

BARBARA KOPEĆ

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

ZASTOSOWANIE PÓL MAGNETYCZNYCH DO PRZEDSIEWNEJ OBRÓBKI NASION

Zjawisko wpływu ziemskiego pola magnetycznego na kiełkowanie nasion zauważono już dawno, jako hamowanie lub przyspieszanie rozwoju roślin w zależności od ułożenia dłuższej ich osi w stosunku do linii sił ziemskiego pola magnetycznego, jak również od tego w którą stronę zwrócony jest zarodek nasienia [4, 5, 13]. Najdłuższe kiełki zaobserwowano dla nasion zwróconych zarodkiem na południe czyli ku północnemu biegowi pola Ziemi [4].

Przy zastosowaniu sztucznego pola magnetycznego (PM) zauważono podobne zjawisko. Kiełki z nasion peluszki zwróconych ku południowemu biegunowi magnezu były istotnie krótsze od kontrolnych, natomiast przy ułożeniu odwrotnym kiełki były nieco dłuższe [5].

Jednakże ze względu na brak powtarzalności wyników doświadczeń, PM nie znajduje tak szerokiego zastosowania do przedsewnej obróbki nasion, jak pola elektryczne [9]. W próbach wykorzystuje się głównie stałe pole magnetyczne wytwarzane przez magnesy trwałe lub elektromagnesy. Działaniu PM, na nasiona i rośliny, przypisuje się najczęściej zmianę struktury wody związanej i swobodnej, zmianę przenikalności błon komórkowych i aktywności biologicznej nasion [14, 15, 19, 21, 22], a nawet uważa się, że PM wpływa na wewnątrzkomórkowe struktury kryjące w sobie kod genetyczny [13]. Uaktywnienie procesów życiowych w nasionach poddanych działaniu PM powoduje, że rośliny rosną szybciej i dają większy plon.

Jednakże do tej pory nie udało się ustalić zależności między parametrami obróbki i zmianami zaobserwowanymi w rozwoju roślin, a w oparciu o wyniki doświadczeń prowadzonych w różnych ośrodkach można wyciągnąć sprzeczne wnioski.

W związku z niejednoznacznością reakcji nasion na działanie PM i niepowtarzalnością wyników, próby z zastosowaniem PM ograniczają się w zasadzie do doświadczeń laboratoryjnych i prowadzone są w trzech następujących grupach:

- 1) kiełkowanie nasion i rozwój siewek w sztucznym PM,
- 2) przedsewna obróbka nasion,

3) moczenie nasion lub podlewanie siewek wodą poddaną działaniu PM.

W pierwszej grupie, nasiona kiełkują w szczelinach magnesów trwałych lub cewek zasilanych prądem stałym.

Przedsięwną obróbkę nasion wykonuje się przesypując je między biegunami trwałych magnesów podkowiastych lub toroidalnych, albo przesuwając nasiona umieszczone na taśmie przenośnika wewnątrz cewki zasilanej prądem stałym.

Kiełkowanie nasion i rozwój siewek w PM

Lebedev [13] przeprowadził próby kiełkowania nasion pszenicy, słonecznika i soi w szczelinie magnesu trwałego w polu o natężeniu $400 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$. Nasiona próbne (poddane działaniu PM) skiełkowały średnio o 2 doby wcześniej, rośliny miały 3-krotnie dłuższe korzenie, były o 10—20 cm wyższe i zakwitwały o 5—6 dni wcześniej niż kontrolne. Wyniki takie otrzymano przy ułożeniu nasion wzdłuż linii sił pola, niezależnie od zwrotu zarodka. Nie jest to zgodne z badaniami Broža [4], który podkreślił, że biegunowość pola ma duży wpływ na długość kiełków, oraz badaniami Cerdonio [5], który ustalił, że przy odpowiednim zwrocie zarodka można stymulować lub hamować rozwój roślin.

