

Режимы предпосевной обработки семян масличных культур ЭМП СВЧ и устройства для их эффективного осуществления

А.А. Василенко, к.т.н., А.В. Мещеряков, аспирант, А.В. Бастрон, к.т.н., А.В. Заплетина, к.т.н., Р.А. Зубова, к.т.н., А.С. Дебрин, аспирант, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ

В севообороте России, в том числе в хозяйствах юго-западной зоны Красноярского края, всё большее место занимают посевные площади под масличные культуры, такие как рапс, рыжик, горчица. Однако семенные инфекции семян указанных культур наносят значительный ущерб урожаю, снижая его порой на треть или даже наполовину. Инфекции в конечном счёте способны нанести большой экономический ущерб, поэтому с ними ведётся постоянная борьба разными методами и средствами [1–10].

Улучшение и повышение качества семян различных культур может быть основано на ис-

пользовании электрических, магнитных, электромагнитных, тепловых и других полей, которые относятся к физическим методам предпосевной обработки семян.

С целью обеззараживания семян масличных культур, в частности рапса [2] и рыжика [1], активизации роста и развития растений нами использовался метод предпосевной обработки семян в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (далее ЭМП СВЧ). Этот метод является комбинированным и объединяет в себе воздействие двух полей: электромагнитного и теплового [1].

Целью исследования являлось обоснование эффективного режима предпосевной обработки семян рыжика в ЭМП СВЧ, а также разработка оригинальной установки для предпосевной об-

работки семян рыжика и других масличных и прочих сельскохозяйственных культур, обеспечивающей равномерный нагрев семян в ЭМП СВЧ.

Материал и методы исследования. Была изучена лабораторная всхожесть и заражённость семян рыжика патогенами после обработки в экспериментальной СВЧ-установке, подробно описанной в ранее опубликованной работе [5] и выполненной по патенту [7]. В процессе эксперимента определяли конечную температуру в слое и на поверхности семян при помощи тепловизора FLIR SYSTEMS THERMACAM P65.

Основным методом исследования было активное планирование эксперимента по плану Кона (Ко2).

Предварительно увлажнённые в течение 2,5 мин до 20,0%-ной влажности семена рыжика подвергались воздействию ЭМП СВЧ частотой 2400 МГц в рабочей камере СВЧ-установки.

Далее с помощью биологического метода (метод влажных камер) в чашках Петри определяли эффективность обеззараживания семян ЭМП СВЧ, а также влияние СВЧ-энергии на их посевные качества. Предварительно укладывали два слоя фильтровальной бумаги, смоченной до уровня наименьшей влагоёмкости. На неё укладывали по 100 семян, прошедших обработку в ЭМП СВЧ при разных режимах в соответствии с планом Кона (Ко2), который состоял из девяти вариантов и десятого контроля (семена не обрабатывались в поле сверхвысокой частоты). Затем чашки Петри помещали в термостат. Через 7 сут. проводили учёты.

В соответствии с допустимой температурой нагрева семян выбирали сочетание диапазона и удельной мощности $P_{уд}$ (Вт/дм³) ЭМП СВЧ за время, равное 30–90 с. При различных сочетаниях мощностей семена нагреваются до температуры 27,5–79,5 °С, влажность семян до обработки в СВЧ-поле составляла 20,0 %.

Таким образом, выше изложенное позволяет выделить два основных фактора воздействия на конечную температуру семян и принять следующие пределы их изменения:

$x_1(\tau)$ – 30–90 – экспозиция обработки, с;

$x_2(P_{уд})$ – 509–2548 – удельная мощность ЭМП СВЧ, Вт/дм³.

Результаты исследования. Полученные результаты подробно описаны и приведены в работе А.В. Бастрона и др. [1].

В результате обработки данных по определению значимых коэффициентов получены адекватные уравнения регрессии, связывающие выходные параметры $y_1 - y_5$ с изучаемыми факторами (x_1 – удельная мощность, Вт/дм³, x_2 – экспозиция, с):

– по лабораторной всхожести:

$$y_1 = 66,056 + 0,67x_1 - 4,833x_2 - 4,083x_1^2 - 5,333x_2^2 - 6,125x_1x_2; \quad (1)$$

– по заражённости грибами р. *Alternaria*:

$$y_2 = 16,069 + 0,67x_1 - 0,979x_2 - 2,1x_1^2 - 2,23x_2^2 - 1,031x_1x_2; \quad (2)$$

– по заражённости пероноспорозом:

$$y_3 = 2,667 + 0,67x_1 - 0,417x_2 - 1,186x_1^2 - 1,0x_2^2; \quad (3)$$

– по заражённости белой гнилью:

$$y_4 = 7,819 + 0,67x_1 - 0,479x_2 - 1,792x_1^2 - 0,979x_2^2 - 0,5x_1x_2; \quad (4)$$

– по заражённости бактериозом:

$$y_5 = 3,847 + 0,67x_1 - 0,291x_2 - 1,333x_1^2 - 0,833x_2^2 - 0,5x_1x_2. \quad (5)$$

На рисунках 1–5 представлена графическая интерпретация полученных уравнений регрессии (1) – (5).

