

УНИЧТОЖЕНИЕ АМБАРНЫХ ДОЛГОНОСИКОВ В СИЛЬНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Леонид Червинский, Сергей Усенко, Александр Науменко

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
ул. Героев обороны 15, Киев, Украина. E-mail: lchervinsky@gmail.com*

Leonid Chervinskiy, Sergey Usenko Aleksandr Naumenko

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
st. Geroev Oboronyi 15, Kiev, Ukraine. E-mail: lchervinsky@gmail.com*

Аннотация. Представлены результаты обезвреживания амбарных долгоносиков в зерновой массе под действием сильного электрического поля. Приведено описание установки для обработки зерна в сильном электрическом поле. Показано, что обработка зерна в сильном электрическом поле позволяет полностью уничтожить амбарных вредителей в зерне.

Ключевые слова: сильное электрическое поле, диэлектрические пластины, зерновая масса, амбарные вредители, частичные разряды.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

По данным ФАО, ежегодно насекомые вредители поедают до 15% запасов зерна, производимого в мире, а в отдельных странах - 50%. Заселенность зерновых культур насекомыми-вредителями достигает 37%. В Украине ежегодно теряется от вредителей хлебных запасов при хранении не менее 4 млн. тонн зерна [1, 13]. Пораженное зерно загрязняется отходами их жизнедеятельности, хлеб из такого зерна плохо выпекается, ядовитые мочевинокислые соли, которыми пропитаны эти продукты, вызывают острые желудочные заболевания [13].

К активным средствам уничтожения вредителей относится дезинсекция. В настоящее время есть три способа дезинсекции: фумигация, влажная и аэрозольная обработки. Для фумигации используют специальные препараты, в основе которых лежит определенное действующее химическое вещество. В качестве действующих веществ в химических препаратах для фумигации используют фосфид алюминия, фосфид магния и бромистый метил, которые являются достаточно токсичными.

Кроме того фумигация это достаточно сложный процесс, где нужно учитывать следующие требования: полная герметизация складских помещений; в помещениях зерно следует накрывать пленкой; силосы должны быть полностью загружены зерном; невозможна обработка отдельных частей партии зерна; нельзя прерывать процесс обработки; и следующие недостатки: зерно не защищено от повторного заражения; опасность отравления людей газом; длительный простой предприятия; ограничения по температуре зерна не ниже 15°C, наружного воздуха - не ниже 10°C, внутри помещения (летом) - не выше 25°C. Во время фумигации складских помеще-

ний, зерна и продуктов его переработки производители препаратов рекомендуют время обработки в пределах 5 ... 10 суток. Для удаления фумиганта с обработанных объектов после окончания установленной экспозиции фумигации необходимо проводить дегазацию. Продолжительность дегазации - от 2 до 10 и более суток. Реализация продукции производится не ранее чем через 20 суток. После дегазации объектов определяют качество фумигации. В случае обнаружения живых экземпляров вредителей проводят дополнительное обеззараживание [1].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Авторитетные международные издания *Journal of Entomology* и *Journal of Economic Entomology* указывают, что озон – это потенциальная альтернатива традиционным средствам борьбы с вредителями зерновых запасов [17, 21].

При взаимодействии с биологическими объектами озон действует комплексно. Озон реагирует практически со всеми соединениями, которые входят в состав живой клетки – повреждаются аминокислоты [20], окисляются SH-группы [19], происходит инактивация ферментов [16], изменяется мембранная проницаемость и функции мембранных ферментов [5, 10].

Литературные данные показывают, что при определенных дозах обработки озоном достигается полное уничтожение насекомых-вредителей зерна [6-7, 11, 15, 18].

Недостатком традиционных методов озонирования является подача озона от отдельного генератора озона. Это приводит к уменьшению эффективности озонирования (озон неравномерно распределяется в зерне), потери озона в трубопроводах, которые обеспечивают его подачу к обрабатываемого зерна.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью данной работы является разработка экологически чистой технологии обезвреживания насекомых-вредителей в зерновой массе.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В основу разработки метода и электротехнических средств для обработки зернового материала в

сильном электрическом поле были положены разработанные на кафедре электропривода и электро-технологий НУБиП Украины способы и устройства, в которых используются электрофизические процессы, происходящие в зерновой массе под действием сильного электрического поля (СЭП) [8, 9].

В предложенном методе обработки зерно размещается между плоско-параллельными пластинчатыми электродами, к которым подводится высокое напряжение. Особенностью такого вида обработки является то, что на зерновую массу, микрофлору и насекомых-вредителей действует комплекс влияний: СЭП; поверхностный и объемный ток в обрабатываемой массе; ионизационные процессы происходящие в воздушном пространстве зерновой массы; аэроионы и озон, которые образуется под действием частичных разрядов [4].

