

УДК 631.53.027

UDC 631.53.027

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ
ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПЕРЕМЕННЫМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

**JUSTIFICATION OF PARAMETERS AND
MODES OF PRESOWING TREATMENT OF
SPRING BARLEY WITH ALTERNATING
ELECTROMAGNETIC FIELD OF
INDUSTRIAL FREQUENCY OF 50 HZ**

Жолобова Мария Владимировна
Кандидат технических наук
РИНЦ: SPIN-код: 2382-0481

Zholobova Maria Vladimirovna
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN-code: 2382-0481

Федорищенко Михаил Геннадьевич
кандидат технических наук
РИНЦ: SPIN-код: 4326-2944

Fedorishchenko Michael Gennadevich
Candidate of Technical Sciences
SPIN-code: 4326-2944

Шабанов Николай Иванович
Доктор технических наук
РИНЦ: SPIN-код: 6719-1363

Shabanov Nikolai Ivanovich
Doctor in Technical Sciences, Professor,
SPIN-code: 6719-1363

Хронюк Василий Борисович
Кандидат сельскохозяйственных наук
РИНЦ: SPIN-код:

Khronyuk Vasily Borisovich
Candidate of Agricultural Sciences
SPIN-code: 3788-3969

*Азово-Черноморский инженерный институт филиал
ФГБОУ ВО ДГАУ в г. Зернограде, г. Зерноград,
Ростовская область, Россия*

*Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI HPE
«Don State Agrarian University», in Zernograd,
Zernograd, Rostov region, Russia*

Способ предпосевной обработки семян переменным электромагнитным полем промышленной частоты (ЭМП ПЧ) 50 Гц является экономически выгодным. Применение ЭМП ПЧ 50Гц в установках с кольцевыми полюсными наконечниками позволяет увеличить энергию прорастания и всхожесть семян. Электромагнитная обработка семян в установках с кольцевыми полюсными наконечниками является перспективным способом предпосевной обработки, который не оказывает вредного воздействия на обслуживающий персонал. При предпосевной обработке, учитывали три фактора: расположение семян в рабочей камере, от которого зависит индукция магнитного поля, время обработки и влажность семян. Авторы в своей работе рекомендуют к внедрению устройство, состоящее из магнитопровода с кольцевыми полюсными наконечниками прямоугольного сечения, намагничивающей катушки и вставки из немагнитного материала в рабочей камере, которое позволяет увеличить энергию прорастания семян ярового ячменя на 10%, всхожесть на 7%. Прибавка урожайности в результате обработки семян ярового ячменя составила до 6,5%. Проанализированы параметры рабочей камеры источника переменного электромагнитного поля промышленной частоты 50 Гц, установлена зависимость дозы обработки от параметров и режимов установки, которые подтверждены лабораторными исследованиями. Многолетние полевые исследования показали, что полевая схожесть семян ярового ячменя обработанных ЭМП ПЧ, даже при неблагоприятных погодных

The process of the presowing seed treatment with alternating electromagnetic field of the commercial frequency (EMF CF) 50 Hz is economically efficient. The use of the EMF CF 50 Hz in the unit with ring pole pieces allows increasing the germinating energy and power. The electromagnetic seed treatment in the units with ring pole pieces is the perspective process of the presowing treatment which does not make unhealthy influence on the operating personnel. At the presowing treatment one has to take into account three factors; they are the arrangement of seeds in the working chamber, the time of treatment and the seed humidity. In this article the authors recommend to promote the unit consisting of a magnetic circuit with ring pole pieces of the rectangular cross-section, a magnetizing coil and an embedding of the non-magnetic material in the working chamber which allows to increase the germinating energy of spring barley by 10% and the germination by 6,5%. The addition to crop capacity has run to 7% as a result of the spring barley treatment. We analyzed the parameters of the working chamber of the alternating electromagnetic field source of industrial frequency of 50 Hz, we established the dependence of the rate of treatment on the parameters and modes of installation, which are confirmed by laboratory tests. Long-term field studies revealed that the field germination rate of the seeds of spring barley treated with EMF IF, even under adverse weather conditions, exceeds by more than 8% of the

