

УДК 631.53.027

UDC 631.53.027

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО
ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН
ПЕРЕМЕННЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ
ПОЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

**EXPERIMENT PLANNING ON
PRESEEDING PROCESSING OF SEEDS BY
VARIATION ELECTROMAGNETIC FIELD
OF INDUSTRIAL FREQUENCY**

Жолобова Мария Владимировна
аспирант

Zholobova Maria Vladimirovna
postgraduate student

Федорищенко Михаил Геннадьевич
к.т.н.

Fedorishchenko Michael Gennadevich
Cand.Tech.Sci.

Казакова Алия Сабировна
д.б.н., профессор

Kasakova Aliya Sabirovna
Dr.Sci.Biol., professor

Грачева Наталья Николаевна
к.т.н.

Grachyova Natalia Nikolaevna
Cand.Tech.Sci.

*ФГБОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная
агроинженерная академия», г.Зерноград, Ростовская
область, Россия*

*FSBEI HPE Azov-Black Sea State Agroengineering
Academy, Zernograd, Rostov region, Russia*

В статье представлено планирование эксперимента по предпосевной обработке семян переменным электромагнитным полем промышленной частоты. Приведены результаты предварительных лабораторных исследований

Experiment planning is presented in the article on preseeding processing of seeds by variation electromagnetic field of industrial frequency. The results of preliminary laboratory researches are given

Ключевые слова: ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН, ПЕРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ, ПЛАН ВОХВЕННЕН, ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ЯЧМЕНЬ

Keywords: EXPERIMENT PLANNING, PRESEEDING PROCESSING OF SEEDS, VARIATION ELECTROMAGNETIC FIELD OF INDUSTRIAL FREQUENCY, PLAN BOX-BENNEN, GRAIN CROPS, BARLEY

Прогрессивная технология получения сельскохозяйственной продукции должна предусматривать экономию материальных и трудовых затрат при высокой стабильности получаемых результатов и сохранении единого согласованного во всех звеньях производственного цикла. Особого внимания требуют технологические приемы обработки семян и посадочного материала, выводящие их из состояния покоя и повышающие интенсивность ростовых процессов растений, для получения более ранних, дружных и выровненных всходов, закладывающих основу увеличения урожая, получения ранней и высококачественной сельскохозяйственной продукции.

Важным фактором повышения эффективности производства зерна ячменя является предпосевная обработка семян. Среди широкого спектра

методов предпосевной обработки семян весьма эффективной является обработка семян переменным электромагнитным полем промышленной частоты (ПЭМП ПЧ) [1], приводящая к получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, за счет повышения полевой всхожести семян, ускорения темпов начального роста растений, усиления интенсивности корнеобразования и кущения [7].

Электромагнитная обработка семян как один из наиболее перспективных способов предпосевной обработки не оказывает вредного воздействия на обслуживающий персонал (как, например, химическая или радионуклидная обработки), не дает при обработке летальных для посевного материала доз, является весьма технологичным и легко автоматизируемым процессом, воздействие легко и точно дозируется, является экологически чистым видом обработки, легко стыкуется с применяемыми в настоящее время агроприемами. Немаловажным является то, что растения, выросшие из обработанных семян, не имеют в дальнейшем патологических изменений и индуцированных мутаций [2].

Важным контролируемым параметром предпосевной обработки семенного материала является время отлежки после предпосевной обработки семян в ПЭМП ПЧ. После проведения предпосевной обработки эффект от обработки может появиться не сразу, а через некоторое время, а затем через определённое время опять снизиться. В связи с изменением погодных условий сроки посева нередко передвигаются на несколько дней. Для многих изученных культур было показано, что эффект от обработки сохраняется в течении 4-5 дней, а затем постепенно снижается. Нами было установлено, что эффект от обработки ПЭМП ПЧ сохраняется на протяжении 5 дней при экспозиции менее 1 секунды [5].

