

WPŁYW TRAKTOWANIA NASION POLEM MAGNETYCZNYM NA WZROST,
ROZWÓJ I DYNAMIKĘ GROMADZENIA MASY BOBIKU (*VICIA FABA MINOR*)*

Janusz Podleśny¹, Anna Podleśna²

¹Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

²Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
e-mail: jp@iung.pulawy.pl

Streszczenie. Badania prowadzono w hali vegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Celem badań było określenie zmian przebiegu wzrostu, rozwoju i dynamiki gromadzenia masy roślin bobiku wyrosłych z nasion traktowanych przedsięwzięciem polem magnetycznym. Czynnikiem I rzędu były dwie odmiany bobiku: Nadwiślański – forma tradycyjna i Tim – forma samokończąca, natomiast czynnikiem II rzędu – dawki ekspozycyjne natężenia pola magnetycznego: D₁ – 10750 J·m⁻³·s (B = 30 mT, s = 15 s) i D₂ – 85987 J·m⁻³·s (B = 85 mT, s = 15 s) oraz D₀ – bez stymulacji (kontrola). Traktowanie nasion polem magnetycznym wpływało dodatnio na wschody roślin, modyfikowało przebieg poszczególnych faz rozwojowych bobiku oraz miało istotny wpływ na tempo nagromadzania się suchej masy w poszczególnych organach roślin i jej wielkość. Największy wpływ tego zabiegu na przyrost plonu suchej masy organów vegetatywnych wystąpił w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków, a części generatywnych w okresie wypełniania nasion i dojrzewania strąków.

Słowa kluczowe: bobik, stymulacja magnetyczna nasion, kiełkowanie, wzrost i rozwój, dynamika gromadzenia masy

WSTĘP

Zdaniem wielu naukowców najważniejszą zasadą w nowoczesnym rolnictwie XXI wieku powinno być racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego. Stwarza to konieczność poszukiwania nowych, bezpiecznych sposobów podwyższania wielkości i jakości plonów roślin uprawnych. Jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych jest dobra jakość i odpowiednie przygotowanie materiału siewnego, mające na celu polepszenie kiełkowania nasion oraz

*Badania prowadzono w ramach projektu badawczego Nr 3 P06 R 018 22 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

zwiększenie wigoru wyrosłych z nich siewek [8]. Młode rośliny o większej „sile życiowej” są mniej porażane przez choroby, lepiej się rozwijają i znoszą oddziaływanie niekorzystnych czynników siedliska. Od jakości wschodów, czyli ich równomierności oraz długości okresu od siewu do pojawiania się pierwszych siewek zależą w dużej mierze późniejszy rozwój i plonowanie roślin. Dlatego obecnie prowadzi się coraz więcej badań związanych z chemicznymi, fizycznymi i fizjologicznymi metodami ulepszania materiału siewnego [5,8,22,25]. Przeważa bowiem pogląd, że czynniki fizyczne pobudzając nasiona do kiełkowania stymulują jedynie przebieg zachodzących w nich zmian fizjologicznych i biochemicznych są zatem bezpieczne dla środowiska [6,11-13,16]. Czynniki fizyczne z pewnością nie zastąpią skutecznych metod chemicznych, ale mogą być dobrym ich uzupełnieniem. Jednym z takich czynników mogących mieć zastosowanie w stymulacji kiełkowania oraz wzrostu i rozwoju roślin jest pole magnetyczne, którego oddziaływanie na nasiona i rozwój roślin dostrzegalne jest nawet przy małych wartościach indukcji [3,4,17,21]. Dotychczas przeprowadzone badania dotyczyły głównie wpływu pola magnetycznego na kiełkowanie, bądź plonowanie roślin zbożowych. Brakuje natomiast badań dotyczących oddziaływania pola magnetycznego na wzrost i rozwój roślin w całym okresie wegetacyjnym.

Celem podjętych badań było określenie wpływu stymulacji magnetycznej nasion na przebieg gromadzenia plonu suchej masy poszczególnych organów roślinnych w wybranych, ważniejszych okresach wzrostu i rozwoju bobiku.

METODYKA

Badania prowadzono w Zakładzie Roślin Pastewnych Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Czynnikiem I rzędu były dwie odmiany bobiku: Nadwiślański – forma tradycyjna i Tim – forma samokończąca, natomiast czynnikiem II rzędu – dawki ekspozycyjne natężenia pola magnetycznego: D_1 – $10750 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}$ ($B = 30 \text{ mT}$, $s = 15 \text{ s}$) i D_2 – $85987 \text{ J}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}$ ($B = 85 \text{ mT}$, $s = 15 \text{ s}$) oraz D_0 – bez stymulacji (kontrola). Stymulację magnetyczną nasion wykonano w Katedrze Fizyki AR w Lublinie, wykorzystując specjalnie skonstruowane urządzenie do obróbki przedsiewnej nasion polem magnetycznym. Do wazonów Mitscherlicha zawierających mieszaninę 5 kg ziemi ogrodowej i 2 kg piasku wysiano po 10 nasion bobiku, w których bezpośrednio po wschodach dokonano przerywki pozostawiając po 5 roślin w wazonie. Pożywka mineralna jednakowa dla wszystkich roślin składała się z 0,3 g NH_4NO_3 i 4,4 g KH_2PO_4 na 1 wazon. Nawożenie roślin w wazonach wykonywano podczas podlewania, w 5 terminach od fazy 2-3 liści do zawiązywania strąków, przy użyciu automatycznego i precyzyjnego urządzenia do podlewania z dozownikiem nawozowym. Wilgotność

podłoża utrzymywano na poziomie 60% polowej pojemności wodnej gleby stosując do nawadniania wodę destylowaną.

