

KIEŁKOWANIE NASION KAPUSTY BIAŁEJ W STAŁYM POLU MAGNETYCZNYM

S. Pietruszewski, K. Kornarzyński, M. Prokop

Katedra Fizyki AR, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

e-mail: stape@ursus.ar.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki dotyczące wpływu stałego pola magnetycznego na proces kiełkowania nasion kapusty białej odmiany Kamienna Głowa. Nasiona kiełkowały w ośmiu różnych polach magnetycznych. Stwierdzono, że pola 70 mT, 120 mT i 210 mT miały największy wpływ na proces kiełkowania. Dla tych trzech przypadków kiełkowanie opisano przy pomocy modelu matematycznego (krzywej logistycznej).

Słowa kluczowe: Pole magnetyczne, kiełkowanie nasion kapusty, krzywa logistyczna.

WSTĘP

Kapusta biała należy do roślin warzywnych uprawianych na terenie całej Polski. Jest spożywana pod różnymi postaciami i stanowi bardzo istotny składnik diety człowieka. Plon jej zależy od prawidłowego kiełkowania nasion.

Jednym z czynników poprawiających materiał siewny może być pole magnetyczne. Jak wykazały badania Rochalskiej [5, 6] zmienne pola magnetyczne 16 i 50 Hz znacznie poprawiają jakość materiału siewnego roślin uprawnych. Pole magnetyczne małej częstotliwości (16 Hz) w istotny sposób wpływało na kiełkowanie materiału siewnego o niskiej jakości. To samo pole znacznie zwiększało wigor nasion kukurydzy kiełkującej w niskiej temperaturze (10°C) oraz innych roślin zbożowych.

Prowadzone od szeregu lat badania w Katedrze Fizyki AR w Lublinie z nasionami roślin zbożowych i buraka cukrowego wykazały, że wpływ pola magne-

tycznego na kiełkowanie i plony zależy od rodzaju pola (stałe czy zmienne) oraz od jego natężenia [1, 2, 3, 4]. Zmienne, przemienne pole magnetyczne 50 Hz stosowane do przedświewnej biostymulacji materiału siewnego pszenicy jarej w istotny sposób zwiększało plony. Wzrost plonów korzeni, liści oraz biologicznego plonu cukru został również stwierdzony dla kilku odmian buraka cukrowego, których nasiona były przedświewnie biostymulowane zmiennym polem magnetycznym 50Hz o wartości indukcji magnetycznej 75 mT.

Celem przeprowadzonych badań z nasionami kapusty białej odmiany Kamienna Głowa było określenie wpływu stałego pola magnetycznego na proces kiełkowania, a następnie opisanie kiełkowania, w polu magnetycznym o najbardziej dodatnim wpływie, przy pomocy modelu matematycznego.

MATERIAŁ I METODA

Pole magnetyczne uzyskano przy pomocy elektromagnesu zasilanego prądem stałym. Dzięki regulacji natężenia prądu płynącego przez uzwojenia elektromagnesu otrzymano pola magnetyczne o indukcji magnetycznej 15 mT, 30 mT, 50 mT, 70 mT, 90 mT, 120 mT, 180 mT oraz 210 mT. Nasiona pochodzące z Centrali Nasiennej w liczbie po 100 sztuk, w pięciu powtórzeniach były umieszczane na płytkach Petriego w polu magnetycznym. Pomiaru rozpoczynano po dwóch dobach licząc wykiełkowane nasiona i porównywano z próbą kontrolną. Wszystkie badania kiełkowania przeprowadzono zgodnie z polską normą PN-R-65950/94. Statystycznie określano istotność różnic na poziomie $k = 0,05$. Użyte do badań nasiona wykazywały się bardzo dobrą szybkością kiełkowania, gdyż po dwóch dobach praktycznie wszystkie wykiełkowały. W celu lepszego przedstawienia uzyskanych wyników został wprowadzony parametr *współczynnik kiełkowania* w_k zdefiniowany jako:

$$w_k = \frac{N(t)}{N_k} \quad (1)$$

gdzie: $N(t)$ – liczba wykiełkowanych nasion w czasie t ,

N_k – liczba wykiełkowanych nasion kontrolnych w tym samym czasie.