Obserwacje w całym okresie rozwoju roślin strączkowych rosnących w PM o natężeniach 240; 300 i $660 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$ przeprowadzał Novickij [16]. Obecność pola nie spowodowała przyspieszenia rozwoju roślin, nie wpłynęła również na częstość występowania mutacji. Różnice wystąpiły dopiero w liczbie nasion w strąku. Średnio najwyższy przyrost liczby nasion w strąku — o 5,7 szt. — zaobserwowano dla roślin rosnących w polu o natężeniu $240 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$, a najniższy — o 0,5 szt. — polu o natężeniu $660 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$.

Wzrost plonów dzięki większej liczbie nasion w strąku stwierdził również Šijan [24]. Nasiona w ciągu pierwszych 5—6 dni kiełkowały w PM o natężeniu $400 \text{ kA} \cdot \text{m}^{-1}$, a następnie zostały wysadzone do gruntu. Codzienne obserwacje wskazywały na wyraźny wpływ PM na szybkość rozwoju roślin. Kwitnienie roślin próbnych rozpoczynało się o 5 dni wcześniej, a dojrzewanie zakończyło się o 7—9 dni wcześniej niż u roślin kontrolnych.

Widoczne jest, że pomimo szczegółowych badań nie można jednoznacznie określić wpływu PM na przebieg rozwoju roślin, a zgodność wyników dotyczy jedynie plonów.

Bogatina [1] badając wpływ PM o natężeniu $0,8—4 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ (przy ekranowaniu pola geomagnetycznego) na rozwój nasion pszenicy, wykazała

że stymulujące działanie PM uzależnione jest od temperatury, wilgotności podłoża i pory roku. Optymalną okazała się temperatura 25°C przy ograniczonej wilgotności podłoża, a największe przyrosty długości siewek otrzymano jesienią i zimą, wiosną przy dużej szybkości wzrostu różnic nie zauważono.

Przedsięwna obróbka nasion PM

Laboratoryjne i polowe doświadczenia z wykorzystaniem PM do przedsięwnej obróbki nasion są prowadzone od kilku lat w Kanadzie [6, 7, 8, 18, 19].

Pittman [18] traktował nasiona pszenicy, jęczmienia i owsa polem o indukcji od 0,005 do 0,065 T*), badając wpływ PM na plony. W przy-

Tabela

Wpływ obróbki nasion PM na plon pszenicy odmiany „Neepawa” i jęczmienia odmiany „Galt” zależnie od okresu obróbki-wysiew i rodzaju urządzenia zastosowanego do obróbki [18]

P — rośliny próbne, K — rośliny kontrolne

Wyszczególnienie	Plon jęczmienia w q.ha ⁻¹ w roku				Plon pszenicy w q.ha ⁻¹ w roku			
	1974		1975		1974		1975	
	P	K	P	K	P	K	P	K
Okres obróbki— wysiew (dni):								
44	26,3	26,0	45,4	44,2	19,2	18,0	32,9	31,2
30	27,3	26,4	44,8	46,2	19,5	18,9	33,7	33,3
16	26,4	26,3	46,6	44,3	19,1	18,9	34,7	33,4
1	27,1	26,2	44,2	43,5	19,8	19,5	33,5	33,3
Średnio	27,1*	26,4	45,1*	43,6	19,0*	18,5	33,7*	32,8
Rodzaj urządzenia do obróbki:								
Enagizer	—	—	43,6*	40,1	—	—	26,6	26,1
1 magnes	26,7*	24,9	42,2*	40,1	22,2*	20,6	26,9	26,1
Starter	26,0*	24,9	—	—	22,6*	20,6	—	—
4 magnesy	—	—	46,8*	45,2	—	—	—	—
Bolus	—	—	46,4*	45,2	—	—	—	—

* oznacza, że wartości różnią się istotnie od kontroli przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

* W środowisku powietrznym indukcji magnetycznej o wartości 1T odpowiada natężenie pola o wartości ok. 800 kA.m⁻¹.

padku owsa nie zauważono różnic w szybkości przechodzenia poszczególnych faz rozwoju i plonie ziarna. Dla dwóch odmian pszenicy w dwóch kolejnych latach wystąpił statystycznie istotny wzrost plonów (tab.), w trzecim roku nie zauważono różnic między plonem roślin kontrolnych i próbnych. W czwartym roku wykonano dwa testy i w jednym wystąpił nieznaczny spadek, a w drugim istotny wzrost plonu. W doświadczeniach z nasionami jęczmienia przyrost plonu dla odmiany Galt wynosił 2,8—6,5 q·ha⁻¹ (tab. 1). Rośliny próbne dojrzywały o 3—5 dni wcześniej i były o 5—8 cm wyższe niż kontrolne.

