

Глава 5

Физико-химические основы применения пестицидов

5.1. Препаративные формы

Эффективность применения химических средств защиты растений зависит не только от их токсичности по отношению к вредным организмам, но и в значительной степени от формы препарата.

В зависимости от физико-химических свойств действующих веществ пестицидов, требований сельскохозяйственного производства, способов применения, внешних условий пестициды применяют в различных препаративных формах.

Водный раствор (в.р.) — истинный молекулярный раствор пестицидов в водной среде.

Коллоидный раствор (к.р.) — раствор пестицида с коллоидным размером частиц.

Концентраты эмульсий (к.э.) — жидкости, состоящие из действующего вещества пестицида, растворителя, эмульгатора и смачивателя.

Минерально-масляные эмульсии (м.м.э.) — готовые концентрированные эмульсии, состоящие из двух фаз: мелких капель масла с растворенными в них пестицидами и воды. Рабочие эмульсии из них готовят путем перемешивания и растирания концентрата с постепенно добавляемой (мелкими порциями) водой. Препараты более чувствительны к условиям хранения, особенно при низкой температуре.

Концентраты суспензий (к.с.) — жидкости, состоящие из действующего вещества пестицида, тонкодиспергированного в воде или в растворителе. При смешивании с водой образуют устойчивые взвеси твердых частиц действующего вещества в воде (суспензии).

Растворы для ультрамалообъемного применения (раствор для УМО) применяются без разбавления водой способом ультрамалообъемного опрыскивания.

Смачивающиеся порошки (с.п.) — тонкоразмолотое действующее вещество пестицида с включением наполнителя и поверхностно-активных веществ (стабилизатора, смачивателя, прилипателя).

Растворимые порошки (р.п.), водорастворимые концентраты (в.к.) — высокодисперсное, твердое, растворимое в воде действующее вещество пестицида с добавлением поверхностно-активных веществ. В отличие от смачивающихся порошков они почти не содержат наполнителя. Дисперсность частиц 5–10 мкм (содержание действующего вещества обычно 80–90 %). Рабочие жидкости можно готовить непосредственно в баке опрыскивателя, так как порошки растворяются при простом смачивании водой.

Дусты (д.), порошки (п.), сухие порошки (сух.п.) — пылевидные препараты, представляющие собой смесь действующего вещества с нейтральным наполнителем. Изготавливаются на заводах путем размала на специальных мельницах. Дусты и порошки полидисперсны, состоят из частиц диаметром от 15 до 30 мкм. Содержание действующего вещества в дустах от 1 до 12 % в зависимости от действующего вещества и наполнителя.

Гранулированные препараты (г.) состоят из гранулированных частиц нейтральных простых наполнителей, содержащих пестицид, диаметром от 0,05 до 1,5–3 мм. Наиболее широко применяют для внесения в почву против почвообитающих вредителей и сорняков. Микрогранулированный препарат состоит из микрогранул диаметром менее 0,05 мм.

Сухая текучая суспензия (с.т.с.) — микрогранулированное действующее вещество с поверхностно-активными добавками. В отличие от смачивающихся порошков легко высыпается из тары и не пылит. При смешивании с водой образует тонкодисперсную систему.

Гранулированные приманки (г.пр.) состоят из действующего вещества с приманочным средством в форме гранул. Используются для борьбы с вредными грызунами, моллюсками, некоторыми видами насекомых.

Пастообразные препараты (паста, пс) — концентраты эмульсий или смеси твердых частиц пестицида и наполнителя с водой, в которой растворены поверхностно-активные вещества; содержание действующего вещества 15–80 %. Эта форма бывает малоудобна для при-

менения, так как требует герметичной тары, предохраняющей от высыхания.

Препараты для аэрозолей. Аэрозоли — это взвешенные в воздухе частицы до 20 мкм в диаметре. Капельные аэрозоли (туманы) получают с помощью специальных аэрозольных генераторов. Твердые аэрозоли (дымы) получают при сжигании специальных дымовых шашек, содержащих пестициды. Для борьбы с мухами, комарами, бытовыми вредителями выпускают специальные аэрозольные баллончики, которые заряжают растворами инсектицидов во фреоне.

Таблетки (таб.) — спрессованное действующее вещество с нейтральным наполнителем или приманочным средством в форме таблеток. Используются для борьбы с вредными грызунами и вредителями запасов.