Kiełkowanie nasion w polach magnetycznych, dla których stwierdzono największy dodatni wpływ zostało opisane przy pomocy krzywej logistycznej:

$$N(t) = \frac{N_k}{1 + (N_k - 1) \exp[-\alpha N_k (t - t_o)]} \quad (2)$$

gdzie: N_k – końcowa liczba wykiełkowanych nasion [%],
 $N(t)$ – liczba nasion wykiełkowanych po danym czasie t [%],
 α – współczynnik szybkości kiełkowania [1/h],
 t_o – czas pierwszego wykiełkowanego nasiona [h].

W oparciu o krzywą logistyczną określono również szybkość kiełkowania:

$$v_k = \frac{dN(t)}{dt} = N(t) \cdot \alpha \cdot [N_k - N(t)] \quad (3)$$

i czas, w którym nastąpiła maksymalna szybkość kiełkowania:

$$t_{max} = \frac{\ln(N_k - 1)}{\alpha \cdot N_k} + t_o \quad (4)$$

WYNIKI BADAŃ

W oparciu o uzyskane dane dotyczące kiełkowania nasion w poszczególnych polach magnetycznych zostały przedstawione graficznie zależności współczynników kiełkowania dla poszczególnych czasów i przedstawione w postaci graficznej na Rys. 1. Z przebiegu wykresów widać, że wyraźnie występują trzy maksima dla 70 mT, 120 mT i 210 mT. Dla tych trzech przypadków oraz dla kontroli w oparciu o program komputerowy wyznaczono parametry krzywej logistycznej, a uzyskane wyniki w postaci wykresów pokazano na Rys. 2 - 5. Wszystkie parametry krzywej logistycznej zostały zebrane i przedstawione w Tab. 1.

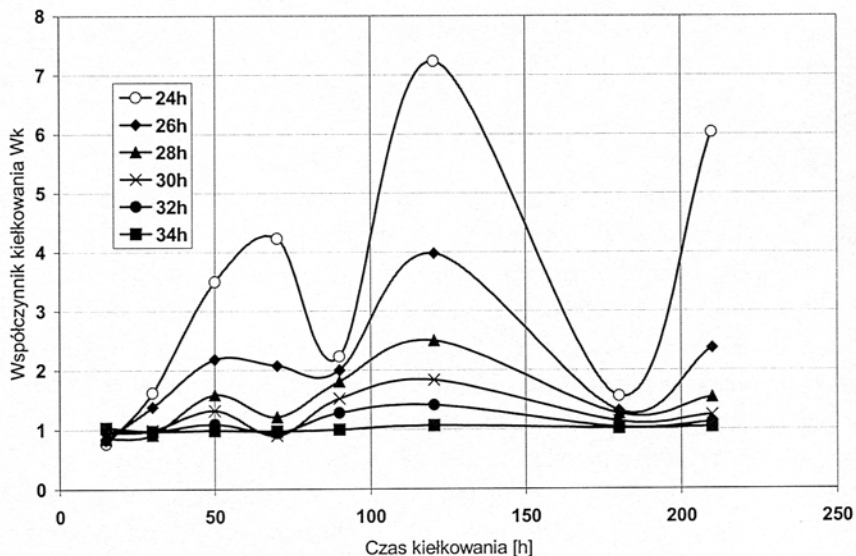
W oparciu o równanie (3) określono szybkość kiełkowania dla nasion kiełkujących w polach magnetycznych 70, 120 i 210 mT oraz dla próby kontrolnej (Rys. 6). Jak widać z przedstawionych wyników na Rys. 6 oraz Tab. 1 wszystkie trzy pola magnetyczne przyspieszają kiełkowanie. Maksimum szybkości kiełkowania jest o dwie godziny wcześniejsze niż dla próby kontrolnej. Natomiast gdybyśmy porównali maksymalne wartości szybkości kiełkowania, to wówczas okazuje się, że najsilniej oddziałuje pole magnetyczne 70 mT. Maksymalna szybkość kiełkowania dla tego pola jest o 25% większa niż dla kontroli

podczas, gdy pozostałe pola zwiększają ją o 8% (120 mT) i 3% (210 mT). Również końcowa liczba wykiełkowanych nasion w polach magnetycznych (96%) jest większa niż nasion kontrolnych (90%).

