

OCENA EFEKTU NASTĘPCZEGO INOKULACJI NASION ŁUBINU WĄSKOLISTNEGO BAKTERIAMI SYMBIOTYCZNYMI NA JAKOŚĆ MATERIAŁU SIEWNEGO

KATARZYNA PANASIEWICZ¹, ANNA KOLANOŚ¹, STANISŁAW GRZEŚ¹

¹*Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

Synopsis. Badania laboratoryjne przeprowadzono w Laboratorium Nasiennym należącym do Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Materiał badawczy stanowiły nasiona łubinu wąskolistnego odmiany Bolero, zebranego w latach 2019 i 2020. Doświadczenia przeprowadzono jako jedno-czynnikowe z pięcioma kombinacjami: kontrola (nasiona bez szczepienia), pozostałe warianty dotyczyły szczepienia preparatem Nitragina, Nitroflora, HiStick oraz obiekt, w którym zastosowano oprysk preparatem Nitroflora. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie inokulacji miało istotny wpływ następczy na jakość uzyskiwanych nasion co uwidoczniło się za pomocą oceny podstawowych parametrów wartości siewnej, jak i rozwoju systemu korzeniowego, Testu wzrostu siewki oraz Indeksu wigoru. Najwyższe wartości energii kiełkowania i zdolności kiełkowania odnotowano u nasion pochodzących z obiektu, w którym zastosowano inokulację nasion preparatem HiStick.

Słowa kluczowe: bobowate, zdolność kiełkowania, wigor nasion, szczepienie nasion

WSTĘP

Łubin wąskolistny (*Lupinus angustifolius* L.) jest jedną z najważniejszych roślin strączkowych uprawianych w Polsce i w Europie, cenioną zarówno ze względu na wysoką zawartość białka w nasionach, jak i zdolność do wiązania azotu atmosferycznego. Według danych ARMIR w Polsce powierzchnia uprawy tego gatunku w ostatnich latach wzrasta i w 2025 roku została oszacowana na poziomie 198 804 ha [ARMIR 2025]. Należy zauważyć, że wzrasta również powierzchnia zakwalifikowanych plantacji nasiennych łubinu wąskolistnego, i w 2024 roku wynosiła ona 4 611 ha [PIORIN 2025]. Wzrastające zainteresowanie uprawą tego gatunku wynika z faktu zwiększającej się świadomości, iż odgrywa on istotną rolę w rolnictwie zrównoważonym, poprawiając żyzność gleb oraz ograniczając potrzebę stosowania nawozów mineralnych [Faligowska i in. 2020, Panasiewicz i in. 2020]. Kluczowym czynnikiem umożliwiającym efektywne wykorzystanie potencjału łubinu wąskolistnego jest jego symbioza z bakteriami brodawkowymi z rodzaju *Bradyrhizobium*, odpowiedzialnymi za biologiczne wiązanie azotu (BNF – *Biological Nitrogen Fixation*). Efektywność tego procesu w dużym stopniu zależy od obecności w glebie aktywnych i kompatybilnych szczepów bakterii symbiotycznych [Zahran 1999, Kebede 2021, Faligowska 2023]. W warunkach, gdy naturalna mikroflora glebowa jest uboga lub zdegradowana, skutecznym zabiegiem wspomagającym jest inokulacja, czyli szczepienie nasion przed siewem wyselekcjonowanymi szczepami bakterii brodawkowych dedykowanych dla tego gatunku. Wybór metody szczepienia nasion lub gleby zależy od gatunku rośliny strączkowej, klimatu i warunków

¹Adres do korespondencji – *Corresponding address:* katarzyna.panasiewicz@up.poznan.pl

