

6. Поскольку общий заряд  $Q$  рабочего органа ДСУ складывается из зарядов, сосредоточенных на различных эффективных поверхностях  $S_3, S_{и}, S_B$ , его можно перераспределять и тем самым повышать эффективность ДСУ.

7. Так как сила взаимодействия зерна с электродами зависит от зарядов, участвующих в этом взаимодействии, необходимо стремиться к тому, чтобы без повышения напряжения заряды на зерне были наибольшими.

Из анализа уравнения (8) вытекает следующее:

1. Рабочий орган ДСУ с находящимися на нем семенами можно рассматривать как устройство емкостью  $C$ , к которому электрически присоединена постоянно меняющаяся дополнительная емкость  $\Delta C$ .

2. При проектировании ДСУ нужно стремиться к снижению емкости, образуемой системой электродов, поскольку в этом случае уменьшаются общий ток установки и потребляемая мощность. Следовательно, целесообразно напряжение подавать только на ту часть рабочего органа, на которой разделяется семенная смесь.

3. Основа диэлектрической сепарации семян — их поляризация, которая зависит от напряженности электрического поля, создаваемого системой электродов. Напряженность, в свою очередь, зависит от подаваемого на электроды напряжения. Но увеличение напряжения может привести к коронированию электродов, уменьшению срока службы изоляции и др. Кроме того, в данном случае возрастают сила общего тока и потребляемая мощность установки. Поэтому при создании рабочих органов ДСУ нужно стремиться к тому, чтобы система «семена—электроды» обеспечивала наибольшую силу, при-

жимающую зерно к электродам, при минимальном напряжении.

4. ДСУ энергоэкономичны при невысокой частоте напряжения. Наиболее эффективно напряжение промышленной частоты, поскольку в этом случае довольно проста электрическая схема ДСУ. Однако с увеличением частоты напряжения у ДСУ появляется новая функция — подсушивание семян, а также более дифференцированное воздействие на них электрического поля. Последнее важно при отборе семян с заданными свойствами. Экспериментально установлено, что с повышением частоты можно несколько снизить подаваемое на электроды напряжение.

5. Всякое изменение качества и количества сепарируемого материала, как видно из выражения (8), приводит к изменению емкости ДСУ, что в свою очередь изменяет общий ток установки. Следовательно, в ДСУ заложена принципиальная возможность автоматизации процесса, а сам рабочий орган выполняет одновременно и функцию датчика тока.

#### Список литературы

1. Тарушкин, В.И. Инновационная техника отбора биологически ценных семян сельскохозяйственных культур / В.И. Тарушкин, А.П. Козлов // Техника и оборудование для села. — 2005. — № 8. — С. 27–30.
2. Поливанов, К.М. Теоретические основы электротехники. Теория электромагнитного поля / К.М. Поливанов. — М.: Энергия, 1965. — 208 с.
3. Клёнин, Н.И. Сельскохозяйственные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Клёнин, И.Ф. Попов, В.А. Сақун. — М.: Колос, 1970. — 456 с.
4. Овчаров, К.Е. Разнокачественность семян и продуктивность растений / К.Е. Овчаров, Е.Г. Кизилова. — М.: Колос, 1966. — 160 с.

УДК 66.047.3.085.1: 633.85

*Н.А. Зув*

*С.П. Рудобаишта, доктор техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

*Г.А. Зуева, доктор физ.-мат. наук*

Ивановский государственный химико-технологический университет

*Е.Ю. Зотова, канд. с.-х. наук*

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия Д.К. Беляева

## СТИМУЛЯЦИЯ СЕМЯН ЛУКА МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Свойства всех будущих растений во многом определяются состоянием семени: запасом питательных веществ, энергией прорастания, наличием или отсутствием возбудителей болезней. Заботясь о будущем урожае и качестве растений, можно влиять на эти факторы еще на стадии подготовки семян к посеву

(предпосевная стимуляция семян). Увеличить запас питательных веществ семени уже невозможно. Однако повысить всхожесть, усилить энергию прорастания и предотвратить развитие многих болезней можно.

Эффективным физическим способом стимуляции семян является их электрообработка перед

посевом [1], в частности, это может быть инфракрасное облучение [2, 3]. Такой физический способ стимуляции семян характеризуется тем, что он влияет на характер метаболизма семян, способствует лучшему использованию запасных питательных веществ, дезинфекции семян, является экологически чистым. Отмечено, что наибольший эффект стимуляции наблюдается при облучении влажных семян, так как вода играет важную роль при стимуляции семян физическими воздействиями. В ее присутствии увеличивается количество поглощаемой семенами энергии за счет усиления проницаемости семян и увеличения коэффициента поглощения ими энергии.

