

POLE MAGNETYCZNE JAKO ŚRODEK POPRAWY WIGORU NASION

M. Rochalska

Zakład Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Katedra Fizjologii Roślin SGGW

ul. Nowoursynowska 166, 02-686 Warszawa

e-mail: plewat@alpha.sggw.waw.pl

Streszczenie. Prezentowana praca przedstawia wpływ zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości na materiał siewny różnych gatunków roślin rolniczych: pszenicy jarej, pszenżyta jarego, soi, kukurydzy i buraka cukrowego. Nie stwierdzono wpływu pola magnetycznego na kiełkowanie i wzrost siewek roślin wyrosłych z nasion dobrej jakości kiełkujących w optymalnych warunkach środowiska. Korzystne działanie pola magnetycznego uwidacznia się, gdy nasiona kiełkują w warunkach stresowych, np. w niskiej temperaturze otoczenia. Korzystny efekt działania pola magnetycznego jest lepiej widoczny w przypadku nasion roślin ciepłolubnych np. soi czy kukurydzy, kiełkujących w warunkach stresu temperaturowego. Laboratoryjna zdolność kiełkowania takich nasion wzrasta o 20%. Następuje również przyspieszenie kiełkowania. Oznacza to przyspieszenie wschodów polowych i zwiększenie szansy siewek na przeżycie, wytworzenie prawidłowych roślin i wydanie plonu, co jest ważne dla praktyki rolniczej.

Słowa kluczowe: kiełkowanie, nasiona, pole magnetyczne, warunki stresowe.

WSTĘP

Postęp dokonujący się w rolnictwie wymaga stosowania materiału siewnego o coraz wyższej jakości, czyli nasion o jak największym wigorze. Nasiona wysokiej jakości można zdefiniować jako:

- kiełkujące w 100%,
- kiełkujące szybko,
- wytwarzające normalnie rozwijające się siewki,
- słabo wrażliwe na czynniki zewnętrzne,
- mało wrażliwe na różnego rodzaju stresy,
- dające się łatwo przechowywać.

Jakość nasion zależy od takich czynników, jak: genotyp, warunki rozwoju nasion (kondycja roślin matecznych, położenie nasion na roślinie matecznej, wiek roślin matecznych), czynników okresu żniw (dojrzałość nasion, ich wielkość, porażenie przez patogeny) oraz sposobów późniejszej poprawy jakości nasion.

Lepsze i nowocześniejsze metody uszlachetniania nasion pozwalają uzyskać coraz lepszą korelację pomiędzy wynikami badań laboratoryjnych a polową zdolnością wschodów. Rosnąca konkurencja na rynku nasiennym powoduje konieczność stałego poszukiwania nowych sposobów podnoszenia jakości materiału siewnego.

Opracowano szereg metod późniejszej poprawy jakości nasion. Niektóre z nich, takie jak zaprawianie czy otoczkowanie, stały się już niemal standardowym sposobem traktowania nasion roślin rolniczych. Inne powoli wprowadzane są do praktyki.

Jedną z metod późniejszej poprawy jakości nasion jest ich traktowanie polem magnetycznym. Czynnik ten stał się ostatnio obiektem zainteresowania i polemik tak środowisk naukowych jak i społeczeństwa, głównie z powodu doniesień o jego szkodliwym wpływie na organizm ludzki. Natomiast jego wpływ na rośliny jest, na ogół, uważany za korzystny. Pomimo, że prowadzone badania mają, w wielu przypadkach charakter wrywkowy, to wskazują na możliwość wykorzystania zmiennego pola magnetycznego do poprawy wigoru nasion.

Prezentowana praca ma na celu zbadanie wpływu zmiennego pola magnetycznego na wigor nasion, porównanie działania tego czynnika z innymi metodami uszlachetniania oraz wykazanie czy połączenie różnych metod korzystnie wpływa na wigor nasion.

