

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

О.Г. Задорожный, И.А. Суторихин

*В данной работе приведен обзор по аэрозольному применению пестицидов на территории Алтайского края, условиям их хранения, наличию техники для внесения препаратов, мониторингу качества обработки полей. Рассматриваются экологические проблемы, возникающие при использовании химического метода защиты растений в сельском хозяйстве, описываются факторы, влияющие на эффективность и качество обработки.*

### ВВЕДЕНИЕ

В современном сельском хозяйстве для борьбы с болезнями и вредителями широко применяется химический метод защиты растений. Использование пестицидов сопровождается риском оказания отрицательного воздействия на биосферу. Возможности загрязнения сельскохозяйственных земель, водоемов и воздушного бассейна, появления остаточных количеств пестицида в растительности должны постоянно учитываться при проведении обработки пестицидами для снижения негативного влияния сильнодействующих веществ. Несмотря на все минусы, применение пестицидов не имеет альтернативы в настоящее время по эффективности воздействия и простоте применения.

В Алтайском крае посевные площади занимают более 5 млн. га. По данным краевой станции защиты растений, ежегодно вредителями и болезнями поражается около пятой части от общей площади посевов.

Большие объемы применения и широкий ассортимент пестицидов требуют четкого соблюдения требований к качеству обработки и постоянного контроля для предотвращения загрязнения окружающей среды. Снижение отрицательного воздействия на окружающую среду, сохранение биосферы при повышении производительности труда и экономическом росте производства является основной задачей развития природопользования.

### ВИДЫ ПЕСТИЦИДОВ

Химические препараты применяют для повышения производительности труда в сельском хозяйстве и сокращения потерь урожая. Отсчет поколений пестицидов ведут обычно со времен первой мировой войны, когда в Германии в 1913 г. начали протравливать семена с применением ртутноорганических пестицидов [1].

После окончания второй мировой войны начался непрерывный рост применения и производства пестицидов. Химический метод стал основным в комплексе мер по защите растений. В 1965 г. в СССР производилось 32,3 тыс. тонн, в 1965 г. уже 103,2 тыс. тонн, а к 1975 г. объем производства достиг 257 тыс. тонн [2].

В настоящее время при помощи пестицидов в сельском хозяйстве решаются следующие задачи:

- 1- защита растений от вредоносных насекомых (инсектициды);
- 2- борьба с "сорной" и другой нежелательной растительностью (гербициды)
- 3- защита растений от болезней (фунгициды).

Для борьбы с вредными насекомыми используются инсектициды контактного, кишечного и внутрирастительного (системного) действия. Контактные инсектициды губительно воздействуют на насекомое при его соприкосновении с частицами действующего вещества, покрывающими после обработки поверхность растения. Кишечные инсектициды отравляют насекомое, питающееся листьями растений, при попадании в органы пищеварения. При применении инсектицидов системного действия происходит отравление всего растения, при этом гибнут насекомые, контактирующие или питающиеся листьями отравленного растения. Применяемые пестициды обычно обладают комплексным действием, сочетая контактное и кишечное.

Для уничтожения сорняков используют гербициды сплошного и избирательного действия. Гербициды сплошного действия действуют на все виды растений, избирательные действуют в основном против нежелательных растений ("сорняков"). В эту группу входят арборициды, предназначенные для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности, и альгициды, способ-

ствующие уничтожению водорослей и другой водной растительности.

Для борьбы с болезнями растений применяются фунгициды профилактического, системного и лечащего действия. Профилактические фунгициды обеспечивают защиту растения от возбудителей болезни, для их эффективного действия необходимо покрытие всей поверхности листьев растения. Лечащие фунгициды предназначены для борьбы с грибковыми заболеваниями, развившимися у растения. Недостаток, которым обладают фунгициды – это возникновение резистентности к конкретным препаратам и снижение эффективности их применения [1].

### ВНЕСЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ

Основным способом применения пестицидов в сельском хозяйстве является аэрозольное распыление. При этом происходит не только прямое воздействие пестицида на вредителя, но и косвенное – посредством отравления всей среды их обитания и возрастает количество затрачиваемых пестицидных препаратов, что вызывает опасность для популяций других растений и животных и приводит к загрязнению окружающей среды.

Пестициды применяют в виде растворов в воде или минеральном масле, в форме эмульсий или суспензий. К рабочей жидкости добавляют различные присадки, улучшающие смачивание поверхности листьев каплями – поверхностно-активные вещества, смачиватели, уменьшающие испарение – антииспарители, улучшающие удерживаемость частиц на листьях, и ряд других. Концентрацию пестицида в разбавителе (вода, масло) варьируют в широких пределах.

В зависимости от нормы расхода жидкости опрыскивание характеризуют как высокообъемное (>400-500 л/га), среднеобъемное (50-400 л/га), малообъемное (10-50 л/га) и ультрамалообъемное ( $\leq 10$  л/га). При ультрамалообъемном опрыскивании используют и неразбавленные жидкие пестициды [2]. Норма расхода жидкости зависит от дисперсности частиц и густоты покрытия – количества капель на единицу площади.

Эффективность опрыскивания зависит от размеров создаваемых аэрозольных частиц. По размеру капель опрыскивание подразделяют на крупнокапельное (>300 мкм), среднекапельное (150-300 мкм) и мелкокапельное (50-150 мкм), механические аэрозоли (20-50 мкм) и термические аэрозоли (<20 мкм). Чем грубее распыление жидкости, тем

меньше дальность полета крупных капель, следовательно, и меньше ширина рабочего захвата, и наоборот, чем тоньше дробление, тем выше дальность полета и больше ширина захвата. Чем неоднороднее состав капель по размеру (полидисперсное опрыскивание), тем менее равномерное распределение препарата по обрабатываемой поверхности. При распылении жидкости на капли одинакового размера (монодисперсное опрыскивание) достигается более равномерное распределение препарата [2]. Оптимальный размер капель определяется для каждого конкретного вида химических обработок опытным путем и зависит от многих факторов: вида вредного организма и защищаемой растительности, характера токсического действия активного вещества и физических свойств его препаративной формы.

Во время распространения капель аэрозоля в воздухе может происходить их испарение. При испарении капель происходят прямые потери пестицида, пары которого смешиваются с воздухом и уносятся ветром. Крупные и средние капли пестицидного препарата при испарении уменьшаются. Большее количество мелких капель уносится ветром за пределы обрабатываемого поля, практически не осажаясь на растениях. Капли также испаряются и после оседания на листьях растений. При испарении разбавителя капля раствора или суспензии пестицида превращается в кристаллическую или аморфную частицу. В таком виде пестицид не проникает в ткани растения (что необходимо для гербицидов, системных инсектицидов и фунгицидов), легче сдувается ветром или смывается дождем. Пестициды, потерянные за счет испарения, загрязняют окружающую среду даже за пределами опрыскиваемых площадей [2].

При ударе о листья растения капли рабочего раствора могут отражаться от поверхности листа и скатываться. Удержание капель пестицида на поверхности растения или насекомого характеризует эффективность опрыскивания. Удержание капель зависит от многих факторов – свойств применяемой жидкости (влияние поверхностного натяжения и смачиваемости), угла падения и размера капель (скатывание крупных капель с поверхности листа), площади листовой поверхности [2].

Важным условием эффективности химобработки является время пребывания частиц пестицидного препарата на поверхности растения. Частицы пестицида, осевшие на

листьях, подвергаются действию инсоляции, ветра, кислорода воздуха, росы, дождя. При этом частицы пестицида могут скатываться или смываться с листьев, могут химически изменяться, могут испаряться, растекаться и перераспределяться по поверхности листьев. Одновременно действующее вещество может проникать с той или иной скоростью в ткани растения (насекомого). Если это проникновение определяет пестицидное действие (системные препараты), то происходит конкуренция процессов проникновения и старения, эффективность будет зависеть от того, какой из этих процессов будет происходить быстрее [2].

