

УДК 632.937+632.935

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЕЙ

Новиков Г.В., инженер

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: 0619-42-57-97

Аннотация – рассмотрены пути совершенствования технологического оборудования для предпосевной обработки зерновых питательным раствором в протравителях семян, в условиях электростатического поля.

Ключевые слова: распылитель, инкрустатор, зерно, предпосевная обработка, электротехнология, аэрозоль.

Постановка проблемы. Анализ тенденций установившегося развития полеводства, как самостоятельной и эффективной отрасли сельского хозяйства показывает, что одним из определяющих факторов стабилизации его продуктивности остается высокая технологическая дисциплина. При этом несовершенство технологий и технических средств химической защиты растений от вредителей и болезней, а также несоблюдение других агротехнических и технологических требований ухода и содержания садов приводят к избыточному содержанию пестицидов в почве, загрязнению водоемов и грунтовых вод, угнетению жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и уничтожению полезной микрофлоры [5, 7].

В свою очередь, целью инкрустации семян является защита молодых всходов растения в целом от бактериальных возбудителей, грибных и вирусных заболеваний, обеспечение стартовой дозой микро- и макроэлементов для дальнейшего развития и урожайности [3]. Обогащение семян микроэлементами и биологически активными веществами с помощью инкрустации семян защитно-стимулирующими составами - наиболее доступный способ повышения интенсивности биохимических преобразований в прорастающих семенах, а также стимуляция прорастания и развития растений.

В контексте сказанного выше следует рассмотреть симбиоз использования современных препаратов стимулирования и защиты семенного материала и электротехнологий. Нужны новые технологии и оборудование, построенное по рациональным принципам и выгодно

отличающееся от существующего, что позволяет обеспечить равномерность химической обработки и снизить расход дорогостоящих препаратов.

В этих условиях возрастает актуальность двух проблем [4, 5]:

- 1) выбора принципиальных схем средств химической защиты растений;
- 2) создания экологически безопасного опрыскивателя, способного значительно снизить загрязнение биосферы.

Практическая значимость результатов исследований в этом направлении заключается в экономии пестицидов и удобрений при опрыскивании растений и их семян.

Анализ последних исследований. Защита растений от болезней и вредных организмов - обязательное звено в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которое особенно важно в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства. Защитные мероприятия можно осуществлять различными методами: агротехническим, физико-механическим, биологическим, химическим и др.

Среди всех основным методом внесения средств химической защиты растений остаются наземное опрыскивание, с помощью этого способа вносится до 76% всех используемых в сельскохозяйственном производстве препаратов [5]. Эффективность химической обработки зависит от срока обработки, ее качества и выбора препарата. Использование химических препаратов приводит к загрязнению окружающей среды и растительной продукции [7].

В зависимости от расхода рабочей жидкости различают опрыскивание полнообъемное (обычное), малообъемное, ультрамалообъемное и аэрозольное. При приготовлении рабочей жидкости химические препараты разбавляются водой. Промышленность производит фунгициды в нескольких препаративных формах: смачивающихся порошков (СП), концентрат эмульсии (КЭ), водные растворы (ВР), концентрат суспензии (КС), растворы для ультрамало-объемного опрыскивания (УМО) [3]. При малообъемном опрыскивании рекомендуется добавлять в рабочую жидкость антииспарители, при ультра- малообъемном - использовать жидкие препараты, содержащие не испаряющиеся растворители [7]. На долю полнообъемного опрыскивания приходится 30,5% используемых пестицидов; при малообъемном опрыскивании - 45%, при ультрамалообъемном - 0,5%. Остальные 24% средств химической защиты растений используют при протравливании посевного и посадочного материала, внесении гранулированных препаратов, опыливания и аэрозольных обработках [5].

Под методом ультрамалообъемного опрыскивания (УМО)

подразумевают обработку сельскохозяйственных растений с ещё более низкими нормами расхода рабочей жидкости: 1...5 л/га для полевых культур, 5...25 л/га - для многолетних насаждений. Именно этот метод подходит для предпосевной обработки зернового материала.