Совмещенный процесс сушки и стимуляции семян с помощью инфракрасного излучения изучался в работе [4] применительно к семенам с полевой влажностью, т. е. сразу после уборки семян, закладываемых на хранение. Было установлено, что инфракрасная сушка, проводимая в осциллирующем режиме, вызывает значительную стимуляцию семян, проявляющуюся в увеличении их всхожести и энергии прорастания. В данной статье, отражающей работу авторов, в отличие от [4], исследовался процесс предпосевной инфракрасной термообработки ранее высушенных семян исключительно с целью их стимуляции. Для этого исходные семена определенное время замачивали в воде, а затем подвергали импульсной (осциллирующей) инфракрасной сушке. Периоды нагрева и охлаждения материала чередовали, что позволило реализовывать щадящий режим тепловой обработки семян, не допускающий их перегрева. Для достижения оптимального стимулирующего эффекта необходимо изучить, как влияют длительность предварительного замачивания и продолжительность ИК-сушки на энергию прорастания и всхожесть различных семян. В статье [3] представлены результаты исследования энергии прорастания и всхожести семян горчицы белой при сушке импульсным ИК-способом. Было выявлено, что наибольший стимулирующий эффект (увеличение всхожести на 6,5 % и энергии прорастания на 15 % по сравнению с контролем) происходит при предварительном замачивании семян горчицы в течение 3 ч и длительности импульсной ИК-сушки 60 мин. За контроль в опытах принимались всхожесть и энергия прорастания семян, высушенных в естественных условиях, было отмечено, что всхожесть семян горчицы белой у контрольного образца достаточно высокая, поэтому целесообразно проверить эффективность данного метода стимуляции для семян с плохой всхожестью, например, семян лука. В частности, В.А. Лудилев в [1] отмечает, что наиболее эффективна электрообработка жизнеспособных семян с пониженными посевными качествами.

В данной работе изучено влияние предварительного увлажнения семян и длительности осциллирующей ИК-сушки на процесс стимуляции семян растений, обладающих плохой всхожестью, на примере семян лука репчатого Штуттгартер ризен.

Для проведения эксперимента семена лука отбирали в соответствии с сортовыми и посевными качествами по ГОСТ Р 52171–2003 «Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия». Данный стандарт распространяется на семена сельскохозяйственных культур, предназначенных для посева, и устанавливает их сортовые и посевные качества. Он устанавливает определенный уровень влажности семян, необходимый для их хранения и обеспечивающий их нормальную всхожесть. Требования к посевным качествам семян лука репчатого: категория (ЭС, РС), чистота семян не менее 99 %, всхожесть 80 %, влажность 11 %. Здесь использованы условные обозначения: ЭС — элитные семена, РС — репродукционные семена.

Термообработку семян лука осуществляли импульсным ИК-способом в сушильной камере, реализуя переменный по времени двухстадийный циклический режим «нагрев—охлаждение», при постоянной максимальной и минимальной температуре материала. Первая стадия цикла включала в себя время прогрета семени от начальной температуры  $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$  до максимальной  $t_{\max} = 40\text{ }^\circ\text{C}$  с последующей отлежкой его до температуры  $t_{\min} = 34\text{ }^\circ\text{C}$  при выключенном ИК-излучателе. Средняя температура семян при сушке составляла  $37\text{ }^\circ\text{C}$ . Этот температурный режим поддерживался с помощью системы автоматического регулирования, которой была оснащена установка [2]. Сушка семян осуществлялась в плотном монослое. Температура семян в опытах отслеживалась с помощью бесконтактного пирометра Raytek MID LT 02, сигналы с которого передавались на блок управления процессом нагрева семян, который периодически включал и отключал питание излучателей. В качестве излучателей были выбраны лампы OSRAM Siccatherm, так как наибольший стимулирующий эффект семян при их ИК-сушке из числа исследованных в статье [2] излучателей (лампы OSRAM Siccatherm, трубчатые лампы накаливания КГТ-220...600, керамические излучатели ELCER ECS1) наблюдался при применении именно ламп OSRAM, имеющих максимум излучения на длине волны  $\sim 1,1\text{ мкм}$ . Создавалась рекомендованная в работе [2] оптимальная в отношении увеличения всхожести семян плотность теплового потока, составляющая  $1890\text{ Вт/м}^2$ .