Важную роль в обработке семян ПЭМП ПЧ играет время, в течение которого происходит воздействие на обрабатываемый объект. Эта величина, определяющая общее количество энергии, выпавшее на объект в

течение продолжительности действия, называется дозой облучения [2]. Доза облучения зависит от магнитной индукции, продолжительности обработки семян и расположения их в пространстве рабочей камеры. Поле внутри рабочей камеры неоднородно, поэтому, семена, проходя через пространство рабочей камеры, получают разную дозу.

Эффективность предпосевной обработки семян ПЭМП ПЧ зависит от ряда факторов, в том числе от исходной влажности семенного материала $W(\%)$, продолжительности отлёжки после предпосевной обработки и дозы облучения, которая определяется продолжительностью обработки семян в рабочей камере установки $T(c)$ и их расположением в пространстве рабочей камере $L(m)$.

При изучении влияния обработок на всхожесть семян оценивают разные параметры в широком диапазоне их значений. Однако, для одновременного изучения нескольких параметров необходимо поставить эксперимент, в котором число опытов было бы минимальным и одновременно достаточным для получения объективной информации и корректных выводов. В связи с этим целью работы явилась разработка плана эксперимента по оценке предпосевной обработке семян ярового ячменя в ПЭМП ПЧ.

Объектом исследования служили семена ярового ячменя сортов Максим и Ратник, полученные в учебно-опытном фермерском хозяйстве Азово-Черноморской агроинженерной академии.

На первом этапе наших исследований были проведены самостоятельные опыты по изучению зависимости всхожести семян ярового ячменя от их влажности, времени обработки в ПЭМП ПЧ и расположения в пространстве рабочей камеры установки. На основании этих экспериментов были выявлены значимые факторы экспериментальных исследований и уровни их варьирования.

Первый эксперимент был проведен для определения продолжительности обработки в ПЭМП ПЧ семенного материала и установления необходимости отлёжки семян после обработки.

Предпосевную обработку семян ПЭМП ПЧ проводили на лабораторной установке. Лабораторная установка представляет собой модуль установки УСЭ [2], состоящий из рабочей камеры, магнитопровода и электромагнитной катушки, а также устройства автоматического управления. Семена обрабатывались ПЭМП ПЧ от 0,1 до 1 с и высевались в день обработки, через 1-5 суток после обработки.

Семена после обработки ПЭМП ПЧ проращивали в рулонах при температуре +20°C на дистиллированной воде согласно ГОСТ 12038-84 [6]. На четвертые сутки определяли энергию прорастания, на седьмые – всхожесть. Полученные результаты подвергали статистической обработке. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Всхожесть семян ярового ячменя в зависимости от времени обработки ПЭМП ПЧ и срока отлёжки после обработки

Время обработки, с	Всхожесть семян на 7-е сутки в зависимости от дня высева после обработки, %					
	высев семян в день обработки	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	85	89,3	90,1	89,5	89,1	89,3
1	96,6	92,6	94	94	94	98
0,9	93,3	92,6	93,3	94,6	96,6	95,3
0,8	94,6	94,6	90	91,2	89	91,3
0,7	94,6	98	96,6	96,6	91,3	88
0,6	95,3	96	95,1	93	95	90
0,5	95,3	92,6	95,3	89,3	89,3	92,6
0,4	96	94	96,6	95	94	91,2
0,3	94,6	94,6	94	92	96,6	96,6
0,2	94	89,3	94,6	93,3	91	89
0,1	93,6	90	95,6	94	90,6	93,3
Среднее	94,29	93,43	94,17	93,3	92,74	92,53

В результате было установлено, что обработка семян ярового ячменя ПЭМП ПЧ менее одной секунды на лабораторной установке повышает

всхожесть семян в среднем на 10% от контроля [5]. Максимальное увеличение всхожести на 11,3 % возможно при обработке семян в течение 0,5 и 0,6 секунды и высеве семян в день обработки [5].

