

УДК 621.3: 631.53.027.33

СИНТЕЗ ОЗОНУ В ЗЕРНОВІЙ МАСІ ПІД ДІЄЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОЇ НАПРУЖЕНОСТІ

О.М. Берека, доктор технічних наук

С.М. Усенко, асистент

Представлена дослідна установка для знезаражуючої обробки зернової маси озоном та результати досліджень розрядних процесів у зерновій масі під дією електричного поля високої напруженості.

Електричне поле високої напруженості, іонізаційні процеси, озон, зернова маса, установка, осцилограф.

Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, що визначає обсяги пропозиції та вартість основних видів продовольства для населення країни. Збільшення виробництва й підвищення якості продукції рослинництва можливо шляхом зменшення втрат врожаю від фітопатогенної мікрофлори під час зберігання та максимальному використанні потенційних біологічних можливостей насінневого матеріалу.

Під час зберігання (від 3 до 6 міс.) в несприятливих умовах поверхневе зараження зерна грибами може збільшитися в 35 – 40 разів, внутрішнє – в 3 – 4 рази. Це викликає щорічно втрату 2-3 мільйонів тонн зерна і значне зниження біологічної повноцінності ще багатьох партій.

Властивість даних патогенів змінювати біохімічний склад зерна, а також забруднювати його мікотоксинами, створює серйозну проблему для підприємств харчової промисловості. На сьогоднішній день не існує біологічно прийнятних і економічно ефективних способів детоксикації зерна.

Небезпека мікотоксинів полягає ще і в тому, що вони стійкі до дії температури і не руйнуються при кип'ятінні. При випічці хліба і виготовленні інших продуктів харчування, з неякісної сировини, мікотоксини не знищуються, а потрапляють в організм. Крім того використання для сільськогосподарських тварин токсичних кормів призводить до потрапляння токсинів у продукцію тваринництва і відповідно в організм людини. Особливість мікотоксинів ще й у тому, що вони здатні накопичуватися в організмі. І якщо за один прийом їжі отруєння не відбувається через малі дози токсинів, то накопичуючись, вони з часом призводять до негативних наслідків. По-перше, це порушення концентрації, абсорбції та обміну в організмі поживних речовин. По-друге, це зміни в ендокринній і нейроендокринній системах. По-третє, і що найважливіше, це пригнічення імунної системи організму.

Внаслідок зберігання зерна без дотримання належних умов можуть утворитися афлатоксини *B₁* і *G₁*. Серед зернових культур найчастіше піддається забрудненню кукурудза. Мікотоксини зеараленон, фумонизинам,

дезоксиніваленол накопичуються в зерні і в полі, і під час зберігання. За даними Мачихина Л., Львова Л., Кизленко О., афлатоксин було виявлено в самозігрівальній кукурудзі в 30 – 57 % проб концентрацією до 5000 мкг/кг [1].

За даними німецьких вчених, охратоксин А порівняно часто трапляється у хлібобулочних виробах та інших продуктах переробки зерна.

Встановлено, що 25 % світового виробництва зерна забруднено мікотоксинами. Внаслідок цього втрати досягають близько 5 млрд. євро в країнах ЄС, 2,5 млрд. дол. у США і близько 1 млрд. у Канаді.

Гриби роду *Fusarium* пошкоджують зерно в несприятливих умовах під час росту рослин і продукують "польові" мікотоксини. *Aspergillus* і *Penicillium* починають рости після збирання врожаю, і їх токсини називають "токсинами зерносковищ". У зерносковищах зараження пліснявими грибами є результатом комплексної взаємодії між субстратом, температурою, вологістю, вмістом кисню і вуглекислого газу, наявністю комах і концентрацією грибних спор.

З метою попередження розвитку зернової мікрофлори існують хімічні, біологічні та фізичні методи. На цей час обробка зерна здійснюється переважно хімічними засобами. Фумігація бромистим метилом і фосфіном (пігулки, гранули) до цього часу розглядається як надійний і радикальний засіб знезараження зерна, порожніх елеваторів, складів тощо. Проте застосування в Україні бромистого метилу (MeBr) для фумігації зерна, елеваторів і млинів, за винятком карантинних потреб і оброблення зерна для морських перевезень, заборонено з 1 січня 2005 р. відповідно до Монреальського Протоколу, ратифікованого Україною. Використання хімічних засобів має ряд негативних наслідків, серед яких забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами і їх накопичення як у ґрунті, так і у продукції рослинництва, що створює загрозу для здоров'я людей та тварин, трудомісткість при виконанні робіт. Тому для вітчизняної індустрії зберігання зерна необхідні альтернативні методи знезараження.

