Norbert Marks
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Akademia Rolnicza w Krakowie

WPŁYW ZMIENNEGO POLA MAGNETYCZNEGO NA STRATY PRZECHOWALNICZE BULW ZIEMNIAKA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu zmiennego pola magnetycznego o indukcjach 0,9T, 1,8T, 3,6T i 5,5T i czasach ekspozycji 100 μs, 300 μs i 600 μs. Do badań przyjęto trzy odmiany ziemniaka: Drop, Irga, Salto. Badania prowadzono w latach 2002-2004. Trwałość przechowalniczą określono wskaźnikami strat całkowitych, ubytków naturalnych, strat w wyniku kiełkowania i strat chorobowych podczas długotrwałego okresu przechowywania (6 miesięcy). Zastosowanie zmiennego pola magnetycznego dało pozytywny efekt w postaci zmniejszenia strat całkowitych, strat chorobowych i ubytków naturalnych oraz brak widocznego wpływu na proces kiełkowania bulw ziemniaka.

Słowa kluczowe: bulwa ziemniaka, pole magnetyczne, straty przechowalnicze, ubytki naturalne, choroby przechowalnicze, kiełkowanie bulw

Wykaz oznaczeń

M_{c1} – straty całkowite, %
M_{c2} – straty całkowite, kg
M_{ch1} – straty w wyniku rozwoju chorób przechowalniczych, %
M_{ch2} – straty w wyniku rozwoju chorób przechowalniczych, kg
M_{chor} – masa bulw odpadowych (porażonych chorobami), kg
M_k – masa końcowa próbki, kg
M_{ki1} – straty w wyniku kiełkowania bulw, %
M_{ki2} – straty w wyniku kiełkowania bulw, kg
M_{kie} – masa kiełków oberwanych z bulw, kg
M_p – masa początkowa próbki, kg
U_n – ubytki naturalne, %

Wstęp, cel i zakres pracy

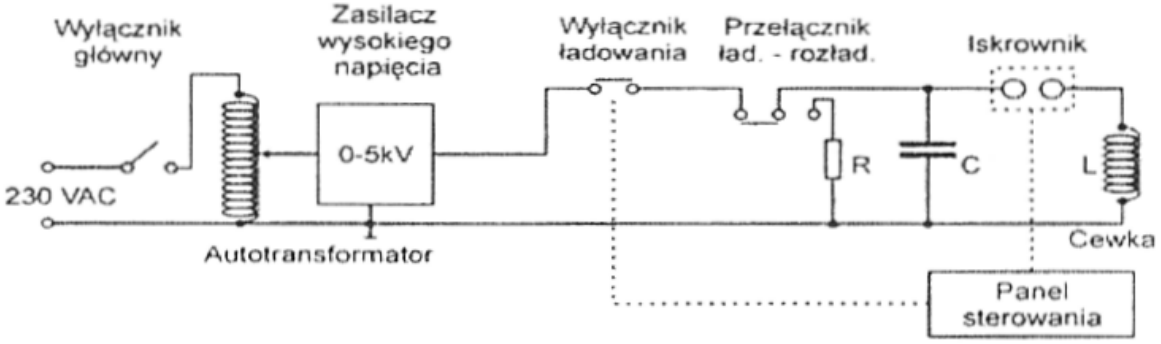
Utrzymujące się na wysokim poziomie (ok. 15%) straty przechowalnicze bulw ziemniaka zmuszają do poszukiwania sposobów ich ograniczenia przynajmniej do poziomu ok. 7% w ciągu okresu przechowywania. Podstawą rozwiązania problemu jest poprawa warunków przechowywania bulw oraz modyfikacja mikroklimatu przechowalni przynajmniej w odniesieniu do dwóch parametrów, którymi są temperatura i wilgotność powietrza. Jednakże w wielu przypadkach dobre warunki przechowywania nie dają pożądanego efektu, bowiem na straty przechowalnicze wpływ mają również i inne czynniki jak: odmiana i jej trwałość przechowalnicza (cechy genetyczne), podatność bulw na kiełkowanie, intensywność procesów parowania i oddychania bulw, uzależnione również od ich dojrzałości i uszkodzenia oraz stopień porażenia bulw chorobami przechowalniczymi i ich rozwój w ciągu okresu przechowywania. Oprócz wpływu na cechy genetyczne, pozostałe czynniki można ograniczać poprzez stosowanie określonych metod zmierzających głównie do ograniczenia parowania i oddychania, kiełkowania i strat w wyniku rozwoju chorób przechowalniczych. Niezwykle istotne jest zwalczanie chorób, bowiem porażone bulwy są nie tylko źródłem strat ale również zarażenia plantacji (porażone sadzeniaki) i obniżki cech jakościowych bulw przeznaczonych do przerobu i bezpośredniej konsumpcji. Dotychczasowe metody ograniczania strat przechowalniczych opierające się o stosowanie związków chemicznych nie są akceptowane w przypadku rolnictwa ekologicznego. Dlatego celowym jest poszukiwanie innych metod ograniczania strat przechowalniczych. Obiecująco zapowiadają się tu nietermiczne metody stymulacji materiału biologicznego jak np. wykorzystanie zmiennego pola magnetycznego. Z prac Mertensa i Knorra [1992] wynika, że działanie przez kilkadziesiąt mikrosekund do kilku milisekund na mikroorganizmy polem magnetycznym o indukcji 5-20 Tesli, powoduje redukcję populacji badanych mikroorganizmów (Lactobacillus brevis, Saccharomyces cerevisiae) o trzy rzędy wielkości. Ten antymikrobiologiczny efekt działania pola magnetycznego tłumaczony jest jego zdolnością do uszkadzania błon komórkowych mikroorganizmów prowadzących do ich śmierci.

