

УДК: 621.317

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ
ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА ЗЕРНОВУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ
КУКУРУЗЫ (ZEA MAIZ L.)**

Н. В. Пушкина¹, Е. Э. Абарова², Е. М. Ритвинская²

¹ – НИУ «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета

г. Минск, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 220030, г. Минск, пр. Независимости, 4; e-mail: nadyapushkina@gmail.com);

² – Обособленное структурное подразделение «Ляховичский государственный аграрный колледж» УО «Барановичский государственный университет»

г. Ляховичи, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 225370, г. Ляховичи, ул. Ленина, 64; e-mail: agrocollege@brest.by)

Ключевые слова: предпосевная обработка, семена, кукуруза, всхожесть, урожайность, зерновая продуктивность.

Аннотация. Обработка семян электромагнитным полем сверхвысоко-частотного диапазона (ЭМП СВЧ) и биогенным элиситором – хитозаном могут служить эффективной и доступной технологией для повышения посевных качеств и увеличения урожая зерна кукурузы. В работе рассматривается влияние обработки семян кукурузы ЭМП СВЧ и хитозана на всхожесть и зерновую продуктивность гибрида Полесский 176, Дарья и самоопыленной линии БЛ 333 в полевых опытах. Проведенные исследования на опытном поле Ляховичского аграрного колледжа показали, что предпосевная обработка семян кукурузы хитозаном стимулировала рост и накопление вегетативной массы растений, а ЭМП СВЧ оказала положительное влияние на урожайность зерна исследованных видов семян.

INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF PRE-SEEDING SEEDS ON GRAIN PRODUCTIVITY OF CORN (ZEA MAIZ L.)

N. V. Pushkina¹, E. E. Abarova², E. M. Ritvinskaya²

¹ – Institute of nuclear problems of the Belarusian state University
Minsk, Republic of Belarus
(Republic of Belarus, 220030, Minsk, 4 Independence Avenue; e-mail:
nadyapushkina@gmail.com);

² – Separate structural subdivision «Lyakhovichsky State Agrarian College»
EI «Baranovichi State University»
Lyakhovichi, Republic of Belarus
(Republic of Belarus, 225370, Lyakhovichi, 64 Lenin Street; e-mail:
agrocollege@brest.by)

Key words: *pre-sowing treatment, seeds, corn, germination, yield, grain productivity.*

Summary. *Pre-sowing seeds treatment by the electromagnetic field of the superhigh-frequency range (EMF) and the biogenic elicitor – chitosan, can serve as an effective and affordable technology for improving sowing qualities and increasing grain yield. In this regard, the paper discusses the effects of pre-sowing treatment of EMF microwave and chitosan on the germination and grain productivity of corn seeds (hybrid Polessky 176, Daria and self-pollinated line BL 333) of the Belarusian selection in field experiments. Studies conducted at the experimental field of the Liakhovichi Agrarian College showed that pre-sowing treatment of corn seeds with chitosan stimulated plant growth, and microwave EMF had a positive effect on the grain yield of the studied seed species.*

(Поступила в редакцию 03.06.2019 г.)

Введение. Кукуруза – важнейшая сельскохозяйственная культура нашей страны с высокой потенциальной продуктивностью и разносторонним использованием [1]. Зерно кукурузы по содержанию кормовых единиц, объемам энергии и крахмала является главной составляющей комбикормов для всех видов животных [2]. В почвенно-климатических условиях Беларуси кукуруза выращивалась в основном как кормовая силосная культура [3], однако в последнее десятилетие, благодаря созданию новых отечественных скороспелых гибридов, площади возделывания кукурузы на зерно стремительно растут [4, 5]. В этой связи повышение зерновой продуктивности посевов кукурузы является актуальной задачей.