Наиболее часто из препаративных форм пестицидов используются концентраты эмульсий, смачивающие порошки, растворы пестицидов в воде и органических растворителях.

5.2. Вспомогательные вещества

Для улучшения физико-химических свойств рабочих составов пестицидов и повышения их эффективности применяют вспомогательные, поверхностно-активные вещества.

В зависимости от свойств пестицида вспомогательные вещества могут иметь следующие назначения:

- а) повышать стабильность суспензии и эмульсии;
- б) повышать прилипаемость или удерживаемость яда;
- в) понижать поверхностное натяжение, улучшая смачиваемость;
- г) нейтрализовать вредные примеси, содержащиеся в препаратах или образующиеся в рабочих составах;
- д) разбавлять действующее вещество для его переноса или распределения на объекты.

В зависимости от назначения вспомогательные вещества (ингредиенты) называют бонификаторами, дефлокуляторами, прилипателями, стабилизаторами, активаторами, нейтрализаторами, смачивателями, растекателями и т.д.

Такая группировка ингредиентов является условной, часто одно и то же вещество имеет свойства как смачивателя, так и прилипателя. Например, минеральное масло вводят в порошкообразные препараты для улучшения их прилипаемости и удерживаемости на растениях. В качестве эмульгаторов используют сульфаты кальция, ОП-7, ОП-10, различные мыла, казеин и др.

Для прилипаемости химических веществ используют патоку, крахмальный и мучной клейстеры, казеинат кальция, казеин, сульфаты магния, бария, растворимое стекло, клей, желатин. В качестве вспомогательных поверхностно-активных веществ широко используются препараты ОП-7, ОП-10, концентраты сульфитно-спиртовой барды, мыла жидкие и твердые, неионное поверхностно-активное вещество (тренд-90 в дозировке 100 мл/100 л рабочего раствора) и другие синтетические вещества.

Препараты ОП-7 и ОП-10 по внешнему виду масло- или пастообразные вещества от светло-желтого до темно-коричневого цвета, ОП-10 более густой консистенции, чем ОП-7. По химическому составу это смеси неполных моно- и диалкилфеноловых эфиров в полиэтиленгликоле, хорошо растворимые в воде, обладают высокой поверхностной активностью, хорошо смачивают листья и кожные покровы насекомых.

Используются при изготовлении многих пестицидов.

Концентраты сульфитно-спиртовой барды — по химическому составу кальциевые соли аминосульфоновых кислот с примесью редуцирующих и минеральных веществ. Готовят три вида концентрата: жидкий — темно-коричневая жидкость с содержанием 50 % сухого вещества; твердый — темно-коричневая масса, содержащая 76 % сухого вещества; порошковидный светло-коричневого цвета (87 % сухого вещества).

Концентраты используются в качестве эмульгаторов эмульсии и стабилизаторов суспензии, а также смачивателей и растекателей рабочих составов. Они обладают высокой поверхностной активностью и уменьшают поверхностное натяжение водных растворов.

В смачивающиеся порошки добавляется обычно 1,5–2 % сульфитно-спиртовой барды.

Мыла жидкие и твердые — по химическому составу калиевые или натриевые соли различных жирных кислот. Для практического использования выпускается жидкое калийное мыло, в котором содержание жирных кислот должно быть не меньше 40 % и свободной щелочи — 0,1 %. Мыла обладают инсектицидными свойствами и их применение в виде 3–4%-ных растворов дает удовлетворительные результаты в борьбе с тлями и трипсами. Фитонцидным действием мыла не обладают.

Водные растворы мыла имеют щелочную реакцию, образуют пенящиеся растворы, имеют малое поверхностное натяжение, хорошо смачивают кожные покровы насекомых и листья растений. Для приготовления растворов пестицидов с мылами нельзя использовать жесткую воду, так как содержащиеся в воде соли кальция, магния, бария, меди или железа взаимодействуют с мылом и образуют нерастворимые соли этих металлов, выпадающие в осадок. При этом уменьшается смачиваемость растворов, а осадок забивает аппаратуру.

5.3. Способы применения химических средств защиты растений

Основными способами применения химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками являются опрыскивание и опыливание растений, предпосевная обработка (протравливание) семян, внесение в почву или на поверхность почвы жидких, порошковидных или гранулированных препаратов. Значительно реже применяются пестициды в форме жидких и твердых аэрозолей, преимущественно для обработки складских помещений и лесных насаждений. Специальным способом химической борьбы с вредителями является фумигация газообразными веществами складских помещений, растительных грузов, теплиц и почвы, а также применение отравленных приманок.

