

WPŁYW BORU NA ENERGIĘ KIEŁKOWANIA I WYDŁUŻANIE SIĘ ŁAGIEWEK PYŁKOWYCH U LUCERNY

Maria Piegat

Stacja Hodowli Roślin w Tulcach

W procesie zapłodnienia lucerny bardzo ważną rolę odgrywa jakość pyłku, a zwłaszcza takie jego cechy jak energia kiełkowania i tempo wydłużania się łagiewki pyłkowej. Cechy te są ważne ze względu na biologię zapyłania lucerny i budowę anatomiczną słupka i zalążni. Szereg autorów zajmujących się embriologią lucerny [6, 7, 11] stwierdza, że w wyniku zapylenia zapłodnionych zostaje tylko część zalążków w zalążni, średnio 4-5. Ohlendorf [11] brak zapłodnienia części zalążków w zalążni lucerny tłumaczy przedwczesnym zatrzymaniem wzrostu łagiewki pyłkowej w tkance słupka lub zalążni. Pogląd ten wydaje się być słuszny gdyż inni autorzy [12] stwierdzają, że poza 6 zalążkiem, co odpowiada środkowej części zalążni, przerastają tylko nieliczne łagiewki pyłkowe, a ilość ich maleje proporcjonalnie do wzrostu odległości od znamienia słupka. Dane zaczerpnięte z literatury sugerują przypuszczenia, że u lucerny przerastanie łagiewek pyłkowych przez szyjkę słupka jest w jakiś sposób hamowane nawet w tych wypadkach, gdy nastąpiło obcozapylenie. Stąd też budzi duże zainteresowanie ważny problem wzmożenia wzrostu łagiewki pyłkowej lucerny, co umożliwiłoby zapłodnienie zalążków położonych bliżej dna kwiatowego. Arizani [1], prowadząc w pobliżu Mediolanu badania miejscowego ekotypu lucerny siewnej pod względem cech morfologicznych i biologicznych pyłku stwierdza, że rośliny posiadające pyłek o dużej energii kiełkowania zawiązywały najczęściej strąków i wydawały największy plon nasion. Autor ten badał również wpływ różnych związków hormonalnych na energię kiełkowania pyłku i stwierdził, że kwas borowy działał efektywniej od badanych związków.

O dodatnim działaniu boru na wiązanie większej ilości strąków i na zwyżkę plonu nasion lucerny donosi szereg innych autorów [4, 8, 13, 14]. Literatura w zasadzie nie podaje badań wyjaśniających fizjologię działania boru na organy generatywne lucerny, wskazuje jedynie na związki

między zawartością boru w glebie a wydajnością nasion. Lukę tę chciałam nieco uzupełnić i przebadać wpływ boru na energię kiełkowania pyłku i tempo wzrostu łagiewki pyłkowej u lucerny.

MATERIAŁY I METODY

Materiał do badań obejmował 22 rody hodowlane lucerny, odmiana Kleszczewska, pochodzące ze Stacji Hodowli Roślin NAGRADOWICE. Nasiona badanych rodów były wysiewane wczesną wiosną do małych doniczek i umieszczone w inspektach, a następnie pikowane na poletka hodowlane w rozstawie 50×50 cm. Materiał do badań pobierano w II i III roku wegetacji. Rody te były morfologicznie zróżnicowane. Charakteryzowały się dość wyrównanym przebiegiem faz fenologicznych. W pierwszym okresie badań porównywano procent kiełkujących ziarn pyłku, tempo wzrostu oraz osiąganą długość łagiewek pyłkowych badanych rodów na znamieniu słupka własnego. Podobne badania przeprowadzono na znamieniu słupka innej rośliny w obrębie rodu na sztucznej pożywce z udziałem ściętych znamion i dodatkiem 0,05% kwasu borowego, oraz na znamieniu słupka spryskiwanego 3 dni przed obserwacjami 0,5% kwasem borowym. Kiełkowanie pyłku i wydłużanie się łagiewki pyłkowej w kombinacji z borem porównywano każdorazowo z preparatami kontrolnymi bez boru.

Ponadto przeprowadzono dodatkowo połowe doświadczenia na plantacji nasiennej (3 rok wegetacji) lucerny odmiana Kleszczewska z głównym, wiosennym nawożeniem związkami boru w formie boraksu w ilości 3 kg/ha czystego składnika. Powierzchnia poddana zabiegowi wynosiła 300 m² i taką samą powierzchnię pozostawiono pod kontrolę. Plantacja ta była przedsięwzięciem nawożona nawozami mineralnymi w ilości 120 kg/ha K₂O, 72 kg/ha P₂O₅, oraz wapnem nawozowym 10 q/ha.