условиях, превышает более чем 8% полевую схожесть контрольных образцов

field germination rate of control samples

Ключевые слова: ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН, ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ, ПОЛЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ, МАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ, ВЛАЖНОСТЬ СЕМЯН

Keywords: PRESOWING SEED TREATMENT, ELECTROMAGNET FIELD OF THE COMMERCIAL FREQUENCY, FIELD EXPERIENCES, MAGNETIC INDUCTION, SEED HUMIDITY

Существующие методы и технологические приемы предпосевной стимуляции семян, основанные на применении высокотоксичных химических препаратов и использовании гидротермической обработки, связаны с большими затратами труда, низкой технологичностью процесса обработки семян и отрицательно воздействуют на окружающую среду.

Перспективным является способ предпосевной обработки семян переменным электромагнитным полем промышленной частоты 50 Гц (ЭМП ПЧ 50Гц), который не дает летальных доз для посевного материала, является автоматизируемым, дозируемым экологически чистым видом обработки.[1,4,5]

Растения, выросшие из обработанных семян, не имеют в дальнейшем патологических изменений и индуцированных мутаций.

Целью исследований являлось обоснование параметров и режимов процесса обработки семян ярового ячменя переменным электромагнитным полем промышленной частоты для повышения их посевных качеств.

Оценку влияния ЭМП ПЧ 50Гц на посевные качества семян ярового ячменя проводили по уровню периодического (синусоидального) магнитного поля промышленной частоты.

Решение задачи базировалось на известных теоретических положениях и экспериментальных данных технологии предпосевной обработки семян ПЭМП ПЧ 50Гц, математической статистики и математического моделирования.[3]

Повышение посевных качеств семян ярового ячменя может быть достигнуто за счет предпосевной обработки ЭМП ПЧ 50Гц, которая обеспечивает требуемую дозу воздействия.[1,2]

Количество магнитной энергии, поглощенное семенами, определяется величиной магнитной индукции и продолжительностью действия облучения, то есть дозой, от которой зависит конечный результат [3].

В рабочих камерах установки величина магнитной индукции неравномерна по высоте камеры и зависит от расстояния до ее оси.

Аналитический расчёт магнитной проводимости, вследствие сложной картины магнитного поля в пространстве рабочей камеры, затруднен, поэтому реальное поле, создаваемое магнитными потоками с граней полюсных наконечников, было разделено на три потока: $\Phi 1$, $\Phi 2$, $\Phi 3$, где каждый поток характеризуется магнитной проводимостью (рисунок 1).

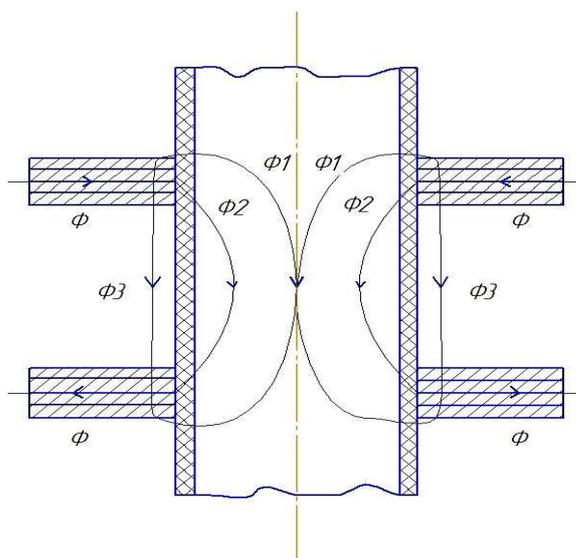
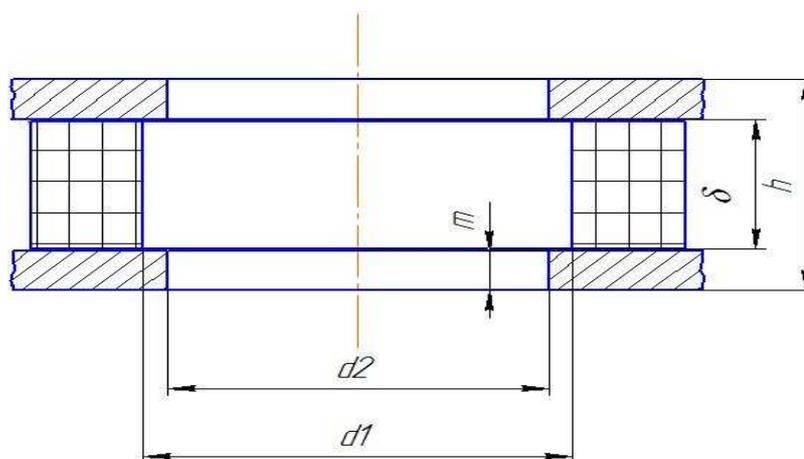