Опрыскивание. Сущность опрыскивания заключается в нанесении раствора пестицида, эмульсии или суспензии в капельно-жидком состоянии на обрабатываемую поверхность с помощью опрыскивателей разных типов (ручных, тракторных, авиационных).

Опрыскивание — универсальный способ применения пестицидов. Имеет существенные преимущества перед другими способами: при малом расходе действующего вещества на единицу площади можно обеспечить равномерное его распределение и хорошее покрытие обрабатываемой поверхности; при добавлении в состав рабочих растворов смачивателей и прилипателей обеспечивается хорошая удерживаемость пестицидов на обрабатываемых объектах; в меньшей степени зависит от метеорологических условий. При опрыскивании можно применять комбинированные составы пестицидов, что практически невозможно осуществить при опыливании, меньше снос рабочего раствора за пределы обрабатываемых участков.

К недостаткам опрыскивания следует отнести сложность приготовления рабочих составов и соблюдения заданной нормы расхода жидкости и препарата, а также порчу аппаратуры в результате коррозии и большой расход жидкости, что увеличивает затраты на обработку.

Для опрыскивания используют специальные формы препаратов: концентраты эмульсии, образующие при разбавлении водой различные типы эмульсий; смачивающиеся порошки, дающие стабильные водные суспензии; заводские концентрированные растворы в маслах или других органических растворителях.

Используемые для опрыскивания жидкости представляют собой различные дисперсионные системы — истинные и коллоидные растворы, эмульсии и суспензии. В большинстве случаев дисперсионной средой в этих системах является вода, дисперсионной фазой — жидкие или твердые частицы пестицидов. Дисперсионные системы должны быть стабильными. Растворы, эмульсии и суспензии должны хорошо смачивать обрабатываемые поверхности, растекаться на них, обладать прилипаемостью и удерживаемостью на обрабатываемой поверхности и быть безвредными для защищаемых растений.

Истинные и коллоидные растворы представляют собой стабильные системы. В эмульсиях с размером капель жидкого пестицида выше 0,1 мкм может происходить слияние и расслоение. В суспензиях частицы пестицида больше 2–5 мкм быстро осаждаются. Для предупреждения слияния капель пестицида в состав эмульсий добавляют вспомогательные вещества — эмульгаторы, образующие на поверхности капель

пестицида защитный слой. Для улучшения стабильности суспензий вводят стабилизаторы.

Жидкие пестициды должны хорошо смачивать обрабатываемые поверхности и хорошо на них растекаться. В противном случае значительная часть пестицида скатывается, и эффективность препарата снижается.

Смачивание зависит от воздействия свободных энергий на поверхности раздела трех фаз: опрыскиваемой жидкости, воздуха и относительно твердой поверхности растений, насекомых или других опрыскиваемых объектов. В случае, когда жидкость не смачивает твердое тело, капли жидкости имеют сферическую форму и плохо удерживаются на обрабатываемой поверхности. Добавление в препараты специальных поверхностно-активных веществ (смачивателей или растекателей) снижает их поверхностное натяжение, повышает сцепление частиц твердого тела и жидкости, способствует смачиванию и растеканию капель.

В основе прилипания и удерживаемости лежат те же силы межмолекулярного взаимного притяжения соприкасающихся фаз жидкости и твердого тела, которые определяют и смачивание. Однако для прилипания характерна не только прочная связь верхнего слоя молекул жидкости с поверхностью твердого тела, но и прочная связь молекул внутри жидкости. Добавка прилипателей и закрепителей способствует удерживаемости капель на опрыскиваемой поверхности растений и вредных организмов. Удерживаемость частиц пестицида зависит от свойств препарата, характера обрабатываемой поверхности, метеорологических условий, используемой аппаратуры и др.

По количеству рабочей жидкости, расходуемой на единицу площади, опрыскивания подразделяют на три вида: многолитражное, малообъемное и ультрамалообъемное.

