

KSZTAŁTOWANIE SIĘ SYSTEMU KORZENIOWEGO I PROCESU BRODAWKOWANIA U ŁUBINU BIAŁEGO (*Lupinus albus* L.) POD WPLYWEM FUNGICYDÓW

Wojciech Piotrowski, Wanda Ślizak, Małgorzata Kowalska

Katedra Mikrobiologii, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

WSTĘP

Jednym z czynników pozwalających na ustabilizowanie plonów lubinu białego na możliwie najwyższym poziomie jest obok poprawnej agrotechniki, wykorzystanie do jego ochrony skutecznych pestycydów, przede wszystkim zapraw nasiennych. Uwzględnić jednak należy, że w sferze działania tych związków znajduje się zarówno zwalczany agrofag, jak również chroniona roślina i współżyjące z nią bakterie z rodzaju *Rhizobium* [1].

Większość obecnie stosowanych fungicydów nie jest rozpoznana pod względem ich wpływu na brodawkowanie roślin strączkowych. Dotychczasowe badania dotyczyły głównie związków tiramowych, rtęciowych, miedziowych i kaptanu [3,4]. Pewne wyjaśnienie tego zagadnienia dają prace Lala [5] i Sadowskiego [9] oraz wcześniejsze opracowania własne [8,13]. Omówiono w nich wpływ fungicydów na przeżywalność *in vitro* *Rhizobium lupini* oraz przeciętne ich oddziaływanie na liczbę i masę brodawek wytworzonych na korzeniach *Lupinus albus*. W niniejszej pracy scharakteryzowano ich wpływ na rozwój systemu korzeniowego i brodawkowanie, które oceniano w dwóch terminach. Oceniano także zmiany lokalizacji brodawek na korzeniach zachodzące pod wpływem fungicydów.

MATERIA I METODA

Badany materiał stanowiło 28 fungicydów, 2 antybiotyki i kombinacja kontrolna (Kk). Były to: APRON 35 SD (Ad), APRON 69 WS (Aw), BAYCOR 25 WP (Bc), BAYLETON 25 WP (Bi), BAYTAN UNIVERSAL (Bt), BRAVO 500 (Br), DITHANE M-45 (Di), FONGARID 25 WP (Fo), FUNABEN T plynny (Fp), FUNABEN T zaw. (Fz), INFUTOX (In), KAPTAN (Ka), NIMROD 25 EC (Ni), NYSTATYNA (Ny), NZ-1 (N1), NZ-3 (Tribenoks, N3), NZ-4 (N4), OFTANOL T (Of), POLYRAM COMBI (Po), RIDOMIL MZ 58 WP (Ri), RONILAN (Ro), RUBIGAN 12 EC (Ru), SAPROL (Sa), SIBUTOL (Si), STREPTOMYCYNA (St), TECTO 450 FW (Te), TILT 250 EC (Ti), TIPROSAL (Tp), TOPSIN M (To), TRIFMINE 30 WP (Tr). Ich charakterystykę, tok postępowania i lokalizację doświadczenia przedstawiono we wcześniejszych opracowaniach [8,13].

Wpływ fungicydów na masę wytworzonych korzeni oraz liczbę i masę brodawek oceniano w dwóch terminach, tj. w początkowym okresie butonizacji (termin I) i po

pełni kwitnienia (termin II). Masę brodawek określano w terminie drugim. Tak liczbę, jak i masę brodawek określano oddzielnie dla korzenia głównego i korzeni bocznych.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Z dostępnej literatury wynika, że fungicydy mogą bądź to stymulować, bądź hamować proces symbiozy roślin motylkowych z *Rhizobium*. Mogą też nie wykazywać oddziaływania. Efekt ten jest wypadkową różnic w naturze chemicznej i mechanizmie działania fungicydów oraz ich koncentracji, a także odmiennej wrażliwości testowanych roślin i bakterii *Rhizobium* [1,5].

