

УДК 633.1:631.531:537.86

А. В. Червяков, С. В. Курзенков, А. С. Циркунов

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ОБРАБОТКИ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Представлены результаты исследования влияния обработки сверхвысокими частотами (далее — СВЧ) на посевные качества семян зерновых культур, описана методика лабораторных и полевых экспериментов по их изучению, приведены графики изменения посевных показателей в зависимости от режимов обработки, установлены интервалы варьирования экспозиции и конечной температуры семян, при которых применение предпосевной СВЧ-стимуляции семян даёт экономический эффект.

Введение. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур — одна из важнейших задач, которую вместе с селекционерами и агрономами решают физики, биофизики и инженеры.

Воздействие электромагнитных полей на семенной материал может приводить к различным эффектам, проявление которых зависит, в основном, от частоты, мощности излучения и времени воздействия. К таким эффектам можно отнести стимуляцию семян, их возбуждение или подавление [1], [2], [3]. В режиме стимуляции отмечается небольшая прибавка по проценту всхожести семян (порядка 2,5%) и более быстрое их развитие. При возбуждении происходит максимальная прибавка по проценту всхожести, а в режиме подавления процент всхожести ниже контрольного, и растения развиваются медленнее или вообще не развиваются [2].

Обработка зернового материала СВЧ приводит к стимуляции метаболизма биоклеток семян: повышению активности ферментов (в частности, амилазы), активизации всхожести, энергии прорастания и силы роста. С увеличением доз вначале наблюдаются стрессовые явления в биоклетках, а затем их агония и некроз (гибель) [4], [5].

Установлено, что нагрев семян сорго в электромагнитном поле СВЧ до 35...45°C не приводит к снижению их посевных качеств [6]. Дальнейшее увеличение температуры нагрева семян влечёт уменьшение этих показателей,

причём особенно резко в области температур выше 50...60°C. Первое явление объясняется термоактивацией биологических процессов в семенах, второе — необратимыми температурными изменениями (денатурацией) белков.

Установлено, что технологический процесс обработки семян определяется совокупностью следующих параметров: частоты, мощности (или энергии) на единицу массы, времени обработки, времени отлёжки, температуры нагрева [7].

Исследования, которым посвящена данная статья, направлены на изучение влияния температуры нагрева семян при СВЧ-обработке зернового материала на качественные показатели посевного материала: активизацию всхожести, энергию прорастания и силу роста.

Методология и методы исследования. Лабораторные исследования воздействия СВЧ-поля на посевные качества семян проводились в целях определения режимов работы экспериментальной установки и снижения количества полевых опытов.

Задачей лабораторных исследований являлось определение влияния конечной температуры и времени обработки на посевные качества семян, к которым относятся всхожесть, энергия прорастания и сила роста.

Посевные качества семян определялись по стандартной методике ГОСТ 12038-84 [8].

Для достижения поставленной цели была изготовлена лабораторная установка,

разработана и реализована методика проведения лабораторных экспериментов.

В ходе полевых опытов определялись рациональные режимы работы СВЧ-активатора, а также возможности снижения расхода протравителя Кинто Дуо и стимулятора роста Авибиф при применении комбинированной предпосевной обработки семян.

Задачи полевых опытов: 1) определение рациональных режимов работы СВЧ-активатора для стимулирования ростовых процессов в семенах; 2) изучение возможности снижения расхода протравителя Кинто Дуо и стимулятора Авибиф при применении СВЧ-стимуляции семенного материала.

Для решения поставленных задач была создана производственная установка, технологическая схема и принцип работы которой подробно рассмотрены в источниках [9], [10].

Полевые испытания проводились согласно разработанной методике. Достоверность результатов обеспечивалась повторностью экспериментов. Анализ результатов проводился по стандартным статистическим методикам [11].

Организация исследования. Программа лабораторных исследований включала облучение зерна на четырёх экспозициях в СВЧ-поле: 90, 120, 150, 180 с, а также контрольный образец без облучения. В пробах из контрольного и облучённых образцов определялись посевные качества семян

Лабораторная установка для облучения семян СВЧ-энергией представляла микроволновую печь, у которой был изменён СВЧ-блок и удалён механизм вращения блюда (рисунок 1).

