно на росте числа применяемых гербицидов. В 2003 г. в крае применялось 71 вид препаратов для химпрополки, в 2004 г. – 89, а в 2005г. было применено 99 различных препаратов.

Ядохимикаты оказывают помимо прямого токсического влияния еще и косвенное воздействие, вызывая изменения в экосистеме в целом. Экологические проблемы, возникающие вследствие неконтролируемого применения химического метода защиты растений ставят под угрозу стабильность природной системы и здоровье населения.

Для снижения отрицательного воздействия на биосферу необходимо осуществлять мероприятия по контролю качества и управлению применением химических препаратов.

Для этой цели необходимо проводить экологический мониторинг- систему наблюдений, позволяющую выделить изменения состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности [1]. При помощи экологического мониторинга должно осуществляться прогнозирование, лежащее в основе дальнейшего применения пестицидов. Это позволит приблизиться к оптимальному ведению сельскохозяйственной деятельности, не ведущему к глубоким переменам в окружающей человека природной среде.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Существуют различные классификации пестицидных препаратов, отражающие их те или иные физико- химические свойства.

Пестициды подразделяются по персистентности — продолжительности сохранения биологической активности в окружающей

среде или ее отдельных объектах (атмосфере, почве, гидросфере) [2]

В таблице 1 приведены основные группы по продолжительности действия.

Таблица 1  
Классификация по продолжительности действия

Группа	I	II	III	IV	V	VI
Продолжительность действия, мес.	менее 3	3- 6	6- 12	12-18	18- 24	Более 24

Персистентность химического препарата может меняться в разных климатических условиях и объектах окружающей среды. например, в почве продолжительность действия препарата зависит от характера почвы, влажности и температуры воздуха[2].

Так же выделяют группы пестицидных препаратов по деградации – времени разложения в окружающей среде до образования простых химических соединений, не представляющих опасности для человека и других живых организмов [2]. В таблице 2 приведены основные группы по деградации:

Таблица 2  
Классификация по времени распада

Группа	I	II	III	IV	V	VI
Период разложения, мес.	более 18	18	12	6	3	менее 3

Однако наибольшее значение имеет классификация пестицидов по токсичности. Она характеризует способность пестицидных препаратов при определенных дозах вызывать нарушение жизнедеятельности организма, а при других – отравление и гибель [2].

В таблице 3 приведена классификация по токсичности. К первому классу опасности относятся хлорорганические и ртутьсодержащие пестициды. Ко второму относятся фосфорорганические соединения. К третьему

## МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

относятся соединения, содержащие медь, свинец, цинк. К четвертому классу опасности относятся фторсодержащие пестицидные препараты.

Таблица 3  
Классификация пестицидов по токсичности

Класс опасности	I	II	III	IV
Токсичность	особо токсичные	высоко-токсичные	средне-токсичные	малотоксичные
Летальная доза, ЛД <sub>50</sub> , мг/г	до 50	50-200	200-1000	более 1000

### ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

В настоящее время пестицидные препараты I класса опасности на территории Алтайского края практически не применяются. Наиболее масштабным является применение гербицидов 2 и 3 класса опасности. В 2005 году было внесено 638 тонн химических препаратов для проведения химпрополки. По сравнению с объемами применения гербицидов, применение инсектицидов незначительно (10,5 тонн), а фунгицидные обработки в данной статье не рассматриваются (за год внесено 0,25 тонны). На рис. 1, 2, 3, 4 показано соотношение числа и объема применяемых инсектицидов и гербицидов различных классов опасности на территории края (по данным краевой станции защиты растений).

Не смотря на отсутствие применения препаратов I класса опасности, большие объемы внесения и разнообразие средне- и высокотоксичных веществ не могут не оказывать воздействия на окружающую среду.

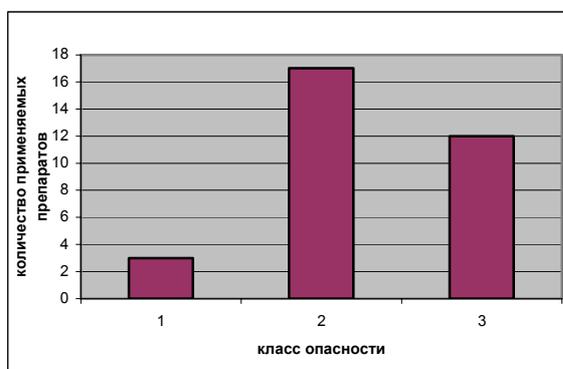


Рисунок 1 – Соотношение числа применяемых инсектицидов разных классов опасности в Алтайском крае в 2005 году