glebowych [Faligowska 2023]. Zastosowanie inokulantów mikrobiologicznych sprzyja lepszemu rozwojowi systemu korzeniowego, zwiększa liczbę i aktywność brodawek korzeniowych, a także poprawia dostępność składników pokarmowych i tolerancję roślin na stresy środowiskowe [Murtaza i in. 2014]. Coraz większe znaczenie nabierają również preparaty zawierające mikroorganizmy promujące wzrost roślin (PGPR – *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*), które mogą działać synergistycznie z bakteriami brodawkowymi. Do bakterii stymulujących wzrost roślin bobowatych należą bakterie z rodzaju *Bradyrhizobium*, które odpowiedzialne są za wiązanie azotu atmosferycznego. Stosowanie preparatów biologicznych, w tym inokulacji nasion bakteriami brodawkowymi, jest zgodne z zasadami integrowanej produkcji i może istotnie obniżyć koszty nawożenia mineralnego oraz ograniczyć negatywny wpływ rolnictwa na środowisko [Sulewska i in. 2019]. Nie wiele jest jednak prac wskazujących na ich wpływ na wartość siewną uzyskiwanych nasion. Kluczowymi wskaźnikami jakości nasion pozostają energia oraz zdolność kiełkowania, jednak parametry te, oceniane w warunkach laboratoryjnych, nie zawsze odzwierciedlają rzeczywiste wyniki wschodów uzyskiwane w środowisku polowym. Z tego względu podczas analiz laboratoryjnych konieczne staje się uwzględnienie potencjalnych czynników środowiskowych, takich jak warunki pogodowe czy właściwości gleby. Coraz większe znaczenie przypisuje się więc badaniom dotyczącym wigoru nasion, który pozwala lepiej przewidywać przebieg kiełkowania, jak i dalszy wzrost i rozwój roślin w zmiennych warunkach uprawowych. Jak wskazują Cantarelli i in. [2015], stabilność plonowania pozostaje w ścisłym związku z wigorem nasion, a według zaleceń ISTA [2020] to właśnie wigor odgrywa istotną rolę w zapewnieniu roślinom odpowiedniego tempa i siły wzrostu. Stan fizjologiczny nasion wpływa nie tylko na ich zdolność do kiełkowania i długotrwałego przechowywania, lecz także na ogólną żywotność [Krzyżanowski i in. 2008]. Słaba jakość fizjologiczna materiału siewnego może ograniczać przeżywalność roślin w polu i prowadzić do nierównomiernych wschodów [Cantarelli i in. 2015, Finch-Savage i Bassel 2016]. W produkcji nasiennej wysoki wigor nasion jest zatem kluczowy, gdyż umożliwia szybkie, równomierne wschody i uzyskanie właściwej obsady roślin [Dąbrowska i in. 2000, Krzyżanowski i Franca-Neto 2001, Panasiewicz 2020a, 2020b]. Zastosowanie preparatów biologicznych, zwłaszcza inokulacji nasion mikroorganizmami, wpisuje się w zasady integrowanej produkcji, jednocześnie pozwalając na redukcję kosztów nawożenia mineralnego oraz ograniczenie presji rolnictwa na środowisko [Sulewska i in. 2019].

Celem niniejszej pracy była ocena następczego wpływu szczepienia nasion łubinu wąskolistnego odmiany Bolero wybranymi szczepami bakterii brodawkowych na jakość materiału siewnego. Hipoteza badawcza zakłada, że wysokiej jakości nasiona zapewniają lepsze warunki dla kolonizacji przez bakterie symbiotyczne, co przekłada się na wyższą efektywność biologicznego wiązania azotu i lepsze parametry jakości siewnej uzyskiwanych nasion. Ponadto założono, że szczepienie nasion łubinu wąskolistnego wybranymi szczepami bakterii brodawkowych pozytywnie wpływa na parametry wartości siewnej oraz wigoru nasion.

MATERIAŁ I METODY

Badania laboratoryjne przeprowadzono w Laboratorium Nasiennym należącym do Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w latach 2019 i 2020. Nasiona łubinu wąskolistnego tradycyjnej odmiany Bolero zebrano z doświadczeń polowych wykonanych na polach Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Uprawy Roli i Roślin Gorzyń (52°34' N, 15°53' E) należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenia polowe założono na glebach zaliczanych do gleb płowych typowych, wytworzonych z piasków gliniastych lekkich, zalegających płytko na glinie lekkiej według Polskiej Klasyfikacji Gleb [2019] oraz gleb płowych

typowych według IUSS Working Group WRB [2015]. Zawartość substancji organicznej w glebie wynosiła 1,3%, pH mierzone w 1 M KCL kształtowało się na poziomie 5,1. Doświadczenia założono jako jednoczynnikowe, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem badawczym stanowiło szczepienie nasion z następującymi poziomami: kontrola (nasiona bez szczepienia), szczepienie preparatem Nitragina, szczepienie preparatem Nitroflora i szczepienie preparatem HiStick oraz obiekt, w którym zastosowano oprysk preparatem Nitroflora. Przed siewem nasiona odpowiednio dla kombinacji, zaszczepiono bakteriami *Bradyrhizobium* ssp. (*Lupinus*) stosując w tym celu preparaty Nitragina (2×10^9 bakterii *Rhizobium*, Nitroflora i HiStick® Soy (2×10^9 bakterii *Rhizobium*). Bezpośrednio przed siewem nasiona odpowiednio dla kombinacji, zaszczepiono przygotowaną zawiesiną bakterii *Rhizobium*. Na kombinacji piątej z opryskiem – zabieg wykonano bezpośrednio po wysianiu nasion do gleby.