Od momentu ukazania się pierwszych wschodów liczono rośliny codziennie w celu ustalenia dynamiki wschodów, a w ciągu całego okresu wegetacji prowadzono szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. Aby oznaczyć dynamikę przyrostu świeżej i suchej masy przeprowadzono zbiór roślin w 5 terminach T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 (tab. 1). W czasie zbioru z każdej próby w poszczególnych terminach określono: wysokość do wierzchołka rośliny, powierzchnię liściową, liczbę liści oraz świeżą i suchą masę poszczególnych organów roślinnych.

Tabela 1. Zbiory w różnych fazach rozwojowych roślin

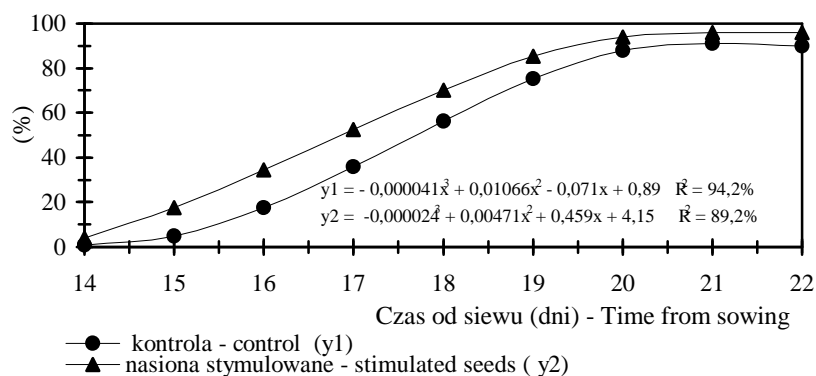
Table 1. Plant harvests and development stages

Zbiór Harvest	Dni po siewie Days after sowing	Fazy rozwojowe roślin – Development stages of plants
T1	35	rośliny w fazie 2-3 liści, intensywne tworzenie brodawek korzeniowych, wysokość roślin 14 -16 cm (skala BBA-24). 2-3 leaf stage, intensive formation of root nodules, height 14-16 cm.
T2	58	rośliny w fazie 5-6 liści, wysokość 20-24 cm, początek tworzenia pąków na roślinie bobiku (skala BBA-28). 5-6 leaf stage, height 20-24 cm, beginning of flower buds' formation on faba bean plant.
T3	65	kwitnienie bobiku, pojawienie się pierwszych zawiązków strąków, wysokość roślin 65-70 cm (skala BBA-64). flowering of faba bean plants, appearance of first buds on plants, height 65-70 cm.
T4	88	zawijazywanie strąków i wypełnianie nasion, zahamowanie wzrostu, rośliny osiągnęły wysokość 75-80 cm (skala BBA-78) pod setting and beginning of seeds filing, growth retardation, plants height 75-80 cm.
T5	118	dojrzałość pełna nasion, 90-95% strąków zbrunatniałych, wilgotność nasion około 15% (skala BBA-92). full maturity of seeds, 90-95% of pods browned, moisture of seeds about 15%.

W późniejszych terminach zbioru dodatkowo określono również: wysokość do pierwszego i ostatniego strąka, liczbę strąków, przeciętną długość strąka, świeżą i suchą masę strączyń, liczbę i masę nasion oraz ich wilgotność. Wyniki badań stanowiące średnie z 3 wazonów opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic określono stosując test Tukey'a, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

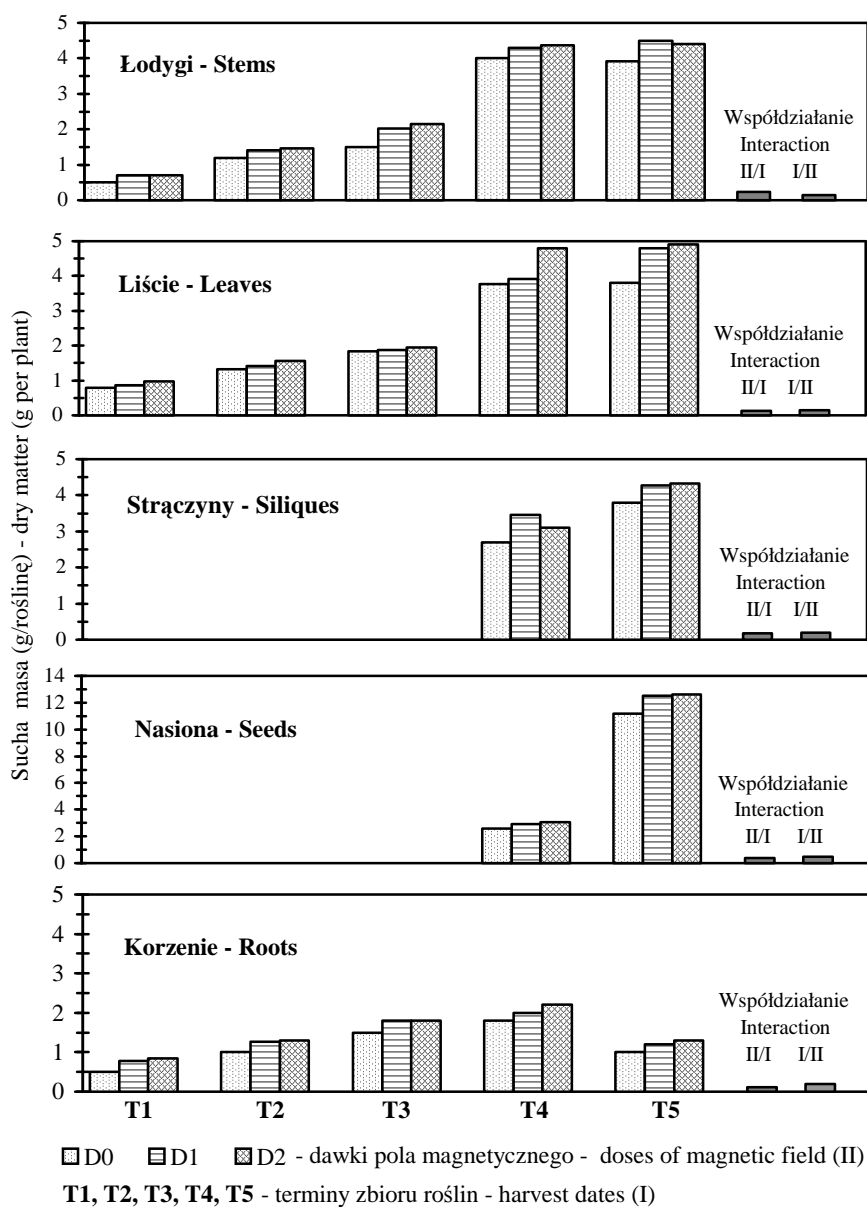
Zabieg przedsewnej stymulacji nasion polem magnetycznym oddziaływał korzystnie na wschody bobiku (rys. 1). Rośliny wyrosłe z nasion poddanych działaniu pola magnetycznego wschodziły wcześniej i bardziej równomiernie niż rośliny wyrosłe z nasion kontrolnych. Wschody bobiku z nasion stymulowanych następowały po 13 dniach od wysiewu, natomiast rośliny wyrosłe z nasion nie poddanych działaniu pola magnetycznego wschodziły z 1-2 dniowym opóźnieniem. Zaobserwowane różnice w dynamice wschodów roślin, określone stosunkiem liczby wschodzących roślin do liczby wysianych nasion, dotyczyły zarówno badanych odmian jak i roślin wschodzących z nasion poddanych i nie poddanych działaniu pola magnetycznego. Wschody roślin bobiku odmiany Nadwiślański były szybsze i bardziej równomierne niż odmiany Tim. Istotne różnice w dynamice wschodów dla obydwu odmian zaobserwowano w ciągu pierwszych pięciu dni wzrostu roślin. Poddanie nasion działaniu pola magnetycznego istotnie zwiększało dynamikę wschodów roślin, w szczególności w pierwszych trzech dniach. W następnych dniach przyrosty liczby roślin wschodzących z nasion stymulowanych polem magnetycznym w stosunku do liczby roślin na obiektach kontrolnych był mniejszy i wyniósł w 4, 5, 6 i 7 dniu wschodów odpowiednio: 54,0; 17,4; 19,3 i 4,1%.