Второй эксперимент был проведен для определения однородности ПЭМП ПЧ в рабочей камере и для подтверждения зависимости всхожести семян ярового ячменя от продолжительности обработки в ПЭМП ПЧ и расположения в пространстве рабочей камеры установки. Семена после обработки ПЭМП ПЧ проращивали в рулонах при температуре +20°C на дистиллированной воде согласно ГОСТ 12038-84 [6]. На четвертые сутки определяли энергию прорастания, на седьмые – всхожесть. Полученные результаты подвергали статистической обработке (рисунок 1).

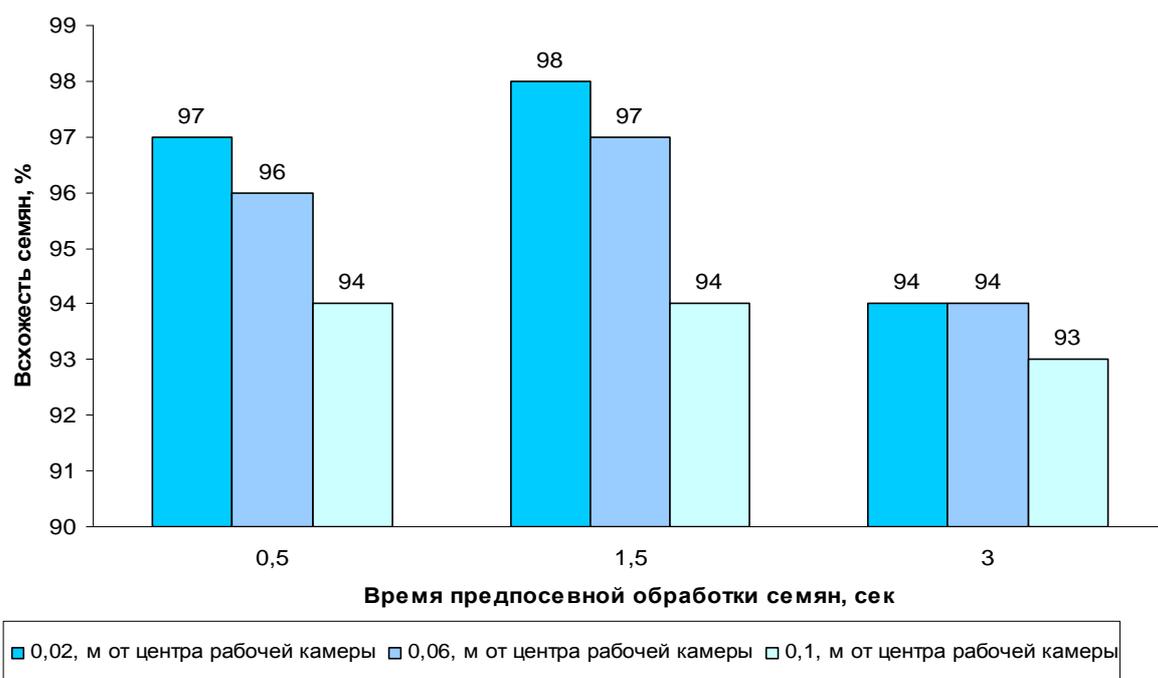


Рисунок 1 – Зависимость всхожести семян ярового ячменя от продолжительности обработки ПЭМП ПЧ и от их расположения в пространстве рабочей камеры установки

Высокую всхожесть имели семена, которые располагались в 0,02м и 0,06м от центра рабочей камеры, где напряженность ПЭМП ПЧ была в пределах от 9 до 25 мТл [3]. Всхожесть семян в этих зонах в среднем на 4% <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/40.pdf>

выше, чем в зоне обработки, расположенной на расстоянии 0,1м от центра рабочей камеры.

Третий эксперимент был проведен для определения зависимости всхожести ярового ячменя от продолжительности обработки семян в ПЭМП ПЧ при исходной влажности семян от 9,5 до 28,8%. Семена обрабатывали ЭМП ПЧ в течение 0,5; 1; 3; 5; 7 и 9 секунд и сразу же высевали. Семена проращивали в рулонах при температуре +20°C на дистиллированной воде согласно ГОСТ 12038-84 [6].