Zabiegi agrotechniczne i uprawowe wykonano zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej i doświadczalnej dla tego gatunku. Nasiona wysiewano w rozstawie rzędów 18 cm, w ilości 100 kielkujących nasion na 1 m², na głębokość 4 cm. Siew przeprowadzono w ostatnim tygodniu marca, w zależności od panujących w danym roku warunków pogodowych. Powierzchnia poletek wynosiła 24 m² (4 m szerokości \times 6 m długości). W obu latach badań przedplonem była pszenica ozima. Wczesną wiosną każdego roku stosowano nawożenie fosforem (P) i potasem (K) w dawkach wynoszących odpowiednio 82,5 kg P₂O₅ i 80 kg K₂O. Nie stosowano nawożenia azotem. W obu latach badań, do ochrony roślin zastosowano pestycydy Gwarant 500 SC (chlorotalonil) i Mospilan 20 SP (acetamipryd), w dawkach zalecanych przez producenta. Rośliny zbierano za pomocą kombajnu Wintersteiger o szerokości roboczej 1,5 metra, w fazie pełnej dojrzałości nasion. Zebrane nasiona przechowywano w kontrolowanych warunkach w temperaturze 6°C i wilgotności 60–65%.

Ocenę jakości siewnej nasion wykonano zgodnie z metodami przyjętymi w Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz według zaleceń ISTA [2020]. Przeprowadzono oceny: pierwszego liczenia – energia kiełkowania po 5 dniach, ostatniego liczenia – zdolność kiełkowania po 10 dniach oraz testy wigorowe: test wzrostu siewki, test elektroprzewodnictwa (TE) oraz dokonano pomiaru suchej masy siewek i długości korzonka zarodkowego. Ponadto wyliczono indeks wigoru (VI) jako iloczyn średniej długości kiełka (cm) i średniej zdolności kiełkowania (%).

Wyniki badań poddano ocenie statystycznej z zastosowaniem analizy wariancji, przy użyciu komputerowego programu STATPAKU, a najmniejszą istotną różnicę (NIR) oszacowano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ testem t-Studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że sposób inokulacji nasion łubinu wąskolistnego odmiany Bolero istotnie wpływał na ich wartość siewną (tab. 1).

Najwyższą energią kiełkowania i zdolnością kiełkowania odnotowano w wariancie z preparatem HiStick, odpowiednio 77,5 i 91,5%, co stanowiło wyraźny wzrost w stosunku do kontroli. Korzystny wpływ na parametry kiełkowania wykazała również Nitragina, natomiast najniższe wartości obserwowano w obiekcie gdzie stosowano oprysk Nitroflora. Udział nasion nienormalnie kiełkujących nie różnił się istotnie między badanymi wariantami, choć odsetek nasion martwych zwiększał się w przypadku oprysku Nitroflora. Uzyskane wyniki są zgodne z doniesieniami literaturowymi wskazującymi, że zaszczepienie nasion roślin strączkowych odpowiednio dobranymi szczepami bakterii brodawkowych może stymulować ich rozwój już na etapie kiełkowania, m.in. poprzez wytwarzanie fitohormonów, poprawę pobierania składników pokarmowych oraz ograniczenie stresu oksydacyjnego [Murtaza i in. 2014, Sulewska i in. 2019]. Wysoka jakość nasion jest

Tabela 1. Wartość siewna nasion łubinu wąskolistnego Bolero w zależności od szczepienia nasion
Table 1. Sowing value of Bolero narrow-leaved lupine seeds depending on the seed inoculation

Cecha Characteristic	Szczepienie nasion/Inoculation					
	Kontrola/ check	Nitragina	Nitroflora	HiStick	Nitroflora oprysk/ spray	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
Energia kiełkowania/ Germination energy (%)	65,0	72,5	68,2	77,5	71,5	3,85
Zdolność kiełkowania/ Germination capacity (%)	84,8	89,7	88,2	91,5	76,7	2,46
Udział nasion nienormalnie kiełkujących/ Share of abnormally germinating seeds (%)	3,8	6,5	5,2	4,5	7,5	r.n.
Udział nasion martwych/ Share of rotting seeds (%)	7,0	3,8	6,6	4,0	13,8	3,51

r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

kluczowa dla zapewnienia prawidłowej kolonizacji systemu korzeniowego przez bakterie symbiotyczne, co również znajduje potwierdzenie w literaturze [Zahran 1999, Kebede 2021].

Podobnie jak ocena jakości siewnej, ocena wigoru nasion w zależności od przeprowadzonej inokulacji nasion przed ich wysiewem wykazała również istotny wpływ tego czynnika (tab. 2).