Rys. 1. Dynamika wschodów roślin bobiku – % wschodzących roślin
Fig. 1. Plant emergence dynamics – percentage of emerging plants

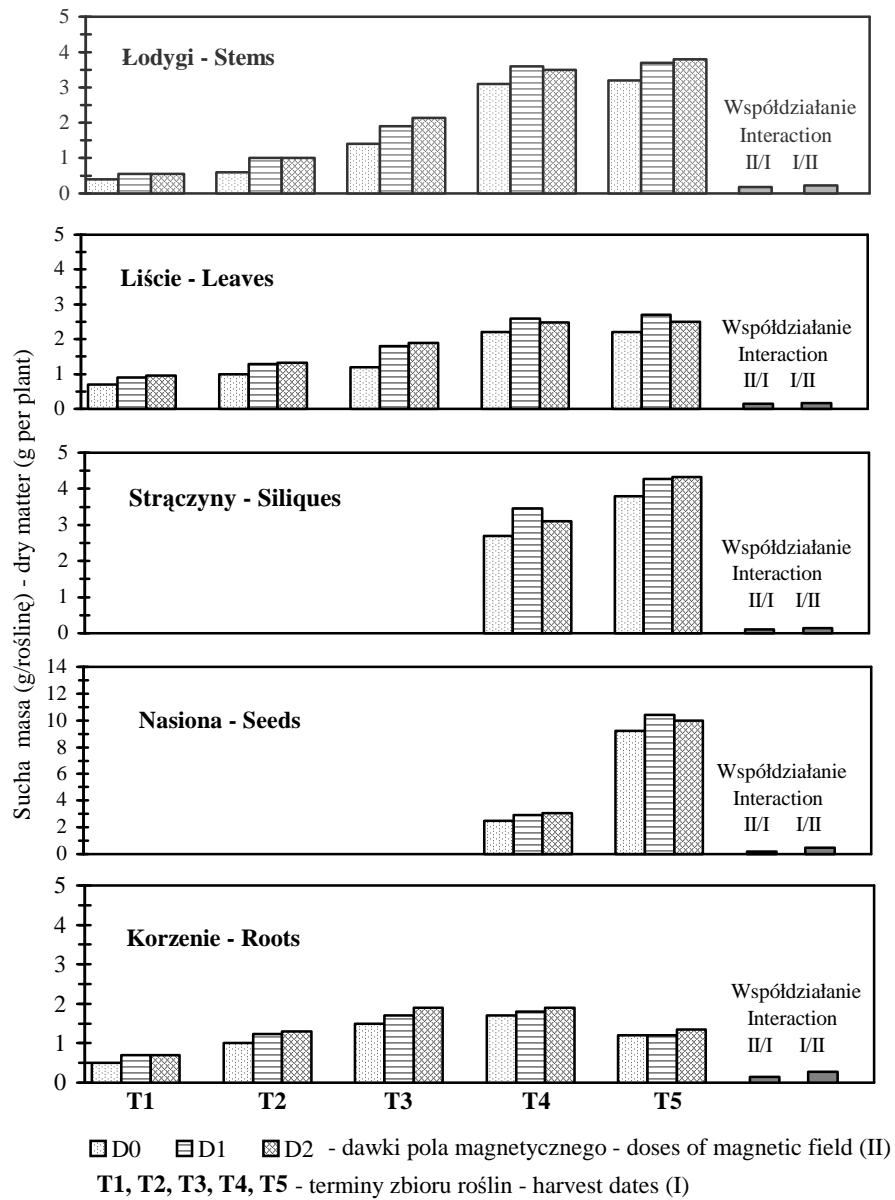
Przedsewna stymulacja nasion bobiku polem magnetycznym wpływała także na późniejszy wzrost i rozwój roślin. Rośliny wyrosłe z nasion traktowanych przedsewnie polem magnetycznym były wyższe od wyrosłych z nasion kontrolnych oraz charakteryzowało je szybsze tempo gromadzenia suchej masy

przez poszczególne organy roślin (rys. 2 i 3). Różnice w plonie suchej masy widoczne były w ciągu całego okresu rozwojowego roślin. Największą dynamiką