Исследованием этого способа и совершенствованием технических средств занимались: Вялых В.А., Кадыкало Г.И., Метревели В.И., Цымбал А.А. и многие другие исследователи [5]. Рабочая жидкость высокой концентрации распыляется на капли размером 60...150 мкм. Препараты для УМО, как правило, поступают с заводов-изготовителей в готовом виде и не требуют дополнительных затрат на приготовление. Это позволяет высвободить из производственного процесса опрыскивания дополнительную рабочую силу и механизированные средства, занятые на операциях подвозки воды, приготовления рабочих жидкостей и заправки опрыскивателей.

Принципиально технологические схемы практически всех известных опрыскивателей можно представить в виде последовательно выполняемых трех основных операций, таких как: подача и дозирование жидкости и разбиение на капли (диспергирование); равномерное нанесение в распыленном виде на объект (растения, семена). В зависимости от характера технической реализации этих операций и степени насыщенности опрыскивателя оборудованием, оптимизирующим параметры рабочих процессов, создано достаточно много разновидностей машин. Их систематизация по доминирующим признакам позволила определить возможные пути совершенствования, как отдельных систем опрыскивателей, так и принципа их действия в целом.

Большинство опрыскивателей имеют одинаковую компоновочную схему (структурную схему), в которую входят: резервуар, насос, фильтр, заправочное устройство, регулятор давления, распределительная система и распылители. Детальный анализ структуры опрыскивателей различных видов (ОВСА, ОВТ-А, ОН-400, ОПШ-15-01, ОПМ-2001, (Ш-2000-2-01, ОЗГ 120М, опрыскивающая аппаратура мотодельтаплана РО-2 АГРО) [5, 7] показал, что они обладают одинаковой технологической структурой.

При УМО опрыскивании снижение норм расхода жидкости в десятки и даже сотни раз по сравнению с малообъемным и обычным методами опрыскивания позволяет сократить до минимума непроизводственные затраты, связанные с регулярными заправками емкости опрыскивателя, так как одной заправки хватает на всю смену. Сама емкость может иметь значительно меньшие размеры, что позволяет создавать более компактные, облегченные УМО

опрыскиватели и агрегатировать их в технологических линиях.

В той или иной степени разработаны вопросы теории и сформировано устоявшиеся мнения на следующие основные точки зрения на механизм распыливания [4]:

- а) распад под влиянием асимметричных возмущений, возрастающих под действием капиллярных сил;
- б) распад под воздействием турбулентных пульсаций, приводящих к отрыву отдельных частиц жидкости;
- в) распад под воздействием кавитационных явлений, возникающих вследствие колебательных процессов, которые сопровождают течение жидкости перед распыливанием;
- г) распад под влиянием внешних инерционных сил, роль которых становится весьма существенной при высоких скоростях истечений.

Во всех случаях причиной образования капель является колебательный процесс, развивающийся вблизи среза сопла распылителя [7]. Основным внешним фактором считают воздействие на поверхность струи аэродинамической силы, стремящейся деформировать и разорвать струю. Внутренними причинами являются различного рода начальные возмущения, связанные с конструкцией распылителя, качеством его изготовления, нарушением цилиндрической формы струи при выходе из сопла, вибрации сопла и др. Из физических параметров на распад струи жидкости наиболее существенно влияет вязкость и поверхностное натяжение, а также плотность жидкости и окружающего газа.

Из режимных параметров наиболее существенным является относительная скорость движения струи (пленки) жидкости в газовом потоке, которая, в свою очередь, во многом определяется способом распыливания.

Формулировка цели статьи. Определить перспективную ресурсосберегающую технологическую схему предпосевного опрыскивателя зернового материала и на ее основе предложить базовый вариант, который бы сочетал в себе принципы модернизации и трансформации технического облика с учетом:

- экологической безопасности;
- условий применения и эксплуатации агрегата;
- применения новых разработок рабочих и вспомогательных органов.