Pole magnetyczne wykorzystywano również w procesach pobudzania materiału siewnego. Dawało to pozytywny efekt stymulujący wyrażający się przyspieszeniem kiełkowania, zwyżką plonu i poprawą cech mających wpływ na plonowanie [Martinez i in. 2000; Rochalska 2003; Hirota i in. 1999; Rybiński i in. 2003; Pietruszewski 2003; Kornarzyński i in. 2003; Krupczyński; Zeńczak 2003; Podleśny i in. 2003; Stašelis i in. 2003]. Większość prac badawczych z tego zakresu prowadzonych było na słabouwodnionym materiale biologicznym (nasiona), dlatego celowym wydaje się podjęcie badań nad wpływem pola magnetycznego na wysokouwodnione materiały biologiczne typu bulwa ziemniaka, owoce, warzywa, korzenie buraka cukrowe-

go, pod kątem zwiększenia ich trwałości przechowalniczej. Przyjmując takie założenie celem pracy było określenie wpływu zmiennego pola magnetycznego na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka, mierzoną stratami całkowitymi, ubytkami naturalnymi (parowanie i oddychanie), kiełkowaniem i stratami w wyniku działania chorób przechowalniczych podczas długotrwałego okresu przechowywania (minimum 6 miesięcy).

Materiał i metoda

Badania nad wpływem zmiennego pola magnetycznego na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka prowadzono na oryginalnym stanowisku badawczym, którego współtwórcą jest autor.



Rys. 1. Stanowisko do wytwarzania zmiennego pola magnetycznego
Fig. 1. Variable magnetic field generating station

Pojedynczą bulwę umieszczano wewnątrz cewki L i poddawano ekspozycji zmiennego pola magnetycznego o indukcjach 0,9T, 1,8T, 3,6T, 5,5T w czasie 100 μs, 300 μs i 600 μs. W 2004 r. bulwy traktowano polem o indukcjach 1,8T w jednej dawce i 1,8T i 3,6T w trzech dawkach. Parametry pola magnetycznego dobrano na podstawie badań laboratoryjnych przeprowadzonych na wyizolowanych kulturach chorób (Ervinia carotovora, Streptomyces scabies, Alternaria solani) [Lipiec i in. 2004], które poddano działaniu zmiennego pola magnetycznego, uzyskując pozytywny efekt prowadzący do ich zniszczenia lub ograniczenia rozwoju. Do badań przygotowano próbę bulw o średnicy lub szerokości 30-55 mm i masie 1 kg. Z próby tej pobrano 10 bulw, które poddano działaniu pola magnetycznego. Bulwy po ekspozycji natychmiast wysadzano i po zbiorze oceniono, opisano i złożono w przechowalni. Drugą ocenę przeprowadzono po 6 miesiącach przechowywania. W roku 2002 próbki pochodziły z doświadczenia polowego, a z lat 2003 i 2004 z doświadczenia zlokalizo-

wanego w tunelu foliowym. Miernikami oceny trwałości przechowalniczej były straty całkowite (M_c), ubytki naturalne (U_n), straty w wyniku kiełkowania (M_{ki}) i straty w wyniku rozwoju chorób przechowalniczych (M_{ch}), obliczone wzorami 1–4.

$$M_{c1} = \frac{M_p - M_k}{M_p} \tag{1}$$

$$U_n = \frac{M_{c2} - (M_{ki2} + M_{ch2})}{M_p} \tag{2}$$

$$M_{ki1} = \frac{M_{kie}}{M_p} \tag{3}$$

$$M_{ch1} = \frac{M_{chor}}{M_p} \tag{4}$$

Badania przeprowadzono na trzech odmianach ziemniaków, a mianowicie: Drop – odmiana bardzo wczesna, Irga – odmiana średnio wczesna, Salto – odmiana średnio późna w latach 2002-2004.