Tabela 1. Parametry krzywej logistycznej

Table 1. Logistic curve parameters

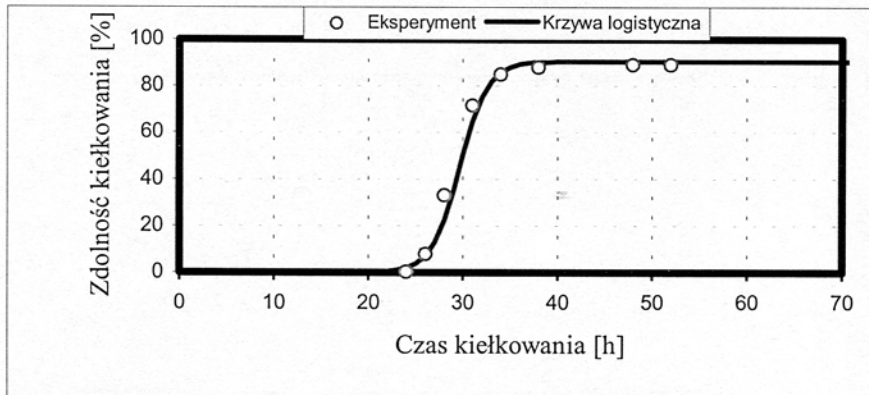
Pole magnetyczne	Parametry				
	t_o [h]	N_k [%]	$\alpha \times 10^{-3}$ [1/h]	t_{max} [h]	$\frac{dN}{dt_{max}}$ [%/h]
kontrola	22	90	7,365	28,8	14,9
70 mT	21	96	8,063	26,9	18,6
120 mT	20	96	6,985	26,8	16,1
210 mT	20	96	6,654	27,1	15,3



Rys. 1. Zależność współczynnika kiełkowania od indukcji magnetycznej dla poszczególnych czasów kiełkowań.

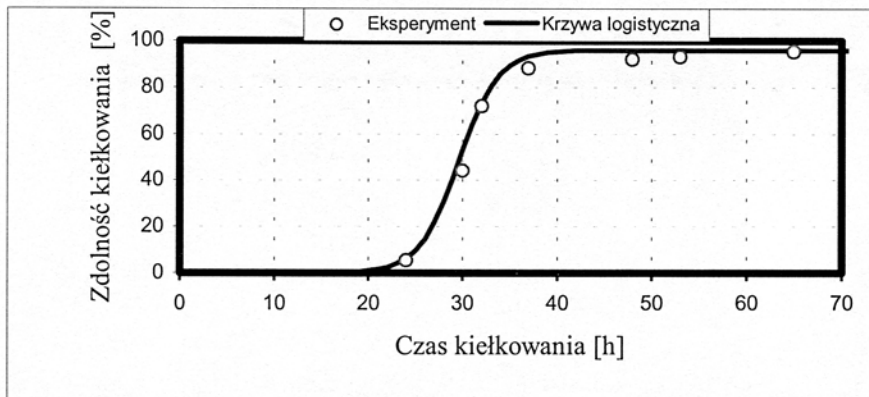
Fig. 1. Relationship between germination factor and magnetic induction for particular germination times.

Krzywe przedstawione na Rys.1, pozwalają stwierdzić, że pole magnetyczne przyspiesza kiełkowanie w jego początkowym okresie. Dodatni wpływ pola magnetycznego w 24, 26 i 28 godzinie kiełkowania jest statystycznie istotny dla wszystkich stosowanych pól magnetycznych za wyjątkiem pola (15 mT).