Для исследований было изготовлено лабораторную опытную установку для обработки зерна при движении в камере обработки под действием сильного электрического поля [1]. Экспериментальная установка (рис. 1) являет собою камеру обработки. От высоковольтного трансформатора высокое напряжение прикладывается к плоско-параллельным электродам, между которыми засыпается зерно. Стенки камеры обработки сделаны из диэлектрического материала (оргстекло). Регулирование напряжения питания предусмотрено с помощью автотрансформатора. Для возможности регулирования скорости обработки потока зерновой массы на выходе камеры обработки установлено регулируемую заслонку и электромагнитный вибратор, который питается от сети 220 В.

Внешний вид лабораторной опытной установки показано на рис. 1.

Исследования проводились в двух направлениях: исследования без установки диэлектрических пластин, которые отделяют зерновую массу от высоковольтных электродов и с их установкой на электроды. При установке диэлектрических пластин между электродами и зерном достигается уменьшение полного тока, проходящего через зерно за счет ограничения тока проводимости. Также происходит перераспределение величины электрического поля, что приводит к увеличению напряженности в воздушных промежутках зерновой массы. Следствием этого является увеличение интенсивности частичных разрядных процессов в зерновой массе и, как следствие, увеличение концентрации озона [2, 12]. Увеличение концентрации озона приводит к увеличению смертности насекомых-вредителей.



Рис. 1. Внешний вид лабораторной опытной установки для уничтожения насекомых-вредителей в сильном электрическом поле

Fig. 1. The exterior view of the laboratory pilot installation for the destruction of insect pests in a high electric field

Исследования проводились на зерне ячменя сорта «Солнцедар» влажностью 12,2%. Для исследований сформированы три объема зерна, в которые поместили по 100 штук амбарных долгоносиков. Обработка проводилась в сильном электрическом поле. Для питания электродов камеры использовался трансформатор напряжения ОСВ-1,5 УХЛЗ мощностью 1,5 кВт. Для измерения напряжения использовался киловольтметр С96 с пределом измерения 30 кВ. Ток, потребляемый камерой обработки контролировался миллиамперметром М906 с пределом измерения 5 мА.

Обработка зерна проводилась в камере размерами: высота камеры - 82 см; ширина электрода - 5 см; расстояние между электродами - 3 см.

В камеру обработки не устанавливались диэлектрические пластины, то есть зерно непосредственно контактировало с высоковольтными электродами. Режимы обработки показаны в таблице 1, результаты обработки – на рис. 2.

Таблица 1. Режимы обработки зерна ячменя сорта «Солнцедар», заряженного амбарными долгоносиками в сильном электрическом поле без установки диэлектрических пластин, что отделяли зерновую массу от высоковольтных электродов

Table 1. Modes of processing for barley grain varieties "Solntsedar" infected with grain weevil in a high electric field without setting the dielectric plates that separate the grain mass from the high voltage electrodes

Показатель	Режимы обработки				
	1	2	3	4	5
Напряжение СЭП, кВ/см	4	4	4	4	4
Плотность тока, что проходит сквозь зерно, мА/м ² :					
начальное значение	22	15	16	24	35
конечное значение	30	24	32	91	114
Время обработки, мин	3	4	7	12	15

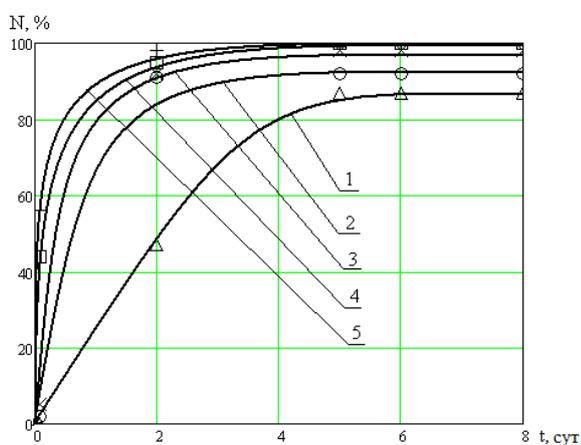


Рис. 2. Результаты уничтожения амбарных долгоносиков в сильном электрическом поле без установки диэлектрических пластин: 1 – время обработки 3 мин; 2 – время обработки 4 мин; 3 – время обработки 7 мин; 4 – время обработки 12 мин; 5 – время обработки 15 мин

Fig. 2. The results of the destruction of granary weevils in a high electric field without setting the dielectric plates that separate the grain from the high voltage electrodes: 1 – processing time 3 min; 2 – the processing time 4 min; 3 – processing time 7 minutes; 4 – processing time 12 min; 5 – processing time 15 min

Результаты опытов показали, что режимы обработки со временем обработки 3 мин, 4 мин и 7 мин не обеспечивают полного уничтожения вредителей, то есть неэффективны для обезвреживания амбарных долгоносиков.