Rys. 2. Plon suchej masy roślin bobiku odmiany Nadwiślański

Fig. 2. Dry matter yield of faba bean var. Nadwiślański



Rys. 3. Plon suchej masy organów bobiku odmiany Tim

Fig. 3. Dry matter yield of faba bean var. Tim

przyrostu suchej masy części wegetatywnych, głównie łodyg i liści odznaczały się rośliny w okresie pomiędzy zbiorem T_3 i T_4 , czyli w okresie od kwitnienia do zawiązywania strąków. W dalszych etapach rozwoju przyrost suchej masy tych organów był już niewielki. W okresie zawiązywania strąków i wypełniania nasion (T_4) przyrost plonu suchej masy łodyg i liści z nasion przedsięwziętych stymulowanych dawką o indukcji pola 30 mT średnio dla obydwu odmian wyniósł odpowiednio: 11,8 i 10,9%, a przy dawce pola o indukcji 85 mT plon suchej masy wzrastał w tych organach odpowiednio o: 10,9 i 20,0%. Rośliny wyrosłe z nasion przedsięwziętych w okresie rozwoju wegetatywnego: T_1 , T_2 i T_3 , także charakteryzowały się największymi przyrostami plonu suchej masy łodyg i liści w stosunku do roślin z grupy kontrolnej. Średnio dla obydwu odmian przyrost plonu suchej masy łodyg w okresie T_1 , T_2 i T_3 wyniósł: 38,7; 43,1 i 41,5% , a liści odpowiednio: 23,8, 20,0 i 23,5%. Podobny wpływ zaobserwowano w odniesieniu do korzeni roślin wyrosłych z nasion poddanych działaniu pola magnetycznego. Obydwie dawki pola magnetycznego zastosowane do stymulacji nasion dawały podobne efekty. Średnio dla obydwu odmian plon suchej masy wzrastał w czasie zbiorów T_2 , T_3 i T_4 o: 51,5; 27,8 i 20,0%. W okresie dojrzewania masa korzeni obydwu odmian bobiku zmniejszała się, osiągając w ostatnim terminie zbioru (T_5) wartość 1,43 g/roślinę, co stanowiło około 80% plonu korzeni w okresie zawiązywania strąków i wypełniania nasion. W okresie rozwoju wegetatywnego: T_1 , T_2 i T_3 przyrost plonu suchej masy korzeni dla roślin wyrosłych z nasion poddanych działaniu pola magnetycznego był istotnie wyższy w stosunku do roślin wyrosłych z materiału siewnego nie poddanego stymulacji. W okresie generatywnego rozwoju roślin największy wpływ stymulacji nasion na tempo gromadzenia suchej masy i plonowanie roślin z nich wyrosłych stwierdzono w okresie zawiązywania strąków i wypełniania nasion (T_4) oraz dojrzewania roślin (T_5). Plon suchej masy strączyń i nasion zwiększał się w miarę wzrostu i rozwoju roślin, aż do ostatniego zbioru (T_5). Rośliny wyrosłe z nasion przedsięwziętych bez względu na wielkość dawki wydały wyższy plon suchej masy organów generatywnych niż rośliny z nasion kontrolnych. Wzrost plonu strączyń dla roślin wyrosłych z nasion poddanych działaniu pola magnetycznego w stosunku do kontroli wyniósł dla odmiany Nadwiślański 13,2%, a dla odmiany Tim 12,2%.

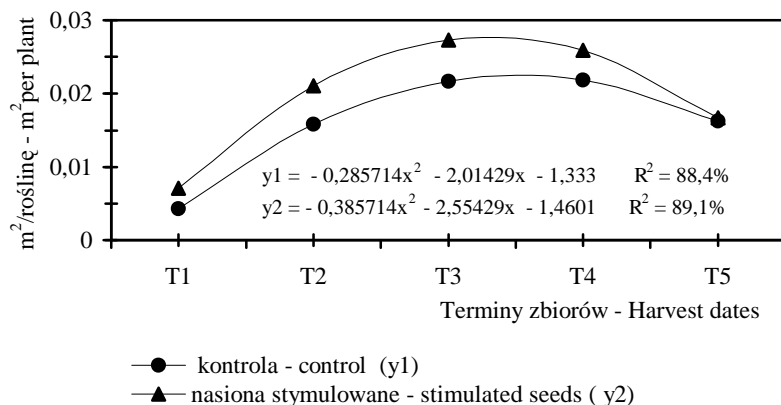
Obydwie badane odmiany bobiku wykazywały najwyższe przyrosty plonu suchej masy w początkowym okresie rozwoju. W późniejszych fazach rozwojowych roślin przyrosty plonu suchej masy były już znacznie mniejsze. Największy przyrost organów wegetatywnych bobiku wystąpił w okresie od wschodów do fazy T_4 , czyli zawiązywania strąków i wypełniania nasion, a przyrost masy korzeni od wschodów do zbioru T_3 czyli kwitnienia. W późniejszym okresie wzrostu i rozwoju dynamika gromadzenia suchej masy przez część nadziemną

roślin bobiku była już niewielka, a korzeni uległa nawet zmniejszeniu. W szybkim tempie przyrastała natomiast masa organów generatywnych.

Rośliny wyrosłe z nasion traktowanych przedsięwzięciem polem magnetycznym wcześniej zakwitwały i szybciej dojrzewały, co modyfikowało zawartość suchej masy w organach roślinnych bobiku. Rośliny odmiany Nadwiślański i Tim wyrosłe z nasion poddanych działaniu pola magnetycznego w początkowym okresie rozwoju miały zbliżoną zawartość suchej masy do roślin z grupy kontrolnej, natomiast po okresie kwitnienia dla roślin wyrosłych z nasion stymulowanych polem magnetycznym zawartość suchej masy ulegała zmniejszeniu, ze względu na wcześniejsze ich zasychanie.