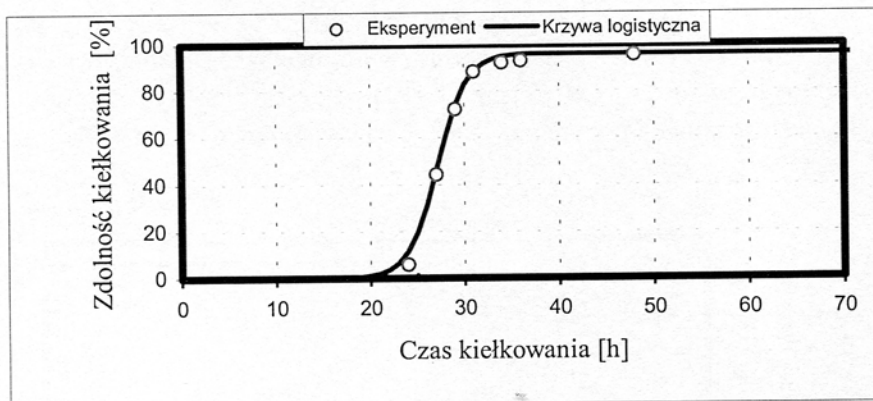
Rys. 2. Krzywa logistyczna dla pola magnetycznego 70 mT, $N_k = 96\%$, $t_0 = 21$ h, $\alpha = 0,008063$ 1/h.

Fig. 2. Logistic curve for magnetic field 70 mT, $N_k = 96\%$, $t_0 = 21$ h, $\alpha = 0.008063$ 1/h.



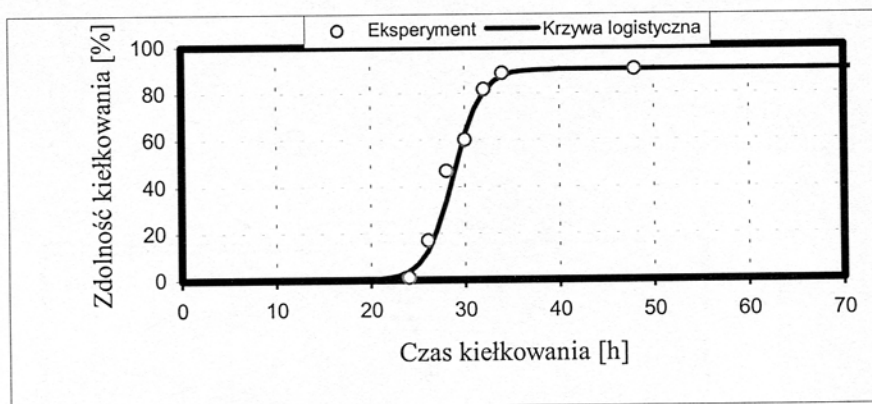
Rys. 3. Krzywa logistyczna dla pola magnetycznego 120 mT, $N_k = 96\%$, $t_0 = 20$ h, $\alpha = 0,006985$ 1/h.

Fig. 3. Logistic curve for magnetic field 120 mT, $N_k = 96\%$, $t_0 = 20$ h, $\alpha = 0.006985$ 1/h.



Rys. 4. Krzywa logistyczna dla pola magnetycznego 210 mT, $N_k = 96\%$, $t_0 = 20$ h, $\alpha = 0,006654$ 1/h.

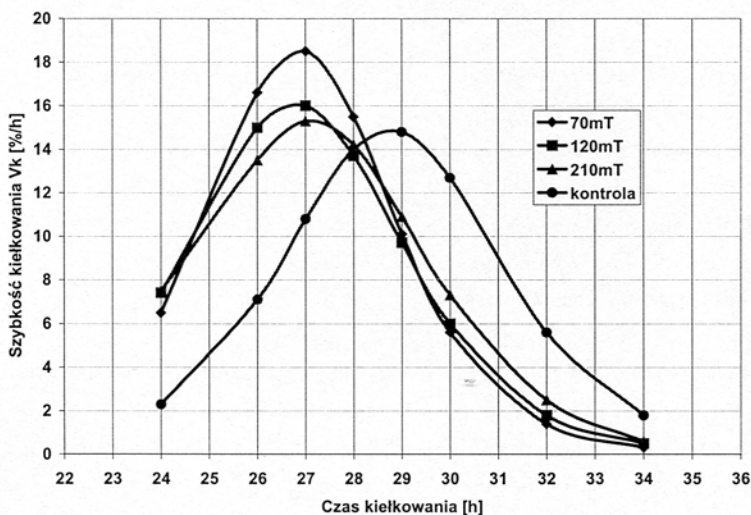
Fig. 4. Logistic curve for magnetic field 210 mT, $N_k = 96\%$, $t_0 = 20$ h, $\alpha = 0.006654$ 1/h.