Важным показателем качества семян является их высокая всхожесть, однако в поле она может существенно снижаться из-за ряда факторов, в т. ч. неблагоприятных условий окружающей среды. Соответственно, последующая урожайность кукурузы в значительной степени зависит от климатических условий [6], поэтому необходимо ис-

пользование дополнительных технологических приемов в ее возделывании [7]. Обработка семян кукурузы электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ) может служить эффективной и доступной технологией для сохранения, повышения посевных качеств [8] и, как следствие, увеличения прироста урожая зерна и силоса [9, 10]. Повышение качества семян происходит только при определенных пространственных характеристиках электромагнитной волны СВЧ диапазона [11], а также частоты, мощности и длительности воздействия излучения на семена, которые экспериментальным способом подбираются отдельно для каждой культуры [12]. Кроме того, в качестве предпосевной обработки семян кукурузы может использоваться биогенный элиситор – хитозан [13]. Он способен проявлять множественные антимикробные действия [14], которые зависят от степени полимеризации, химического и/или питательного состава субстратов [15] и условий окружающей среды. Способность хитозана вызывать у растений системную и продолжительную болезнестойчивость – одно из главных его преимуществ [15].

В связи с этим целью данной работы являлось исследование влияния предпосевной обработки семян кукурузы электромагнитным полем сверхвысокочастотного диапазона (ЭМП СВЧ) и хитозаном на всхожесть и урожайность в полевых опытах.

Материал и методика исследования. Исследования проводились в течение 2015-2016 гг. Объектом служили семена гибридов кукурузы (*Zea mays L.*) белорусской селекции Полесский 176, Дарья и самоопыленной линии БЛ 333.

Семян исследуемых гибридов и линии кукурузы были предварительно обработаны ЭМП СВЧ в диапазоне частот 64-66 ГГц в течение 15 мин при мощности 10 мВт на лабораторной установке для предпосевной обработки семян в Научно-исследовательском учреждении «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета (НИИ ЯП БГУ) [16]. Контрольными для них служили необработанные семена. Посев проводился через 10 дней после обработки ЭМП СВЧ.

Инкрустация семян кукурузы проводилась составом: хитозан 350 кДа, СД 85%, 5 г/л – пленкообразователь и стимулятор иммунитета растений (производство ОАО «БелБиоПрогресс») с добавлением хитозан 6 кДа, 0,5 г/л – стимулятор иммунитета растений (производство Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН). Контрольными для них служили необработанные семена.

Полевые опыты. Исследования проводились на опытном поле Ляховичского государственного аграрного колледжа Республики Бела-

русь. Эксперимент закладывался в 3-кратной повторности на дерново-подзолистых связносупесчаных подстилаемых с 0,5 м маренным су-глинком почвах, Ph почвы – 5,8, содержание фосфора – 190 мк/кг, ка-лия – 180 мк/кг, гумус – 2,6%. Внесенные удобрения: 120 кг азота, 80 кг фосфора, 120 кг калия, на фоне амафоза: 80 кг азота до посева, 40 кг действующего вещества мочевины в фазу 5 листьев. Посев про-водился вручную, квадратно-гнездовым способом. Участок земли раз-мечали на квадраты 70×70, в каждое гнездо помещали зерна. Площадь опытных делянок – по 5 м² с защитной полосой 50 см. В опытах про-водились следующие учеты и наблюдения: а) фенологические, где от-мечались даты посева, всходов, цветения метелок, початков; б) подсчет полевой всхожести семян (в % к числу высеванных зерен) и предубо-рочной густоты стояния растений; в) измерение высоты растений пер-ед уборкой урожая во всех повторениях; г) учет урожая зеленой мас-сы и початков сплошной поделяночный [17].

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием стандартных методик [18] и функций описательной статистики компь-ютерной программы Microsoft Office Excel, с помощью которой по-строены все гистограммы и графики. Оценку достоверности разницы между средним арифметическим двух выборочных совокупностей проводили по t-критерию Стьюдента [19].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате про-веденных полевых исследований установлено, что обработка семян ЭМП СВЧ повышает всхожесть обоих исследуемых гибридов на 7,1%, в это же время обработка хитозаном не оказывает выраженного эффек-та. У линии БЛ 333 всхожесть возрастает после предпосевной обработ-ки семян обоими видами воздействий на 14,3 и 7,3% соответственно. Полученные данные согласуются с литературными, в работе [20] опи-сано использование хитозана в качестве предпосевной обработки се-мян кукурузы и установлено, что он не оказал значительного эффекта на всхожесть семян, его действие уменьшало среднее время всхожести и увеличивало высоту проростков, длину корней, сухой вес проростков и корней исследуемых линий кукурузы.