На качество опрыскивания влияют метеорологические условия при проведении химобработки. Высокая относительная влажность уменьшает испарение капель рабочего раствора, попавших на листья, а также повышает поступление действующих веществ в растение. Повышение влажности атмосферного воздуха способствует раскрытию устьиц растения и усиливает проницаемость покровных тканей. Увеличение температуры окружающей среды в определенных пределах усиливает проникновение пестицида в листовую ткань за счет увеличения степени диффузии, уменьшения вязкости рабочего раствора, повышения активного переноса веществ и ускорения метаболизма растения [2].

В результате многолетних обширных исследований выяснено, что основную опасность представляют остаточные количества ядохимикатов в растительности, которая служит продуктами питания человека и животных. Уровень остаточных количеств является основным фактором, который определяет степень потенциальной опасности [3]. Сама величина остаточных количеств существенным образом зависит от удельного расхода ядохимиката, способа применения и формы пестицида, вида растений.

### ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

В Алтайском крае ежегодно используется 5,2 млн. га посевных площадей. На полях выращиваются яровые зерновые, сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза, горох, соя, просо и другие культуры. По объему посевов преобладают зерновые культуры, занимающие 4,5 млн. га. Кормовые культуры занимают около 1,3 млн. га, технические – 300, картофель – 1,1 и овощи 1,2 тыс. га. Большие объемы сельскохозяйственного производства

требуют эффективных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений. Обследование, проводимое ежегодно краевой станцией защиты растений, показало, что на площади 3,8 млн. га заражено 1,6 млн. га (около 1 млн. га – вредителями и 0,6 млн. га – болезнями). Однако такие большие площади не требуют сплошной обработки пестицидами. Превышение порога вредоносности наблюдалось в 2004 году на площади 156 тыс. га, обработки инсектицидами требовали 103 тыс. га, а фунгицидами – 53 тыс. га. Данные объемы обработок на порядок меньше объема внесения гербицидов. В целях борьбы с сорняками обрабатывается около 1 млн. га посевной площади.

Для обеспечения широкого применения пестицидов требуется наличие развитой инфраструктуры и постоянное ее совершенствование. В Алтайском крае ведется постоянное строительство складов, увеличение числа применяемых препаратов. За последние 2 года обеспеченность складами для химикатов в крае выросла на 2% и в 2004 г. составила 43,7%. Рост числа специализированных типовых складов и сокращение приспособленных под их хранение говорит о развитии инфраструктуры, обеспечивающей применение пестицидов.

Таблица 1  
Наличие складов для хранения пестицидов в Алтайском крае

год	количество хозяйств	типовые		Приспособленные	
		шт.	тонн	шт.	тонн
2003	894	148	4979	225	8761
2004	857	152	10259	206	2140

Говоря об инфраструктуре, нельзя обойти технику, применяемую для внесения препаратов. Для обработки посевов применяются штанговые и вентиляторные опрыскиватели, летательные аппараты – мотоделтапланы и самолеты Ан-2.

Услуги по обработке пестицидами предоставляются различными фирмами и предпринимателями. На сегодняшний день на ранке по обработке полей участвуют 19 фирм и индивидуальных предпринимателей. Ими проводится наземная обработка при помощи опрыскивателей, авиационная обработка при помощи малой авиации и протравливание зерна.

Около половины участников рынка имеют возможность осуществлять оба вида обработок. Остальные специализируются на одном методе внесения пестицидов. Большая часть фирм, предлагающих свои услуги,

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

являются местными, и лишь несколько фирм из других областей предлагают свои услуги.