MATERIAŁY I METODY

Badane nasiona każdorazowo pochodziły ze zbioru roku poprzedzającego doświadczenie. Nasiona stanowiły materiał siewny handlowy. Poddawane były działaniu zmiennego pola magnetycznego o częstotliwości 16 Hz lub 50 Hz. Indukcja magnetyczna pola wynosiła 5 mT, a czas działania 2 godziny. Stosowane urządzenie, oparte w swej konstrukcji na cewkach Helmholtza, gwarantowało poddawanie nasion działaniu zmiennego pola magnetycznego, pozbawionego całkowicie składowej elektrycznej. Nasiona wysiewane były w 19 dni po traktowaniu polem magnetycznym. Nasiona buraka cukrowego przed traktowaniem poddawane były ocieraniu lub pobudzaniu. Kiełkowanie nasion przeprowadzone było zgodnie z Polską Normą PN-79/R-65950 dla 3 powtórzeń liczących po 100 nasion dla każdego punktu doświadczalnego. Kontrolę stanowiły nasiona tych

samych odmian i gatunków nie poddawane działaniu zmiennego pola magnetycznego. Dla nasion badanych i kontrolnych określano:

- laboratoryjną zdolność kiełkowania (LZK) w optymalnej temperaturze,
- laboratoryjną zdolność kiełkowania w warunkach stresu temperaturowego,
- współczynnik Piepera (średni czas kiełkowania pojedynczego nasienia) dany wzorem: $W = Z(d \times Pd)/k$, gdzie:

W – współczynnik Piepera,

d – kolejny dzień kiełkowania nasion,

Pd – liczba nasion, które wykiełkowały w danym dniu,

k – suma wszystkich nasion, które wykiełkowały.

Dla pszenicy odmiany Sigma i pszenżyta odmiany Jago określano długość czternastodniowych siewek.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Anova 1.

WYNIKI I DYSKUSJA

W Tab. 1 przedstawione są dane dotyczące kiełkowania i wzrostu siewek pszenicy jarej odmiany Sigma i pszenżyta jarego odmiany Jago w optymalnych warunkach temperatury i wilgotności otoczenia. Jak wynika z zamieszczonych danych traktowanie zmiennym polem magnetycznym nie wpływa w istotny sposób na kiełkowanie i wzrost siewek tych roślin, jeżeli nasiona są dobrej jakości i kiełkują we właściwych dla siebie warunkach środowiska. Jednocześnie widać, że siewki pszenżyta wyrosły z nasion poddanych działaniu zmiennego pola magnetycznego rosły szybciej.

Jeżeli nasiona kiełkują w warunkach stresowych, zauważalny jest korzystny wpływ zmiennego pola magnetycznego. Z danych przedstawionych w Tab. 2 wynika, że już po trzech dniach nasiona pszenicy jarej odmiany Jota traktowane zmiennym polem magnetycznym kiełkują o prawie 50% lepiej niż nasiona kontrolne. W końcowym okresie doświadczenia, po 10 dniach kiełkowania, różnica ta zmniejszyła się do 20%. Wartości współczynnika Piepera wskazują na znaczne, wynoszące ponad jeden dzień, skrócenie średniego czasu kiełkowania ziarniaków. Tym samym następuje wydłużenie okresu wegetacji roślin, co wpływa korzystnie na wielkość i jakość plonu.

Obie, używane częstotliwości pola magnetycznego wywołują podobny efekt, chociaż częstotliwość 16 Hz wydaje się działać nieco silniej.

Tabela 1. Laboratoryjna zdolność kiełkowania (LZK) oraz parametry siewek pszenicy jarej odmiany Sigma i pszenżyta jarego odmiany Jago. Nasiona kiełkowały w temperaturze 20°C przy optymalnej zawartości wody w podłożu

Table 1. Germination ability and parameters of seedlings of spring wheat Sigma and spring triticale Jago. Seeds germinated at 20°C and optimal water conditions

Odmiana i warunki traktowania nasion	LZK (%)		Współczynnik Piepera (dni)	Długość epicotylu (cm)	Długość hypocotyłu (cm)
	4 dni	7 dni			
Sigma					
Kontrola	92,0	94,0	2,25	13,20	11,05
16Hz	95,33	96,67	2,17	12,53	12,68
50Hz	95,67	96,33	2,16	13,19	11,67
NIR	8,13	6,64	0,21	1,19	2,34
Jago					
Kontrola	100,0	100,0	2,10	15,76	26,82
16Hz	95,2	97,1	2,10	18,35*	37,41*
50Hz	100,0	100,0	1,8	19,06*	34,66*
NIR	7,01	3,13	0,85	0,69	1,61

NIR – najmniejsza istotna różnica.

*- różnica istotna statystycznie.

Tabela 2. Laboratoryjna zdolność kiełkowania nasion pszenicy jarej odmiany Jota (nasiona kiełkowały w temperaturze 5°C przy optymalnej zawartości wody w podłożu)

Table 2. Germination of seeds of spring wheat Jota (seeds germinated at 5°C and optimal water conditions)

Sposób traktowania nasion	LZK (%)		Współczynnik Piepera (dni)
	3 dni	10 dni	
Kontrola	36,7	76,0	6,07
16Hz	65,3*	87,7*	4,81*
50Hz	52,0*	91,3*	5,38*
NIR	12,74	5,57	0,97

NIR- najmniejsza istotna różnica.