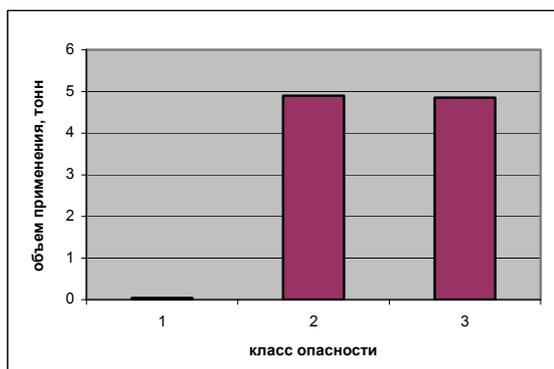


Рисунок 2 – Соотношение объемов применяемых инсектицидов разных классов опасности в Алтайском крае в 2005 году

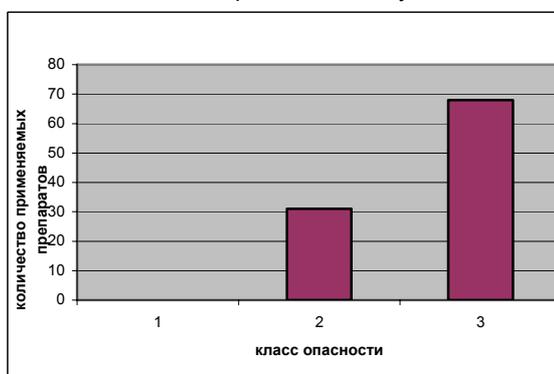


Рисунок 3 – Соотношение числа применяемых гербицидов разных классов опасности в Алтайском крае в 2005 году

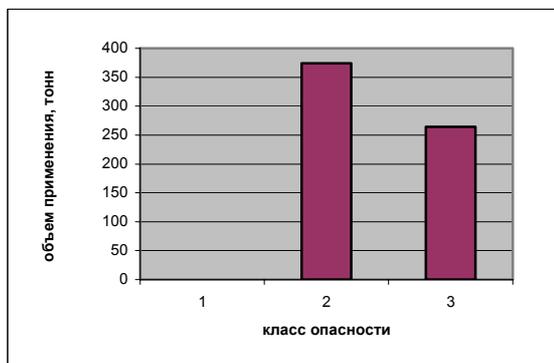


Рисунок 4 – Соотношение объемов применяемых гербицидов разных классов опасности в Алтайском крае в 2005 году

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Применение химических средств защиты растений должно обязательно сопровождаться оценкой экологических последствий. Пестициды оказывают помимо прямого токсического влияния на клеточном и организменном уровне еще и косвенное воздействие, вызы-

вая изменения в экосистеме, связанные с нарушением трофических цепей.

При медленном разложении химическое вещество на большой период становится постоянным компонентом окружающей среды. Считается, что в процессе вегетации, хранения и переработки культурных растений концентрация химических веществ применяемых для защиты растений, в пищевых продуктах снижается до уровня, безопасного для человека. В природных условиях живые организмы вынуждены обитать в среде, загрязненной пестицидами, на протяжении его срока сохранения. Это приводит к нестабильности трофической цепи - растения, фитофаги, энтомофаги. Постоянное воздействие на экосистему нарушает ее устойчивость, что ведет к деградации и распаду. Опасность загрязнения экосистем пестицидами зависит от длительности сохранения их остатков в обработанных растениях и почве.

Действие пестицидов основано на их избирательной токсичности. Избирательная токсичность основана на физиологических и экологических особенностях организмов-мишеней. Физиологическая избирательность основана на особенностях конкретного вида - плохая проницаемость покровов, быстрый вывод из организма и др. Экологическая избирательность основана на особенностях жизненной активности организма (нахождение в недоступных укрытиях, неуязвимая фаза развития, разное отношение к теплу и свету.)

Применение различных видов пестицидов имеет свои экологические особенности.

Воздействие при применении гербицидов оказывается на структуру растительных сообществ. Уничтожение сорной растительности приводит к сокращению разнообразия фитофагов, исчезновения видов, питающихся сорняками, а так же связанных с ними паразитов и хищников, которые связаны с данными видами фитофагов. Под влиянием гербицидов изменяются свойства мест обитания, в первую очередь структура и микроклиматические условия. Происходит временное повышение освещенности и уменьшения влажности поверхности почвы, увеличивается амплитуда температур. При этом многие виды как фитофагов, так и энтомофагов не выдерживают этих изменений. Увеличивается смертность, снижается численность, уменьшается плотность популяций. Такие последствия приводят к исчезновению ряда видов и упрощению сообществ. Загрязнение герби-

цидами нецелевых экосистем приводит к обеднению флоры и фауны [4].