Установка включала СВЧ-блок с мощностью микроволн 800 Вт, рабочую камеру 2, в которую устанавливался контейнер с зерном 1, а также блок управления с регуляторами мощности 3 и экспозиции 4.

Лабораторные эксперименты проводились по следующей схеме:

1) съёмный контейнер, разделённый на сектора, заполнялся зерном и помещался в рабочую камеру лабораторной установки;

2) включался СВЧ-блок установки, и производилось облучение семян в течение определённого интервала времени;

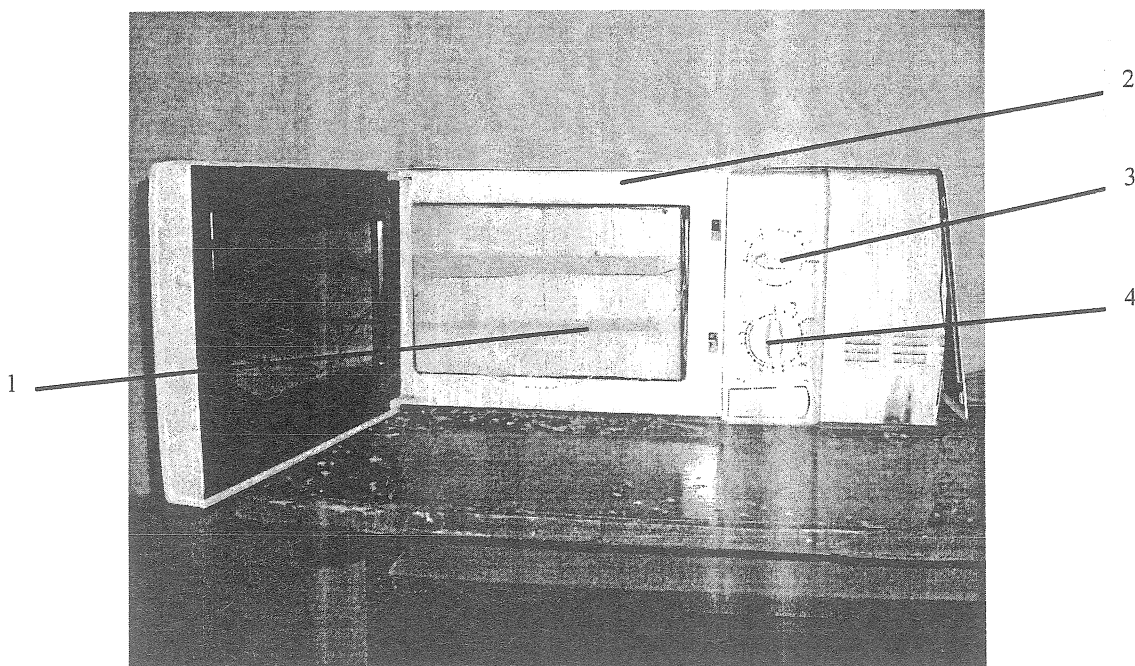


Рисунок 1 — Лабораторная установка для облучения семян СВЧ-энергией

3) после облучения контейнер извлекался из рабочей камеры. Измерялась температура и влажность зерна в каждом секторе контейнера, а также отбирались пробы в целях определения всхожести, энергии прорастания и силы роста.

Влажность зерна до и после обработки в СВЧ-активаторе определяли по ГОСТ 13586.5-93 [12] при помощи влагомера FARMPRO. Температуру в секторах измеряли с помощью измерителя температуры десятиканального ИТ-1000В и игольчатых термомпар.

Результаты данных экспериментов позволили определить диапазоны изменения экспозиции и температурных режимов при СВЧ-обработке семян.