W przypadku badanych parametrów wigoru, preparat HiStick wykazał zdecydowanie najkorzystniejsze działanie. Siewki w tym wariantcie osiągnęły największą długość (11,4 cm), a wartość indeksu wigoru była najwyższa (705). Podobne efekty, choć nieco słabsze, uzyskano po zastosowaniu preparatu Nitroflora. Wyniki testu elektroprzewodnictwa wskazują natomiast, że najwyższą jakość fizjologiczną nasion charakteryzował wariant z Nitraginą, który wykazał najniższy poziom przewodnictwa, świadczący o mniejszym uszkodzeniu błon komórkowych [ISTA 2015, Krzyżanowski i in. 2008]. Preparat HiStick wpływał również najkorzystniej na dłu-

Tabela 2. Wigor nasion łubinu wąskolistnego Bolero w zależności od szczepienia nasion
Table 2. Vigour of Bolero narrow-leaved lupine seeds depending on the seed inoculation

Cecha Characteristic	Szczepienie nasion/Inoculation					
	Kontrola/ Check	Nitragina	Nitroflora	HiStick	Nitroflora oprysk/ spray	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
Test wzrostu siewki/Seedling growth test (cm)	8,5	9,8	11,0	11,4	8,1	1,50
TE – Test elektroprzewodnictwa/ Electrical conductivity test ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	20,1	15,6	18,7	18,2	19,1	2,28
VI – Indeks wigoru/Vigour index	624	631	666	705	550	105,4
Sucha masa siewki/Mean seedling dry weight (mg·siewkę/seedling ⁻¹)	9,9	10,4	10,1	9,9	10,2	r.n.
Długość korzonka zarodkowego/ Length of the radicle (cm)	13,4	15,8	15,3	16,2	13,5	2,21

r.n. – różnice nieistotne/no significant differences

gość korzonka zarodkowego, co wskazuje na intensywniejszy rozwój systemu korzeniowego w fazie wschodów. Zgodnie z wcześniejszymi badaniami wigor nasion jest jednym z kluczowych czynników determinujących powodzenie uprawy i zdolność roślin do adaptacji w różnych warunkach środowiskowych [Cantarelli i in. 2015]. Wysoki poziom wigoru pozwala na szybkie i równomierne wschody, co przekłada się na lepszą obsadę roślin oraz zwiększoną stabilność plonowania [Finch-Savage i Bassel 2016, Panasiewicz 2020a, 2020b]. Uzyskane wyniki potwierdzają, że odpowiednia inokulacja może istotnie poprawić jakość materiału siewnego, co ma szczególne znaczenie w uprawach prowadzonych zgodnie z zasadami rolnictwa zrównoważonego. Jak wskazują Ozturk i Yildirim [2013], szczepienie nasion może redukować zapotrzebowanie na nawozy mineralne, jednocześnie wzmacniając odporność roślin na stresy abiotyczne.

W świetle przeprowadzonych badań można stwierdzić, że preparat HiStick wykazuje największą efektywność zarówno w poprawie parametrów kiełkowania, jak i cech świadczących o wigorze nasion, natomiast najmniej korzystne działanie obserwowano w przypadku oprysku Nitroflorą. Wyniki te wskazują, że właściwie dobrana forma inokulacji może stanowić ważny element poprawiający jakość materiału siewnego łubinu wąskolistnego, a tym samym efektywność uprawy tego gatunku.

WNIOSKI

1. Szczepienie nasion łubinu wąskolistnego odmiany Bolero istotnie modyfikowało jego wartość siewną, co potwierdza zasadność stosowania preparatów mikrobiologicznych w produkcji kwalifikowanego materiału siewnego.
2. Preparat HiStick wykazał najkorzystniejsze działanie spośród analizowanych inokulantów. Znacząco zwiększył energię kiełkowania i zdolność kiełkowania oraz najwyraźniej poprawił parametry wigoru, takie jak długość siewki, długość korzonka zarodkowego i indeks wigoru.
3. Najmniej efektywne dla jakości uzyskiwanego materiału siewnego łubinu wąskolistnego okazało się zastosowanie preparatu Nitroflora w postaci oprysku, prowadząc do obniżenia zdolności kiełkowania oraz zwiększenia odsetka nasion martwych, a także obniżenia poziomu wigoru.