Wykonane pomiary biometryczne wykazały, że przedsięwzięcie traktowanie nasion polem magnetycznym wpływało na zmiany cech morfologicznych wyrosłych z nich roślin. Stwierdzono między innymi przyrost powierzchni liściowej roślin wyrosłych z nasion stymulowanych w stosunku do roślin wyrosłych z nasion kontrolnych. Różnice te utrzymywały się prawie przez cały okres wegetacji (rys. 4). Nie stwierdzono natomiast różnic w liczbie liści na roślinie w odniesieniu do zastosowanych dawek pola magnetycznego.

Dopiero w okresie dojrzewania rośliny wyrosłe z nasion traktowanych i nie traktowanych polem magnetycznym miały zbliżoną wielkość powierzchni liściowej. Nie zaobserwowano różnic w powierzchni liściowej pomiędzy roślinami wyrosłymi z nasion traktowanych dawką 30 i 85 mT, dlatego wykres przedstawiający przebieg opisywanych zmian przedstawiono wspólnie dla obydwu odmian i dawek pola magnetycznego.



Rys. 4. Dynamika zmiany powierzchni liściowej roślin bobiku
Fig. 4. Dynamics of change of leaf area of faba bean plants

Pole magnetyczne różnicowało istotnie wysokość roślin bobiku (tab. 2). Stwierdzono także istotne różnice w wysokości roślin między badanymi odmianami bobiku. Rośliny bobiku odmiany Nadwiślański – typ tradycyjny były wyższe niż odmiany Tim – typ samokończący.

Stymulacja nasion modyfikowała liczbę strąków na roślinie, liczbę nasion z rośliny i masę 1000 nasion. U roślin wyrosłych z materiału siewnego traktowanego polem magnetycznym przyrost liczby strąków i nasion wynosił w stosunku do obiektu kontrolnego odpowiednio 12,5 i 27,7%. W znacznie mniejszym stopniu zmieniała się masa 1000 nasion, bowiem jej przyrost na skutek zastosowanego zabiegu stymulacji magnetycznej był różny w latach i wyniósł średnio 5,8%. Nieznacznie zwiększyła się również średnia długość jednego strąka, lecz różnica ta nie została udowodniona statystycznie. Rośliny bobiku odmiany Nadwiślański charakteryzowała większa średnia długość strąka, większa liczba nasion z rośliny i masa 1000 nasion niż rośliny odmiany Tim. Natomiast odmiana Tim wytworzyła większą liczbę strąków na roślinie.

Tabela 2. Wartości niektórych cech morfologicznych i użytkowych roślin bobiku (zbiór – T5)

Table 2. Values of some morphological and functional features of faba bean plants (harvest – T5)

Wyszczególnienie Description	Wysokość roślin Height of plant (m)	Liczba liści na roślinie Number of leaves per plant	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant	Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	Masa 1000 nasion 1000 seed weight (g)
Odmiany – Varieties (I):					
Nadwiślański	0,79a*	14a	6,6a	20,6a	616a
Tim	0,68b	12a	7,6b	19,3b	514b
Dawki ekspozycyjne pola magnetycznego Magnetic exposure doses (II):					
D ₀	0,67a	14a	6,4a	16,8a	556a
D ₁	0,76b	13a	7,2b	21,8b	586b
D ₂	0,74b	15a	7,2b	21,1b	590b

*) Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie
Numbers in columns marked with the same letters do not differ significantly

DYSKUSJA

Następstwem przyspieszonego metabolizmu nasion i zmian w przebiegu procesów biochemicznych i fizjologicznych w nasionach na skutek traktowania ich polem magnetycznym było szybsze kiełkowanie oraz zwiększenie procentu

wschodów roślin bobiku. Wschody roślin z nasion stymulowanych następowały o kilka dni wcześniej niż z nasion kontrolnych. Ma to w przypadku bobiku szczególnie znaczenie, bowiem gatunek ten charakteryzuje się długim okresem wegetacji; zbiór nasion wykonuje się często w późnych miesiącach letnich, gdy warunki pogodowe nie sprzyjają dojrzewaniu i dosychaniu roślin. Uzyskane wówczas nasiona mają obniżoną jakość paszową i siewną. Wyrósłe z nich siewki mają słaby wigor i są bardziej porażane przez choroby grzybowe niż siewki z nasion dobrze kiełkujących. W większości prac poświęconych tym zagadnieniom wykazano pozytywny wpływ pola magnetycznego na kiełkowanie i wschody roślin ale dotyczyły one przede wszystkim roślin zbożowych i warzywnych [14,17,18,24]. Również Rochalska [25] w badaniach dotyczących kiełkowania i wzrostu siewek pszenicy i pszenżyta jarego oraz kukurydzy i soi stwierdziła, że pole magnetyczne może być stosowane jako metoda poprawy wigoru nasion, w szczególności kiełkujących w niesprzyjających warunkach środowiska lub nasion o obniżonych parametrach jakościowych.