При *многолитражном* наземном *опрыскивании* допускается относительно низкий уровень дробления рабочей жидкости до размера капель 120–130 мкм в диаметре. Норма расхода рабочей жидкости составляет: для обработки полевых культур (сахарной свеклы, картофеля и др.) — 300–600 л/га, ягодников — 800–1200, плодовых культур — 1000–2000 л/га. Многолитражное опрыскивание приме-

няется в тех случаях, когда препарат обладает только контактной токсичностью и для получения максимальной эффективности требуется обильное смачивание, промывка растений (нитрафен против зимующих фаз вредителей и патогенов растений) или когда препарат высокотоксичен для человека и санитарными органами допущен для применения в большом разведении, особенно при использовании ранцевой аппаратуры. Более высокие нормы расхода жидкости требуются и при работе с фунгицидами. Многолитражное опрыскивание сопряжено со значительными затратами, вызванными необходимостью подвоза большого количества воды и малой производительностью обработок.

В настоящее время основным способом применения пестицидов для обработки посевов и многолетних насаждений является *малообъемное опрыскивание*. Современные формы препаратов (концентраты эмульсий, тонкодисперсные смачивающиеся и растворимые порошки) позволяют применять рабочие жидкости повышенной концентрации, а современные опрыскиватели — увеличить дисперсность дробления жидкости для обеспечения достаточной плотности и равномерности отложения капель на обрабатываемой поверхности.

При малообъемном опрыскивании полевых культур уменьшенными выходными отверстиями распылителей норма расхода рабочей жидкости составляет 80–135 л/га. Для обработки ягодников норма расхода рабочей жидкости составляет 150–200 л/га, садовых насаждений — 250–500 л/га. При использовании авиационной аппаратуры норма расхода рабочей жидкости для малообъемного опрыскивания составляет 25–50 л/га, садов — 200–400 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) — это опрыскивание готовыми препаратами без разбавления водой в форме жидких технических продуктов или концентрированных растворов пестицидов в органических растворителях с помощью специальной опрыскивающей аппаратуры для УМО. Норма расхода препарата при УМО составляет 0,5–5 л/га.

Ультрамалообъемное опрыскивание в настоящее время рекомендовано для опытно-производственного применения в борьбе с массовыми вредителями, такими, как вредные саранчовые (карбофос для УМО).

Концентраты для УМО должны обладать текучестью при комнатной температуре, плотностью не менее 1, малой токсичностью для млекопитающих, высокой биологической активностью, безвредностью для растений, отсутствием стойких остатков.

Применение УМО изменило представление об оптимальных и наиболее эффективных размерах капель пестицидов. Инсектициды в мелких каплях более токсичны, чем в крупных. Это объясняется тем, что большее количество мелких капель, попадающих на насекомых и имеющих такой же общий объем, как и одна крупная капля, соприкасается со значительно большей площадью покрова насекомых, поэтому инсектицид в летальной дозе проникает через кутикулу. По сравнению с малообъемным ультрамалообъемное опрыскивание повышает производительность обработок более чем в 4 раза, значительно удешевляет стоимость работ и может проводиться в безводных районах, так как не нужна вода для применения препарата.

Ультрамалообъемное опрыскивание уменьшает контакт работающих с пестицидами, так как не требует предварительной подготовки растворов и эмульсий.

Опыливание. Нанесение пестицида на обрабатываемую поверхность в пылевидном состоянии с помощью специальных аппаратов называется *опыливанием*. Достоинством этого способа применения пестицидов является его простота и высокая производительность. Кроме того, пылевидные препараты хорошо проникают в густые посевы сельскохозяйственных культур. Однако при опыливании расходуеться больше пестицида, чем при опрыскивании, и происходит большой снос препарата за пределы обрабатываемого участка (50–90 %). Снос пылевидных препаратов происходит на большие расстояния, что может иметь нежелательные последствия. Он происходит в результате того, что частички дуста медленно оседают в воздухе и подхватываются вихревыми потоками. Оптимальный период применения пестицида способом опыливания в течение дня крайне ограничен, оно целесообразно рано утром или в вечерние часы при отсутствии восходящих потоков воздуха, в тихую и безветренную погоду, по росе или после дождя, когда листья мокрые. Пылевидные пестициды лучше удерживаются на морщинистых, опушенных, горизонтально расположенных листьях.

В настоящее время для применения способом опыливания выпускается только порошок молотой серы против клещей и заболеваний мучнистой росой.