Для реализации приведённых выше режимов предпосевной обработки семян рыжика, других масличных и прочих сельскохозяйственных культур в Красноярском ГАУ разработана и запатентована оригинальная конструкция устройства для сверхвысокочастотной обработки сыпучих материалов, например, семян сельскохозяйственных культур, которое также может быть использовано и для послеуборочной СВЧ-обработки семян масличных культур перед отжимом масла [8]. Разработанная СВЧ-установка с оригинальной конструкцией конвейерной ленты (рис. 6–9) позволяет производить обработку семян равными дозами с возможностью их перемешивания в процессе СВЧ-обработки.

Технология обработки семян в СВЧ-установке выглядит следующим образом. Предварительно увлажнённые семена из загрузочного бункера 1 посредством дозирующего устройства 4, состоящего из двигателя 5 и транспортёрной ленты 6, попадают в чашку 8 конвейерной ленты 7 конвейера 2. Перемещение конвейера 2 осуществляется ступенчато шаговым двигателем 11 через барабаны 9 и 10, с целью точного ориентирования чашки 8 под дозирующим устройством 4 и подачи в неё определенного количества семян. После заполнения чашки 8 конвейерной

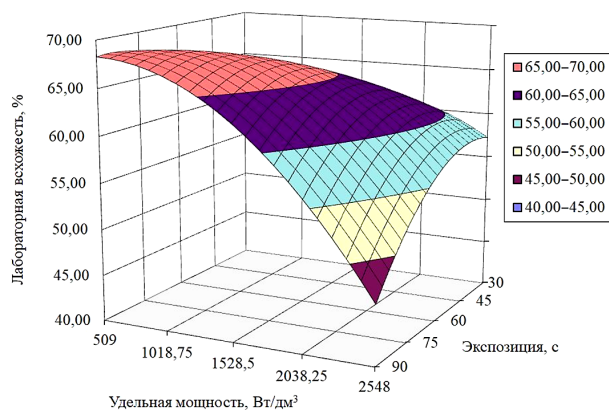


Рис. 1 – Зависимость лабораторной всхожести семян рыжика от удельной мощности ЭМП СВЧ и экспозиции (контроль – 62 %)

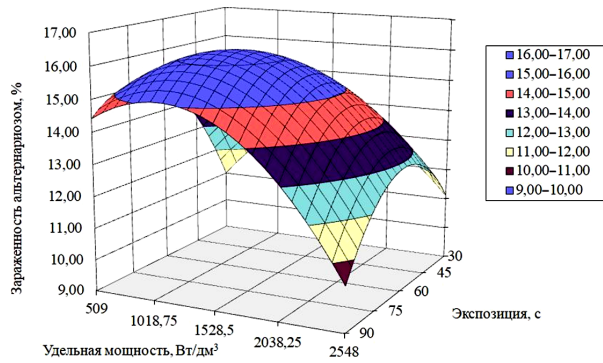


Рис. 2 – Зависимость заражённости семян рыжика грибами р. *Alternaria* от удельной мощности ЭМП СВЧ и экспозиции (контроль – 15,75 %)

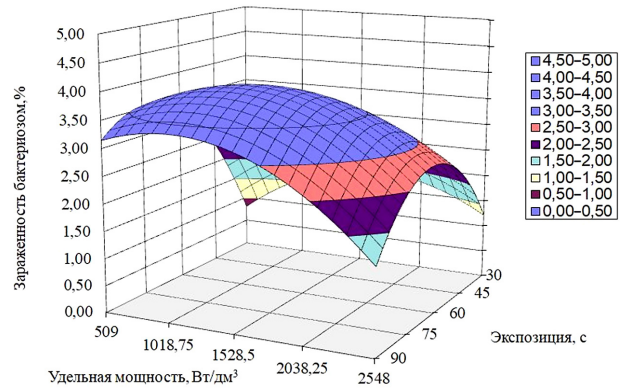


Рис. 4 – Зависимость заражённости семян рыжика белой гнилью от удельной мощности ЭМП СВЧ и экспозиции (контроль – 7,25 %)