Производственные эксперименты предполагали реализацию следующей схемы исследований:

1) протравливание семян различными комбинациями и расходом концентрата химического протравителя Кинто Дуо и полимерного препарата Авибиф;

2) активизация ростовых процессов в семенах при их обработке в СВЧ-активаторе с различной интенсивностью;

3) посев обработанных семян на делянках опытного поля БГСХА;

4) уход за посевами по стандартной технологии возделывания зерновых культур;

5) уборка опытных посевов и определение урожайности.

При протравливании семян в опытах с последующей СВЧ-обработкой расход протравителя Кинто Дуо изменялся в пределах

от 1,4 л / т до 2,0 л / т, стимулятора Авибиф — в диапазоне от 100 до 200 мл / т.

На основании лабораторных опытов время обработки составляло от 90 до 180 с, при этом конечная температура семенного материала находилась в диапазоне от 30 до 50°C.

Обработанные семена высевались на делянках опытного поля БГСХА по стандартной технологии с использованием пневматической сеялки СПУ-6 с нормой высева 250 кг / га.

Уход за посевами производился по стандартной технологии средствами машинно-тракторного парка опытного поля БГСХА. Уборка осуществлялась комбайном КЗС-10.

По каждой делянке определялась урожайность, затем проводился анализ эффективности проведённой обработки.

Результаты исследования и их обсуждение. Данные (таблица 1) получены в результате лабораторных исследований влияния СВЧ-обработки на посевные качества семян.

Анализ данных показывает, что воздействие СВЧ-энергии на семена в течение 90...180 с увеличивает всхожесть до 7% и энергию прорастания до 5% по сравнению с семенами без обработки.

Результаты изменения энергии прорастания и всхожести семян зерновых культур в зависимости от конечной температуры (рисунки 2) показали, что наибольшая энергия прорастания наблюдается в диапазоне изменения температуры 30...40°C, а увеличение всхожести — при температуре 30...42°C.

Т а б л и ц а 1 — Посевные качества семян ярового ячменя сорта Гонар (среднее по повторностям)

Вариант опыта	Количество зёрен, проросших через три суток, шт.	Энергия прорастания, %	Количество зёрен, проросших через семь суток, шт.	Всхожесть, %
Контроль (без обработки)	51,75	51,75	85,75	85,75
Режим СВЧ — 90 с	45,25	45,25	85,00	85,00
Режим СВЧ — 120 с	54,75	54,75	91,75	91,75
Режим СВЧ — 150 с	52,75	52,75	89,50	89,50
Режим СВЧ — 180 с	51,50	51,50	87,50	87,50