Таблица 2  
Наличие машин для применения средств защиты растений

количество	год	
	2003	2004
Количество сельхозтоваропроизводителей	894	894
Опрыскиватели, в т.ч.	1027	984
штанговые	971	887
вентиляторные	56	97
протравители	269	200
Летательные аппараты, в т.ч.	51	52
дельтапланы	49	49
Ан-2	2	3
Мобильные комплексы	38	38

При химобработке посевов каждый год расходуется около 700 тонн пестицидов. Большую часть составляют гербицидные препараты – их вносится около 540. Для протравливания зерна расходуется около 130 тонн протравителей, объем фунгицидов и инсектицидов составляет около 30.

С каждым годом увеличивается количество препаратов, применяемых для химической защиты растений. В 2003 г. в крае применялось 71 вид гербицидов, 30 видов инсектицидов, 7 видов фунгицидов, 24 наименования протравителей и 7 регуляторов роста. В 2004 г. количество применяемых гербицидов составило 89, инсектицидов – 34 вида, протравителей – 29 видов, регуляторов роста – 9. Немного сократилось количество применяемых фунгицидов: в 2004 году применялось 3 вида, что связано с небольшим объемом их применения (было израсходовано 0,3 тонны).

В Алтайском крае действуют 19 фирм, поставляющих пестициды. Доля поставщиков на рынке торговли пестицидными препаратами, находящихся за пределами края так же мала, как на ранке обработки и составляет около 10%.

Широкое применение химических средств защиты растений имеет свои недостатки. Нарушение требований к проведению обработки, хранению пестицидов, связанных с их массовым использованием, несовершенство способов внесения оказывают негативное влияние на окружающую среду.

Постоянное совершенствование пестицидов, исследования механизма их воздейст-

вия на окружающую среду ведут к созданию новых препаратов и к запрещению старых.

Запрет на использование ведет к накоплению на складах неиспользованного количества сильнодействующих веществ. В 2004 г. на складах в Алтайском крае находилось около 1150 пестицидов, запрещенных к применению. Также на складах накапливаются препараты, непригодные к применению.

Таблица 3  
Наличие запрещенных и непригодных к применению СЗР на территории Алтайского края

Вид	Всего	Запрещенные	Непригодные
Сильнодействующие	80,9	76	4,9
Ртутьсодержащие	19,4	19,4	-
Хлорорганические	42	42	-
Фосфорорганические	19,5	14,6	4,9
смеси	1066	1066	-
прочие	283,5	-	283,5
Всего	1511,3	1218	293,3

Одним из условий рационального природопользования в сельском хозяйстве является осуществление контроля за качеством проводимых химических обработок.

### КАЧЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

В период с 2001 по 2003 год передвижной лабораторией аэрозольно-газовых измерений ИВЭП СО РАН были проведены комплексные исследования характеристик аэрозолей пестицидных препаратов, создаваемых различными распылительными установками [5]. За два года измерений в полевых условиях проверены 24 наземные и авиационные установки, распыляющие пестицидные препараты в 17 районах Алтайского края.

Применяющиеся в настоящее время авиационные и наземные опрыскиватели имеют различную характеристику по дисперсности и равномерности распределения жидкости. Эти показатели зависят не только от конструктивных особенностей опрыскивателей, типов распылителей, но также от физико-химических свойств препаративных форм жидких пестицидов, метеорологических условий, характеристики обрабатываемой поверхности и защищаемых растений.

Обследуемые установки по распылению пестицидных препаратов подразделялись на

авиационные – самолеты АН-2 и мотоделтапланы, а также наземные штанговые опрыскиватели ОПШ-15, ОП-2000, Киркитокс, RAV-14G-25, RAV-14G-35; малообъемные СУМО-24 и ультрамалообъемные КР-0295; газодинамические установки ГДУ-400 и генераторы регулируемой дисперсности – ГРД. Данные установки отличаются по принципу формирования аэрозоля. Жидкость распыляется при помощи форсунок в потоке воздуха, создаваемого различными способами, при помощи винта (вентиляторные, авиационные установки), горячего и холодного контуров реактивных двигателей (ГДУ-400 и ГРД) или за счет движения самой установки по полю.