Фумигация. Введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания вредного организма называется *фумигацией*. Применяется для борьбы с опасными карантинными вредителями, вредителями запасов при их хранении и перевозке, вредителями и болезнями в защищенном грунте, с вредителями и болезнями семенного и посадочного материала, а также для уничтожения вредных грызунов, нематод и насекомых, обитающих в почве.

Фумигация весьма эффективна, так как ядовитые пары или газы вместе с воздухом хорошо проникают в различные пористые материалы, щели и мельчайшие отверстия, в которых могут гнездиться вредные организмы.

При хорошей герметизации объекта, соблюдении техники фумигации и необходимой экспозиции можно получить 100%-ный эффект обеззараживания. Все фумиганты высокотоксичны для человека и теплокровных животных. Техника проведения фумигации и ее эффективность зависят от свойств фумиганта, его состояния (жидкость, газ или твердое вещество). К основным свойствам фумигантов относятся: летучесть, скорость испарения, диффузия в воздухе, способность взрываться или воспламеняться, степень сорбции различными предметами, действие на металлы и другие материалы, токсичность, дегазируемость. Летучесть фумигантов характеризуется наибольшим количеством парообразного фумиганта, содержащегося при данной температуре и давлении в единице объема воздуха. Она выражается в миллиграммах на литр (мг/л) или в граммах на кубический метр воздуха (г/м³) и возрастает при увеличении температуры воздуха (фумиганта).

При уменьшении давления воздуха летучесть фумиганта возрастает. Скорость испарения фумиганта определяется объемом паров, которые испаряются с 1 см в течение 1 мин и повышается с увеличением температуры воздуха и открытой поверхности, поэтому фумигант или само помещение подогревают.

Эффективность фумигации находится в прямой зависимости от скорости диффузии фумиганта в воздухе и от его проникающей способности. Проникновение фумиганта в толщу обеззараживаемых про-

дуктов можно ускорить повышением температуры, использованием вакуум-камер.

Качество фумигации в значительной степени определяет сорбция фумиганта обеззараживаемым материалом. Выделяют *абсорбцию* — сгущение фумиганта на поверхности и поглощение поверхностными слоями, *адсорбцию* — поглощение его всей массой обеззараживаемого материала и *хемосорбцию* — химическое взаимодействие препарата с веществами и предметами, подвергающимися обеззараживанию.

От сорбции увеличивается расход пестицида, затрудняется последующая дегазация (десорбция), в продукции могут накапливаться остаточные количества фумигантов больше МДУ. Она возрастает при фумигации продуктов и материалов с большой общей поверхностью (мука, комбикорм, почва и т.д.).

При фумигации представляет опасность способность фумигантов воспламеняться или взрываться при достижении определенной концентрации паров или газов в воздухе. При работе с воспламеняющимися фумигантами необходимо изолировать источники воспламенения. Для распознавания фумигантов, не определяемых по запаху, к ним добавляют в небольшом количестве сигнализаторы — вещества, которые обладают ясно различимым запахом.

Работы с фумигантами проводят фумигационные отряды с соблюдением мер личной и общественной безопасности.

Существуют следующие основные виды фумигационных работ: фумигация помещений (складов, зернохранилищ, элеваторов, теплиц и др.); камерная фумигация семян, посадочного материала, плодов и др. в специальных камерах, где обеспечивается полная герметизация, точное дозирование препарата и регулирование температуры; палаточная фумигация (для обработки особо ценных деревьев и кустарников); фумигация почвы (для уничтожения обитающих в ней нематод, филлоксеры и других вредителей и возбудителей болезней).

Фумигация помещений. Перед фумигацией проводят подготовительные работы: устанавливают объем помещения, осуществляют его герметизацию; при необходимости помещение подогревают (топка печей при работе с неогнеопасными фумигантами). Из помещения удаляют все предметы, которые могут быть повреждены, организуют

противопожарную безопасность. Фумигацию проводят с помощью аппаратов 2-АГ и 2-АГМ. В них происходит образование паровоздушной смеси, которая под давлением подается в газифицируемое помещение и хорошо проникает в массу обрабатываемого материала.

В процессе проведения фумигации важно правильно установить экспозицию (время) газации, потому что многие вредные организмы способны длительное время жить в отравленной атмосфере при закрытых дыхальцах за счет кислорода, находящегося в трахейной системе. Гибель насекомых наступает только после полного израсходования этого кислорода.

Небольшая примесь углекислого газа в фумигантах может стимулировать у насекомых дыхательные движения и открытие дыхалец и тем самым увеличивать токсическое действие яда.