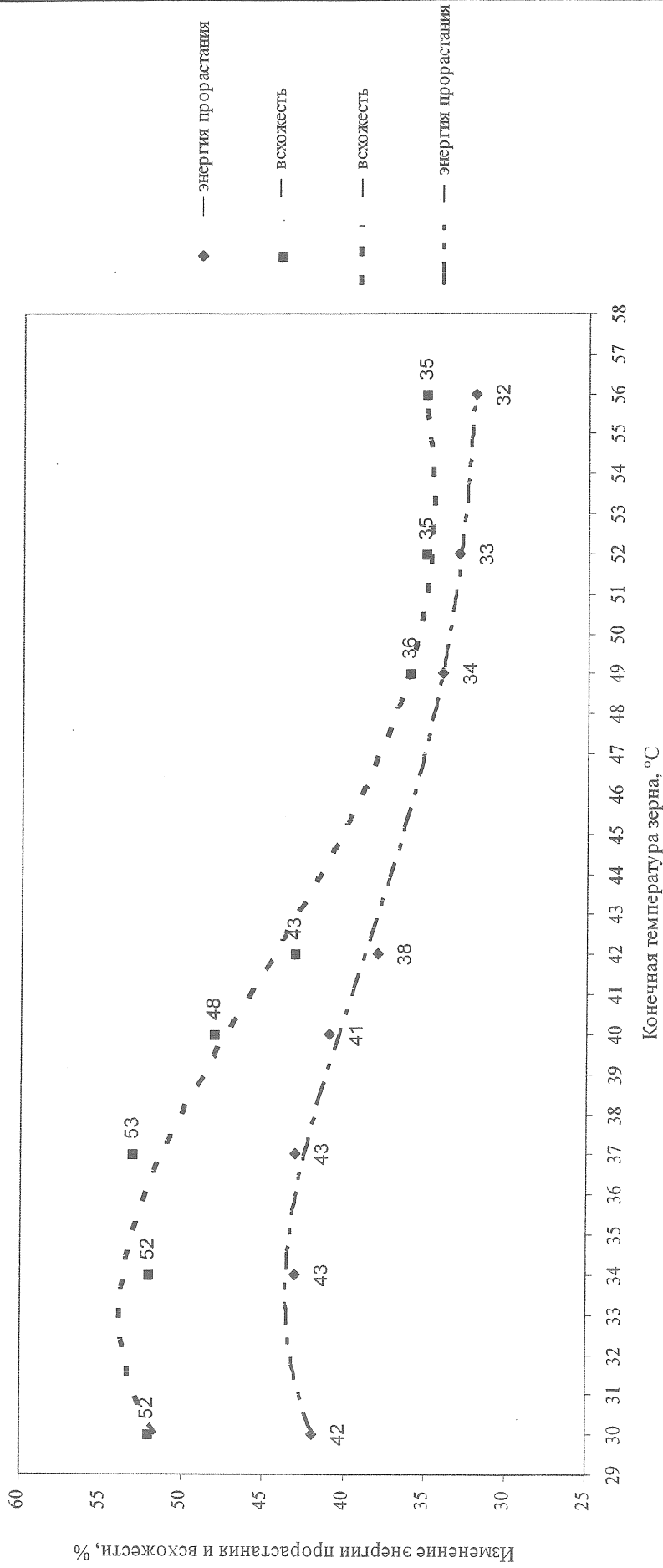


Рисунок 2 — График изменения энергии прорастания и всхожести семян ячменя в зависимости от конечной температуры (в контроле энергии прорастания — 34%, всхожести — 46%)

Дальнейшее увеличение температуры приводит к снижению всхожести и энергии прорастания, что согласуется с данными, приведёнными в работе [6].

График интенсивности развития проростков в зависимости от конечной температуры семян (рисунок 3) показал увеличение данного параметра в диапазоне температур от 29 до 42°C.

Поэтому в полевых экспериментах время СВЧ-обработки составляло 90...180 с, а конечная температура зерна была 30...45°C.

Анализ результатов экспериментов показал, что увеличение урожайности на 5...10 ц / га достигается при экспозиции семян в СВЧ-поле, равной 90...150 с. Дальнейшее увеличение экспозиции приводит к снижению урожайности вследствие угнетения ростовых процессов в зерновке. Зависимость длительности обработки в электромагнитном поле СВЧ от объёма материала и мощности установки предлагаемой конструкции приведены в работах [3], [10].

Во время экспериментов было установлено, что при переходе к обработке семенного материала в потоке большое влияние оказывает равномерность распространения СВЧ-поля в слое. При неравномерности обработки свыше 20% эффект от СВЧ-обработки теряется. Поэтому дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение влияния данного параметра на эффективность СВЧ-обработки.

Было установлено, что предварительное увлажнение зерна приводит к его большему нагреву при обработке в СВЧ-поле в течение 120...180 с [10]. Этот эффект объясняется тем, что СВЧ-энергия воздействует преимущественно на молекулы воды, а следовательно, чем больше воды содержится в зерне, тем большее количество энергии оно способно поглотить и преобразовать её в тепловую. Однако исследованиями было установлено, что дополнительное увлажнение семян перед СВЧ-активацией нецелесообразно, так как эффект от проведения данной операции не покрывает затраты на её выполнение.

В результате анализа воздействия СВЧ-энергии на семена зерновых культур [10] было установлено, что микроволновая обработка способствует обеззараживанию зерна, в результате чего расход препарата Кинто Дуо при протравливании семян с последующей СВЧ-обработкой может быть снижен на 30% [10].