PIŚMIENNICTWO

- ARMIR 2025. <https://www.gov.pl/web/arimr/agencja-restrukturyzacji-i-modernizacji-rolnictwa> (dostęp 20 listopad 2025).
- Cantarelli L.D., Schuch L.O.B., Tavares L.C., Cassyo A.R. 2015. Variability of soybean plants originated from seeds with different levels of physiological quality. *Acta Agron.* 64: 234–238.
- Dąbrowska B., Pokojka H., Suchorska-Tropiło K. 2000. *Metody laboratoryjnej oceny materiału siewnego*. SGGW Warszawa, ss. 91.
- Faligowska A. 2023. Response of new yellow lupin varieties to inoculation with *Bradyrhizobium* sp. *Lupinus* under Central European conditions. *Agriculture* 13, art. no. 1261. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061261>.
- Faligowska A., Panasiewicz K., Szymańska G., Ratajczak K., Sulewska H., Pszczółkowska A., Kocira A. 2020. Influence of farming system on weed infestation and on productivity of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Agriculture* 10, art. no. 459. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100459>.
- Finch-Savage W.E., Bassel G.W. 2016. Seed vigor and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. *J. Exp. Bot.* 67: 567–591.
- ISTA – International rules for seed testing, 2020. Basserdorf, Switzerland: International Seed Testing Association.

- Kebede E. 2021. Contribution, utilization, and improvement of legumes-driven biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, art. no. 767998.
- Krzyżanowski F.C., Franca-Neto J.B. 2001. Vigor de sementes. *Informativo ABRATES* 11: 81–84.
- Krzyżanowski F.C., Franca-Neto J.B., Henning A.A., Costa N.P. 2008. A semente de soja como tecnologia base para altas produtivi-dades- série sementes. *Embrapa Soja. Circular Técnica*, 55. Embrapa Soja, Londrina, Brazil, 1–7.
- Murtaza G., Ehsanullah A., Zohaib S., Hussain T., Shehzad H. 2014. The influence of rhizobium seed inoculation and different levels of phosphorus application on growth, yield and quality of mashbean (*Vigna mungo* L.). *Int. J. Mod. Agric.* 3(1): 92–96.
- Panasiewicz K. 2020a. Wartość siewna i vigor nasion łubinu żółtego w zależności od odmiany i sposobu uprawy roli. *Fragm. Agron.* 37(1): 20–25.
- Panasiewicz K. 2020b. Wpływ sposobu uprawy roli na wartość siewną i vigor nasion łubinu białego. *Fragm. Agron.* 37(1): 26–31.
- Panasiewicz K., Faligowska A., Szymańska G., Szukała J., Ratajczak K., Sulewska H. 2020. The effect of various tillage systems on productivity of narrow-leaved lupin-winter wheat-winter triticale-winter barley rotation. *Agronomy* 10, art. no. 304.
- PIORIN 2024: <https://www.gov.pl/web/piorin/ocena-materialu-siewnego> (dostęp 20 listopad 2025).
- Sulewska H., Ratajczak K., Niewiadomska A., Panasiewicz K. 2019. The use of microorganisms as bio-fertilizers in the cultivation of white lupine. *Open Chemistry* 17: 813–822.
- Systematyka gleb Polski. 2019. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Komisja Genezy Klasyfikacji i Kartografii Gleb. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Wrocław–Warszawa, ss. 235.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. *World Soil Resources Report No. 106*. FAO, Rome.
- Zahran, H.H. 1999. *Rhizobium*-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 63: 968–989.

K. PANASIEWICZ, A. KOLANOŚ, S. GRZEŚ

EVALUATION OF THE EFFECT OF NARROW-LEAFED LUPIN SEED INOCULATION
WITH SYMBIOTIC BACTERIA ON THE QUALITY OF SEED VALUE

Summary

The aim of this study was to evaluate the effect of subsequent inoculation of Bolero narrow-leaved lupin seeds with selected strains of nodule bacteria on seed quality. The research material consisted of Bolero narrow-leaved lupin seeds harvested in 2019 and 2020. The experiments were conducted as single-factor experiments with five treatment combinations: control (uninoculated seeds); the remaining variants involved inoculation with Nitragina, Nitroflora, HiStick, and a treatment sprayed with Nitroflora. The obtained results indicate that inoculation had a significant subsequent effect on the quality of the obtained seeds, as demonstrated by the assessment of basic parameters of sowing value, root system development, seedling growth test, and vigor index. The highest germination energy and germination capacity values were recorded in seeds from the treatment inoculated with HiStick.

Key words: fabaceae, seed germination, seed vigour, seed inoculation

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 3.12.2025

Do cytowania – For citation:

Panasiewicz K., Kolanoś A., Grześ S. 2025. Ocena efektu następczego inokulacji nasion łubinu wąskolistnego bakteriami symbiotycznymi na jakość materiału siewnego. *Fragm. Agron.* 42(2): 47–52.