Podobnie i w niniejszych badaniach obserwowano wielokierunkowe i specyficzne działanie poszczególnych preparatów, zarówno na rozwój korzeni (rysunek 1), jak i na jego brodawkowanie (rysunki 2-4). Ocena przeprowadzona w dwóch kolejnych fazach rozwoju roślin ujawniła pośrednio różną długotrwałość oddziaływania badanych związków. Mogła ona być między innymi efektem zaniku lub wzrostu biologicznej aktywności w wyniku ich metabolizowania przez roślinę lub przez mikroorganizmy glebowe [2,14]. Populacja tych ostatnich ulega bowiem pod wpływem niektórych fungicydów istotnym zmianom [11,12]. Miało to zapewne znaczenie dla kształtowania się stosunków pomiędzy rośliną a *Rhizobium*, które niezależnie zmieniały się także wraz z rozwojem lubinu [5]. Na trwałość preparatów mogły mieć wpływ również czynniki środowiskowe kształtujące predyspozycję roślin i mikroorganizmów na preparaty [7,15].

Oddziaływanie badanych związków na rozwój korzeni w I terminie nie zawsze było zgodne ($r = 0.270 < 0.349$, $P = 95\%$) z ich oddziaływaniem w terminie II.

W terminie I zróżnicowanie działania preparatów było małe i większość z nich stymulowała wzrost masy korzeni w odniesieniu do kombinacji kontrolnej (Kk). W terminie II działaniem takim wyróżniały się tylko RUBIGAN, FUNABEN T pl., TOPSIN, FONGARID i formułacja NZ-1. Zróżnicowaniu uległo tempo przyrostu masy korzeniowej pomiędzy terminami oceny ($r = -0.217 < 0.349$, $P = 95\%$). Było ono najszybsze, gdy nasiona zaprawiano RUBIGANEM, FUNABENEM T pl. i NZ-1, a wyraźnie zahamowane gdy stosowano RIDOMIL i TECTO.

Podobnie jak w badaniach innych autorów [5] zmiany w rozwoju korzeni pod wpływem fungicydów na ogół korespondowały ze zmianami liczby i masy brodawek korzeniowych. W I terminie zależność taką obserwowano dla liczby brodawek wytworzonych na korzeniu głównym ($r = 0.563 > 0.449$, $P = 99\%$), natomiast w terminie II – dla liczby i masy brodawek wytworzonych na korzeniach bocznych ($r_{liczba} = 0.647$, $r_{masa} = 0.460 > 0.449$, $P = 99\%$).

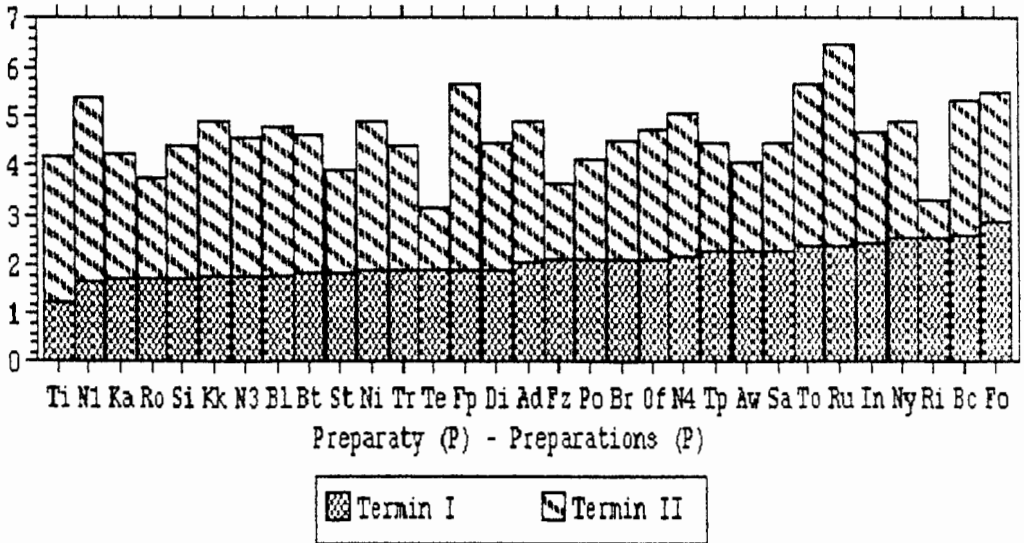
Wpływ preparatów na ogólną liczbę brodawek korzeniowych oznaczaną w terminie I i II był istotnie pozytywnie skorelowany ($r = 0.741 > 0.449$, $P = 99\%$), a interakcja terminy \times preparaty okazała się nieistotna. Wskazuje to, że chociaż w terminach zastosowane związki różniły się między sobą istotnie ($P = 99\%$) wpływem jaki wywierały na liczbę brodawek, to jednak ich uszeregowanie pod tym względem było zbliżone.