Установлено, что при влажности семян от 11 до 28,5 % и продолжительности обработки ПЭМП ПЧ до 3 секунд всхожесть увеличивалась и составила от 90 до 98%, при продолжительности обработки свыше 3 секунд, всхожесть семян ячменя не изменялась и была равна всхожести необработанных семян [4]. Следовательно, при продолжительности обработки семян от 0,5 до 3 секунд, с исходной влажностью семян от 14–16% и индукции ПЭМП ПЧ до 0,30Тл можно получить максимальное увеличение всхожести [4].

Поэтому, в качестве независимых значимых факторов для проведения экспериментальных исследований по предпосевной обработке семян ПЭМП ПЧ были выбраны следующие факторы и диапазоны их варьирования (таблица 2).

Таблица 2 – Независимые значимые факторы экспериментальных исследований и уровни их варьирования

Факторы	Уровни варьирования факторов		
	-1	0	1
Влажность зерна, W, %	14	16	18
Время обработки, T, с	0,5	2,0	3,5
Удаление от центра рабочей камеры установки, L, м	0,02	0,06	0,1

На основании выбранных значений факторов был составлен план <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/40.pdf>

эксперимента. Планирование эксперимента проводили с использованием программы статистического анализа Statistica 5.5А. В качестве базового принят план Вох-Behnken. Матрица плана Вох-Behnken и матрица многофакторного эксперимента по указанному плану приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Матрица плана эксперимента Вох-Behnken

№ п/п	W, %	T, с	L, м
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	1
6	1	0	1
7	-1	0	-1
8	1	0	-1
9	0	-1	1
10	0	1	1
11	0	-1	-1
12	0	1	-1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Таблица 4– Матрица многофакторного эксперимента

№ п/п	W, %	T, с	L, м
1	14	0,5	0,06
2	18	0,5	0,06
3	14	3,5	0,06
4	18	3,5	0,06
5	14	2	0,1
6	18	2	0,1

7	14	2	0,02
8	18	2	0,02
9	16	0,5	0,1
10	16	3,5	0,1
11	16	0,5	0,02
12	16	3,5	0,02
13	16	2	0,06
14	16	2	0,06
15	16	2	0,06

Таким образом, для оценки влияния предпосевной обработки семян ярового ячменя ПЭМП ПЧ на посевные качества семян необходимо провести трехфакторный эксперимент, состоящий из 15 опытов. Обработка результатов эксперимента будет проводиться с использованием модуля планирования эксперимента программы Statistica 5.5А.

При выборе плана эксперимента необходимо руководствоваться соображениями принципа постепенного усложнения математической модели влияния предпосевной обработки семян ярового ячменя ПЭМП ПЧ на посевные качества семян и поэтапного выполнения плана. Если, при проведении эксперимента по выбранному плану, какие-либо результаты не устраивают исследователя, то необходимо перейти к другому виду планирования.

Выводы

1. Для проведения экспериментальных исследований по усовершенствованию процесса предпосевной обработки семян ярового ячменя ПЭМП ПЧ были выбраны три независимых фактора: влажность зерна – $W(\%)$, время обработки семян ПЭМП ПЧ – $T(с)$, удаление от центра рабочей камеры установки – $L(м)$.

2. По результатам предварительных экспериментов выбраны

следующие уровни варьирования независимых факторов: влажность зерна (%) – $W \in [14; 18]$, время обработки (с) – $T \in [0,5; 3,5]$, удаление от центра рабочей камеры установки (м) – $L \in [0,02; 0,1]$.

3. По результатам проведенных предварительных экспериментов выяснили, что высокую всхожесть дали семена, которые располагались в 0,02м и 0,06м от центра рабочей камеры, где напряженность ПЭМП ПЧ была в пределах 9–25мТл [3]. Всхожесть семян в этих зонах в среднем на 4% выше, чем в зоне обработки, расположенной на расстоянии 0,1м от центра рабочей камеры.