Рисунок 1 – Схема распределения магнитных потоков при использовании кольцевых полюсных наконечников магнитопровода

Результирующая магнитная проводимость λ_{Σ} для потоков $\Phi 1$ и $\Phi 2$, устанавливает связь между собой таких параметров пространства рабочей

камеры источника, как: внешний и внутренний диаметр кольцевых полюсных наконечников магнитопровода, величины магнитного зазора, ширины грани рабочей поверхности полюсов, с которой происходит выпучивание потока (рисунок 2)

$$\lambda_{\Sigma} = \mu_0 \left(\frac{\pi(d_1^2 - d_2^2)}{4(\delta + 2m)} + \pi d_2 \left(0,26 + \frac{0,64}{1 + \frac{\delta}{m}} \right) \right). \quad (1)$$

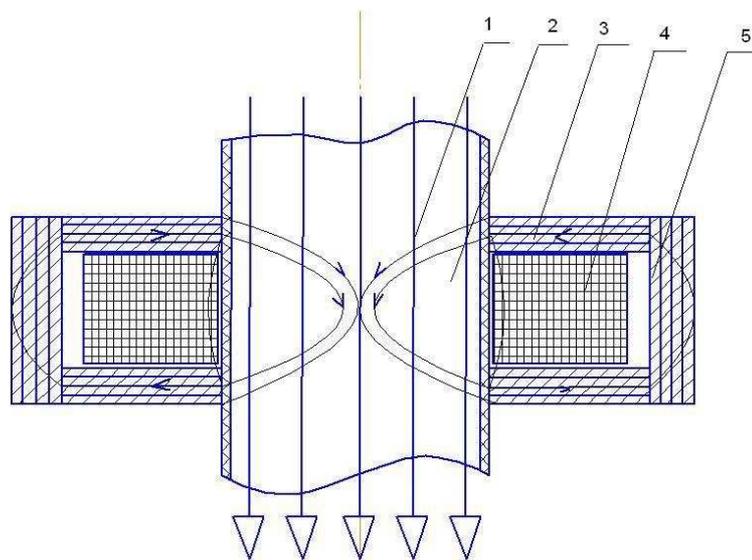


d_1 – внешний диаметр кольцевых полюсных наконечников магнитопровода, м; d_2 – внутренний диаметр кольцевых полюсных наконечников

магнитопровода, м; δ – величина магнитного зазора, м; m – ширина грани рабочей поверхности полюсов, с которой происходит выпучивание потока, м; h – высота рабочей камеры, м

Рисунок 2 – Схема рабочей камеры установки

Потоки семян, двигаясь вдоль рабочей камеры, получают различные дозвоздействия, в зависимости от расстояния до ее оси (рисунок 3).



1 – потоки семян; 2 – диамагнитная труба; 3 – полюсные наконечники магнитопровода; 4 – намагничивающая катушка; 5 – кольцевой магнитопровод из шихтованной электротехнической стали

Рисунок 3 – Предлагаемый модуль

Семена подвергаются воздействию ПЭМП ПЧ 50Гц в отдельной точке пространства рабочей камеры, которая принадлежит условной области и слою S_i в потоке семян (рисунок 4).