Второе направление обработки - это обработка в сильном электрическом поле с установкой диэлектрических пластин между зерном и электродами. Материал диэлектрических пластин – целлулоид.

Время обработки зерна регулировалось скоростью движения зерна. Режимы обработки представлены в таблице 2, результаты обработки – на рис. 3.

Таблица 2. Режимы обработки зерна ячменя сорта «Солнцедар», заряженного амбарными долгоносиками, в сильном электрическом поле с установкой диэлектрических пластин, что отделяют зерновую массу от высоковольтных электродов

Table 2. Modes of processing for barley grain varieties "Solntsedar" infected with grain weevil in a high electric field with the installation of dielectric plates that separate the grain mass from high voltage electrodes

Показатель	Режимы обработки		
	1	2	3
Напряжение СЭП, кВ/см	5,33	5,33	5,33
Плотность тока, что проходит сквозь зерно, мА/м ² :			
начальное значение	39	37	45
конечное значение	80	120	200
Время обработки, мин	4	8	15

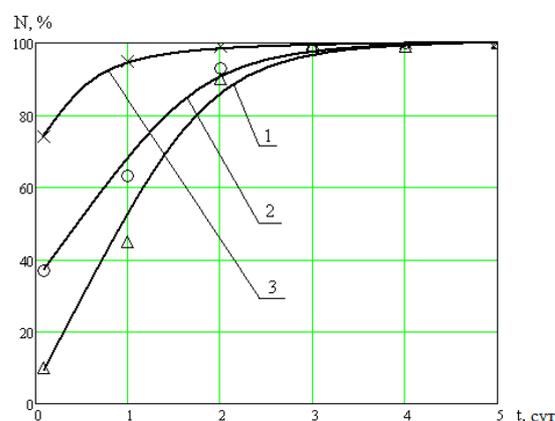


Рис. 3. Результаты уничтожения амбарных долгоносиков у сильном электрическом поле с установкой диэлектрических пластин: 1 – время обработки 4 мин; 2 – время обработки 8 мин; 3 – время обработки 15 мин

Fig. 3. The results of the destruction of granary weevils in a high electric field with the installation of dielectric plates that separate the grain from a high voltage electrodes: 1 – processing time 4 min; 2 – the processing time 8 min; 3 – processing time 15 min