Основной материал исследования. В практике защиты растений сложившимся общепризнанным требованиям к современным технологиям и используемым в них техническим средствам, стало повышение эффективности вносимых препаратов при минимальных нормах их расхода. При анализе способов уменьшения загрязнения биосферы пестицидами установлено, что повышение эффективности вносимых пестицидов при минимальных нормах их расхода может

достигаться за счет принудительного осаждения капель на обрабатываемый объект, технического совершенствования систем опрыскивателей (распылителей, насосов, фильтров, дозаторов и т.д.).

На современном этапе развития технические средства для обработки растений пестицидами совершенствуются по следующим направлениям [7]:

- снижение норм расхода рабочей жидкости за счет повышения качества распыления;

- внедрение компьютерного контроля стабильности заданного режима опрыскивания с постоянной цифровой индикацией на табло в кабине трактора.

Наиболее разрабатываемыми и реализуемыми направлениями в обработке многолетних насаждений остается малообъемное и ультромалообъемное опрыскивание.

Но анализ разработок новых способов и технологий защиты растений и опыта использования в различных условиях существующих отечественных и зарубежных опрыскивателей показывает, что основным критерием при их создании является не сколько снижение норм расхода рабочей жидкости, сколько снижение потерь при опрыскивании и влияние на уровень загрязнения окружающей среды химическими веществами. Поэтому одним из реальных путей повышения качества опрыскивания и приведение его в соответствие с требованиями экологической безопасности является применение сильных электрических полей для электризации и осаждения диспергируемого жидкого пестицида на обрабатываемый материал, который также может подвергаться предварительной зарядке. Эффективность применения электроподзарядки капель посвящены работы: Турчина И.А., Уралова Ш.Н., Бородина И.Ф. [7]. В этом случае образующие факел распыла капли раствора искусственно заряжаются в сильном электрическом поле, т.е. частицам принудительно придается электрический заряд определенного знака (униполярная электризация). Дальнейшее осаждение аэрозоля происходит с участием электрических сил, которые по своей величине могут быть соизмеримы или в несколько раз превосходить силы гравитации (притяжения земли) и аэрогидродинамического давления воздушной среды (снос воздушным потоком). Если сравнивать традиционные способы опрыскивания, то иногда только 20 % распыленной жидкости достигают объектов обработки [6], а остальные 80% приходится на:

- мелкие капли, испарившиеся в воздухе (менее 50 мкм); -капли, унесенные за пределы обрабатываемой зоны воздушными потоками, будь то ветер или воздушный напор вентиляторных опрыскивателей (от 50 до 100 мкм);

-крупные капли, не удерживающиеся даже на шероховатых поверхностях обрабатываемого объекта под действием сил трения (более 300 мкм).

Достижение поставленных задач возможно при учете системных связей сложной комплексной системы, которые системно рассматривают конечный продукт в рамках технико-экономических показателей. Такой подход не всегда приводит к однозначному решению, однако, в любом случае ряд полученных решений будет дискретным и конечным по техническим характеристикам. Следовательно, результатом исследований будет конечный и дискретный ряд множеств требований к техническим характеристикам подсистем комплекса, при выполнении которых заданная эффективность СКС будет обеспечена.