Останнім часом все більше досліджень присвячено використанню сильних електричних полів та озону, які є одним із перспективних засобів впливу на зернову масу. Основними перевагами використання озону є: високий окислювальний потенціал; можливість отримувати озон на місці споживання з кисню повітря, у зв'язку з чим не вимагається доставки ніяких реагентів; простота і доступність отримання озону в електричних апаратах (озонаторах); безвідходність виробництва і використання озону з погляду взаємоперетворення; економічна доцільність застосування озону в порівнянні з іншими відомими окислювачами; екологічна сумісність озону з навколишнім середовищем [2, 3]. Крім того озон на відміну від хімічних засобів, не лише знешкоджує шкідливу мікрофлору, а й очищує зернову масу від токсинів [4, 5].

Сучасні технологічні засоби озонної обробки зерна, крім озонаторів мають допоміжне устаткування: систему очищення та сушки повітря, систему охолодження, компресор, кисневу станцію, систему повітропроводів, вимірювальні пристрої. При подачі озону від генератора до

матеріалу обробки він частково розкладається, що призводить до значних втрат. Крім того він у значній кількості розкладається у перших шарах зернової маси, що не дозволяє рівномірно та ефективно обробляти її озоном.

Мета дослідження – для ефективної знезаражуючої обробки зернових необхідно більш глибоко дослідити розрядні процеси від інтенсивності яких залежить концентрація утвореного озону в зернової масі під дією електричного поля високої напруги.

Матеріали та методика досліджень. На кафедрі електроприводу та електротехнологій НУБіП України виконуються дослідження з використання сильних електричних полів для знезараження зернової маси.

Розроблено дослідну установку для знезаражуючої обробки зернової маси озоном. Перевагою якої є утворення озону безпосередньо в зернової масі під дією електричного поля високої напруги. Електрична схема установки для проведення досліджень наведена на рис. 1.