W początkowym okresie wzrostu lubinu wykształceni uległa większość brodawek, a procesowi temu sprzyjały szczególnie FONGARID, RUBIGAN, BAYCOR i formuła NZ-4 (rysunek 2). Spośród nich dalszy wzrost liczby brodawek powodował jedynie RUBIGAN, a spośród innych preparatów FUNABEN T pl., BRAVO, FUNABEN T zaw., DITHANE i NIMROD. Natomiast wyraźne zahamowanie brodawkowania w dalszym okresie wzrostu lubinu spowodował RIDOMIL, APRON 69, a także FONGARID, NZ-3 (Tribenoks), TILT i TIPROSAL.

Niektórzy autorzy wskazują, że fungicydy mogą niekiedy powodować wyraźne przesunięcie brodawkowania z korzeni głównych na korzenie boczne [6,10]. Również w prezentowanych badaniach zauważono, że niektóre z zastosowanych preparatów spowodowały istotne zmiany w lokalizacji brodawek (rysunek 3). Wykazano, że im silniej testowane związki redukowały liczbę brodawek na korzeniu głównym, tym większą ich liczbę stwierdzano na korzeniach bocznych. W efekcie tego, zawiązywanie brodawek na korzeniach bocznych zdeterminowało kształtowanie się ogólnej ich liczby ($r^2_{I\text{termin}} = 85.6\%$, $r^2_{II\text{termin}} = 73.8\%$), która w wielu przypadkach ulegała jedynie niewielkim zmianom. Zjawisko to zaznaczyło się najsilniej w przypadku fungicydów triazolowych – TILT, BAYLETON, BAYTAN i formuła NZ-4, NZ-3 i NZ-1, a także gdy stosowano RUBIGAN.

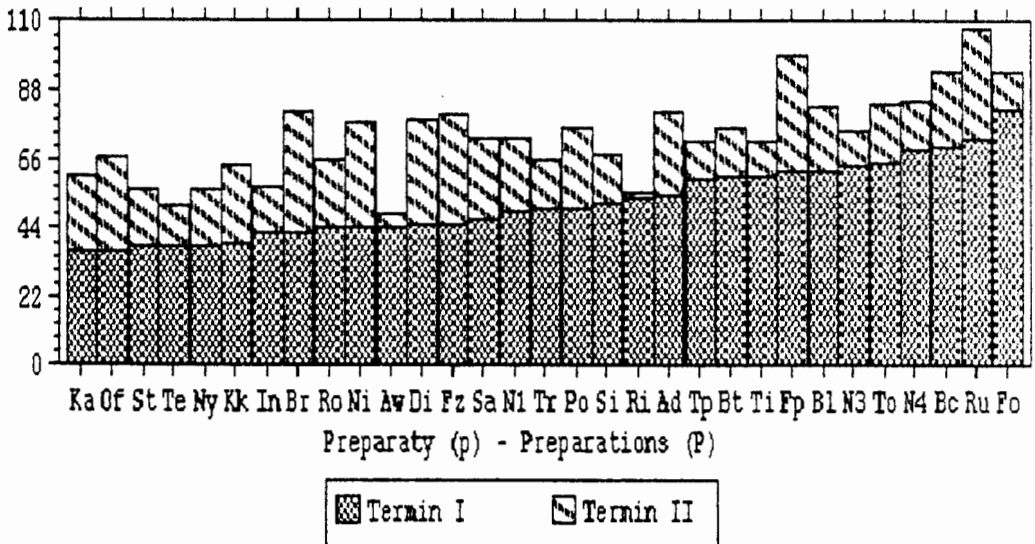
Powyższym zmianom ilościowym towarzyszyły zmiany jakościowe – spadek liczby brodawek dużych wytwarzanych przede wszystkim na korzeniu głównym na rzecz brodawek drobnych wytwarzanych na korzeniach bocznych [11,12]. Spostrzeżenie to potwierdzają dane zebrane na rysunku 4 oraz przeprowadzona analiza. Wskazuje ona, że między masą brodawek na korzeniu głównym i na korzeniach bocznych ujawniła się tendencja do negatywnej korelacji. Chociaż silniejsze zmiany masy brodawek pod wpływem fungicydów obserwowano w przypadku korzeni bocznych, to jednak ogólna ich masa determinowana była przede wszystkim masą brodawek wytworzonych na korzeniu głównym ($r^2 = 83.4\%$), a więc odwrotnie niż w przypadku liczby brodawek. Efekt ten zaznaczył się najwyraźniej pod wpływem fungicydów INFUTOX, DITHANE, TOPSIN oraz TIPROSAL. Natomiast zrównoważenie masy brodawek na obu strefach korzeni, aczkolwiek na poziomie niższym niż w kombinacji kontrolnej, powodowały fungicydy NZ-1, NZ-3, BAYTAN oraz BAYLETON, TILT i NZ-4. Były to te same fungicydy, które różnicowały najsilniej zmiany w lokalizacji brodawek.