Варьировали следующие параметры процесса: время предварительного замачивания семян

и длительность ИК-сушки. Определяли их влияние на всхожесть  $B$ , %, и энергию прорастания  $\mathcal{E}П$ , %, семян лука.

Опыты по определению этих показателей проводили в 4-кратной повторности согласно ГОСТ 12038–84. Стимулированные семена, а также контрольные образцы лука Штуттгартер ризен высевали на фильтровальную бумагу и проращивали при 20 °С в растительных пяти суток для определения энергии прорастания и двенадцать суток для определения всхожести.

Для определения влагосодержания семян как после замачивания, так и конечной — после ИК-сушки, пользовались руководящим нормативным материалом ГОСТ 12041–82.

В первой серии опытов определяли влияние начальной влажности (времени предварительного замачивания) на энергию прорастания и всхожесть семян лука. Для этого продолжительность импульсной ИК-сушки (термообработки) для всех опытов этой серии устанавливали одну и ту же (40 мин). Предварительные исследования показали, что именно при этой продолжительности ИК-сушки достигался наибольший стимулирующий эффект для семян лука. По полученным экспериментальным данным построена графическая зависимость начальной влажности, энергии прорастания, всхожести от времени замачивания семян лука (рис. 1). Из рисунка видно, что предварительное замачивание семян лука даже в течение 10 мин вызывает резкое повышение энергии прорастания и всхожести семян по сравнению с неувлажненными (исходными) семенами. Дальнейшее увеличение длительности времени замачивания приводит к незначительным изменениям указанных показателей стимуляции. Таким образом, для получения стиму-

лирующего эффекта достаточно замачивать семена лука Штуттгартер ризен в течение 10 мин. При этом достигается следующий эффект: энергия прорастания возрастает с 3 % (для необработанных семян) до 71 %, а всхожесть — с 7 до 81 %. Дальнейшее замачивание на энергию прорастания и всхожесть семян влияет незначительно: всхожесть возрастает до 83 %, а энергия прорастания — до 72 %. За контроль в опытах принимались всхожесть и энергия прорастания семян, высушенных в естественных условиях.

Во второй серии опытов исследовали влияние длительности импульсной ИК-термообработки на энергию прорастания и всхожесть семян. Время замачивания, следовательно, и начальную влажность для всех экспериментальных точек устанавливали одну и ту же (3 ч). Эту длительность замачивания выбрали потому, что, как показали предварительные исследования, при соответствующей начальной влажности достигается лучший эффект стимуляции семян лука. На рис. 2 представлены экспериментальные данные зависимости энергии прорастания и всхожести семян лука от длительности импульсной ИК-сушки. Как видно из рис. 2 максимальный эффект стимуляции достигается при длительности импульсной ИК-термообработки, равной 40 мин.

Таким образом, данный способ предпосевной стимуляции, заключающийся в предварительном замачивании и импульсной ИК-термообработке, эффективен для жизнеспособных семян с низкими посевными качествами, какими и являются семена лука. Данные исследования позволяют выбрать оптимальные режимы стимуляции семян с помощью импульсной ИК-сушки, что имеет важное практическое значение.

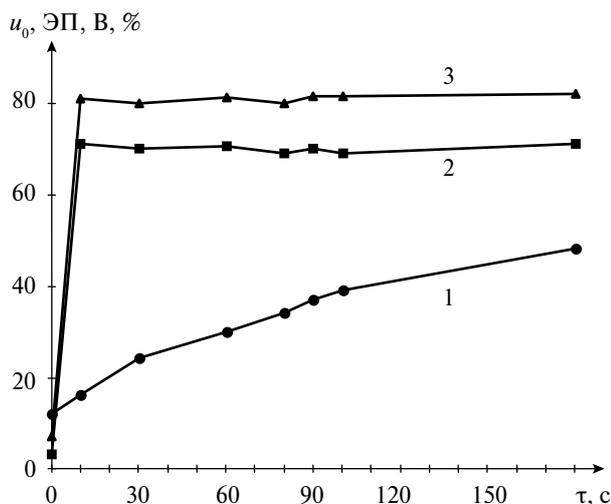


Рис. 1. Графическая зависимость времени замачивания семян лука от: 1 — начального влагосодержания  $u_0$ , %; 2 — энергии прорастания  $\mathcal{E}П$ , %; 3 — всхожести  $B$ , %