После фумигации проводится дегазация помещения и продукции. Дегазация зерна осуществляется пропусканием его через зерноочистительные машины или активным вентилированием.

Камерная фумигация. Различают безвакуумную и вакуумную фумигацию. Вакуумную фумигацию проводят в специальных вакуум-камерах, которые имеют оборудование для откачки воздуха. После загрузки помещения с помощью вакуум-насосов в камере создают давление до 125 мм рт. ст., после чего из газогенераторов в камеру впускают газообразный или парообразный фумигант, который проникает в обеззараживаемый материал. После газации ядовитый воздух выкачивают и пропускают для обеззараживания через поглотитель. После достаточного проветривания продукцию из камеры выгружают.

Безвакуумные камеры — это обычные, хорошо герметизированные помещения, в том числе нестандартные — приспособленные склады, рефрижераторные помещения, трюмы судов и барж и т.д.

Фумигация почвы. При фумигации почвы необходимо учитывать ее высокую поглотительную способность, а также трудную проницаемость для фумигантов, особенно при тяжелом механическом составе и переувлажнении. Фумиганты заделывают в почву на нужную глубину, поверхность почвы мульчируют или прикатывают для снижения испарения. Твердые фумиганты могут быть внесены в борозды с заделкой в ямки, сделанные металлическими стержнями, жидкие —

с помощью инжекторов по сетке. Для фумигации почвы используют вещества с более высокой температурой кипения и, следовательно, менее летучие.

Пестицидные аэрозоли. Пестицидные аэрозоли используют для введения пестицидов в высокодиспергированном твердом или жидком состоянии (в виде дымов или туманов) в среду обитания вредного организма. Аэрозоли получают дисперсионным, конденсационным и термохимическим способами. При дисперсионном способе жидкий пестицид дробят с помощью специальных аэрозольных генераторов струей воздуха под большим давлением либо растворяют пестицид в летучей жидкости, которую затем разбрызгивают, при этом жидкость испаряется, а капли пестицида приобретают размеры аэрозольных частиц. При конденсационном способе жидкий пестицид испаряют путем нагревания, его пары конденсируются в воздухе и образуют твердые или жидкие аэрозольные частицы. Простейшим способом получения аэрозольных дымов является сжигание различных составов, содержащих пестицид.

Аэрозоли применяют для борьбы с вредителями неплодоносящих садов, для дезинсекции зернохранилищ, складов, теплиц и других помещений. Недостатком аэрозолей является снос тумана или дыма в полевых условиях ветром или восходящими потоками воздуха, плохое оседание мельчайших аэрозольных частиц на растительность и слабое проникновение их в щели, пористые материалы.

Отравленные приманки. Отравленные приманки состоят из пестицида и приманочного корма и применяются для уничтожения вредных грызунов и насекомых. Для приготовления используют яды кишечного действия и кормовые средства, которые хорошо поедают грызуны и насекомые. При применении отравленных приманок расход пестицидов минимальный, исключается возможность повреждения растений, уменьшается отрицательное влияние на полезную энтомофауну. Эффективность применения отравленных приманок в борьбе с вредителями зависит не только от токсичности препарата, но и от привлекательности корма. В качестве приманочного материала для борьбы с грызунами используют зерно злаковых культур, крупу, муку и др., против озимой совки — измельченные листья сорня-

ков, свеклы и т.п. По степени увлажнения отравленные приманки готовят влажными, полусухими и сухими. В состав приманок добавляют клеящие вещества — растительное или минеральное масло, крахмал, клейстер и др.

Предпосевная обработка семян и посадочного материала. Предпосевная обработка заключается в нанесении пестицида на семенной (посадочный) материал для уничтожения наружной или внутренней инфекции растительного или животного происхождения. При протравливании семян (посадочного материала) достигается:

- обеззараживание семян от возбудителей, передающихся через семенной материал;
- сохранение посевных качеств семян во время хранения;
- защита высеянных семян и проростков от плесневения в почвенных условиях;
- снижение повреждения всходов почвообитающими вредителями при обработке семян комбинированными препаратами;
- ослабление отрицательного действия травматических повреждений семян в результате активации их защитных свойств и предохранения от развития микроорганизмов;
- повышение энергии прорастания семян и их полевой всхожести; улучшение зимовки озимых культур, что обеспечивает нормальную густоту всходов и повышение урожайности.