Эксперименты показали, что для стимуляции ростовых процессов целесообразно применять в сочетании с протравителем полимерный препарат Авибиф с расходом 200 мл / т.

Заключение. Проведённые эксперименты подтвердили перспективность применения предпосевного СВЧ-стимулирования семян. Были выявлены диапазоны изменения режимных параметров производственной установки: время обработки — от 90 до 150 с, конечная температура нагрева зерна — от 30° до 45°C.

Стимуляция семенного материала СВЧ-полем в комбинации с предварительным протравливанием и вводом стимулятора роста даёт увеличение урожайности на 10...25%, а также позволяет снизить расход протравителя на 30% без потери урожайности [10]. Расчёты экономической эффективности представлены в [10].

Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение влияния неравномерности СВЧ-обработки на посевные показатели семенного материала.

Список цитируемых источников

1. Барышев, М. Г. Воздействие электромагнитных полей на биохимические процессы в семенах растений / М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов // Изв. вузов. Пищевая технология. — 2002. — № 1. — С. 21—23.
2. Кондратьева, Н. П. Предпосевная обработка семян зерновых культур / Н. П. Кондратьева // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. — 2002. — № 8. — С. 9—10.
3. Мартинков, Р. Ю. Перспективы использования СВЧ-поля для предпосевной обработки семян / Р. Ю. Мартинков, А. С. Циркунов // Научный поиск