Наиболее эффективным режимом обезвреживания является режим 3 с временем обработки 15 мин (полное обезвреживание амбарных долгоносиков произошло через 3 суток после обработки). В то же время обработка с меньшей продолжительностью (4 и 8 мин) также позволяет достичь полного обезвреживания вредителей. Но отмирание вредителей происходило более длительное время.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты исследований по обезвреживанию амбарных долгоносиков позволяют сделать вывод, что данный метод может быть перспективным для уничтожения амбарных долгоносиков в зерне. Эффективной является обработка с установкой диэлектрических пластин на электроды. При этом производится обработка при небольших энергетических затратах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Bereka O. M. 2011.** Zneshkodzhennya v syl'nykh elektrychnykh polyakh komakh-shkidnykiv zerna / O. M. Bereka, O. V. Naumenko // *Motrol. Motorization and power industry in agriculture.* – Volume 13D. – 291-295.
2. **Bereka O. M. 2014.** Povnyy strum zernovoyi masy pid diyeyu zminnoho elektrychnoho polya vysokoyi napruzhenosti [Elektronnyy zhurnal]: Enerhetyka i avtomatyka / O.M. Bereka, S.M. Usenko – K.:NUBiP Ukrayiny, – №3. – 12-17. Rezhym dostupu do zhurnalu: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/index.html>.
3. **Bereka O. M. 2011.** Chastkovi rozryady v zernoviy masi pid diyeyu elektrychnoho polya vysokoyi napruzhenosti zminnoho strumu [Elektronnyy zhurnal]: Enerhetyka i avtomatyka / O.M. Bereka, S.M. Usenko – K.:NUBiP Ukrayiny, – №3. – Rezhym dostupu do zhurnalu: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/index.html>.
4. **Bereka O.M. 2007.** Diya syl'nykh elektrychnykh poliv na nasinna sil's'kohospodars'kykh kul'tur / O.M. Bereka // *Elektryfikatsiya ta avtomatyzatsiya sil's'koho hospodarstva.* Naukovo-vyrobnychyy zhurnal. – № 1(20) – 23 – 29.
5. **Volotovskogo I. D. 2002.** Biofizika zhivyykh sistem: ot molekuly k organizmu / Pod red. I. D. Volotovskogo. – Mn.: Belsens, – 204.
6. **Zakladnoy G.A. 1992.** Ozon v khranenni zerna (obzor) / G. A. Zakladnoy. – Moskva: VNIIZ, – 7.
7. **Lovkis Z.V. 2005.** Dezynseksiya komakh-shkidnykiv ozonom / Z.V. Lovkis, T.P. Trots'ka // *Zerno i khlib.* – №2. – 34-35.
8. Pat. 77281 Ukrayina, MPK A23L 3/32, A01F 25/00. Sposib obrobky produktsiyi pry zberihanni i prystryi dlya yoho zdiysnennya / Bereka O.M., Chervins'kyy L.S., Salata M.P.; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy ahrarnyy universytet. – №20041008542; zayav. 20.10.2004; opubl. 15.11.2006, byul. №11.
9. Pat. 84978 Ukrayina, MPK A 01 S 1/00. Prystryi dlya obrobky produktsiyi pry zberihanni / Bereka O.M., Chervins'kyy L.S., Salata M.P., Usenko S.M.; zayavnyk i patentovlasnyk Natsional'nyy ahrarnyy universytet. – № a200703860; zayav. 06.04.2007; opubl. 10.12.2008, Byul. №23.
10. **Pershin A.F. 1989.** Issledovaniye rezhimov raboty ozoniruyushchey ustanovki s dezinfektsionnoy kameroy / A.F. Pershin, A.V. Fedorov, A.YU. Yevdoseyeva // *Elektrotekhnologii v sel's'kokhozyaystvennom proizvodstve.* Nauchnyye trudy VNIIESKH. – T. 73. – 73-78.
11. Rekomendatsii po ozonnoy i ionoozonnoy tekhnologii dezinsesksii zerna pri khranenni / ZH. D. Ismukhambetov, A.O. Sagitov, S. Yskak. – Almaty: 2011. – 18.
12. **Usenko S.M. 2013.** Znezarazhuyucha obrobka zerna v elektrotekhnolohichnomu kompleksi pid diyeyu elektrychnoho polya vysokoyi napruzhenosti: dysertatsiya na zdobuttya nauk. stupenya kandydata tekhnichnykh nauk: 05.09.03/ Usenko Serhiy Mykolayovych. – K, – 257.
13. **Usenko S.M. 2013.** Znezarazhuyucha obrobka zerna v elektrotekhnolohichnomu kompleksi pid diyeyu elektrychnoho polya vysokoyi napruzhenosti: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk: spets. 05.09.03 «Elektrotekhnichni komplekсы ta systemy»/ S.M. Usenko. – K, – 24.
14. **Shevchenko N.H. 2008.** Shkidnyky zapasiv zerna ta kontrol' yikh chysel'nosti / N. H. Shevchenko, T. P. Hordiyenko // *Posibnyk ukrayins'koho khliboroba* – 41-44.
15. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize / Kells S. A., Mason L. J., Maier D. E., Woloshuk C. P. // *Journal of Stored Products.* – 2001. – Vol. 37. – Issue 4. – 371-382.
16. **Freeman B. A. 1979.** Reaction of ozone with phospholipids vesicles and human erythrocyte ghosts / Freeman B.A., Sharman M. C., Mudd J. B. // *Archives of Biochemistry and Biophysics.* — Vol. 197. – Issue 1. – 264-272.
17. **Holingsworth R.G. 2005.** Potential of temperature, controlled atmospheres and ozone fumigation to control thrips and mealybugs on ornamental plants for export / R. G. Holingsworth, J. W. Armstrong // *Journal of Economic Entomology* – Vol. 98. – №2. – 289-298.
18. **Mason L.J. 1996.** Efficacy of ozone to control insects, molds and mycotoxins / Mason L. T., Woloshuk C. P., Maier D. E // *Proc. Intern. Conf. on CAF.* – Nicosia, Cyprus, – 665-670.
19. **Mudd J. B. 1971.** Enhibition Olicolypid Biosynthesis in Chloroplants by ozone and sulfydryl Reagents / J. B. Mudd // *Plant Physiology.* – Vol. 48(3). – 335-339.
20. **Mudd J. B. 1969.** Reaction of ozone with amino acids and proteins / Mudd J.B., Leavitt R., Alpaslan Ongun, McManus T. T. // *Atmospheric Environment.* – Vol. 3. – Issue 6 – 669-681.
21. **Shadia E. 2011.** Abd El-Aziz. Control Strategies of Stored Product Pests / Shadia E. Abd El-Aziz // *Journal of Entomology.* – №8 (2). – 101-122.

DECONTAMINATING OF GRAIN WEEVILS IN A HIGH ELECTRIC FIELD

Summary. Here are presented the results of granary weevils disposal in the grain mass.

Key words: high electric field, the dielectric plates, grain mass, granary pests, partial discharges.