Z literatury krajowej i zagranicznej wynika, że najlepsze efekty stymulacji nasion czynnikami fizycznymi uzyskuje się wówczas, gdy zastosuje się optymalną dawkę ekspozycyjną. Małe dawki czynnika stymulują zwykle kiełkowanie nasion i późniejszy rozwój roślin z nich wyrosłych, natomiast duże dawki mogą mieć ujemne działanie, a niekiedy nawet powodować mutacje. W przeprowadzonych badaniach obydwie zastosowane dawki pola magnetycznego wpływały korzystnie na wielkość badanych cech obydwu odmian bobiku. Zdaniem Pietruszewskiego [17] ustalenie optymalnej dawki ekspozycyjnej pola magnetycznego dla danego gatunku, czy odmiany jest trudne dlatego przed przystąpieniem do badań polowych należy określić optymalną wielkość dawki ekspozycyjnej na podstawie testów kiełkowania nasion w warunkach laboratoryjnych, przy czym można uwzględnić również czynnik ekonomiczny, czyli wybierać takie dawki, które wymagają najmniejszej mocy pobieranej przez urządzenie do stymulacji. Nie wiadomo jednak, czy optymalna dla danego gatunku lub odmiany w warunkach laboratoryjnych dawka pola magnetycznego będzie również najlepszą w warunkach uprawy polowej. W dostępnej literaturze brak badań, w których stwierdzono zastosowanie zbyt dużych dawek ekspozycyjnych pola magnetycznego i związane z tym występowanie ujemnych efektów stymulacji. Trudno zatem określić kiedy może wystąpić zjawisko „przedawkowania”, które stwierdzono w odniesieniu do niektórych innych czynników fizycznych.

Z dotychczas przeprowadzonych badań wynika, że traktowanie nasion polem magnetycznym ma istotny wpływ na ontogenezę roślin, efektem czego są zmiany w kształtowaniu ich cech morfologicznych i plonotwórczych. Badania autorów wykonane w warunkach hali wegetacyjnej wykazały istotny wpływ pola magnetycznego na przebieg ontogenezy roślin bobiku zarówno w okresie ich

wegetatywnego wzrostu, jak i generatywnego rozwoju. Rośliny wyrosłe z nasion stymulowanych polem magnetycznym charakteryzowały się szybszym tempem rozwoju w porównaniu do roślin w obiektach kontrolnych, co powodowało wcześniejsze ich zakwitanie i dojrzewanie. Uzyskanie plonu o mniejszej zawartości wody w nasionach ma także aspekt ekonomiczny, bowiem ogranicza lub eliminuje nakłady związane z dosuszaniem, które stanowią znaczny koszt produkcji nasion. Według Grzesiuka i Kulki [9] skrócenie okresu wegetacji, wcześniejsze zakwitanie i dojrzewanie jest częstym efektem oddziaływania czynników fizycznych na materiał siewny roślin. Potwierdzają to badania Gieroby i in. [7], w których wykazano wcześniejsze zakwitanie i dojrzewanie kukurydzy wyrosłej z nasion traktowanych przedsięwzięciem promieniami laserowymi. Także Podleśny i Sowiński [23] stwierdzili wcześniejsze dosychanie nasion grochu siewnego, a Boe i Salunkhe [2] wcześniejsze dojrzewanie pomidorów wyrosłych z nasion traktowanych przedsięwzięciem polem magnetycznym.

W większości przeprowadzonych badań związanych z oddziaływaniem pola magnetycznego na materiał siewny ograniczono się do prezentowania wyników związanych z wpływem stymulacji nasion polem magnetycznym na kiełkowanie i wschody roślin lub ich plonowanie. W przeprowadzonych badaniach autorzy starali się prześledzić oddziaływanie pola magnetycznego na wzrost i rozwój roślin w całym okresie wegetacyjnym. Wyniki badań zawarte w niniejszej pracy wykazały, że stymulacja nasion polem magnetycznym modyfikowała tempo gromadzenia plonu suchej masy w poszczególnych organach roślinnych bobiku. Największym przyrostem plonu suchej masy części wegetatywnych, głównie łodyg i liści odznaczały się rośliny w okresie od kwitnienia do zawiązywania strąków, po czym tempo gromadzenia masy uległo zróżnicowaniu w zależności od organu rośliny. Największy przyrost plonu suchej masy części generatywnych stwierdzono w czasie od zawiązywania strąków i wypełniania nasion do dojrzewania roślin. Otrzymane wyniki trudno porównać z danymi literaturowymi, bowiem w większości prezentowanych prac badano oddziaływanie pola magnetycznego na kiełkowanie i wschody roślin oraz na efekt końcowy jakim była zwyżkę uzyskiwanych plonów. Jedynie Shiyan [26], stwierdził wzrost masy roślin i szybszy rozwój systemu korzeniowego pszenicy ozimej, której nasiona traktowane były polem magnetycznym. Przedsięwzięcie traktowanie nasion polem magnetycznym różnicowało nie tylko dynamikę gromadzenia plonu suchej masy w poszczególnych organach roślin, ale również miało wpływ na kształtowanie innych cech morfologicznych i użytkowych. Wykonane pomiary biometryczne wykazały, że przedsięwzięcie traktowanie nasion polem magnetycznym wpływało na przyrost powierzchni liściowej roślin wyrosłych z nasion stymulowanych. Różnice w powierzchni liści pomiędzy roślinami wyrosłymi z nasion traktowanych i nie traktowanych polem magnetycznym utrzymywały się prawie przez cały okres wegetacji bobiku. Dopiero w okresie dojrzewania

wielkość powierzchni liściowej roślin wyrosłych z nasion stymulowanych była mniejsza niż roślin kontrolnych. Większa powierzchnia liściowa w okresie wzrostu wegetatywnego roślin wyrosłych z nasion traktowanych polem magnetycznym była wynikiem szybszego ich wzrostu, natomiast zmniejszenie powierzchni liściowej pod koniec okresu rozwojowego bobiku było konsekwencją wcześniejszego ich dojrzenia. Większa powierzchnia liściowa roślin może być wynikiem większej powierzchni liścia lub większej liczby liści na roślinie. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnej różnicy w odniesieniu do liczby liści, dlatego przyrost powierzchni liściowej całej rośliny był wynikiem przyrostu powierzchni poszczególnych liści.