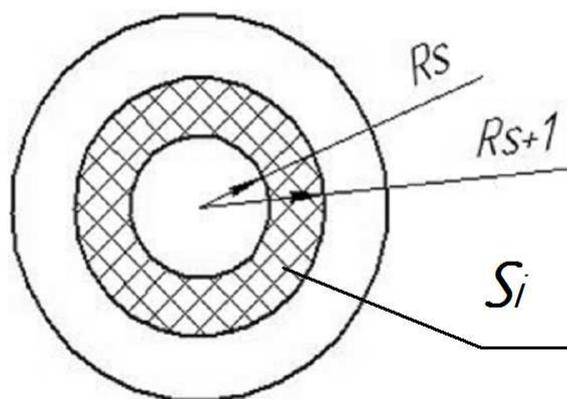


Рисунок 4 – Сечение рабочей камеры с внутренним R_s и внешним R_{s+1} радиусами слоя семян S_i

При условии, что в каждой отдельной точке пространства рабочей камеры уровень магнитной индукции B_i , время обработки в точке t_j , семена

двигаются в разных слоях потока с одинаковой скоростью v_s по всей высоте рабочей камеры h , время обработки t для всех слоев одинаково [1]

$$t = \frac{h}{v_s} . \quad (3)$$

Магнитная индукция для каждого слоя семян S_i , обрабатываемых в потоке по высоте h рабочей камеры:

$$B_s = \int_0^h B_i(h) dh . \quad (4)$$

Тогда доза, которую семена получают в каждом слое, равна:

$$D_d = \frac{h}{v_s} \times \int_0^h B_i(h) dh . \quad (5)$$

Объем слоя

$$V = \pi \times (R_{s+1}^2 - R_s^2) \times h , \quad (6)$$

где R_{s+1} и R_s – внешний и внутренний радиусы сечения слоя семян в потоке.

Доза для всего объема семян в камере равна:

$$D_d = \frac{h}{v_s} \times \int_0^v B_i(V) dV . \quad (7)$$

Для проведения лабораторных исследований нами был изготовлен опытный образец установки.

Чтобы получить регрессионную модель, позволяющую в полной мере оценить эффективность обработки семян ярового ячменя ПЭМП ПЧ 50Гц, был проведен многофакторный эксперимент.

За критерий эффективности обработки семян приняли на первом этапе энергию прорастания семян после их обработки, а полученные данные при проведении лабораторных исследований по влиянию на

посевные качества влажности семян, времени воздействия ПЭМП ПЧ 50Гц и расположению их в пространстве рабочей камеры, за основу (таблица 1).

Данные обрабатывали с помощью программы статистического анализа Statistica 5.5А. Были получены значения коэффициента множественной корреляции $MultipleR$, коэффициента детерминации R^2 , критерия Фишера F_p , критерия Стьюдента t . [3]

Коэффициент множественной корреляции $Multiple R=0,965$ указывает на тесную связь энергии прорастания с выбранными факторами.

Коэффициент детерминации $R^2=0,93$, говорит о том, что точность уравнения регрессии составляет 93%, т.е. полученному уравнению регрессии удовлетворяет 93% исходных данных. [1]

Критерий Фишера, полученной регрессионной модели, $F_p=17,89$, $F_T(6,8)=3,58$. Таким образом, $F_p > F_T$, следовательно, полученное нами уравнение регрессии и его компоненты статистически значимы.

$$\mathcal{E} = -50,65 + 16,06W + 3,89T + 262,5L - 0,53W^2 - 1,06T^2 - 5312,5L^2.$$

Регрессионное уравнение адекватно отражает искомую зависимость энергии прорастания от влажности семян, времени обработки и расположения в пространстве рабочей камеры $\mathcal{E}(W, T, L)$.