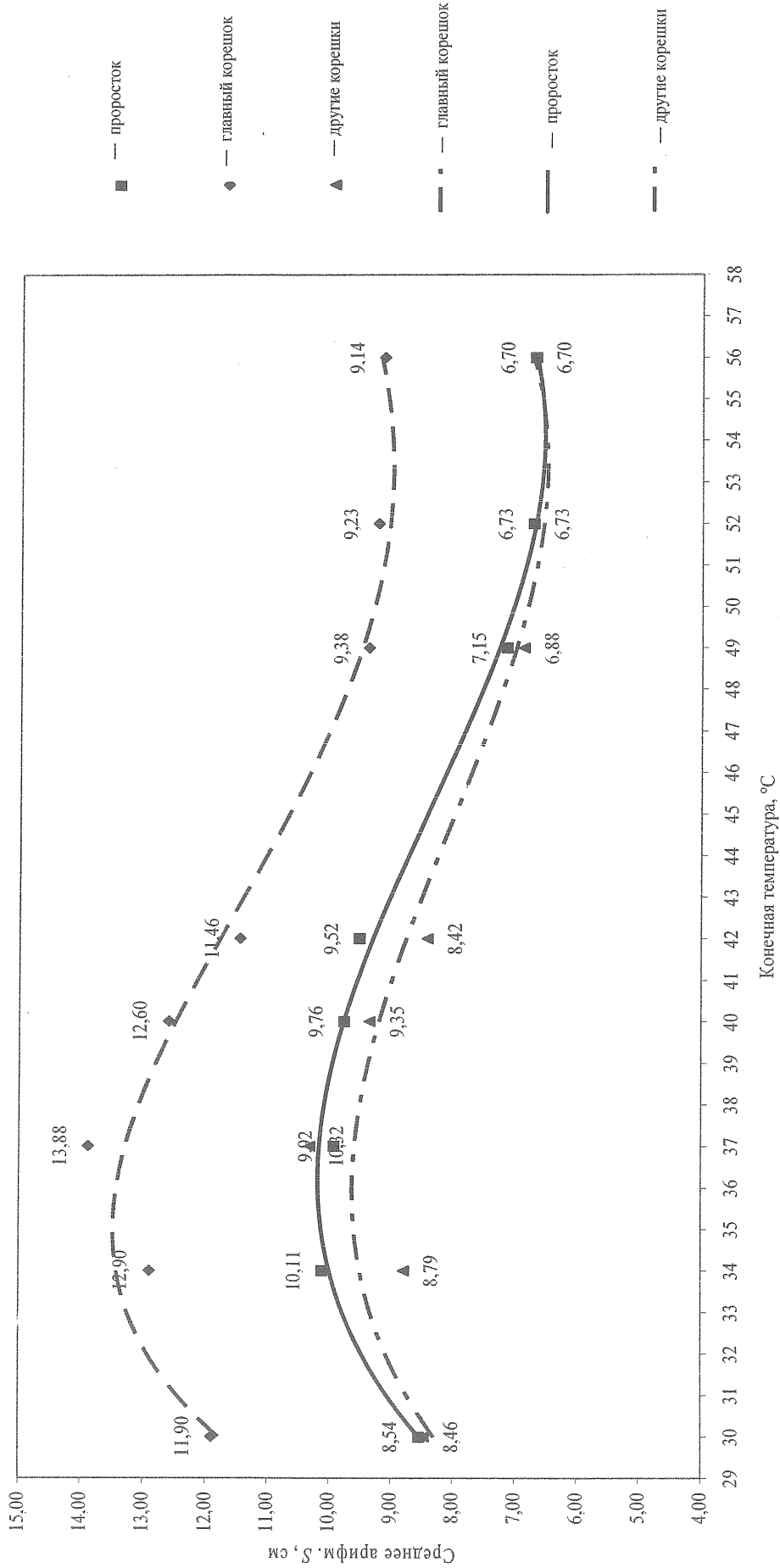


Рисунок 3 — График интенсивности развития проростков, главного корешка и других корешков семян ячменя в зависимости от конечной температуры (в контроле проросток — 6,24 мм, главный корешок — 8,98 мм, другие корешки — 6,71 мм)

молодёжи XXI века : материалы респ. науч. конф. студентов и магистрантов : в 2 ч. : Горки : БГСХА, 2012. — Ч. 1. — С. 336—339.

4. Червяков, А. В. Предпосылки и практическая реализация технологии предпосевной обработки семян СВЧ-полем / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, А. С. Циркунов // Вест. Белорус. гос. с.-х. акад. — № 2. — 2012. — С. 111—115.

5. Пахомов, В. И. Активизация посевных свойств семян СВЧ-обработкой / В. И. Пахомов, Е. В. Ионова // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. — 2004. — № 4. — С. 5—6.

6. Ионова, Е. В. Влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты на посевные, биохимические и физиологические качества семян сорго и других культур : автореф. дис ... канд. с.-х. наук / Е. В. Ионова ; Дон. зон. НИИСХ. — пос. Рассвет : [б. и.], 2003. — 26 с.

7. Изаков, Ф. Я. Направления и результаты исследований по использованию энергии СВЧ в сельскохозяйственном производстве / Ф. Я. Изаков // Использование СВЧ-энергии в сельскохозяйственном производстве. — Черноград : ВНИПТИМЭСХ, 1989. — С. 14—18.

8. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038.-84. — Введ.

14.07.86. — Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1986.

9. Устройство для предпосевного стимулирования семян СВЧ-полем : пат. 7945 Респ. Беларусь, МПК А 01С1/00 / А. В. Червяков [и др.] ; заявитель ООО НПП «Белама Плюс». — № и 20100544; заявл. 11. 06. 10; опубл. 28. 02. 12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2012. — №1 (84). — С. 191.

10. Разработка и внедрение технологии предпосевной обработки семян в СВЧ-поле : отчёт о НИР / Белорус. гос. с.-х. акад. — Горки : [б. и.], 2009. — № ГР 20100004.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М. : Агропромиздат, 1985. — 351 с.

12. Зерно. Метод определения влажности : ГОСТ 13586.5-93. Введ. 01.09.94. — Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1994.

Материал поступил в редакцию 31.01.2013 г.

The results of the microwave treatment effect on the quality of seeds sown crops are described. The method of laboratory and field experiments is used, the graphs show a change in crop parameters depending on the treatment conditions, fixed intervals varying the exposure and the final temperature of seeds. The use of microwave prestimulation of seeds provides economic benefits.