Для этих целей применяют различные простые и комбинированные, контактные и системные протравители.

Для современных протравителей характерны широкий спектр действия, способность системных фунгицидов проникать в защищаемые семена и подавлять глубоко расположенную инфекцию.

В зависимости от свойств препаратов, биологии вредных организмов, строения и других особенностей семян проводят протравливание с увлажнением, полусухое или влажное.

При *влажном протравливании* семена или посадочный материал погружают в раствор протравителя. В настоящее время влажное протравливание имеет ограниченное применение, используется главным образом для обработки семян овощных культур, проса и клубней семенного картофеля.

Полусухое протравливание семян или посадочного материала предусматривает обильное увлажнение раствором или суспензией препаратов и последующее томление протравленных семян. Расход рабочей жидкости определяется защищаемой культурой (до 30 л/т). Оба этих способа требуют обязательного просушивания семян.

Наиболее широко распространено *протравливание* семян способом *с увлажнением*. В этом случае норма расхода рабочей жидкости не превышает 5–15 л/га. Разновидностью этого способа является инкрустация семян, когда вместо воды суспензия готовится на водном растворе полимера натрийкарбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) или поливинилового спирта (ПВС).

Натриевая соль карбоксиметилцеллюлоза техническая (NaКМЦ) представляет собой порошок или гранулы белого цвета, хорошо растворимые в горячей и холодной воде. Неядовита, невзрывоопасна, горючая. Срок хранения полимера не ограничен, но хранить его нужно в сухом помещении, так как он легко сорбирует влагу и комкуется, что затрудняет его использование. Норма расхода 0,2 кг на 10 л воды.

Поливиниловый спирт (ПВС) выпускается в виде белого порошка тонкого помола. Хорошо растворяется в горячей воде. Неядовит, невзрывоопасен, горючий. Срок хранения не ограничен. Норма расхода 0,5 кг на 10 л воды.

Для инкрустации семян на основе указанных пленкообразователей готовят рабочую жидкость из раствора полимера NaКМЦ следующим образом: в бак, оборудованный мешалкой, заливают $\frac{2}{3}$ расчетного количества воды, нагретой до 40–45 °С, и при постоянном помешивании засыпают расчетное количество полимера небольшими порциями. Засыпать полимер большими порциями не рекомендуется, так как он может комковаться, что затруднит растворение. Перемешивают смесь в течение 30–40 мин, а затем проверяют полноту растворения путем фильтрации 1 л раствора через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Отсутствие на сите комочков полимера указывает на полное растворение. Если на сите остались комочки, то растворение продолжают еще 10–15 мин и вновь проверяют полноту растворения.

После этого доливают холодную воду до расчетного объема и перемешивают раствор, температура которого понижается до 20–25 °С.

Так как при хранении полимер может слеживаться, то перед растворением его рекомендуется подсушить и измельчить, что значительно сократит время растворения и улучшит качество раствора.

Расход 2%-ного раствора NaКМЦ или 5%-ного раствора ПВС может составлять от 1 до 2,5 % массы семян, или 10–15 л/т семян (для семян льна-долгунца — 5 л/т).

В охлажденный раствор в соответствии с приготовленным объемом вносят при непрерывном перемешивании заранее рассчитанное и отмеренное количество пестицида. Перемешивание продолжают 10–15 мин, после этого пленкообразующий состав готов к применению. Запрещается засыпать пестицид в раствор полимера с температурой выше 30 °С, так как эффективность пестицида при этом снижается.

При недостатке микроэлементов в почве их добавляют в пленкообразующие составы. Микроэлементы смешивают с раствором полимера, предварительно растворив их в воде. Для этого количество воды, требуемое для приготовления пленкообразующего состава, делят на две части. В одной части растворяют полимер, в другой — микроэлемент. Борную кислоту, сульфат цинка, сульфат меди растворяют в теплой воде. Смешивать растворы полимера и микроэлементов необходимо при температуре раствора 20–25 °С и непрерывном перемешивании (при более высоких температурах полимер может выпасть в виде нерастворимого осадка). При необходимости в пленкообразующий состав можно вводить несколько микроэлементов, однако общее их количество в расчете на 1 т семян не должно превышать 1 кг.

Применение NaКМЦ или ПВС обеспечивает повышение эффективности протравливания, охрану окружающей среды и стабильную прибавку урожая.