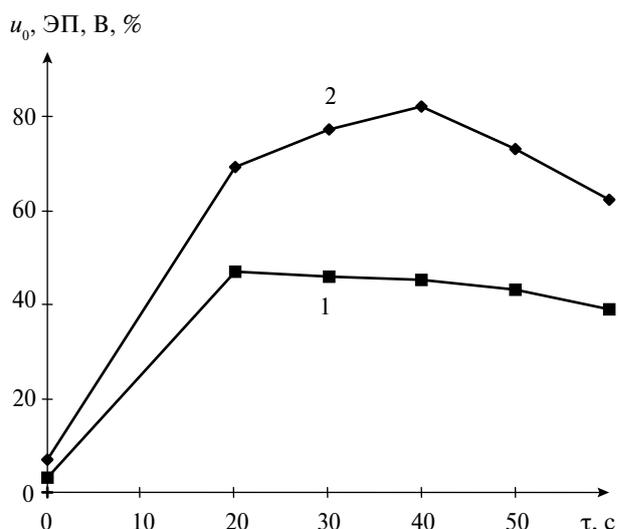


Рис. 2. Графическая зависимость продолжительности ИК-сушки семян лука от: 1 — энергии прорастания  $\mathcal{E}П$ , %; 2 — всхожести  $B$ , %

## Список литературы

1. Лудилов, В.А. Семеноведение овощных и бахчевых культур / В.А. Лудилов. — М.: ФГНУ «Росинформ-агротех», 2005. — 392 с.
2. Рудобашта, С.П. Импульсная инфракрасная сушка семян / С.П. Рудобашта, И.В. Григорьев // Промышленная теплотехника. — 2011. — Т. 33. — № 8. — С. 85–90.
3. Исследование энергии прорастания и всхожести семян горчицы при сушке импульсным ИК-способом / Н.А. Зуев [и др.] // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2011. — № 2(47). — С. 7–10.
4. Григорьев, И.В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур / И.В. Григорьев, С.П. Рудобашта // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2009. — № 4 (35). — С. 7–10.

УДК 631.3–83

*А.А. Герасенков, доктор техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ LOGO! ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Современное развитие систем автоматизации сельскохозяйственного производства базируется на повсеместном внедрении средств микроэлектроники и вычислительной техники для управления технологическими процессами. Применительно к стационарным сельскохозяйственным объектам следует отметить, что более чем в 98 % случаев на них используются дискретные системы управления электроприводами и исполнительными механизмами. Это системы, перерабатывающие информацию не непрерывно, а дискретно, в форме двоичных сигналов. Например, включить — отключить электродвигатель, открыть — закрыть заслонку есть заданный уровень кормов в бункере — нет заданного уровня кормов в бункере и т. д. [1, 2].

Проектирование дискретных систем управления всегда базируется на требованиях технологического процесса по реализации требуемых алгоритмов работы оборудования, в частности, по реализации заданной последовательности включения-отключения электродвигателей. Применительно к объектам сельскохозяйственного производства при любых изменениях как в расстановке, так и в количестве используемых технологических машин, требуется разрабатывать индивидуальные дискретные системы управления. На этой стадии решаются сложные технические задачи [2]:

- система дискретного управления должна быть работоспособной, причем в этом следует убедиться на стадии проектирования;
- разрабатываемая система должна обеспечить требуемый алгоритм работы технологического оборудования как в нормальном режиме работы, так и во внештатных ситуациях;
- в аварийных режимах как технологического, так и электротехнического оборудования система управления не должна допустить созда-

ние условий, приводящих к гибели или порче сельскохозяйственной продукции;

- элементная база дискретных систем управления должна иметь высокую надежность и обеспечивать автоматическое диагностирование как технологического, так и электротехнического оборудования.

Основой синтеза дискретных систем управления является изучение и определение оптимальных связей между входными и выходными сигналами, принимающими только два значения: 0 — сигнал отсутствует и 1 — наличие сигнала. Используя математический аппарат алгебры логики, составляется логическая модель, описывающая взаимодействие входных и выходных сигналов дискретной системы управления.

Для управления электроприводами сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий в настоящее время в основном используются дискретные системы управления, выполненные на релейно-контактных элементах. Внедрение современных технологических процессов предусматривает использование высоконадежной и многофункциональной аппаратуры управления оборудованием, построенной на бесконтактных логических устройствах и микропроцессорной аппаратуре [1, 3].

Весьма перспективным и экономически обоснованным является использование элементов LOGO! для построения дискретных систем управления технологическим оборудованием. Многие ведущие фирмы стали реализовывать эту возможность, разрабатывая программное обеспечение и автоматизируя процессы проектирования и разработки дискретных систем управления. В итоге фирма «Сименс», являющаяся мировым лидером в разработке и производстве электротехнического оборудования, в середине 2000-х годов выпустила на рынок микропроцессорные устройства для по-