Таблица 1 – Показатели посевных качеств семян ярового ячменя
в зависимости от влажности семян, времени воздействия
ПЭМП ПЧ 50Гц и расположения в пространстве рабочей
камеры

№ п/п	W,%	T, с	L, м	Энергия прорастания,%	Лабораторная всхожесть, %
Контроль				65	87
1	14	0,5	0,03	76	92
2	18	0,5	0,03	70	90
3	14	3,5	0,03	73	94
4	18	3,5	0,03	71	89
5	14	2	0,05	73	90
6	18	2	0,05	70	91
7	14	2	0,01	76	95
8	18	2	0,01	72	91
9	16	0,5	0,05	72	90
10	16	3,5	0,05	71	89
11	16	0,5	0,01	74	95
12	16	3,5	0,01	73	93
13	16	2	0,03	76	94
14	16	2	0,03	78	94
15	16	2	0,03	77	94

Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверены по критерию Стьюдента t : если $|t_p| > t_r$, то коэффициент уравнения регрессии значим $t_r(8)=2,31$, $t_p=[-1,688; 4,27631; 4,51887; 3,63844; -4,52998; -5,06292; -4,52998]$.

Построены поверхность и контурный график отклика при фиксированном расстоянии до оси рабочей камеры 0,03 м (рисунок 5).

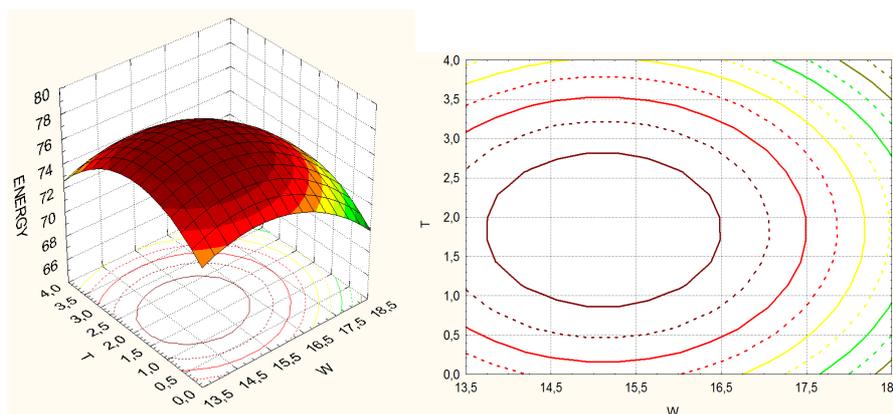


Рисунок 5 – Поверхность отклика и контурный график при фиксированном расстоянии дооси рабочей камеры $L=0,03\text{м}$

Вывод: при расстоянии дооси рабочей камеры $L=0,03\text{м}$ энергия прорастания наибольшая, если влажность зерна $W \in [13,7; 16,5]$, время обработки $T \in [0,9; 2,85]$.

Поверхность отклика и контурный график при фиксированном времени обработки в ПЭМП ПЧ 50Гц $T = 2\text{ с}$ (рисунок 6).

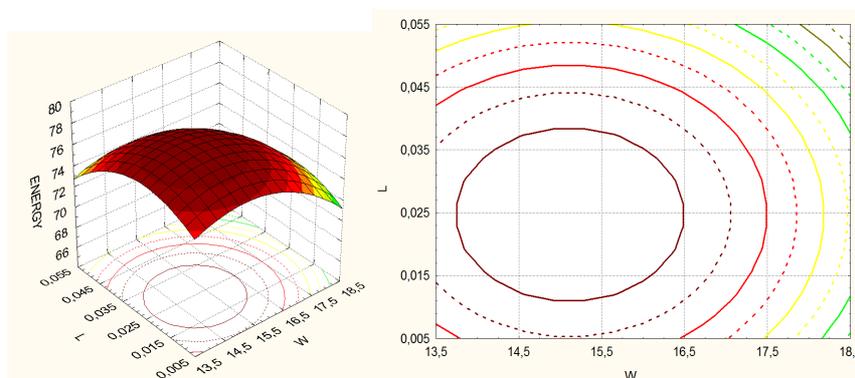


Рисунок 6 – Поверхность отклика и контурный график при фиксированном времени обработки в ПЭМП ПЧ $T = 2\text{ с}$

Вывод: при времени обработки $T = 2\text{с}$ энергия прорастания наибольшая, если влажность зерна $W \in [13,7; 16,5]$, расстояние до оси рабочей камеры $L \in [0,012; 0,039]$.