Porównanie wpływu testowanych preparatów na liczbę i masę brodawek z ich oddziaływaniem na masę korzeni lubinu białego ujawnia, że wszechstronnie pozytywne działanie wykazywał RUBIGAN, a negatywne – RIDOMIL. Taki trend oddziaływania ujawniły te fungicydy także *in vitro* w stosunku do *Rhizobium lupini* [13].

NIR interakcja (LSD interaction) $T \times P = 0.91$, $P=95\%$ 

Rysunek 1. Wpływ fungycydów na masę korzeni łubinu białego (g/roślinę) w fazie butonizacji (termin I) oraz pełni kwitnienia (termin II).

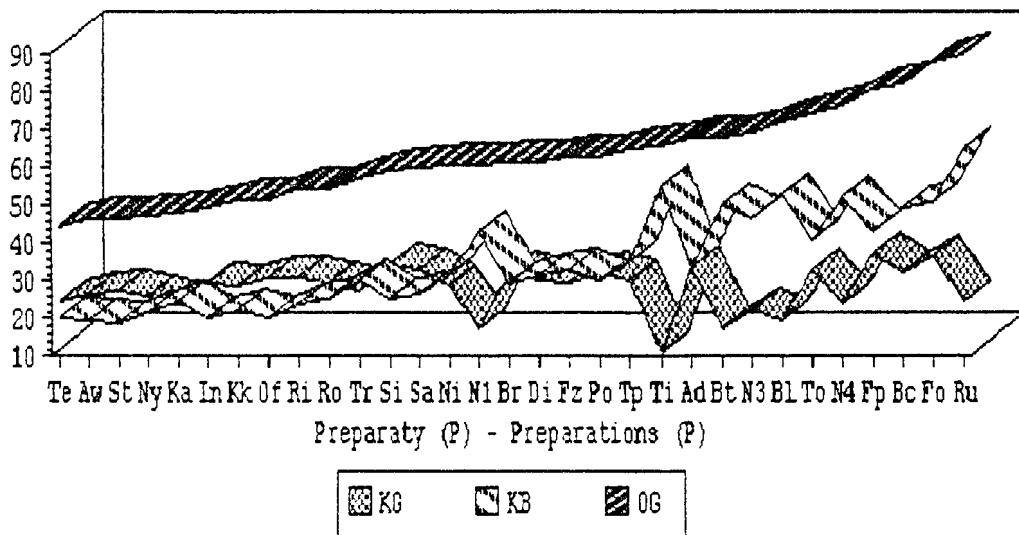
Figure 1. Effect of fungicides on the roots weight of white lupine (g/plant) at bud-formation stage (period I) and full flowering (period II).

NIR interakcja (LSD interaction) $T \times P$ - brak istotności (not significant)

Rysunek 2. Wpływ fungycydów na liczbę brodawek korzeniowych łubinu białego (szt./rośl.) w fazie butonizacji (termin I) i w pełni kwitnienia (termin II).