*- różnice istotne statystycznie.

Pszenica nie należy do roślin ciepłolubnych. Zatem kiełkowanie w niskiej temperaturze nie jest dla tej rośliny szczególnie dotkliwie. Są natomiast rośliny takie jak kukurydza, soja czy fasola, dla których wysoka temperatura gruntu jest warunkiem niezbędnym dla rozpoczęcia kiełkowania. Dla nasion kukurydzy taką graniczną temperaturą jest 12°C. Ciekawym wydawało się zbadanie wpływu zmiennego pola magnetycznego na nasiona roślin ciepłolubnych. W tym celu wybrano dwie odmiany soi: Polam i Progres i dwie odmiany kukurydzy: Duet i KLG-2210. Tabela 3 przedstawia wyniki kiełkowania stanowiące średnie dla obu odmian każdego gatunku.

Tabela 3. Laboratoryjna zdolność kiełkowania nasion soi i kukurydzy (nasiona kiełkowały w temperaturze 10°C przy optymalnej zawartości wody w podłożu)

Table 3. Germination ability of seeds of soybean and maize (seeds germinated at 10°C and optimal water conditions)

Gatunek i sposób traktowania nasion	LZK (%)			Współczynnik Piepera (dni)
	4 dni	7 dni	14 dni	
Soja				
Kontrola	10,05	76,9	76,9	5,10
16Hz	28,0*	95,65*	95,65*	4,51*
50Hz	35,84*	95,69*	95,69*	4,49*
NIR	3,70	7,80	7,80	0,18
Kukurydza				
Kontrola	5,33	46,0	97,35	7,88
16Hz	9,99*	79,65*	98,15*	6,08*
50Hz	10,82*	77,40*	98,35*	6,62*
NIR	3,50	12,92	2,11	0,79

NIR- najmniejsza istotna różnica.

*- różnice istotne statystycznie.

Jak widać z przedstawionych danych działanie zmiennego pola magnetycznego w warunkach stresu temperaturowego podwyższa kiełkowanie nasion soi o około 35% po czterech dniach i o około 20% po siedmiu dniach. Średni czas kiełkowania pojedynczego nasienia skrócił się o około pół dnia. Podobna zależność wystąpiła w przypadku nasion kukurydzy. Po czterech dniach ich laboratoryjna zdolność kiełkowania zwiększyła się o około 20%, a po siedmiu dniach o 17%. W końcowym okresie doświadczenia różnice w kiełkowaniu nasion traktowanych

zmiennym polem magnetycznym i kontrolnych zanikają. Jednak początkowe przyspieszenie spowodowało skrócenie średniego czasu kiełkowania pojedynczego ziarniaka o około 0,8 dnia.

Przyjmuje się, że niższa wartość współczynnika Piepera świadczy o zwiększonym wigorze nasion. Nasiona takie mają większe szanse na wydanie zdrowych, prawidłowo rozwijających się siewek i roślin, a tym samym wysokiego plonu. Obie stosowane częstotliwości pola magnetycznego wykazywały podobny wpływ na nasiona badanych gatunków roślin. Wydaje się, że częstotliwość, o ile pozostaje w zakresie częstotliwości przemysłowych, nie ma istotnego wpływu na wywoływany efekt.

Przeprowadzone równoległe badania, w czasie których nasiona kiełkowały w optymalnej temperaturze, nie wykazały istotnego wpływu pola magnetycznego na zdolność kiełkowania oraz wzrost siewek.

Laboratoryjna zdolność kiełkowania nasion skorelowana jest ze wschodami polowymi i może stanowić wskazówkę odnośnie zachowania się nasion poddanych działaniu zmiennego pola magnetycznego w warunkach polowych [2]. Działanie zmiennego pola magnetycznego, obniżające temperaturę kiełkowania nasion roślin ciepłolubnych mogłoby zatem zaowocować w praktyce rolniczej, pomagając we wprowadzeniu upraw tych roślin na tereny, gdzie z powodu zbyt niskich temperatur wiosną okres ich wegetacji jest zbyt krótki aby mogły one wydać plon. W naszym kraju dotyczy to np. północno-wschodnich terenów województwa Warmińsko-Mazurskiego. Obniżenie temperatury wschodów, co wydłuża okres wegetacji, pozwoliłoby na uzyskanie pełnej dojrzałości ziarniaków kukurydzy, stanowiącej cenną paszę oraz soi - cennego źródła białka pokarmowego.