Obydwie zastosowane dawki pola magnetycznego powodowały podobny przyrost plonu nasion badanych odmian bobiku. Analiza struktury plonu wykazała, że uzyskana zwykła plonu nasion bobiku była efektem zwiększonej obsady strąków na roślinie; liczba nasion w strąku i masa 1000 nasion nie ulegały istotnym zmianom. Podobne rezultaty, ale dotyczące innej rośliny strączkowej uzyskali Gurusamy i Kalavathi [10], wykazując zwiększenie liczby strąków na roślinie grochu krowiego (*Vigna sinensis*) wyrosłego z nasion traktowanych przedsięwzięciem polem magnetycznym. Z badań Podleśnego i in. [20,21] wynika, że przedsięwzięcie stymulacja nasion polem magnetycznym oddziałuje podobnie na kształtowanie się cech morfologicznych i plonowanie innych gatunków roślin strączkowych. Także korzystny wpływ pola magnetycznego na plonowanie niektórych gatunków roślin zbożowych stwierdzili Phirke [15], Pietruszewski [17] i Rochalska [25], ale zwykła plonu spowodowana była większą liczbą ziaren w kłosie, większą masą 1000 ziaren i lepszą krzewistością roślin. W literaturze krajowej i zagranicznej spotyka się także nieliczne prace, w których uzyskiwane efekty stymulacji magnetycznej nasion były dostrzegane jedynie w niektórych latach i w odniesieniu do niektórych gatunków zbóż [19] lub były widoczne i tylko w początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin [1]. W prezentowanych badaniach autorzy oprócz wzrostu plonu nasion pod wpływem traktowania materiału siewnego polem magnetycznym wykazano, że różnice w plonie nasion występowały już w okresie wykształcania nasion, gdyż już wtedy rośliny wyrosłe z nasion stymulowanych polem magnetycznym charakteryzowały się większą obsadą strąków niż rośliny z obiektów kontrolnych. Plon suchej masy strączyń i nasion zwiększał się w miarę wzrostu i rozwoju roślin aż do zbioru i zawsze był wyższy na obiektach, których materiał siewny był traktowany polem magnetycznym.

Traktowanie nasion polem magnetycznym wywoływało różnorodne efekty, które stwierdzono w różnych okresach rozwoju ontogenetycznego roślin. Do szczególnie pozytywnych należy skrócenie okresu wschodów skutkujące bardzo często mniejszym porażeniem roślin przez choroby w późniejszym okresie rozwoju i zwiększenie liczby wschodzących roślin. Właściwa obsada roślin i ich zdrowotność należą do podstawowych warunków uzyskiwania wysokich plonów

nasion. Innym pozytywnym skutkiem stymulacji magnetycznej nasion było ogólne zwiększenie aktywności fizjologicznej roślin objawiające się zwiększonym tempem wzrostu i gromadzenia masy poszczególnych organów roślin. Wyniki opisane w niniejszej pracy obrazują oddziaływanie pola magnetycznego na przebieg tworzenia plonu masy w ciągu całego okresu wegetacji. Wykazano w nich takie okresy w rozwoju ontogenetycznym roślin, w których stymulacja magnetyczna nasion wpływała najbardziej na tempo gromadzenia masy organów wegetatywnych i generatywnych roślin bobiku. Na uwagę zasługuje niejednakowa ekspresja stymulowanych nasion w poszczególnych fazach rozwoju ontogenetycznego roślin, co może to być przyczyną rozbieżności wyników uzyskiwanych przez autorów podających wyniki obserwacji z różnych faz wzrostu roślin. Zjawisko oddziaływania pola magnetycznego na nasiona roślin uprawnych nie zostało dotychczas dokładnie poznane i wyjaśnione, dlatego istnieje potrzeba dalszego prowadzenia badań głównie z pogranicza biologii i fizyki poszerzających wiedzę dotyczącą tej tematyki.

WNIOSKI

1. Traktowanie nasion polem magnetycznym wpływało dodatnio na wschody roślin oraz modyfikowało przebieg poszczególnych faz rozwojowych bobiku. Efektem tych zmian było przyspieszenie wschodów oraz wcześniejsze zakwitanie i dojrzewanie roślin.

2. Oddziaływanie polem magnetycznym na nasiona miało istotny wpływ na tempo nagromadzania się suchej masy w poszczególnych organach roślin i jej ilość. Największy wpływ tego zabiegu na przyrost plonu suchej masy organów wegetatywnych wystąpił w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków, a części generatywnych w okresie wypełniania nasion i dojrzewania strąków.

3. Obydwie zastosowane do stymulacji nasion bobiku dawki pola magnetycznego wpływały na zmiany cech morfologicznych wyrosłych z nich roślin. Stymulacja nasion powodowała wzrost wysokości roślin oraz przyrost ich powierzchni liściowej – największy w okresie intensywnego wzrostu roślin od fazy 2-3 liści do zakwitania.

4. Przedsewna stymulacja materiału siewnego polem magnetycznym istotnie zwiększała plon nasion obydwu odmian bobiku. Wzrost plonu pod wpływem przedsewnego traktowania nasion polem magnetycznym był efektem większej obsady strąków i liczby nasion z rośliny.

PIŚMIENNICTWO

1. **Andreoli C., Khan A.A.:** Metricconditioning integrated with gibberellic acid to hasten seed germination and improve stand establishment and pepper and tomato. *Pesq. Agropec. Bras.* 34, 1953-1958, 1999.