Особенность этого подхода заключается в том, что предлагается количественный метод выбора характеристик электротехнического комплекса и интегральных характеристик отдельных его подсистем, заключающихся в определении оптимальных, с точки зрения технического уровня, его параметров, таким образом, чтобы выполнялся заданный общий технико-экономический критерий эффективности. В данной системе целесообразно решение прямой и обратной задачи. Применение обратной задачи к маркетинговым исследованиям представляет собой перспективное направление для разработчиков изделий высокого уровня (эффективность \rightarrow критерии \rightarrow параметры). Оценка взаимозависимости характеристик подсистем и их влияние на выполнение целевой задачи проводится по критерию Парето [1]

$$|W = W(a_{ji}) \rightarrow \min|, \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, n; \quad \{a_{ij}\} \subset A, \quad (1)$$

где A – область допустимых технических решений a_{ij} , определенная на этапе выбора технического решения и конструирования комплекса;

$W(a_{ij})$ – эффективность функционирования комплекса;

W – эталонная эффективность, определенная на высшем уровне иерархии технических решений комплекса, исходя из заданной эффективности достижения указанных показателей;

i, j – число технических комплекса и параметров окружающей среды с учетом особенностей объекта обработки.

Принцип Парето позволяет сократить множество исходных вариантов, т.е. исключить из неформального анализа те варианты решений, которые заведомо не будут удовлетворять условиям выбора.

Принцип Парето не выделяет единственного решения, а сужает множество альтернатив. Результаты парных сравнений по вариантам технических решений оцениваются в числовой форме по правилу

$$d_{m,k} = \begin{cases} 0, & \text{если оценка варианта } m \text{ меньше оценки варианта } k; \\ 1, & \text{если оценка варианта } m \text{ равна оценке варианта } k; \\ 2, & \text{если оценка варианта } m \text{ больше оценки варианта } k; \end{cases}$$

где $d_{m,k}$ – ячейка таблицы технических решений по адресу m и k ;
 m – строка указанной таблицы;
 k – столбец указанной таблицы.

Определение коэффициента относительного превосходства r_m принятых вариантов технических решений поставленных задач может осуществляться по формуле

$$r_m = \frac{\sum_{k=1}^f d_{m,k}}{\sum_{m=1}^f \sum_{k=1}^f d_{m,k}} = \frac{d_{m,k}}{\sum_{m=1}^f d_m}, \quad (2)$$

где f – количество вариантов технических решений комплекса.

Конечный вариант выбирается на основе критерия максимальности значения r_m . Учитывая, что при электростатическом опрыскивании и использовании МО и УМО, возможно осаждение до 90% капель, поскольку электростатическая сила (силы кулоновского притяжения) влияет на мелкие капли намного активнее, чем силы земного притяжения [6], а вариантов технической реализации зарядки капель и семян множество, то такой подход позволит сравнить варианты конструкции на этапе проектирования комплекса.

Известны три способа сообщения электрического заряда частицам: а) -контактный; б) - в коронирующем поле; в) - электродинамический. Общим для них является наличие высоковольтного генератора постоянного тока, один электрод которого непосредственно (при контактном способе) или через влияние (при коронирующем и электродинамическом способе) сообщается с рабочей жидкостью, другой — с зерном. В процессе электрочарядки распыливаемой жидкости на электрод опрыскивателя подается напряжение от 1 до 100 кВ. В опрыскивающих средствах с контактными и коронирующим зарядом частиц жидкости применяют распылители механического, гидравлического и акустического дробления. В установках электродинамического типа сообщение заряда и формирование частиц рабочей жидкости осуществляется одновременно электрическим полем электродов (рис. 1, 2).

Для достижения равномерности покрытия необходимо проводить зарядку самих семян (рис. 2). Причем знак статического заряда должен быть противоположным по знаку заряду раствора.

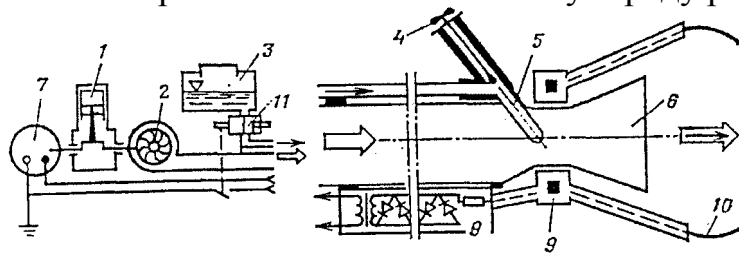
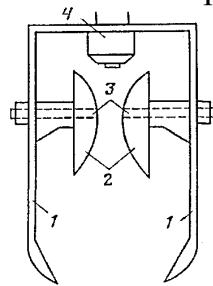