Анализируя данные, представленные в таблице 1, видно, что у гибридов Полесский 176 и Дарья высота растений и диаметр стебля возрастают после предпосевной обработки семян хитозаном на 10,7 и 0,3 см соответственно. Высота растений линии БЛ 333 увеличивается после предпосевого воздействия на семена ЭМП СВЧ на 4 см и на 27 см после использования хитозана. Диаметр стебля увеличивается толь-ко после обработки хитозаном на 0,2 см по отношению к контролю.

Исследуемые виды предпосевных обработок не оказали выраженного влияния на количество листьев на 1-м растении (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки ЭМП СВЧ и хитозана на ростовые параметры в полевых экспериментах

Вариант опыта	Высота растений, см.	Диаметр стебля, см	К-во листьев на 1 растении
Контроль гибрид Полесский 176 СВ	223,3±8,3	2,2±0,1	10,3±0,3
ЭМП СВЧ гибрид Полесский 176 СВ	223,3±5,3	2,4±0,06	10,6±0,3
Хитозан гибрид Полесский 176 СВ	234±3,3	2,5±0,7*	10,6±0,3
Контроль гибрид Дарья	250±8,3	2,2±0,1	10±0,1
ЭМП СВЧ гибрид Дарья	276±6,4*	2,1±0,2	10,6±0,3
Хитозан гибрид Дарья	295±11,3*	2,4±0,5	10,6±0,3
Контроль линия БЛ 333	168±4,1	2,4±0,05	11±0,3
ЭМП СВЧ линия БЛ 333	172±6,3	2,36±0,1	11±0,2
Хитозан линия БЛ 333	195±12,5*	2,6±0,8*	11±0,2

*Примечание – * различия статистически достоверны, P<0,05*

Далее проводился анализ структуры урожая контрольных и опытных растений кукурузы исследуемых гибридов и самоопыленной линии БЛ 333. В ходе данного анализа учитывались такие параметры, как длина початка, вес початка с зерном и без, вес зерна в одном початке, масса 1000 семян и урожайность. После обработки семян ЭМП СВЧ увеличивается средняя длина початков: у гибрида Полесский 176 – на 6,3% и Дарья – на 3,3%, а у линии БЛ 333 – на 20% к контролю. Использование хитозана не оказывает выраженного эффекта на данный параметр. Более существенные изменения претерпевали такие параметры, как вес початка с зерном, вес зерна в одном початке, количество зерен в одном початке и масса 1000 семян (таблица 2).

Таблица 2 – Структура урожая кукурузы в полевых экспериментах после предпосевной обработки семян ЭМП СВЧ и хитозаном

Вариант опыта	Средняя длина початка, см	Средний вес початка с зерном, г	Средний вес зерна в одном початке, г	К-во зерен в одном початке, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль гибрид Полесский 176	17,5±0,3	144,8±6,0	108,1±6,1	523±18,5	208,1±18,5
ЭМП СВЧ гибрид Полесский 176	18,6±0,4	168,5±1,0*	130,5±1,3	548,3±11,8*	238,1±3,2*
Хитозан гибрид Полесский 176	19±1,0*	150,4±3,7	113±3,2	530±15,3	210±8,3
Контроль Дарья	17,7±0,4	151,57±2,9	115,7±3,3	535,6±14,6	216,5±11,8