W dalszych badaniach Pittman [19] ustalił, że przedsiewna obróbka PM będących w spoczynku nasion pszenicy i jęczmienia powoduje obniżenie aktywności amylazowej, obserwowanej później w napęczniałych nasionach i rosnących kielkach. Analiza chemiczna wykazała większą koncentrację cukrów redukujących, co mogło być reakcją organizmu na wcześniejszy stres magnetyczny i spowodowało zahamowanie aktywności amylazowej w nasionach.

W celu ustalenia, w której fazie rozwoju roślin wpływ PM jest najbardziej widoczny, Freyman [6] traktował nasiona jęczmienia polem o indukcji 0,065 T. Na podstawie codziennych obserwacji rozwoju roślin ustalono, że między 29-tym a 57 dniem wzrostu widoczny był niewielki wzrost szybkości asymilacji, poza tym inne różnice nie wystąpiły. Brak powtarzalności reakcji nasion na działanie PM zauważalny był również we wcześniejszych badaniach Pittmana, nasunęło to przypuszczenie, że wpływ PM ujawnia się w specyficznych warunkach środowiskowych, których nie znamy.

Chcąc wyeliminować wpływ środowiska, Gusta [8] przeprowadził serię doświadczeń na nasionach pszenicy, owsa i jęczmienia w ściśle kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Nie zauważono wpływu obróbki na energię i zdolność kiełkowania nasion jęczmienia i owsa, wystąpił jedynie niewielki wzrost zdolności kiełkowania nasion pszenicy, który jednak okazał się bez wpływu na ilość suchej masy i długość kielków. Również pomiary przenikalności błon komórkowych nie wykazały wpływu PM, co nie potwierdziło słuszności sugestii Lebedeva [13] o wzroście przenikalności błon komórkowych pod wpływem PM.

W przeprowadzonych w tym samym czasie czteroletnich badaniach wpływu PM na nasiona słonecznika, gryki, lnu i grochu wzrost plonów wystąpił jedynie w 1975 roku w innych latach różnic nie zauważono [7].

W badaniach przeprowadzanych w Czechosłowacji przez zespół Rumla [21, 22, 23] istotny wzrost plonu jęczmienia otrzymano w latach 1974—76, natomiast w 1979 r. nastąpił spadek plonu w porównaniu z wartością kontrolną.

Wobec małej powtarzalności stymulującego działania słabych pól

magnetycznych Ruml [21, 22] podjął badania z zastosowaniem silnych pól o indukcji do 10 T i czasie trwania impulsu 150 μ s. Zastosowanie tak silnych pól oparto na koncepcji o zmianie stanu energetycznego systemów biologicznych pod wpływem zewnętrznych PM. Obróbce poddano nasiona pszenicy. W przeważającej liczbie prób, silne impulsowe PM działały stymulująco na szybkość kiełkowania nasion, długość kielków i korzeni oraz plon, co pozwoliło przyjąć koncepcję o dodatnim wpływie PM na zmianę bilansu wodnego i tlenowego w rozwijających się nasionach. Identyczne wnioski można jednak wyciągnąć w oparciu o wyniki doświadczeń z zastosowaniem słabych PM o indukcji do 1 T [4, 23]. Dlatego też nie jest celowe stosowanie silnych pól wymagających kosztownej aparatury i chociaż nie zastosowano pól ciągłych otrzymane wyniki podważają koncepcją o energetycznym oddziaływaniu zewnętrznych PM na systemy biologiczne, nie dając podstaw do żadnej koncepcji tłumaczącej istotę tego oddziaływania.