Rys. 5. Krzywa logistyczna dla nasion kontrolnych, $N_k = 90\%$, $t_0 = 22$ h, $\alpha = 0,007365$ 1/h.

Fig. 5. Logistic curve for control seeds, $N_k = 90\%$, $t_0 = 22$ h, $\alpha = 0.007365$ 1/h.

Największy jego wpływ obserwujemy w pierwszych godzinach kielkowania. Po 10 godzinach kielkowania można powiedzieć, że wpływu pola magnetycznego na proces kielkowania nie obserwujemy. Liczba wykiełkowanych nasion już nie wzrasta.



Rys. 6. Szybkość kielkowań nasion kapusty w polu magnetycznym i kielkowanie nasion kontrolnych.
Fig. 6. Speed germination cabbage seeds in magnetic field and germination control seeds.

Podsumowując można stwierdzić, że pole stałe pole magnetyczne poprawia kielkowanie nasion kapusty białej odmiany Kamienna Głowa, przy czym, największy wpływ obserwujemy dla pola magnetycznego 70 mT. Oddziaływanie pola magnetycznego jest obserwowane w pierwszych 10 godzinach kielkowania.

WNIOSKI

W oparciu o przeprowadzone badania, których wyniki zostały przedstawione w Tab. 1 i na Rys. 1 - 6 można sformułować następujące wnioski:

1. Stałe pole magnetyczne polepsza kielkowanie nasion kapusty białej odmiany Kamienna Głowa.
2. Wpływ pola magnetycznego jest obserwowany w pierwszych 10 godzinach kielkowania.
3. Najsilniejsze oddziaływanie występuje w polu magnetycznym 70 mT.
4. Maksimum szybkości kielkowań w polu magnetycznym jest wcześniejsze o dwie godziny w stosunku do kielkowania próby kontrolnej.
5. W polu magnetycznym 70 mT maksimum szybkości kielkowania jest o 25% większe niż dla nasion kontrolnych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Pietruszewski S.:** Magnetyczna biostymulacja materiału siewnego pszenicy jarej. Rozprawy Naukowe AR, Lublin, (220), 1999.
2. **Pietruszewski S., Kornarzyński K.:** Wpływ pól magnetycznych na proces kiełkowania nasion. Inż. Rolnicza, 2, 13-20, 1999.
3. **Pietruszewski S., Wójcik S.:** Effect of magnetic field on yield and chemical composition of sugar beet roots. Int. Agrophysics, 14, 89-92, 2000.
4. **Pietruszewski S., Kornarzyński K., Łacek R.:** Germination of wheat seeds in alternating magnetic field. Int. Agrophysics 15, 269-271, 2001.
5. **Rochalska M.:** Wpływ zmiennego pola magnetycznego na kiełkowanie nasion w niskiej temperaturze. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 439, 31-354, 1997.
6. **Rochalska M.:** Poprawa jakości materiału siewnego za pomocą zmiennego pola magnetycznego. Część I. Badania laboratoryjne. Biuletyn IHAR, 217, 61-75, 2001.

GERMINATION OF WHITE CABBATE SEEDS IN STATIONARY
MAGNETIC FIELD

S. Pietruszewski, K. Kornarzyński, M. Prokop

Department of Physics Agricultural University, Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: stape@ursus.ar.lublin.pl

Summary. In this paper results of effect of stationary magnetic field on germination of cabbate seeds Kamienna Głowa cultivar were presented. The seeds germinated in eight different magnetic fields. Magnetic field 70 mT, 120 mT and 210 mT had the greatest influence on germination. Germination in this field was described by the help equation of logistic curve.

Key words: magnetic field, germination of cabbate seeds, logistic curve.