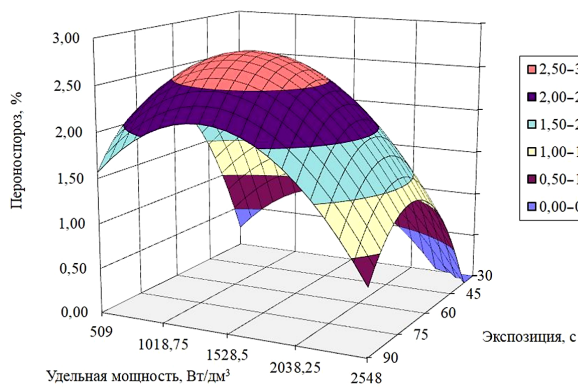


Рис. 3 – Зависимость заражённости семян рыжика пероноспорозом от удельной мощности ЭМП СВЧ и экспозиции (контроль – 2,25 %)

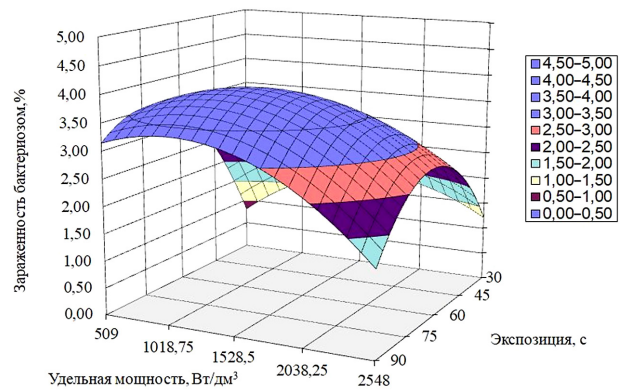


Рис. 5 – Зависимость заражённости семян рыжика бактериозом от удельной мощности ЭМП СВЧ и экспозиции (контроль – 3,37 %)

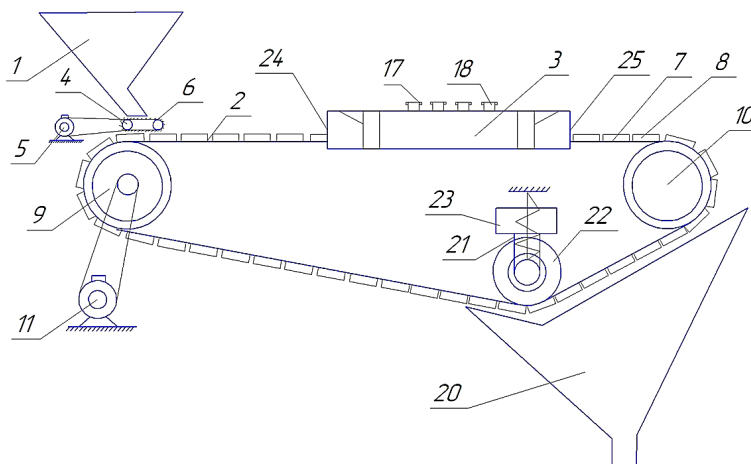


Рис. 6 – Общий вид устройства для предпосевной обработки семян

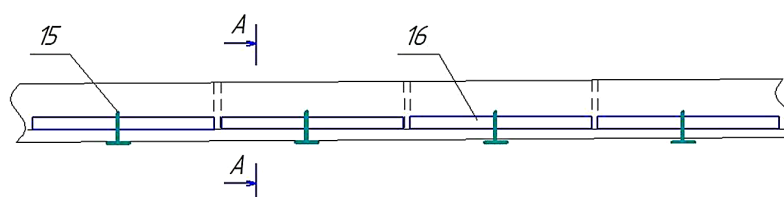


Рис. 7 – Конвейерная лента (вид сбоку)

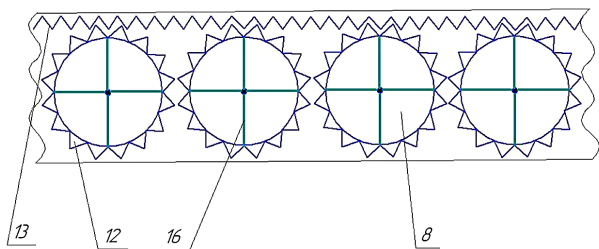


Рис. 8 – Конвейерная лента (вид сверху)