Рис. 1. Схематическое изображение электростатического опрыскивателя с дроблением струи потоком воздуха и зарядом частиц в коронирующем поле: 1 - двигатель; 2 - центробежный вентилятор; 3 - бак опрыскивателя; 4 - регулятор расхода жидкости; 5 - форсунка; 6 - сопло; 7 - электрический генератор; 8 - преобразователь напряжения; 9 - высоковольтный электрод; 10 - тонкий электрод; 11 - регулировочный кран.



1 - кожух;
2 - куполообразные накладки;
3 - электроды;
4 - дозатор зерна.

Рис. 2. Приставка для заряда семян зерновых при их подаче в корону опрыскивателя.

Анализ базовых данных по изученным информационным материалам показал, что современные опрыскивающие средства для садоводства не обеспечивают защиту растений от вредителей и болезней, обитающих на обратной стороне листа. Также не определен показатель оценки работы опрыскивателей, характеризующий обработку внутреннего объема кроны дерева как основного.

Выводы. Применение электродинамического способа опрыскивания, позволяет достичь более высокого качества обработки семенного материала по сравнению с обычным опрыскиванием за счет:

- однородности по размеру образуемых капель;
- увеличения количества закрепляемых пестицидов (более 50%);
- уменьшения расхода рабочей жидкости примерно в 20 раз без снижения эффективности обработок;
- возможность обработок при наличии возмущающих внешних или технологических воздушных потоков;
- лучшего прилипания к семенам.

Список использованных источников

1. *Абраменко Г.В.* Применение системного анализа в технике и экономике / *Г.В. Абраменко*, Под ред. *Ю.И. Краснощёкова* - М.: ЦЭИ Химмаш, 2001.-190с.
2. *Сахта А.А.* Механизация защиты растений: Состояние и перспективы. Обзор / *А.А. Сахта, А.Я. Фастов* - Ташкент, 1980. - 39с.
3. *Смелик В.А.* Предпосевная обработка семян нанесением искусственных оболочек / *В.А. Смелик, Е.И. Кубеев, В.М. Дринча.* – СПбГАУ, 2011. – 272 с.
4. *Соловьёва Н.М.* Технологии и технические средства для защиты сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней / *Н.М. Соловьёва.* - М.: ФГНУ " Росинформаг- ротех", 2001.-60с.
5. *Чернов В.А.* Новые перспективные способы и средства механизации защиты растений / *В.А. Чернов.* - М.: 1988. - 53с.
6. *Цымбал А.А.* Оценка качественных показателей опрыскивателя с электростатической подзарядкой капель / *А.А. Цымбал, Р.П. Яцков, Г.А. Кочедыков, А.А. Козьмин, В.А. Небавский* // Тракторы и сельскохозяйственные машины. №2, 2003. - с.44- 45.
7. *Яцков Р.П.* Технологический процесс и оборудование для опрыскивателей с элеткроподзарядкой капель / *Р.П. Яцков.* Специальность: 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства. Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – М.: ГНУ «ВСТИСП». – 2005. – 144 с.

**ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ПЕРЕДПОСІВНОЇ
ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОАЕРОЗОЛЕЙ**

Новіков Г.В.

Анотація – розглянуті шляхи вдосконалення технологічного обладнання для передпосівної обробки зернових протруйниками живильним розчином у сильному електростатичному полі.

**ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEX FOR THE
PRESOWING GRAIN PROCESSING ON THE BASIS OF
ELECTRICALLY CHARGED AEROSOLS**

G. Novikov

Summary

The ways to improve the technological equipment for the grain pre-treatment with protectant nutrient solution into electrostatic field environment are considered.