Считается, что применение инсектицидов не влияет на биомассу и продуктивность растительности. Основное воздействие оказывается на биомассу фитофагов. На следующем трофическом уровне тоже происходит сокращение хищников и паразитов не только из-за воздействия химических веществ, но и значительного сокращения пищи. Сокращение биомассы происходит на небольшой период. После изменения равновесной видовой структуры сообществ происходит ее восстановление за счет иммиграции с соседних территорий [4].

Еще одной проблемой является возникновение резистентности к пестицидам. Это способность популяций переносить дозы токсикантов, которые приводят к гибели большинства особей нормальной популяции вида. Увеличение дозировки и норм расхода ядохимикатов для борьбы с устойчивыми популяциями приводит к усилению загрязнения окружающей среды.

Возникновение резистентности к пестицидам является результатом естественного отбора. Целевому воздействию пестицида подвержена лишь часть популяции, находящаяся на поле в момент обработки. Часть популяции получает нелетальные дозы за счет сноса при обработке или в результате контакта с остатками токсиканта. Основой устойчивости к токсикантам является возникновение спонтанных мутаций, а так же проявление мутагенности химических препаратов. Это приводит к селекции пестицидом и возникновению изменений в природной популяции, приводящих к возникновению резистентности.

Наиболее эффективным методом преодоления резистентности к пестицидам является ротация применяемых препаратов. Ротация основана на изучении механизмов устойчивости и подборе препаратов с различными механизмами действия [4].

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ**

Для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду необходимо осуществлять оптимальное управление применением пестицидов. Для правильной организации управления качеством внесения пестицидов необходима организация системы мониторинга.

Мониторинг включает в себя:

## МОНИТОРИНГ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

- наблюдение за применением пестицидов;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз состояния и возможных изменений окружающей среды [1].

Система мониторинга применения пестицидов в Алтайском крае должна охватывать полностью не только посевные площади, подвергаемые химической обработке, но и прилегающие территории для полной оценки воздействия химического метода защиты растений на состояние окружающей среды.

Существует два вида контроля качества обработки химическими средствами защиты растений: технический и биологический.

Биологический контроль заключается в изучении фактического снижения уровня заражения территории после обработки.

Технический контроль подразумевает измерение физических показателей качества опрыскивания – равномерность распределения распыленной жидкости по ширине захвата машины, дисперсность (спектр размеров) распыляемой жидкости и густоты покрытия листовой поверхности [5].

Для проведения полевых измерений необходимо использование специализированной передвижной лаборатории. Оборудование лаборатории должно позволять производить следующие операции: отбор проб распыляемого раствора; замер массовой концентрации препарата; определение метеорологических параметров, которые необходимо учитывать при контроле работы опрыскивателей. Передвижная лаборатория монтируется на базе полноприводного автомобиля. Основываясь на полученных данных о характеристиках распыления применяемых опрыскивателей, вырабатываются рекомендации по проведению опрыскивания. Исследования, проведенные передвижной лабораторией аэрозольно-газовых измерений ИВЭП СО РАН в период с 2001 по 2002 год, позволили провести сравнение и дать рекомендации по использованию опрыскивательной техники. Использование ряда методов, как с использованием приборов, так и прямых наблюдений позволило получить комплексную оценку качества распыления каждой обследуемой установки. Далее приведены в таблицах 4, 5, 6 и на рис. 5, 6, 7 полученные характеристики представителей основных видов опрыскивающих систем:

- авиационные установки;
- штанговые опрыскиватели;
- газодинамические установки.

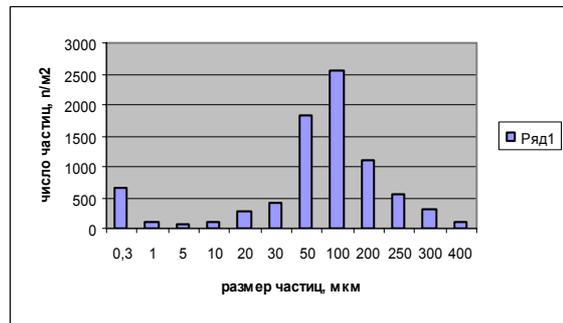


Рисунок 5 – Спектр размеров установки на базе самолета АН -2

Таблица 4  
Характеристика установки на базе самолета АН -2

Характеристика	Величина
Соответствие норме внесения	93%
Ширина полосы обработки (м):	
Заявленная	40
Измеренная	42
Преимущественный размер частиц (мкм)	100 -150
Однородность покрытия	Равномерная
Вынос частиц за полосу обработки (%)	Менее 2