Wyniki badań

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tab. 1. Zawiera ona procentowe straty całkowite, ubytki naturalne, straty w wyniku kiełkowania bulw i straty w wyniku rozwoju chorób przechowalniczych bulw poddanych działaniu zmiennego pola magnetycznego odniesione do takich samych wskaźników próbki kontrolnej.

Najbardziej miarodajnym wskaźnikiem oceny trwałości przechowalniczej jest wskaźnik strat całkowitych, a w dalszej kolejności straty chorobowe, ubytki naturalne i straty w wyniku kiełkowania. Dla wszystkich badanych przypadków straty całkowite bulw poddanych działaniu pola magnetycznego są mniejsze od strat próbki kontrolnej. Największe straty całkowite wystąpiły w latach 2002 i 2003, a najmniejsze w roku 2004 dla indukcji skrajnych, to jest 0,9T i 5,5T. Biorąc pod uwagę czas ekspozycji, zarysowała się dość wyraźna tendencja spadku strat wraz ze zmniejszaniem czasu ekspozycji (dotyczy wszystkich lat badań). Generalnie najniższe straty całkowite wystąpiły dla czasu ekspozycji wynoszącego 100 μs i indukcji 1,8T. W przypadku ubytków naturalnych najniższe straty zaobserwowano dla czasu ekspozycji 300 μs zarówno dla odmiany Salto jak i Drop. Jednak najwyraźniejszy efekt działania pola magnetycznego wystąpił w przypadku strat chorobowych bulw. Za wyjątkiem jednego przypadku na czternaście wskaźnik strat był niższy niż dla próby kon-

trolnej. Najniższe straty z tego tytułu wystąpiły w roku 2004 dla czasu ekspozycji 100 μs i indukcji 1,8T i 3,6T. Był to efekt oczekiwany, ponieważ zastosowane indukcje w założeniu powinny ograniczać populacje drobnoustrojów nie stymulując równocześnie procesów fizjologicznych bulwy. Potwierdziły to badania laboratoryjne na wyizolowanych kulturach bakterii i grzybów [Lipiec i in. 2004]. Można to było zaobserwować w przypadku strat w wyniku kiełkowania, gdzie nie zaobserwowano ani stymulacji, ani redukcji tego procesu. Ponadto stwierdzono wystąpienie istotnych różnic pomiędzy wynikami uzyskanymi w poszczególnych latach badań, jak również pomiędzy badanymi odmianami. Przedstawiona ocena potwierdzona została przy użyciu metody analizy wariancji w klasyfikacji wielokrotnej oraz testem Duncana.

Tabela 1. Ocena trwałości przechowalniczej bulw ziemniaka
Table 1. Assessment of potato tuber storage life

Pole magnetyczne	Straty całkowite %	Ubytki naturalne %	Straty na Kiełkowanie %	Straty chorobowe %
SALTO 2002				
Kontrola	17,01	7,55	1,50	7,96
0,9T – 600 μs	17,08	7,64	1,81	7,63
0,9T – 300 μs	16,14	7,31	1,43	7,40
0,9T – 100 μs	15,48	7,33	1,67	6,48
DROP 2002				
Kontrola	18,02	7,82	1,76	8,44
0,9T – 600 μs	14,51	6,99	1,72	5,80
0,9T – 300 μs	11,24	5,72	2,26	3,26
0,9T – 100 μs	13,86	8,63	1,69	3,54
IRGA 2003				
Kontrola	16,00	7,15	1,65	7,20
5,5T – 100 μs	15,40	7,05	1,55	6,80
DROP 2003				
Kontrola	18,50	10,00	1,70	6,80
5,5T – 100 μs	16,30	8,25	1,45	6,60
IRGA 2004				
Kontrola	12,70	8,11	1,51	3,08
3,6Tx3 – 100 μs	12,11	7,05	1,62	3,44
1,8Tx3 – 100 μs	11,04	8,19	1,71	1,14
1,8Tx1 – 100 μs	9,86	8,21	1,65	0,00
DROP 2004				
Kontrola	14,28	7,98	1,70	4,60
3,6Tx3 – 100 μs	14,01	7,91	1,65	4,45
1,8Tx3 – 100 μs	12,76	7,88	1,76	3,12
1,8Tx1 – 100 μs	12,15	7,42	1,73	3,00