Obróbka magnetyczna wody

Woda do moczenia nasion lub podlewania roślin, poddawana jest działaniu pola podczas przepływu w rurach umieszczonych wewnątrz magnesu trwałego lub cewki zasilanej prądem stałym. Pod wpływem obróbki zmieniają się fizykochemiczne właściwości wody i wzrasta jej aktywność biologiczna. Zakłada się, że zmiany te są wynikiem działania PM na jony lub bezpośrednim oddziaływaniem na strukturę wody [2, 3, 11, 17, 25].

Wykorzystanie „namagnetyzowanej” wody do nawadniania upraw ryżu spowodowało 18% wzrost plonu, przy jednoczesnym zaoszczędzeniu 15% ilości wody [25]. Zastosowanie „namagnetyzowanej” wody do moczenia kłębków nasiennych buraka cukrowego spowodowało, że energia kiełkowania nasion próbnych piątego dnia było 4-krotnie wyższa od kontrolnej, a plon z poletka doświadczalnego był o 7—9% wyższy.

W tym zakresie brak jest jakichkolwiek badań próbujących wyjaśnić istotę zjawiska, a liczba przeprowadzonych doświadczeń jest zbyt mała aby można było sformułować ogólne prawidłowości.

Badania krajowe

Krajowe badania zastosowania PM do przedsiębnej obróbki nasion ograniczają się do wstępnych badań w SGGW-AR [10, 12]. Doświadczenia przeprowadzano z nasionami ogórków i buraków cukrowych, a kry-

terium oceny była energia i zdolność kiełkowania nasion. Zastosowano stałe i zmienne (50 Hz) PM o natężeniach od 5 do 20 $\text{kA}\cdot\text{m}^{-1}$ przy różnych czasach ekspozycji od 20 do 1875 s.

W przypadku nasion ogórków najwyższe przyrosty zdolności kiełkowania wynoszące 5,6—8,7% otrzymano przy zastosowaniu PM o natężeniach 10—15 $\text{kA}\cdot\text{m}^{-1}$ w czasie 5 min. W stałym PM o natężeniu 6 $\text{kA}\cdot\text{m}^{-1}$ maksymalne przyrosty wynosiły 3,5—7,0% [12].

Szersze badania przeprowadzono z kłębkami nasiennymi buraków cukrowych [10]. Wpływ obu rodzajów pól okazał się nieznaczny i nieistotny statystycznie. Ogólny wpływ stałego PM na energię kiełkowania kłębków okazał się ujemny i spowodował nieznaczny spadek tej wartości średnio o 2,4%. Przy dalszych obserwacjach początkowe różnice uległy zmniejszeniu i nie zauważono wpływu obróbki na zdolność kiełkowania nasion.

Pod wpływem zmiennego PM wystąpił niewielki, nieistotny statystycznie wzrost energii kiełkowania, średnio o 3,2% (maksymalny przyrost o 12,3%). Średnie przyrosty zdolności kiełkowania po 7 i 14 dniach wynosiły 1,8% i w 23 na 25 wariantów obróbki przewyższały wartość kontrolną.

Wyniki badań krajowych wskazują na niewielki wpływ przedsięwziętej obróbki nasion polami magnetycznymi o natężeniach do 20 $\text{kA}\cdot\text{m}^{-1}$ na szybkość rozwoju roślin w fazie początkowej.

Dyskusja i podsumowanie

Zaprezentowane dotychczasowe osiągnięcia w zakresie wykorzystania pól magnetycznych do przedsięwziętej obróbki nasion budzą wiele wątpliwości, a otrzymane wyniki sprawiają raczej, że staje się jasne iż zagadnienie to jest bardziej skomplikowane, niż zmierzają do wyjaśnienia istoty zjawiska.

Najczęściej występujące zgodności dotyczą jedynie dodatniego wpływu PM na plon roślin. Z praktycznego punktu widzenia jest to zagadnienie najważniejsze, ale wnioski te wyciągnięto w oparciu o jednostkowe badania i brak jest powtarzalności obserwowanego zjawiska.