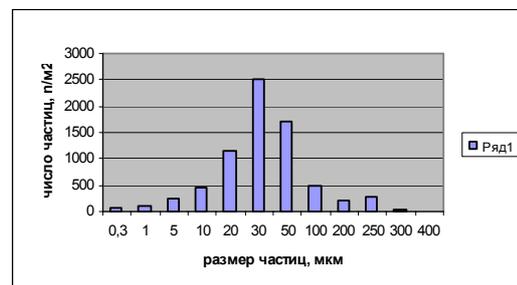


Рисунок 6 – Спектр размеров частиц установки кр -0295 на базе автомобиля ниссан

Таблица 5  
Характеристика универсальной опрыскивательная система КР -0295 с автоматизацией системы управления расходом рабочей жидкости на базе автомобиля нисан\*

Характеристика	Величина
Соответствие норме внесения	100
Ширина полосы обработки (м):	
Заявленная	20
Измеренная	21
Преимущественный размер частиц (мкм)	20-50
Однородность покрытия (%)	100**
Вынос частиц, (%)	–

Примечание. \*Особые условия - для контроля за движением по полю и заливки ширины захвата используется навигационная система gps

состыкованная с персональным миникомпьютером. Приводится электронная распечатка обработанных полей с привязкой к карте полей хозяйств  
 \*\* равномерная по полосе обработки

К основному недостатку авиационных установок на базе самолета АН-2 следует отнести вынос мелких частиц за границы обрабатываемых полей. Установка КР-0295 на базе автомобиля ниссан обладает наиболее высокими характеристиками распыления препаратов. Решающее влияние на качество оказывает наличие автоматизацией системы управления расходом рабочей жидкости и навигационной установкой GPS. Применение современных технологий навигации и управления опрыскиванием позволяет добиться высокого качества обработки.

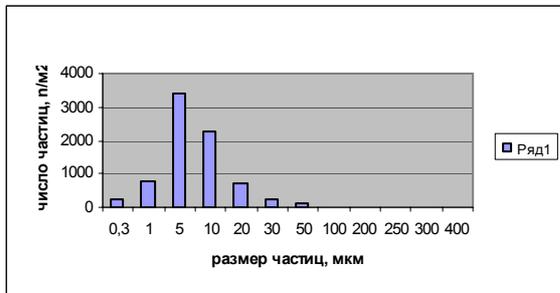


Рисунок 7 – Спектр размеров частиц установки ГРД

Таблица 6  
 Характеристика установки ГРД на базе автомобиля ЗИЛ -131

Характеристика	Величина
Соответствие норме внесения	84%
Ширина полосы обработки (м):	
Заявленная	450
Измеренная	400
Преимущественный размер частиц (мкм)	5-10
Однородность покрытия	Неравномерная*
Вынос частиц за полосу обработки (%)	Менее 3

Примечание. \* Максимальная 1 литр/гектар на расстоянии 20-50 метров от установки, на расстоянии 350 метров – 0,15 литр/гектар

Однородность покрытия уменьшается по экспоненте до расстояния порядка 400 метров. данная установка применима только для проведения инсектицидных обработок

На основе данных характеристик распыления, полученных в результате исследований применения установок для различных видов обработок (инсектицидные, фунгицидные, гербицидные) предложена оптимизация выбора установки для конкретного вида обработки

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученный опыт проведенных исследований должен стать основой для формирования системы мониторинга применения химических средств защиты растений. Полученные наработки позволяют исследовать характеристики распыления опрыскивательных систем, проводить оценку качества работы, на этой основе делать прогнозы и давать практические рекомендации по настройке и применению распылителей. Создание системы мониторинга и управление внесением пестицидов позволит обеспечить безопасность применения химических препаратов для человека и окружающей среды.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг состояния окружающей природной среды: Труды I Советско-английского симпозиума. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 260 с.
2. Мельников Н.Н. Пестициды и регуляторы роста растений: Справ. изд. – М., Химия, 1995. – 576 с.
3. Федоров Л.А., Яблоков А.В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. – М.: Наука, 1999. – 461 с.
4. Куценогий К.П. и др. Пестициды в экосистемах: проблемы и перспективы: Аналитич. обзор. – Новосибирск: ГПНТБ, 1994. – 142 с.
5. Дидио Ж.-Р., Фишер Д.-К., Лерх М. и др. Техника и технология безопасного применения средств защиты растений. – М.: Агропромиздат, 1991. – 186 с.
6. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
7. Задоржний О.Г., Суторихин И.А. Природопользование при применении пестицидов в сельском хозяйстве Алтайского края // Ползуновский вестник. – 2005. – №4, Ч. 2. – С. 142-147.