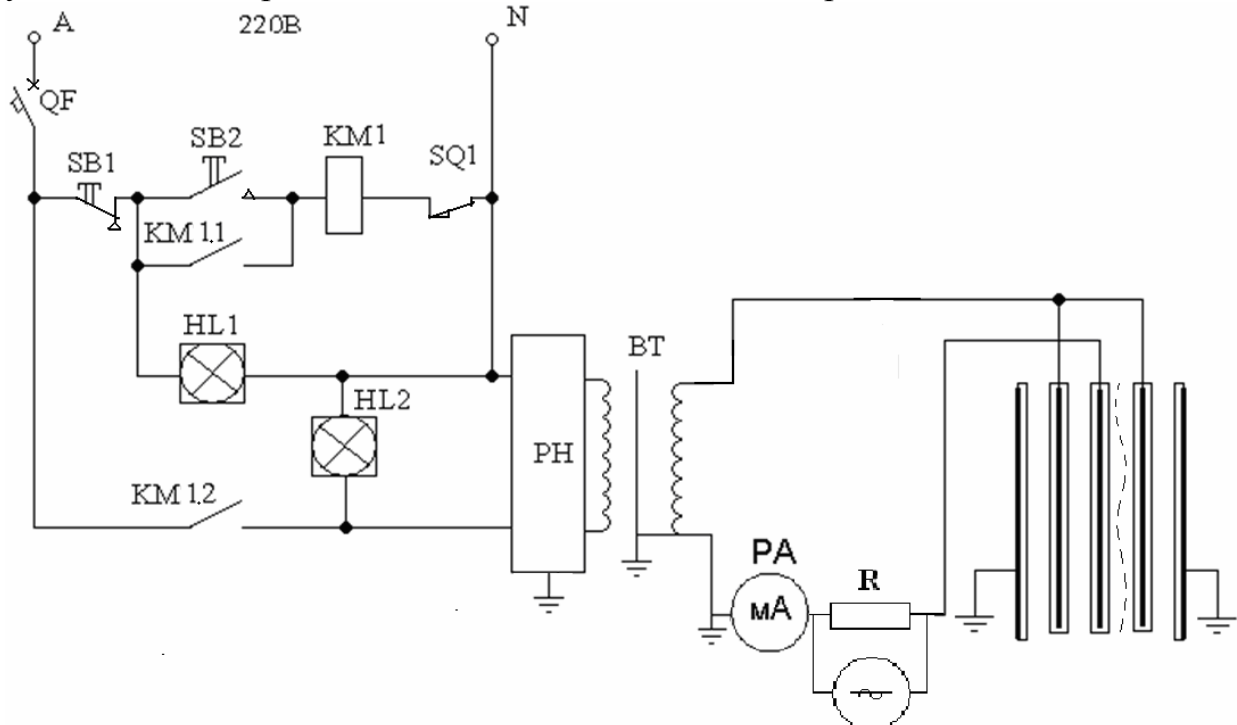


Рис.1. Електрична схема дослідної установки

Технологією знезаражуючої обробки передбачається встановлення в камеру обробки діелектричних пластини, які відокремлюють зернову масу від високовольних електродів і запобігають виникненню значного струму провідності, вплив якого небажаний при знезаражуючій обробці зерна. Наявність діелектричних пластин дозволяє обробляти зернову масу з підвищеною вологістю, що актуально для післязбиральної підготовки зерна до зберігання.

Для проведення досліджень використовували зернову масу ячменю сорту «Себастьян». Реєстрацію імпульсів струму виконували за допомогою осцилографа марки «Rigol 1102E».

Результати досліджень. Продукція, що обробляється знаходиться в електричному полі високої напруги. При відповідній напруги

електричного поля в повітряних включеннях об'єму зернової маси відбуваються часткові розряди. При цьому на опорі (R) будуть виникати високочастотні імпульси струму, які фіксуються за допомогою осцилографа. Частота проходження імпульсів струму є критерієм інтенсивності розрядних процесів у повітряних включеннях зернової маси.

У результаті проведених досліджень було знято ряд осцилограм при різних напруженості електричного поля, які представлені на рис. 2.