Każde następne próby budzą coraz to nowe wątpliwości, nie wyjaśniając w zasadzie poprzednich. Na obecnym etapie badań nie można jednoznacznie odpowiedzieć na takie pytania jak: czy istotne jest ułożenie nasion wzdłuż linii sił pola, czy ważna jest biegunowość PM, czy należy stosować pola słabe czy silne, jak wpływa wartość natężenia pola, a jak czas ekspozycji, które ze stosowanych pól jest korzystniejsze, w której fazie rozwoju roślin wpływ PM ujawnia się najsilniej? Na każde z tych pytań istnieją w zasadzie dwie sprzeczne odpowiedzi.

Jednak pomimo tak wielu wątpliwości, występują pewne prawidłowości, zbyt ogólne jednak żeby uznać je jako prawa rządzące danym zjawiskiem, z drugiej strony zbyt często powtarzające się, a żeby je po-
minąć.

Należą do nich:

— przedsięwzięta obróbka nasion polami magnetycznymi wpływa na ogół korzystnie na rozwój roślin, a istotnie hamującego działania nie stwierdzono,

— wpływ obróbki jest niezależny od czasu ekspozycji i wartości na-
tężenia pola,

— działanie pola ujawnia się najczęściej w początkowej fazie roz-
woju roślin,

— wpływ pola jest tym wyraźniejszy, im gorsze parametry ma ba-
dany materiał.

Wszystko to jednak nie skłania do szerszego zastosowania przedsięw-
ziętej obróbki nasion polami magnetycznymi i konieczne jest przeprowa-
dzenie badań wyjaśniających mechanizmy działania PM na obiekty bio-
logiczne, ponieważ obserwacje procesu bodziec-reakcja budzą na razie
jedynie nowe wątpliwości.

LITERATURA

1. Bogatina N.I.: *Elektronnaja Obrabotka Materialov* nr 2, 1983.
2. Borndarenko N.F.: *Doklady VOLASN* nr 5, 1979.
3. Borodin I.F.: *Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva* nr 6, 1983.
4. Brož F.: *Sbornik Mechanizační Fakulty VŠZ v Praze* 1978.
5. Cerdonio M.: *Canadian Journal of Plant Science* vol. 59, 1979.
6. Freyman S.: *Canadian Journal of Plant Science* vol. 60, 1980.
7. Gubbels G.H.: *Canadian Journal of Plant Science* vol. 62, 1982.
8. Gusta L.V.: *Canadian Journal of Plant Science* vol. 58, 1978.
9. Kopeć B.: *Postępy Nauk Rolniczych* nr 3, 1983.
10. Kopeć B.: *Wpływ pól elektrycznych i magnetycznych na właściwości biolo-
giczne nasion*. Lublin 1984 (rozprawa doktorska).
11. Kozlov N.S.: *Mechanizacija i Elektryfikacija Sel'skogo Chozjajstva* nr 7, 1978.
12. Kurlanc M.: *Badanie wpływu pola magnetycznego na zdolność kiełkowania
nasion ogórków gruntowych „Visconsin SMR 18”*. 1982, SGGW-AR (praca magi-
sterska).
13. Lebedev S.I.: *Fiziologija Rastenij* nr 5, 1975.
14. Maslov A.P.: *Doklady VOLASN* nr 12, 1975.
15. Nelson S.O.: *Transactions of the ASAE* nr 1, 1973.
16. Novickij Ju.I.: *Elektronnaja Obrabotka Materialov* nr 5, 1978.
17. Piljugina V.V.: *Mechanizacija i Elektrifikacija Sel'skogo Chozjajstva* nr 1,
1979.
18. Pittman U.J.: *Canadian Journal of Plant Science* vol. 57, 1977.
19. Pittman U.I.: *Canadian Journal of Plant Science* vol. 59, 1979.

-
20. P r e s m a n A.S.: Pole elektromagnetyczne a żywa przyroda. PWN 1971.
 21. R u m l M.: Sborník Mechanizační Fakulty VŠZ v Praze 1980.
 22. R u m l M.: Zemědělská Technika nr 10, 1981.
 23. R u m l M.: Zemědělská Technika nr 3, 1982.
 24. Š i j a n L.T.: Elektronnaja Obrabotka Materialov nr 1, 1979.
 25. V o l k o n s k i j N.A.: Gidrotechnika i Melioracija nr 9, 1973.