4. Согласно теории планирования для проведения экспериментальных исследований по усовершенствованию предпосевной обработки семян ярового ячменя переменным электромагнитным полем промышленной частоты в качестве базового целесообразно использовать план Вох-Behnken.

Литература

1. Ерешко, А.С. Ячмень: от селекции к производству / А.С. Ерешко. – Ростов-на-Дону: ООО «Терра», 2005. – 184 с.
2. Федорищенко, М.Г. Совершенствование процесса предпосевной обработки семян зернового сорго переменным электромагнитным полем промышленной частоты: Дис. ... канд.тех.наук / М.Г. Федорищенко. – СПб,2000. – 150 с.
3. Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: материалы VI Российской научно-практической конференции. – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2011. – 204 с.
4. Влияние продолжительности предпосевной обработки семян ячменя переменным магнитным полем промышленной частоты на всхожесть в зависимости от их исходной влажности / М.Г. Федорищенко, А.С. Казакова, Н.И. Шабанов, М.В. Жолобова // Вестник аграрной науки Дона: теоретический и научно-практический журнал. – Вып.1 – Зерноград, 2009. – С.81-85
5. Влияние предпосевной обработки ПЭМП ПЧ на посевные качества семян ярового ячменя / М.Г. Федорищенко, А.С. Казакова, М.В. Жолобова // Технологии и средства повышения надёжности машин в АПК: сборник научных трудов. – Вып.7. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2011. – С.172-177
6. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84; Введен 01.07.86. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – С. 34-38.
7. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя электромагнитным полем переменной частоты на их посевные качества / А.С. Казакова, М.Г. Федорищенко, П.А. Бондаренко. // Технология, агрохимия и защита

сельскохозяйственных культур: Межвузовский сборник научных трудов. – Зерноград: РИО ФГОУ ВПО АЧГАА, 2005. – С. 207-210.

References

1. Ereshko, A.S. Jachmen': ot selekcii k proizvodstvu / A.S. Ereshko. – Rostov-na-Donu: ООО «Тerra», 2005. – 184 s.
2. Fedorishhenko, M.G. Sovershenstvovanie processa predposevnoj obrabotki semjan zernovogo sorgo peremennym jelektromagnitnym polem promyshlennoj chastoty: Dis. ...kand.teh.nauk / M.G. Fedorishhenko. – SPb,2000. – 150 s.
3. Fiziko-tehnicheskie problemy sozdaniya novyh tehnologij v agropromyshlennom komplekse: materialy VI Rossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Stavropol': Stavropol'skoe izdatel'stvo «Paragaf», 2011. – 204 s.
4. Vlijanie prodolzhitel'nosti predposevnoj obrabotki semjan jachmenja peremennym magnitnym polem promyshlennoj chastoty na vshozhest' v zavisimosti ot ih ishodnoj vlazhnosti / M.G. Fedorishhenko, A.S. Kazakova, N.I. Shabanov, M.V. Zholobova // Vestnik agrarnoj nauki Dona: teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vyp.1. –Zernograd, 2009. – s.81-85
5. Vlijanie predposevnoj obrabotkmi PJeMP PCh na posevnye kachestva semjan jarovogo jachmenja / M.G. Fedorishhenko, A.S. Kazakova, M.V. Zholobova // Tehnologii i sredstva povyshenija nadjozhnosti mashin v APK: sbornik nauchnyh trudov. – Vyp.7. – Zernograd: FGBOU VPO AChGAA, 2011. – s.172-177
6. Semena sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Metody opredelenija vshozhesti: GOST 12038-84; Vveden 01.07.86. – M.: IPK Izd-vo standartov, 2004. – S. 34-38.
7. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan jarovogo jachmenja jelektromagnitnym polem peremennoj chastoty na ih posevnye kachestva / A.S. Kazakova, M.G. Fedorishhenko, P.A. Bondarenko. // Tehnologija, agrohimija i zashhita sel'skohozjajstvennyh kul'tur: Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. – Zernograd: RIO FGOU VPO AChGAA, 2005. – S. 207-210.