

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 66.047.3.085.1: 633.85

Н.А. Зуев

С.П. Рудобашта, 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 имени академика Д.К. Беляева

СОВМЕЩЕННЫЙ ПРОЦЕСС СУШКИ И СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОГО ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Эффективным способом стимуляции семян сельскохозяйственных культур, т. е. улучшения их посевных качеств — повышения энергии прорастания и всхожести, является импульсная инфракрасная термообработка (ИК-сушка) семян, которая может проводиться как после сбора семян (ИК-сушка семян с полевой влажностью), так и непосредственно перед посевом, когда семена замачиваются и подвергаются импульсной инфракрасной ИК-сушке исключительно с целью стимуляции [1]. Осциллирующий режим сушки материалов в электромагнитном поле заключается в чередовании стадий облучения материала со стадиями обдува материала газовой средой с невысокой температурой. Такой щадящий режим позволяет избежать перегрева материала, поддерживать температуру высушиваемого материала в заданных пределах и тем самым сохранять высокие посевные качества.

Разработка аппаратурно-технологического оформления процесса импульсной ИК-сушки семян требует построения математической модели процесса термообработки и исследования опти-

мальных технологических режимов и параметров с целью достижения наибольшего стимулирующего эффекта. Авторы разработали математическую модель тепломассопереноса при сушке в осциллирующем электромагнитном поле, адекватная реальному процессу [2]. Были исследованы режимы и параметры технологии импульсной инфракрасной термообработки семян сельскохозяйственных культур, при которых достигается наибольший эффект стимуляции, снижаются затраты на сушку, посев и повышаются посевные качества семенного материала.

Ранее установлено, что осциллирующая ИК-сушка, проводимая с семенами, собранными с поля, не только обеспечивает быстрое обезвоживание материала, но и вызывает их стимуляцию, выражающуюся в увеличении их энергии прорастания и всхожести [3]. В связи с этим были проведены экспериментальные исследования уже по целенаправленной предпосевной стимуляции семян путем их предварительного замачивания и последующей осциллирующей ИК-сушке. Опыты проводили на установке, снабженной системой автомати-

Условия проращивания семян согласно ГОСТ 12038–84

Культура	Условия проращивания			Освещенность	Срок определения, сут		Дополнительное условие для семян, находящихся в состоянии покоя
	Ложе	Температура, °С			Энергия прорастания	Всхожесть	
		Постоянная	Переменная				
Горчица белая	НБ	20	20...30	Т	3	6	Предварительное охлаждение; KNO ₃
Лук репчатый	МБ, НБ	15; 20	—	Т	5	12	Предварительное охлаждение

Условные обозначения: НБ — на фильтровальной бумаге; МБ — между слоями фильтровальной бумаги.

ческого регулирования температуры. В качестве излучателей использовали лампы OSRAM Siccatherm, поскольку они дают наибольший стимулирующий эффект [4].

Семена высушивали в монослое при постоянном его обдуве атмосферным потоком воздуха. Температура поверхности семян в процессе сушки осциллировала в пределах от $t_{\min} = 34$ °С до $t_{\max} = 40$ °С. Исследования проводили с семенами, обладающими разной всхожестью: горчицы белой сорта ВНИИМК-12, имеющей высокую всхожесть, и семенами лука репчатого сорта Штутгартер ризен, имеющем низкую всхожесть.

Варьировали следующие параметры процесса: время предварительного замачивания семян и длительность ИК-сушки. Определяли их влияние на всхожесть V , %, и энергию прорастания $ЭП$, %, семян.

Опыты по определению этих показателей проводили в 4-кратной повторности согласно ГОСТ 12038–84. Стимулированные семена, а также контрольные образцы семян высевали на фильтровальную бумагу и проращивали при 20 °С в растительных в течение времени, которое определено соответствующим нормативным документом (табл. 1).

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

В опытах варьировали вид семян, длительность замачивания, длительность сушки, длительность хранения семян после ИК-стимуляции.

В работе [1] представлены результаты нашего 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 принимали всхожесть и энергию прорастания семян, высушенных в естественных условиях.

Исследования показали, что предпосевную ИК-стимуляцию целесообразно проводить в первую очередь применительно к семенам с плохой всхожестью, представителем которых, как было отмечено, являются семена лука репчатого. На рис. 1, 2 приведены данные по результатам предпосевной ИК-сушки (стимуляции) семян лука.

Результаты проведенных опытов по определению влияния начальной влажности (времени предварительного замачивания) на энергию прорастания и всхожесть представлены на рис. 1. 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. Из рисунка видно, что максимальный стимулирующий эффект имеет

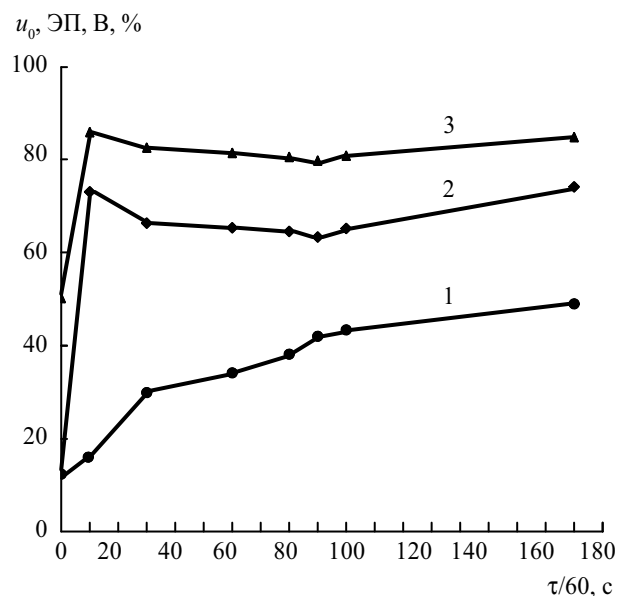


Рис. 1. Зависимость, %:

1 — начального влагосодержания u_0 ; 2 — энергии прорастания $ЭП$; 3 — всхожести V семян лука от времени замачивания при одной и той же продолжительности ИК-сушки 40 мин (контроль: начальное влагосодержание 12 %, энергия прорастания 13 %, всхожесть 50 %)

Таблица 2

Влияние длительности хранения семян на стимулирующий эффект

Тип семян	Контроль		Посадка					
			сразу после ИК-сушки		через 4 мес.		через 8 мес.	
	ЭП, %	В, %	ЭП, %	В, %	ЭП, %	В, %	ЭП, %	В, %
Горчица	85	93 ± 3	92	95 ± 4	95	99 ± 1	94	98 ± 2
Пшеница	87	92 ± 4	89	97 ± 5	91	97 ± 4	97	99 ± 1
Лук	13	50 ± 3	73	84 ± 6	65	71 ± 3	60	70 ± 4

место при замачивании семян лука в течение 3 ч. Энергия прорастания возрастает с 13 (для необработанных семян) до 73%, а всхожесть — с 50 до 84%. Вместе с тем можно заметить, что предварительное замачивание семян лука даже в течение 10 мин вызывает резкое повышение энергии прорастания и всхожести семян, по сравнению с неувлажненными (исходными) семенами (всхожесть возрастает до 83%, а энергия прорастания — до 72%). Дальнейшее увеличение длительности времени замачивания приводит к несущественным изменениям указанных показателей стимуляции.

За контроль в опытах принимались всхожесть и энергия прорастания семян, высушенных в естественных условиях.

Таким образом, результаты эксперимента показали, что в случае с луком наблюдается большой стимулирующий эффект. Так, при длительности замачивания 3 ч и длительности импульсной ИК-сушки 40 мин всхожесть семян лука увеличивается на 68%, а энергия прорастания — на 460% по сравнению с контролем.

На рис. 2 представлены результаты экспериментального исследования 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. Эта длительность замачивания соответствует начальной влажности, при которой достигается лучший эффект стимуляции семян лука. Как видно из рис. 2, максимальный эффект стимуляции достигается при длительности импульсной ИК-термообработки, равной 40 мин.

Было также установлено, что эффект стимуляции сохраняется длительное время, о чем свидетельствуют данные табл. 2. Это означает, что стимулировать семена можно как непосредственно перед посевом, так и в процессе сушки семян, собранных с поля, — применяя осциллирующий ИК- способ.

Выводы

1. Проведенные исследования показывают, что предпосевная обработка семян путем их замачивания и последующей осциллирующей ИК-сушки вызывает значительную стимуляцию семян и поэтому может быть рекомендована в производство.

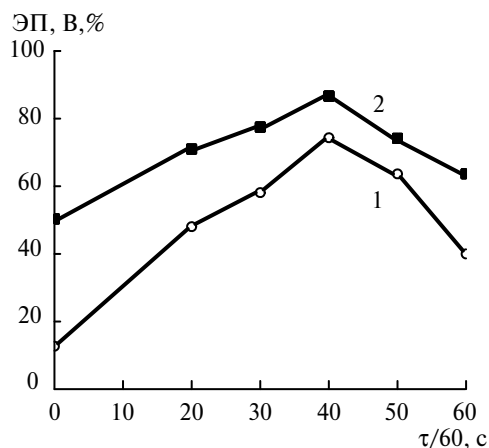


Рис. 2. Зависимость, %:

1 — энергии прорастания ЭП; 2 — всхожести В семян лука от продолжительности ИК-сушки при одинаковой длительности замачивания (3 ч)

2. Стимуляция семян способом осциллирующей ИК-сушки наиболее эффективна для жизнеспособных семян с пониженными посевными качествами, к числу которых относятся, в частности, семена лука репчатого Штутгартер ризен.

3. Эффект стимуляции семян, полученный в результате их осциллирующей ИК-сушки, сохраняется в течение 8 мес. и, возможно, более, поэтому этот способ стимуляции можно применять не только в качестве предпосевной обработки семян, но и при сушке семян, собранных с поля.

Список литературы

- Исследование энергии прорастания и всхожести семян горчицы при сушке импульсным ИК-способом // Н.А. Зуев, С.П. Рудобашта, Е.Ю. Зотова, Г.А. Зуева // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2011. — № 2(47). — С. 7–10.
- Рудобашта С.П., Карташов Э.М., Зуев Н.А. Тепломассоперенос при сушке в осциллирующем электромагнитном поле // Теоретические основы химической технологии. — 2011. — Т. 45. — № 6. — С. 641–647.
- Григорьев И.В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур, нетрадиционных и редких растений: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02. — М., 2010. — 210 с.
- Григорьев И.В., Рудобашта С.П. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. — 2009. — № 4(35). — С. 7–10.