Измерения включали в себя определение спектра размеров частиц и массовой концентрации, исследование оседания и распределения частиц, вынос частиц по направлению ветра за территорию обрабатываемого поля [5].

Данные полевых измерений после статистической обработки представлялись в виде ведомости, отражающей основные характеристики опрыскивателя.

Проведенные исследования применяемых установок с различными способами распыления пестицида позволили сделать выводы об их эффективности и провести ранжирование установок.

Основной интерес представляет сравнение основных методов применения пестицидов на основе сопоставления полученных результатов измерений характеристик распыления авиационной установки на базе самолета АН-2, установки ультрамалообъемного опрыскивания КР-0295 на базе автомобиля Нисан и генератора регулируемой дисперсности ГРД. Качество обработки оценивалось по размерам полученных частиц, однородности покрытия, соответствию вносимого количества вещества установленной норме и выносу аэрозоля за пределы обрабатываемой полосы. Полученные данные представлены ниже в таблицах.

Таблица 4  
Соответствие вносимого количества пестицида установленной норме обработки

Установка	Установленная норма внесения, литр/гектар	Измеренная норма внесения, литр/гектар
АН-2	25	23
ГРД	1.5	1.3
КР-0295	1.5	1.5

Таблица 5

Однородность покрытия

Установка	Характеристика
АН-2	равномерная
ГРД	неравномерная, максимальная 3 литр/гектар на расстоянии 20-50 метров от установки, на расстоянии 250 метров - 1 литр/гектар
КР-0295	равномерная

Таблица 6

Вынос частиц за полосу обработки

Установка	Вынос частиц, %
АН-2	менее 2
ГРД	менее 3
КР-0295	отсутствует

Наиболее высокие характеристики распыления препаратов и качество обработки полей достигнуты при применении установки ультрамалообъемного опрыскивания, на втором месте авиационные установки, а генераторы регулируемой дисперсности – на третьем месте.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Развитие сельского хозяйства является одним из основных направлений развития Алтайского края. Постоянное увеличение использования химических средств защиты растений в сельском хозяйстве требует улучшения методов их применения для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду для сохранения и развития природного потенциала края. Для решения поставленной задачи необходима комплексная программа развития сельского хозяйства в крае, включающая организацию мероприятий по планированию, развитию инфраструктуры, контролю качества обработки.

Проведенные исследования выявили отклонение основных применяемых в настоящее время методов аэрозольной обработки от оптимальных характеристик. Анализ полученных данных демонстрирует необходимость снижения нормы внесения действующего вещества, борьбы с выносом пестицидов за пределы обрабатываемого поля, что диктуется требова-

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

ниями к снижению загрязняющего воздействия химических препаратов. Повышение равномерности покрытия поверхности пестицидным препаратом, уменьшение диаметра аэрозольных частиц и повышение однородности размеров частиц необходимы для повышения эффективности воздействия пестицида. Для достижения этих целей необходимы разработки новых пестицидных препаратов, совершенствование существующих и создание новых методов применения, а так же оптимизация применения путем выбора наиболее подходящего метода для данного вида обработки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров Л.А. Пестициды - токсический удар по биосфере и человеку / Л.А. Федоров, А.В. Яблоков; Центр экол. политики России. - М.: Наука, 1999. - 461 с.
2. Дунский В.Ф. Никитина Н.В. Соколов М.С. Пестицидные аэрозоли. // - М, Наука, 1982. - 228 с.
3. Ковальский А.А. Куценогий К. П. Чанкина О.В. и др. Применение аэрозолей для борьбы с вредными насекомыми. // Новосибирск, Наука. Сиб. Отд-е, 1978. - 150 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. - 637 с.
5. Суслов С.В., Суторихин И.А. Определение качества распыления пестицидных препаратов различными установками. / Ползуновский вестник 2004 №2. - С. 106-109.