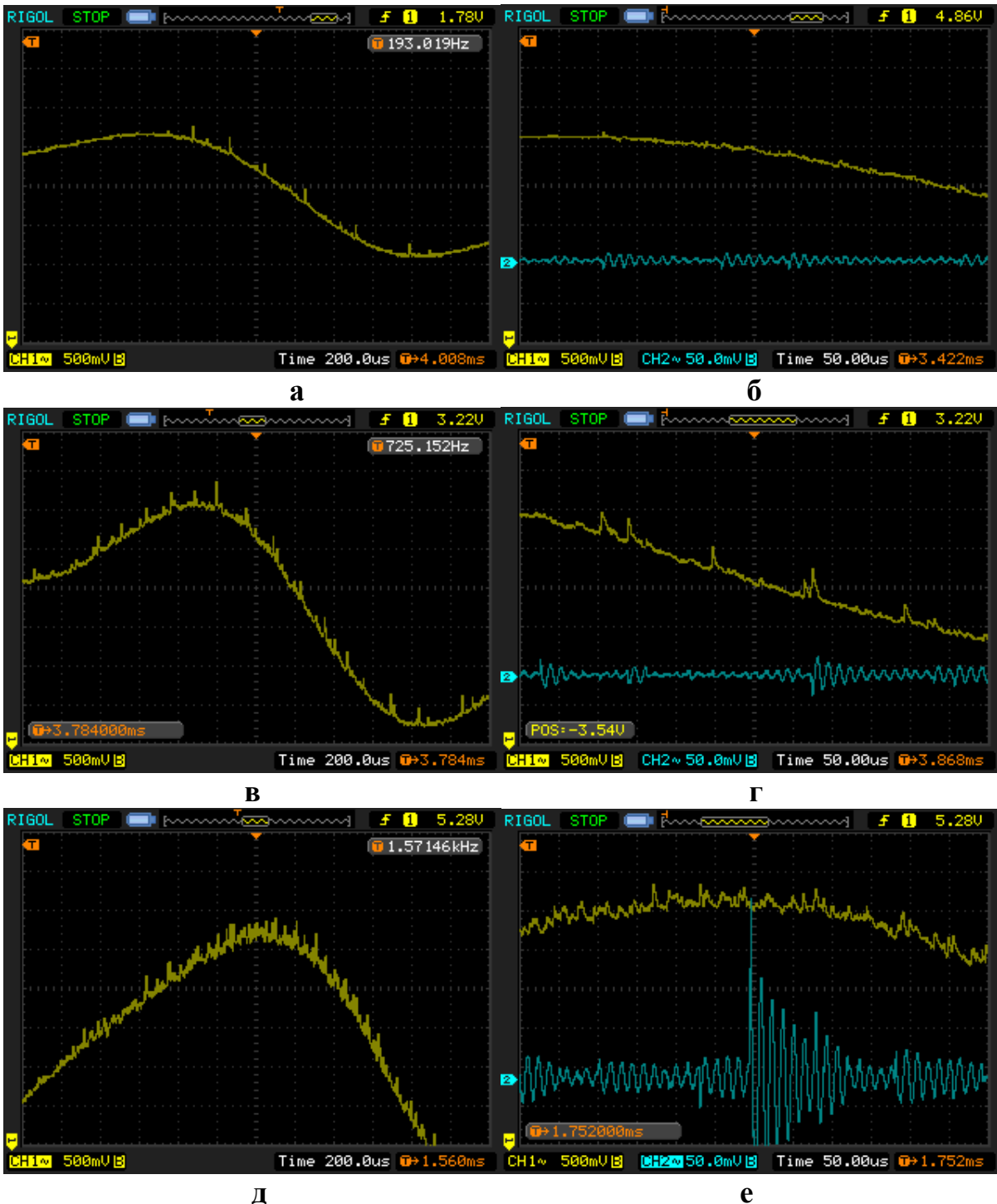


Рис.2. Осцилограми розрядних процесів у зернової масі ячменю:
а, б – $E=2$ кВ/см, $I=25$ мкА; в, г – $E=2,65$ кВ/см, $I=38$ мкА;
д, е – $E=3,33$ кВ/см, $I=55$ мкА

На рис. а, в та д представлено осцилограми розрядних процесів у зерновій масі ячменю при різній напруженості електричного поля. При підвищенні напруженості поля іонізаційний струм також зростає. Це відбувається, як завдяки збільшенню частоти імпульсів, так і за рахунок збільшення амплітуди струму в імпульсах, що й спостерігається на осцилограмах.

На рис. б, г та е представлено розгорнутий вигляд імпульсу, наведеного в індуктивному датчику, який підключений до другого каналу осцилографа. На всіх осцилограмах видно, що при проходженні імпульсу струму відповідно індукується імпульс у датчику.

Таким чином з представлених осцилограм видно, що в повітряних включеннях зернової маси, яка знаходиться під дією електричного поля високої напруженості, відбуваються розрядні процеси. Частота і амплітуда розрядів залежить від напруженості електричного поля.

Висновки

У результаті проведених досліджень підтверджено процес зростання інтенсивності часткових розрядів в повітряних включеннях зернової маси з підвищенням напруженості електричного поля змінного струму. Наприклад, для маси ячменя вологістю 13% при зміні напруженості електричного поля від $E=2$ кВ/см до $E=3,33$ кВ/см частота часткових розрядів зросла у 8 разів.

Список літератури

1. Сирохман І.В. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів / І.В. Сирохман Т.М. Лозова– К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 384 с.
2. Пугин А.М. Анализ динамики работ в области разработки технологий и оборудование озонирование// Межвузовський научний збірник. Труды Башкирского государственного аграрного университета электрификации сельського хозяйства. Вып. 2. – Уфа, 2000. – С. 44 – 49.
3. Кирик М.М. Вплив озону на мікобіоту насіння озимої пшениці / М.М. Кирик, О.М. Берека, А.Б. Ковалишин, С.М. Усенко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 140. – С. 121 – 127.
4. Александрова Н.Е. Изучение возможности использования озона для детоксикации зерна / Н.Е. Александрова, О.И. Плясухина, Л.С. Львова, О.И. Кизленко // Послеуборочная обработка и хранение зерна. – М.: ВНИИЗ, 1986. – Вып. 108. – С. 25 – 32.
5. Давидчик Л.Я. Изучение возможности использования озона для обеззараживания токсинов / Л.Я. Давидчик, Т.В. Чемм, Е.А. Шевелева // Передовой научно – производственный опыт в птицеводстве. Экспресс – информация. – М.: МСХ СССР, 1981. – Вып. 6. – С.39 – 40.

Представлена експериментальна установка для обеззараживающей обработки зерновой массы озоном и результаты исследований разрядных процессов в зерновой массе под действием электрического поля высокой напряженности.

Электрическое поле высокой напряженности, ионизационные процессы, озон, зерновая масса, установка, осциллограф.

Presented experimental setup for disinfecting ozone treatment of grain mass and results of investigations discharge processes in the grain mass under an electric field of high intensity.

The electric field of high intensity, ionization processes, ozone, grain weight, plant, oscilloscope.