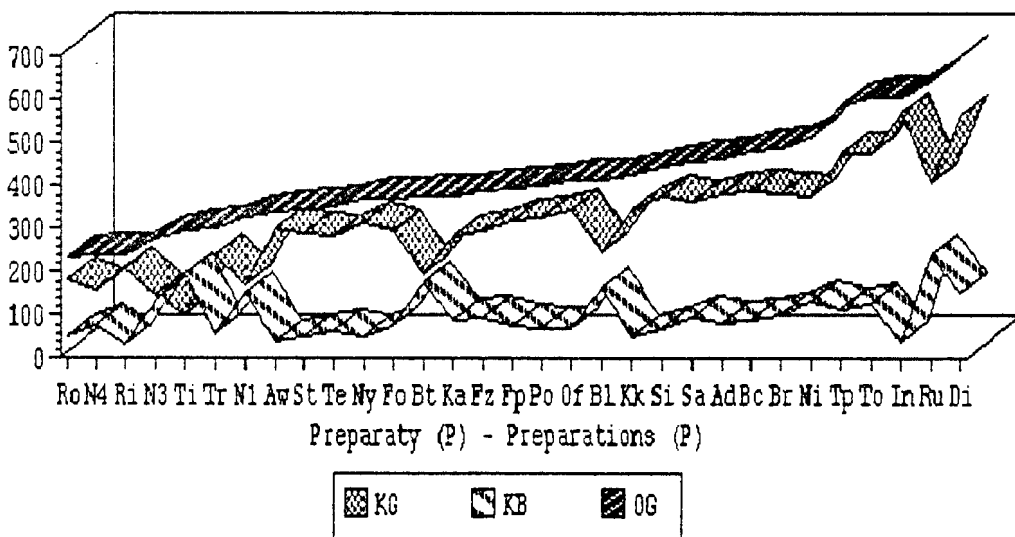
Figure 2. Effect of fungicides on nodule number in white lupine (nr/plant) at bud-formation stage (period I) and full flowering (period II).

NIR interakcja (LSD interaction) $L \times P = 9.8, P=95\%$



Rysunek 3. Wpływ fungicydów na liczbę brodawek korzeniowych lubinu białego w zależności od ich lokalizacji (L). OG-ogółem, KG-korzeń główny, KB-korzenie boczne
 Figure 3. Effect of fungicides on nodule number in white lupine as dependent on their location (L). OG-total, KG-tap-root, KB-lateral roots

NIR interakcja (LSD interaction) $L \times P = 90, P=95\%$



Rysunek 4. Wpływ fungicydów na masę brodawek korzeniowych lubinu białego (mg/rośl.) w zależności od ich lokalizacji (L). OG-ogółem, KG-korzeń główny, KB-korzenie boczne
 Figure 4. Effect of fungicides on nodule weight in white lupine (mg/plant) as dependent on their location (L). OG-total, KG-tap-root, KB-lateral roots