Pozytywny efekt zastosowania zmiennego pola magnetycznego do redukcji populacji drobnoustrojów, jaki uzyskano w wyniku badań, pozwala na sugestię dalszego ich kontynuowania.

Wnioski

1. Stwierdzono pozytywny wpływ zmiennego pola magnetycznego na trwałość przechowalniczą bulw ziemniaka. Straty całkowite, ubytki naturalne i straty chorobowe bulw poddanych działaniu pola magnetycznego były niższe w porównaniu z próbą kontrolną.

2. Poddanie działaniu pola magnetycznego bulw ziemniaka nie spowodowało istotnych zmian w procesie kiełkowania w porównaniu z próbą kontrolną.

3. Niższe czasy ekspozycji tj. 100 μs i 300 μs ograniczały straty całkowite i chorobowe w porównaniu z kontrolą i czasem 600 μs.

4. Najniższe straty całkowite i chorobowe zaobserwowano dla indukcji 1,8T i czasu ekspozycji 100 μs niższe w porównaniu z kontrolą i pozostałymi indukcjami.

Bibliografia

Hirota N., Nakagawa J., Kitazawa K. 1999. Effects of a magnetic field on the germination of plants. Journal of Applied Physics. Vol. 85. Num. 8.

Kornarzyński K., Gładyszewska B., Pietruszewski St., Segit Z., Łacek K. 2003. Ocena wpływu biostymulacji zmiennym polem magnetycznym na kiełkowanie nasion pszenicy w oparciu o zastosowanie modelu symulacyjnego. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Kornarzyński K., Pietruszewski St., Segit Z., Łacek R. 2003. Próba oceny wpływu pola magnetycznego na szybkość wzrostu kiełków pszenicy. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Krupczyński M., Zeńczak M. 2003. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego 50 Hz na nasiona. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Lipiec J., Janas P., Barabasz W. 2004. Effect of oscillating magnetic field pulses on the survival of selected microorganisms. International Agrophysics 18.

Martinez E., Carboncll M.V., Amaya J.M. 2000. Electro-And Magnetobiology, 19 (3) Espania.

Mertens B., Knorr D. 1992. Development of nontemperatural processes for food prezervation, Food Technology 46 (5).

Pietruszewski St. 2003. Magnetyczna i elektryczna biostymulacja nasion roślin uprawnych. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Podleśny J., Pietruszewski St., Sowiński M. 2003. Wpływ biostymulacji magnetycznej nasion na kształtowanie się cech morfologicznych i plonowanie grochy siewnego. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Rochalska M. 2003. Wpływ zmiennego pola magnetycznego na zawartość chlorofilu w liściach roślin. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Rybiński W., Pietruszewski St., Kornarzyński K. 2003. Analiza wpływu pola magnetycznego i promieni Gamma na zmienność elementów plonowania jęczmienia jarego. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Rybiński W., Pietruszewski St., Karnarzyński K. 2003. Wpływ synergistycznych traktowań polem magnetycznym i chemomutagenem (MNU) na zmienność cech struktury plonu lędźwianu siewnego. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

Stašelis A., Duchowski P., Brazaityte A. 2003. The impact of electromagnetic fields on morphogenesis and physiological indices of tomato. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Agrolaser 2003 Lublin.

EFFECT OF VARIABLE MAGNETIC FIELD ON STORAGE LOSSES OF POTATO TUBERS

Summary

The purpose of the research was to determine the effect of variable magnetic field with a density of 0,9T, 1,8T, 3,6T and 5,5T and exposure times of 100 μs, 300 μs i 600 μs. Three potato varieties: Drop, Irga, and Salto were studied. The study was conducted in 2002-2004. The storage life was assessed according to the ratio of total losses, natural losses, sprouting losses and disease losses during a long storage period (6 months). The application of magnetic field had a positive effect as it decreased total, disease and natural losses and had no visible influence on tuber sprouting.

Key words: potato tuber, magnetic field, storage losses, natural losses, storage diseases, tuber sprouting