Проведенные лабораторные исследования показали, что требуемая доза воздействия $D_{tr}=27...85\text{мТл}\cdot\text{с}$ обеспечивается при времени обработки

семян $T = 0,9...2,75$ с в зоне рабочей камеры с границами $R1 = 0,012$ м и $R2 = 0,038$ м при влажности семенного материала $W = 12...18\%$.

Нами были проведены полевые эксперименты на полях научных севооборотов Учебно-опытного фермерского хозяйства ФГБОУ ВПО АЧГАА в 2012-2015 годах. [2]

Семена ярового ячменя сорта «Ратник» обрабатывали на установке с кольцевыми полюсными наконечниками, с разделенной на секции рабочей камерой при влажности высеваемых семян в разные годы $W = 8,5...18,6\%$

Анализ результатов многолетних полевых исследований показал, что даже при неблагоприятных климатических условиях, имевших место в отдельные годы, полевая всхожесть семян ярового ячменя, обработанных ПЭМП ПЧ 50Гц при рекомендуемых режимах, в среднем превысила полевую всхожесть в контроле более чем на 8%, а урожайность – на 6,5%.

Литература

1. Жолобова, М.В. Обоснование параметров и режимов обработки семян ярового ячменя переменным электромагнитным полем промышленной частоты для повышения их посевных качеств: Автореф. канд. тех. наук. – Зерноград, 2013. – 20 с.

2. Исследование влияния переменного электромагнитного поля промышленной частоты на посевные качества семян ярового ячменя/ М.В. Жолобова, М.Г. Федорищенко, Н.И.Шабанов, Н.Н. Грачева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 04.– IDA [article ID]: 0911307040. – Режимдоступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/44.pdf>

3. Планирование эксперимента по предпосевной обработке семян переменным электромагнитным полем промышленной частоты / М.В. Жолобова, М.Г. Федорищенко, Н.Н. Грачева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 07.– IDA [article ID]: 0911307040. – Режимдоступа:<http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/40.pdf>.

4. Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (ИЭП) и экономическое обоснование его использования/ Г.П. Стародубцева, Е.И. Рубцова, Е.Н. Лапина, И.А. Боголюбова, А.В. Меньшиков//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №75. – С.1037-1051.

5. Ерешко А.С. Влияние агротехнических и физических приёмов на урожайность ярового ячменя: монография /Ерешко А.С., Хронюк В.Б., Кулешов А.Н//– Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013.– 146 с.

References

1. Zholobova, M.V. Obosnovanie parametrov i rezhimov obrabotki semjan jarovogo jachmenja peremennym jelektromagnitnym polem promyshlennoj chastoty dlja povyshenija ih posevnyh kachestv: Avtoref. kand. teh. nauk. – Zernograd, 2013. – 20 s
2. Issledovanie vlijanija peremennogo jelektromagnitnogo polja promyshlennoj chastoty na posevnye kachestva semjan jarovogo jachmenja/ M.V. Zholobova, M.G. Fedorishhenko, N.I. Shabanov, N.N. Gracheva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – № 04.– IDA [article ID]: 0911307040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/44.pdf>
3. Planirovanie jeksperimenta po predposevnoj obrabotke semjan peremennym jelektromagnitnym polem promyshlennoj chastoty / M.V. Zholobova, M.G. Fedorishhenko, N.N. Gracheva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – № 07.– IDA [article ID]: 0911307040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/40.pdf>.
4. Razrabotka sposoba predposevnoj obrabotki semjan sel'skohozjajstvennyh kul'tur impul'snym jelektricheskim polem (IJeP) i jekonomicheskoe obosnovanie ego ispol'zovanija/ G.P. Starodubceva, E.I. Rubcova, E.N. Lapina, I.A. Bogoljubova, A.V. Men'shikov//Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – №75. – S.1037-1051.
5. Ereshko A.S. Vlijanie agrotehnicheskikh i fizicheskikh prijomov na urozhajnost' jarovogo jachmenja: monografija /Ereshko A.S., Hronjuk V.B., Kuleshov A.N.– Zernograd: FGBOU VPO AChGAA, 2013.– 146 s.