Nasiona poddane późniejszym zabiegom poprawiającym wigor są, co wynika również w przytoczonych powyżej wyników, mniej wrażliwe na niekorzystne warunki środowiska występujące w okresie kiełkowania i wschodów. W niskiej temperaturze otoczenia kiełkują szybciej i od początku okresu wegetacyjnego wytwarzają większą masę roślinną [4]. Przyspieszenie wschodów nie tylko zwiększa szanse siewek na przeżycie i wydanie prawidłowych roślin, ale zmniejsza ich narażenie na atak patogenów glebowych [1].

Obniżenie zdolności kiełkowania nasion w niskiej temperaturze spowodowane jest uszkodzeniami zarodka, powstającymi wskutek destruktywnych zmian błon komórkowych oraz błon tworzących organelle komórkowe [1]. Głównym obszarem działania pola magnetycznego są właśnie błony komórkowe. Dlatego może ono stanowić czynnik chroniący organelle komórkowe, bogate w utwory błonaste np. mitochondria, aparat Golgiego czy reticulum endoplazmatyczne, przed szkodliwym wpływem niskiej temperatury [6]. Pole magnetyczne wpływa

stymulująco na oddychanie nasion [3], a tym samym na ich gospodarkę energetyczną. Ponieważ w siewkach wyrosłych w niskiej temperaturze stwierdzono obniżenie poziomu enzymów oddechowych [5], pole magnetyczne, pomagając przywrócić prawidłowy poziom oddychania i właściwą gospodarkę energetyczną, przyspiesza kiełkowanie i wzrost roślin w warunkach stresowych. Zarówno tolerancja niskich temperatur jak i działanie pola magnetycznego są efektami wieloczynnikowymi. Nie opracowano dotychczas prostej teorii, tłumaczącej mechanizm ich działania. Wydaje się, że pole magnetyczne powoduje „mobilizację” metabolizmu kiełkujących nasion tak, aby były one zdolne do przeciwstawienia się niekorzystnym warunkom środowiska. W optymalnych warunkach, gdy nie jest to potrzebne, efekt stymulujący nie uwidacznia się.

Poprawie wigoru nasion buraka cukrowego służą metody zmieniające strukturę owocni (ocieranie, płukanie) oraz zabiegi oddziaływujące bezpośrednio na nasiona właściwe znajdujące się wewnątrz owocni (pobudzanie). Pole magnetyczne należy do czynników działających bezpośrednio na nasiona właściwe. Wymienione metody uszlachetniania stosować można pojedynczo lub w kombinacjach. Próbowano porównać działanie zmiennego pola magnetycznego z innymi sposobami późniejszej poprawy jakości materiału siewnego buraka cukrowego oraz możliwość ich współdziałania.

Tabela 4 przedstawia wpływ różnych sposobów uszlachetniania na kiełkowanie nasion buraka cukrowego. Jak wynika z przedstawionych danych wszystkie stosowane metody uszlachetniania w korzystny sposób wpływają na zdolność kiełkowania. Wpływ ten widoczny jest przez cały okres kiełkowania, chociaż pod koniec tego procesu, maleje. Skrócenie czasu kiełkowania pojedynczego nasienia sięga nawet jednego dnia w stosunku do kontroli. Ma to znaczący wpływ na zwiększenie plonu zarówno masy korzeni jak i cukru. Zmienne pole magnetyczne niskiej częstotliwości, bardziej wpływa na zwiększenie zdolności kiełkowania nasion niż metody zmieniające strukturę owocni. Ma natomiast podobny wpływ jak pobudzanie. Stosowanie badanego czynnika łącznie z ocieraniem nieznacznie zwiększa efekt jego działania. Połączenie metod uszlachetniania wpływających bezpośrednio na nasienie (pobudzanie wraz z traktowaniem zmiennym polem magnetycznym) daje znaczące, około 25%, zwiększenie efektu w stosunku do obu metod stosowanych niezależnie. W praktyce należałoby stosować kompleksowe zabiegi późniejszej poprawy jakości materiału siewnego. Jest to zgodne z kierunkiem działania nasiennictwa. Nauka ta stara się opracować najlepsze metody późniejszej poprawy jakości materiału siewnego. Już w chwili obecnej stosuje się kompleksowe działania np. zaprawianie wraz z otoczkowaniem, otoczkowanie wraz z taśmowaniem czy pobudzanie wraz z otoczkowaniem nasion.