LITERATURA

1. Aggarwal T. C., Narula N., Gupta K. G. (1986). Effect of some carbamate pesticides on nodulation, plant yield and nitrogen fixation by *Pisum sativum* and *Vigna sinensis* in the presence and their respective rhizobia. *Plant and Soil*, 9, 125-132.
2. Borecki K. (1978). Chemiczne metody zwalczania chorób roślin a środowisko. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 213, 11-20.
3. Gołębiowska J. (1965). The influence of fungicides on symbiosis of leguminous plants with bacteria. *Pam. Pul.*, 18, 367-382.
4. Kecskes M., Vincent J.M. (1973). Compatibility of fungicide treatment and rhizobium inoculation of vetch seed. *Acta Agronom. Acad. Sci. Hung.*, 22, (1-2), 249-282.
5. Lal S. (1988). Effects of pesticides on Rhizobium-Legume symbiosis. In: *Pesticides and nitrogen cycle*. Vol.III, 42-128, CRC Press, Florida.
6. Mallik M.A.B., Tesfai K. (1985). Pesticidal effect on soybean-rhizobia symbiosis. *Plant and Soil*, 85, 33-42.
7. Mehrotra R.S., Singh R., Navneet D. (1989). Persistence of fungicides in soil and their effects on soil microflora of a legume. *Mat. V Int. Symp. Microbial Ecol.*, Kyoto-Japan, 146.
8. Piotrowski W., Stefaniak O., Ślizak W. (1992). Oddziaływanie fungicydów i antybiotyków na przeżywalność Rhizobium lupini i brodawkowanie *Lupinus albus* L. *Mat. XXXII Sesji Nauk. IOR, Cz. I*, 151-159.
9. Sadowski S. (1990). Wpływ zaprawiania nasion na zdrowotność korzeni i rozwój lubinu białego (*Lupinus albus* L.) odmiany Wat. *Phytopathol. Polonica*, XI, 245-252.
10. Stapharst J.L., Strijdom B.W. (1976). Effects on rhizobia of fungicides applied to legume seed. *Phytophylact.*, 8, 47-54.
11. Stefaniak O., Ślizak W., Piotrowski W. (1993). Influence of seed dressing on rhizosphere microflora of legumes. I. Biotic relations. *Zentralbl. Microbiol.*, 148, 357-364.
12. Stefaniak O., Ślizak W., Piotrowski W. (1993). Influence II. Response of some physiological groups. *Zentralbl. Microbiol.*, 148, 365-373.
13. Ślizak W., Piotrowski W. (1991). Response of *Rhizobium lupini* to some fungicides and antibiotics. *Phytopathol. Polonica*, XIV, 2, 77-82.
14. Wainwright M. (1977). Effects of fungicides on the microbiology and biochemistry of soil – a review. *Z. Pflanzenährn. Bodenk.*, 140, 587-603.
15. Wainwright M. (1978). A review of the effects of pesticides on microbial activity in soil. *J. Soil Sci.*, 29, 287-298.

STRESZCZENIE

W doświadczeniu oceniano wpływ fungicydów i antybiotyków, zastosowanych jako zaprawy nasienne, na rozwój systemu korzeniowego lubinu białego oraz brodawkowanie. Ocenę przeprowadzono dwukrotnie, w fazie butonizacji i w pełni kwitnienia lubinu.

Oddziaływanie poszczególnych preparatów było wielokierunkowe i specyficzne. Wyraźnie korzystne zmiany badanych parametrów spowodowały RUBIGAN, TOPSIN i FUNABEN T pl. Negatywny wpływ ujawniły natomiast RIDOMIL, TECTO, KAPTAN oraz antybiotyki STREPTOMYCyna i NYSTATYNA. Fungicydy DITHIANE, TIPROSAL, BRAVO, BAYCOR, APRON i NIMROD wpłynęły głównie na wzrost liczby i (lub) masy brodawek. Preparaty TILT, BAYTAN, BAYLETON, NZ-1, NZ-3, NZ-4 i RUBIGAN powodowały wyraźne przesunięcie procesu brodawkowania z korzenia głównego na korzenie boczne.

FORMATION OF ROOT SYSTEM AND NODULATION PROCESS
IN WHITE LUPINE (*Lupinus albus* L.) TREATED WITH SEED
DRESSING FUNGICIDES

W. Piotrowski, W. Ślizak, M. Kowalska

Department of Microbiology, University of Technology and Agriculture in Bydgoszcz

S u m m a r y

In the described experiments the effects of fungicides and antibiotics used as seed-dressing on root system development and nodulation of white lupine were investigated. Estimation has been performed at bud-formation and full flowering stage.

It has been shown that several preparations affected the plant very peculiarly and multiply. Markedly the profitable changes of tested parameters have been observed after treatments with RUBIGAN, TOPSIN and FUNABEN T liquid. Unprofitable effect on the roots and nodulation revealed the fungicides RIDOMIL, TECTO, RONILAN and antibiotics STREPTOMYCIN, NYSTATIN. Other fungicides: DITHANE, TIPROSAL, BRAVO, BAYCOR, APRON and NIMROD primarily exhibited stimulating effect on the number and/or weight of the nodules. Preparations TILT, BAYTAN, BAYLETON, NZ-1, NZ-3, NZ-4, RUBIGAN caused marked displacement of nodulation from tap-roots to lateral-roots.

Prof. dr hab. Wojciech Piotrowski
Akademia Techniczno-Rolnicza
Katedra Mikrobiologii
ul. Bernardyńska 6
85-029 Bydgoszcz.