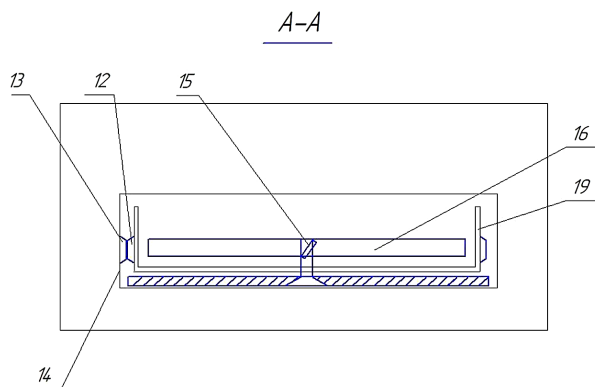


Рис. 9 – разрез А-А по рисунку 7

ленты 7 перемещаются к зоне СВЧ-обработки. Перед обработкой семена должны равномерно распределиться по ёмкости чашки 8. Это условие обеспечивается зубчатой передачей, выполненной в виде зубцов 12, установленных на наружной стороне боковой стенки 19 чашки 8 и зубцов 13, установленных на внутренней стороне боковой стенки 14 рабочей камеры 3. При перемещении конвейерной ленты происходит вращение чашки 8, а также перемешивание и равномерное распределение семян лопатками 16. Лопатки закреплены на стационарном штифте 15 оси вращения чашки 8 и установлены под наклоном в сторону вращения. Далее семена через вход 24 направляются в рабочую камеру 3, где от источника СВЧ-энергии 17 через волновод 18 в рабочую камеру 3 подаётся ЭМП СВЧ на строго определённое время, согласно режиму обработки. После этого семена, пройдя через выход рабочей камеры 25 и барабан 10 конвейера 2, высыпаются из чашек 8 перевёрнутой конвейерной ленты 7 в бункер выгрузки 20 посредством вибрационного устройства 21, состоящего из натяжного барабана 22 с вибратором 23.

Выводы

1. Полученные уравнения регрессии описывают реальные процессы воздействия на семена рыжика и семенные инфекции ЭМП СВЧ [1] с инженерной погрешностью, не превышающей 10 %, и могут быть рекомендованы в производство.

2. Разработанные и запатентованные Красноярским ГАУ устройства для термической обработки сыпучих диэлектрических материалов [7, 8] могут реализовать указанные режимы СВЧ-обработки семян, обеспечивая при этом равномерность нагрева семян лучше, чем в известных конструкциях аналогичных устройств для предпосевной обработки семян СВЧ-энергией.

3. Перспективными следует считать исследования рациональных режимов послеуборочной СВЧ-обработки семян масличных культур перед отжимом масла на разработанных в Красноярском ГАУ оригинальных устройствах [7, 8].

Литература

1. Бастрон А.В., Исаев А.В., Мещеряков А.В. Эффективные режимы предпосевной обработки семян рыжика в электромагнитном поле сверхвысокой частоты // Вестник АПК Ставрополя. 2019. №1 (33). С. 4–7.
2. Исаев А.В., Бастрон А.В., Яхонтова В.С. Исследование влияния степени неравномерности нагрева семян рапса в ЭМП СВЧ на их энергию прорастания и всхожесть // Вестник КрасГАУ. 2016. № 4. С. 131–137.
3. Технология предпосевной обработки семян пшеницы электро-тепловым излучением / В.А. Федотов, И.В. Алтухов, В.Д. Очиров [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2014. № 3 (15). С. 52–56.
4. Обеззараживающее действие электромагнитного поля высокой частоты на семена томата / Г.Г. Юсупова, Н.В. Цугленок, А.В. Бастрон [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2002. С. 33–38.
5. Бастрон А.В., Мещеряков А.В., Цугленок Н.В. Технология и технические средства обеззараживания семян энергией СВЧ-поля // Вестник КрасГАУ. 2007. № 1. С. 268–271.
6. Взаимодействие системы «излучатель – растение» в процессах стимуляции посевных качеств семян культивируемых лекарственных растений / И.А. Худоногов, С.Н. Воякин, А.С. Ижевский [и др.] // Энергетика и информационные технологии: сб. науч. трудов / отв. ред. О.А. Пустовая. Благовещенск, 2017. С. 134–142.
7. Пат. РФ № 2311002, Н 05 В 6/78, Н 05 В 6/64. Устройство для термической обработки сыпучих диэлектрических материалов / А.В. Бастрон, А.В. Мещеряков, Н.В. Цугленок; заявл. 02.06.2006; опубл. 20.11.2006. Бюл. № 32.
8. Пат. РФ № 2695873 на изобретение, H05B 6/54, A01C 1/00. Устройство для предпосевной обработки семян / А.В. Бастрон, А.А. Василенко А.В. Заплетина и др.; заявл. 19.02.2018; опубл. 29.07.2019.
9. Цугленок Г.И., Василенко А.А. Влияние параметров электромагнитного поля сверхвысокой частоты на биометрические показатели и элементы структуры урожая ячменя пивоваренного в красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2007. № 1. С. 272–277.
10. Василенко А.А. Технологическая линия для реализации технологии предпосевной СВЧ-обработки семян зерновых культур // Научное и инновационное обеспечение АПК Сибири: матер. VI межрегион. конф. молодых учёных и специалистов аграрных вузов Сибирского федерального округа. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. С. 76–77.