2. **Boe A.A., Salunkhe D.K.:** Effects of Magnetic Fields on Tomato Ripening. *Nature*, 199, 91-92, 1963.
3. **Bovelli R., Bennici A.:** Stimulation of germination callus growth and shoot regeneration of *Nicotiana tabacum* L. By Pulsing Electromagnetic Fields (PEMF). *Hort.Sci.*, 2000: 14: 3-6.
4. **Dulbińska D.A.:** Wlianie postoiannovo magnitnovo pola na rost prorostkov kukuruzy. *Fiziol. Rast.*, 20, 1, 183-186, 1973.
5. **Dziamba Sz., Koper R.:** Wpływ naświetlania laserem nasion na plon ziarna pszenicy jarej. *Fragmenta Agronomica*, 33, 88-93, 1992.
6. **Galova Z.:** The effect of laser beams on the process of germinating power of winter wheat grains. *Roczniki AR w Poznaniu. CCCLXXXVI, ser. Rol.*, 49, 39-43, 1996.
7. **Gieroba J., Koper R., Matyka S.:** The influence of pre-sowing laser biostimulation of maize seeds on the crop and nutritive value of the corn. 45th Australian Cereal Chemistry Conference. Adelaide, 30-33, 1995.
8. **Górecki R.J., Grzesiuk S.:** Światowe tendencje i kierunki uszlachetniania materiałów nasiennych. *Mat. Konf.: Uszlachetnianie materiałów nasiennych. Olsztyn-Kortowo*, 9-25, 1994.
9. **Grzesiuk S., Kulka K.:** Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa, 1986.
10. **Gurusamy C., Kalavathi D.:** Impact of magnetobiology on cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. *Legume Research*, 21, 2, 117-120, 1998.
11. **Inyushin W.M., Ijasov G.U., Fedorova N.N.:** Laser Light and Crop. Kainar Publ. Alma-Ata, 1981.
12. **Koper R.:** Pre-sowing laser biostimulation of seeds of cultivated plants and its results in agrotechnics. *Int. Agrophysics*, 8, 593-596, 1994.
13. **Maling J.E., Weissbluth-Jacobs E.E.:** Enzyme substrate reactions in high magnetic fields. *Biophysics. J.*, 165, 767-776, 1965.
14. **Mieszczenko V.I.:** Priedposievnaia obrobotka siemian v elektromagnitnom pole. *Elektr. Obrob. Mater.*, 6(96), 68-69, 1980.
15. **Phirke P.S., Patil M.N., Umbarkar S.P., Dudhe Y.H.:** The application of magnetic treatment to seeds: methods and responses. *Seed Sci. & Technol.*, 24, 365-373, 1996.
16. **Pietruszewski S.:** Effect of magnetic seed treatment on yield of wheat. *Seed Sci. & Technol.*, 21, 621-626, 1993.
17. **Pietruszewski S.:** Magnetyczna biostymulacja materiału siewnego pszenicy jarej. *Rozprawy naukowe AR w Lublinie*, 220, 1-55, 1999.
18. **Pietruszewski S., Kornarzyński K., Prokop M.:** Kielkowanie nasion cebuli odmiany Sochaczewska w stałym polu magnetycznym. *Acta Agrophysica*, 62, 69-74, 2002.
19. **Pittman U.J., Carefoot J.M., Ormrod D.P.:** Effect of magnetic Seed Treatment on Yield of Barley, Wheat and Oats in Southern Alberta. *Can. J. Plant Sci.*, 57, 37-45, 1977.
20. **Podleśny J., Lenartowicz W., Sowiński M.:** Wpływ biostymulacji magnetycznej nasion na kształtowanie cech morfologicznych i plonowanie zróżnicowanych genotypów łubinu białego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 495, 399-406, 2003.
21. **Podleśny J., Pietruszewski S., Podleśna A.:** Efficiency of magnetic biostimulation of broad bean cultivated in the experimental plot conditions. *Int. Agrophysics*, 18(1), 65-71, 2004.
22. **Podleśny J., Podleśna A.:** Morphological changes and yielding of chosen legumes plants under influence of seeds treatment by laser light. *Int. Agrophysics*, 18(3), 253-260, 2004.
23. **Podleśny J., Sowiński M.:** Wpływ stymulacji magnetycznej nasion na rozwój i dynamikę gromadzenia masy grochu siewnego. *Inżynieria Rolnicza*, 2004 (w druku).
24. **Prokop M., Pietruszewski S., Kornarzyński K.:** Wstępne badania wpływu zmiennych pól magnetycznych i elektrycznych na kielkowanie, plony oraz cechy mechaniczne korzeni rzodkiewki i rzodkwi. *Acta Agrophysica*, 62, 83-93, 2002.

25. **Rochalska M.:** Pole magnetyczne jako środek poprawy wigoru nasion. Acta Agrophysica, 62, 103-111, 2002.
26. **Shiyan L.T.:** Vlijaniye postojannogo magnitnogo pola na rost, rozvitije i produktivnost sielskochozajstwiennykh rostieni. Elektr. Obrob. Mater., 1(85), 67-70, 1979.

THE EFFECT OF SEED TREATMENT WITH MAGNETIC FIELD
ON DEVELOPMENT AND DYNAMICS
OF DRY MATTER ACCUMULATION BY FABA BEAN

Janusz Podleśny¹, Anna Podleśna²

¹Department of Forage Crop Production, Institute of Soil Science and Plant Cultivation

²Department of Plant Nutrition and Fertilization, Institute of Soil Science and Plant Cultivation

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

e-mail: jp@iung.pulawy.pl

Abstract. The research was conducted in the greenhouse of Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy. The aim of the study was the estimation of changes in the growth, development and dynamics of dry matter accumulation course of faba bean plants grown from seeds treated with magnetic field prior to sowing. The factor of the first order were two faba bean varieties: Nadwiślański – a traditional form and Tim – a determinated form, while the factor of the second order were exposure doses of magnetic field intensity: $D_1 - 10750 \text{ J m}^{-3} \text{ s}$ ($B = 30 \text{ mT}$, $s = 15 \text{ s}$), $D_2 - 85987 \text{ J m}^{-3} \text{ s}$ ($B = 85 \text{ mT}$, $s = 15 \text{ s}$) and D_0 – without stimulation (control). Seed treatment with magnetic field positively affected plant emergence, modified the course of individual faba bean developmental phases, and had a significant effect on dry matter accumulation rate in particular plant organs and on their size. The highest effect of this treatment on the increase of vegetative organs dry matter yield had place at flowering and pod setting period, and in the case of the generative organs – during seeds filling and maturation of pods.

Keywords: faba bean, magnetic stimulation of seeds, germination, growth and development of plant, dynamics of dry matter accumulation