Продолжение таблицы 2

ЭМП СВЧ гибриД Дарья	18,3±0,2	166,6±1,2*	129,7±1,1*	553±17,5	235,2±8,6*
Хитозан гибриД Дарья	17,7±0,5	160,3±3,5	117,3±2,3	541±15,6	220,3±11,8
Контроль линия БЛ 333	12,5±3,3	131±3,3	28±6,4	219±12,4	127,85±1,9
ЭМП СВЧ линия БЛ 333	15±2,5*	135±3,4	110±11,3*	280±14,6*	192,85±2,8*
Хитозан линия БЛ 333	14,3±3,6	132±3,8	75±8,3*	224,0±15,4	134,6±6,8

Примечание – * различия статистически достоверны, $P < 0,05$

Средний вес початков с зерном (г) существенно возрастал у исследуемых гибридов Полесский 176 и Дарья на 16,4 и 9,9% соответственно после обработки ЭМП СВЧ и хитозаном. У линии БЛ 333 данный параметр увеличивался лишь на 3% по отношению к контролю после предпосевной обработки семян ЭМП СВЧ.

Наибольший стимулирующий эффект предпосевная ЭМП СВЧ обработка оказала на средний вес и количество зерна. У гибрида Полесский 176 СВ средний вес зерна возрастал на 20,7%, а его количество с одного початка – на 4%. Аналогичные изменения наблюдались и у гибрида Дарья: средний вес зерна с одного початка возрастал на 12,1%, а количество зерен с початка – лишь на 3%. После ЭМП СВЧ у линии БЛ 333 среднее вес початка возрастал на 3%, а количество зерен – на 27,9% по отношению к контролю. Масса 1000 семян изменялась закономерно предыдущим параметрам: у гибрида Полесский 176 после обработки ЭМП СВЧ возрастала на 20,0 г; у гибрида Дарья – на 18,7 г; у линии БЛ 333 – на 65,0 г (таблица 2). Предпосевная обработка семян хитозаном оказывала незначительное стимулирующее влияние на зерновую продуктивность, изменения наблюдались лишь в пределах ошибки опыта.

Урожайность семян кукурузы гибрида Полесский 176 под действием предпосевной обработки возрастала на 43,75% , а у гибрида Дарья – на 13,8%. В то же время у линии БЛ 333 данный параметр увеличился на 77,7% (рисунок).

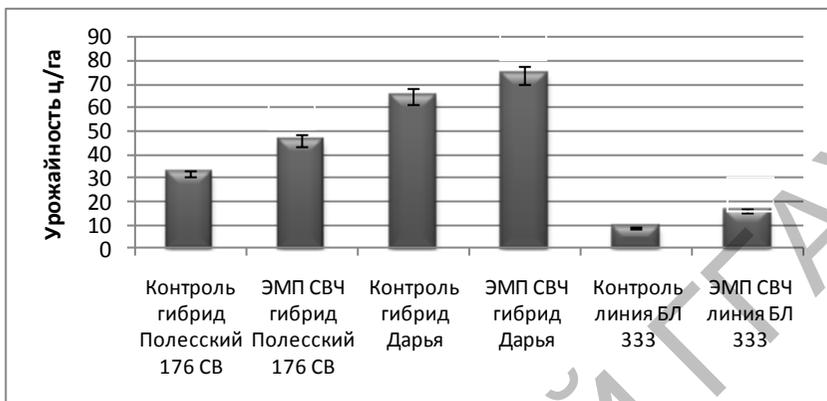


Рисунок – Урожайность зерна кукурузы под действием предпосевной обработки ЭМП СВЧ, в пересчете на ц/га

Примечание – * различия статистически достоверны, $P < 0,05$

Если принимать во внимание, что семена линии – это генетический материал для размножения, который в лабораторных условиях имеет относительно низкую всхожесть, то под действием предпосевной обработки ЭМП СВЧ произошла существенная прибавка урожая. В связи с этим крайне актуальным является изучение способов предпосевной обработки семян, которые положительно влияют на увеличение зерновой продуктивности семян кукурузы белорусской селекции.