W przyszłości być może przed otoczkowaniem nasiona będą poddawane działaniu pola magnetycznego.

Tabela 4. Laboratoryjna zdolność kiełkowania nasion buraka cukrowego poddanych różnym sposobom uszlachetniania (nasiona kiełkowały w temperaturze 20°C przy optymalnej zawartości wody w podłożu)

Table 4. Germination ability of sugar beet seeds after different improvement (seeds germinated at 20°C and optimal water conditions)

Sposób traktowania nasion	LZK (%)			Współczynnik Piepera (dni)	
	4 dni	7 dni	14 dni	4 dni	14 dni
Kontrola	40,55	85,11	90,33	3,43	4,45
16Hz	71,55*	94,68*	97,33*	3,04	3,46*
NIR	21,67	9,56	5,04	1,09	0,45
Otarte	63,89	84,77	87,78	2,88	3,46
Otarte+16Hz	79,77*	92,33*	97,11*	2,52*	2,93*
NIR	11,17	5,82	7,75	0,20	0,32
Pobudzone	73,0	88,67	90,33	2,66	3,00
Pobudzone +16Hz	89,55*	97,0*	97,88*	2,20*	2,38*
NIR	12,63	4,95	7,37	0,24	0,51

NIR- najmniejsza istotna różnica.

* - różnice istotne statystycznie.

WNIOSKI

Przedstawione w pracy wyniki badań pozwalają stwierdzić, że:

1. Zmienne pole magnetyczne niskiej częstotliwości może być stosowane jako metoda późniejszej poprawy wigoru nasion różnych gatunków roślin.
2. Metoda ta powoduje korzystne efekty szczególnie w przypadku nasion kiełkujących w niesprzyjających warunkach środowiska lub nasion o obniżonych parametrach jakościowych (na przykład nasion starych lub uszkodzonych).
3. Pole magnetyczne stanowić może czynnik wspomagający działanie innych metod uszlachetniania.
4. Korzystne działanie zmiennego pola magnetycznego uwidacznia się nie tylko w badaniach laboratoryjnych, ale co ważniejsze dla praktyki rolniczej, również w badaniach polowych.
5. Ważne jest również, że zmienne pole magnetyczne nie wywiera niekorzystnego wpływu na środowisko i jest metodą dość prostą w stosowaniu.

PIŚMIENNICTWO

1. **Andrews C. J.:** Low-temperature stress in field and forage crops production. *Can. J. Plant. Sci.*, 67, 1121-1133, 1987.
2. **Martin B. A., Smith O. S., O'Neil M.:** Relationship between laboratory germination tests and field emergency of maize in bread. *Crop Sci.*, 28, 801-805, 1988
3. **Orzeszko-Rywka A., Rochalska M.:** Respiration level of sugar beet seeds as a one of methods of vigor estimation. *CZU Praga*, 111-115, 1999.
4. **Podlaski S.:** Uszlachetnianie materiałów siewnych roślin rolniczych. *Materiały Konferencji "Uszlachetnianie materiałów siewnych"*, Olsztyn-Kortowo, 25-30, 1994.
5. **Steward C. R.:** Mitochondrial characteristics and alternative respiratory capacity of corn genotypes differing in cold tolerance. *Plant Physiol.*, 92, 761-766, 1990.
6. **Tenforde T. S.:** Biological interactions of extremely-low-frequency electric and magnetic fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 25, 1-17, 1991.

MAGNETIC FIELD AS A METHOD OF SEEDS VIGOUR ESTIMATION

M. Rochalska

Department of Plant Breeding and Seeds Science, Agricultural University

Nowoursynowska 166. 02-686 Warszawa

e-mail: plewat@alpha.sggw.waw.pl

Summary. Paper presents the influence of low frequent magnetic field on the seeds material of different species of agricultural plants: spring wheat, spring triticale, soybean, maize and sugar beet. Frequent magnetic field did not influence at germination and growing of seedlings from seeds of high quality germinated at optimal conditions. Profitable effect of magnetic field was seen when seeds germinated at stress conditions, for example at low temperature. This effect was more expressive for the seeds of soybean or maize germinated at low temperature. Laboratory germination rate of these seeds increased about 20 per cent. It was also seen acceleration of germination. It demanded acceleration of ground germination rate and raise chance of seedling for survive, creating normal plants and yielding. That is important for practical agriculture.

Key words: germination, magnetic field, seeds, stress condition.