Заключение. Проведенные исследования на опытном поле Ляховичского аграрного колледжа показали, что предпосевная обработка семян кукурузы хитозаном увеличивала рост растений до 27 см по сравнению с контролем у самоопыленной линии БЛ 333, которая оказалась наиболее чувствительной к изучаемым видам предпосевных обработок. ЭМП СВЧ оказала положительное влияние на урожай зерна исследованных видов семян. В результате проведенных исследований установлено, что хитозан лучше применять при выращивании кукурузы на силос, а ЭМП СВЧ – на зерно. Наиболее отзывчивыми к предпосевным обработкам являются семена линии кукурузы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надточаев, Н. Ф. Роль кукурузы в мировом производстве зерна / Н. Ф. Надточаев [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 45-48.
2. Надточаев, Н. Ф. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н. Ф. Надточаев // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. Материалов, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», – 3-е изд., доп. и перераб. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453-492.

3. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза и ее место в кормопроизводстве / Н. Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2009, № 2. – С. 44-48.
4. Селекция современных гибридов кукурузы силосного направления для Беларуси / В. Н. Шлапунов [и др.] // Вестник БарГУ. Серия: биологические науки. Сельскохозяйственные науки. – 2013. – С. 92.
5. Семькин, В. А. Возделывание кукурузы на зерно без гербицидов / В. А. Семькин [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 4. – С. 58-60.
6. Кирпа, Н. За миг до посева (про качество семян) / Н. Кирпа // Зерно. – 2011, № 3. – С. 106-109.
7. Привалов, Ф. И. Рекомендации по возделыванию кукурузы на зерно и зеленую массу / Ф. И. Привалов, Н. Ф. Надточаев, Д. В. Лужинский // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – 50 с.
8. Growth, anatomy and enzyme activity changes in maize roots induced by treatment of seeds with low-temperature plasma / M. Henselova [et al.] // Biologia. – 2012. – P. 499-506.
9. Afzal, I. Improvement of spring maize (*Zea mays*) performance through physical and physiological seed enhancements / I. Afzal // Seed Sci. Technol. – 2015. – Vol. 43(2). – P. 1-12.
10. Хайновский, В. И. Применение импульсного электрического поля для предпосевной стимуляции семян / В. И. Хайновский, Г. П. Стародубцева, Е. И. Рубцова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 9-11.
11. Пушкина, Н. В. Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть семян кукурузы / Н. В. Пушкина, В. П. Курченко // Труды Белорусского государственного университета Т. 1. – 2014. – С. 198-202.
12. Пушкина, Н. В. Модифицированный метод предпосевной микроволновой обработки семян / Н. В. Пушкина [и др.] // «Новости науки и технологий». – 2012, № 2 (21). – С. 36-40.
13. Pospieszny, H. Induction of antiviral resistance in plants by chitosan / H. Pospieszny [et al.] // Plant Sci. – 1991. – 79. – P. 63-68.
14. Chitosan as antimicrobial agent: Applications and mode of action / E. I. Rabea [et al.] // Biomacromolecules. – 2003. – 4. – P. 1457-1465.
15. Effect of the molecular weight of chitosan on its antiviral activity in plants. / S. N. Kulikov [et al.] // Prik. Biokhim. Mikrobiol. – 2006. – 42 (2). – P. 224-228.
16. Патент на полезную модель №8680 Устройство для предпосевной обработки семян / В. А. Карпович, Н. В. Любецкий, Н. В. Пушкина, Е. В. Спиридович, заявка № u20120259, 08.02.2012.
17. Отраслевой регламент возделывания кукурузы на семена. Типовые технологические процессы // М-во сельс.хоз-ва и прод. Республики Реларусь. – Минск, 2011. – 23 с.
18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов.–5-е изд., доп. и перераб. – М.: АГРОПромиздат, 1985. – 351 с.
19. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий – Мн.: Высш. школа. – 1967. – 272 с.
20. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress / Y. J. Guan, J. Hu, X. J. Wang, C. X. Shao // J. Zhejiang Univ. Sci. – 2009. – 10. – P. 427-433.