Na poletku nawożonym borem przebadano: energię kiełkowania pyłku, tempo wydłużania się łagiewki pyłkowej, zawiązanie strąków na m² powierzchni w porównaniu z ilością kwiatów. Kwiaty do posiewu zbierano z głównego pędu w godzinach między 9-10 w pełni kwitnienia plantacji (I dekada lipca). W celu uzyskania równomiernego posiewu, pyłek początkowo zbierano na suche szkiełko zegarkowe, a następnie zdmuchiwano na szkiełko podstawowe pokryte warstwą pożywki. Pożywkę sporządzono wg Lehmana [10] z dwoma wariantami stężeń sacharozy 20% i 30%. Przy czym każdy z tych wariantów w dwóch kombinacjach z dodatkiem 0,05% kwasu borowego i bez dodatku. Szkiełka podstawowe po posiewie pyłku umieszczano w wilgotnej kamerze w temperaturze +26°C. Po upływie 2 godzin od posiewu preparaty utrwalano w płynie Carnoya, barwiono w acetocarminie. Pomiaru długości łagiewek pyłkowych dokonywano przy pomocy podziałki umieszczonej w okularze mikroskopu. Przy określaniu ilości łagiewek, przerastających w tkance słupka i w zalążni, posługiwano się trwałymi preparatami. Zapylenie kwia-

tów lucerny przeznaczonych do badań dokonywano ręcznie przy użyciu chemicznej kastracji. Kwiaty lucerny, na których badano przerastanie łagiewki w tkance słupka i zalążni utrwalano 24 godziny po dokonaniem zapylenia w płynie Nawaszina; preparaty barwiono w hematoksylinie żelazistej Heidenhaina.

WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że poszczególne rośliny w obrębie rodu w wypadku zapylenia własnym pyłkiem wykazują różną zdolność sprzyjania przenikaniu łagiewki pyłkowej w tkance słupka i zalążni. Przeciętnie znajdowano w zalążni 2-3 łagiewki pyłkowe. To stanowi 20-30% w porównaniu z ilością łagiewek znajdujących się u roślin, których kwiaty były zapyłone pyłkiem pochodzącym z innego rodu w obrębie odmiany Kleszczewska. Pyłek lucerny na sztucznej pożywce z dodatkiem 20 i 30% sacharozy kiełkuje na ogół dobrze. Średnio po dwóch godzinach od posiewu kiełkuje 50-60% ziarn pyłkowych. Istnieje jednak duże zróżnicowanie między badanymi osobnikami w obrębie poszczególnych rodów.

Dla określenia procentu kiełkującego pyłku oraz wydłużania się łagiewek pyłkowych u poszczególnych rodów, przyjęto średnie z 10 kwiatostanów 10 losowo wybranych roślin z każdego badanego rodu w 5 kolejnych polach widzenia mikroskopu. Dodatek do pożywki 0,05% kwasu borowego przyspiesza na ogół kiełkowanie pyłku lucerny, ale w niezbyt dużym stopniu. Jak wynika z tabeli 1 tylko u rodu 50/66 na pożywce z dodatkiem boru wzrósł procent kiełkującego pyłku przy obu stężeniach sacharozy o ok. 9%. Pozostałe rody tylko w nieznacznym stopniu reagowały na dodatek do pożywki kwasu borowego. Wzrost łagiewek pyłkowych, mierzony po upływie 2 godzin od posiewu jest, podobnie jak kiełkowanie pyłku, bardzo zróżnicowany u poszczególnych osobników należących do określonego rodu. Reakcja na dodatek kwasu borowego do pożywki, na której rosną łagiewki zaznacza się bardziej niż w przypadku określania procentu kiełkującego pyłku. Jak wynika z tabeli 2 największy przyrost długości łagiewek na pożywce z dodatkiem boru wykazał ród 4910, najmniejszy — ród 3c/66. Pozostałe badane rody dawały takie same przyrosty.

W doświadczeniu z opryskiwaniem kwiatów lucerny 3 dni przed badaniem tempa wzrostu łagiewek 0,5% kwasem borowym w warunkach polowych nie stwierdzono istotnych różnic między tempem wzrostu łagiewek w kwiatostanach, na których bor był stosowany i preparatami kontrolnymi z kwiatostanów bez boru. Najefektywniej działał bor przy dogłębowym wiosennym stosowaniu związków boru w formie boraksu w ilości 3 kg czystego składnika na ha. Dodatni wpływ zaznaczał się zarówno na energię kiełkowania pyłku jak i na tempo wzrostu łagiewek

Tabela 1

Procent kielkujących ziarn pyłku u rodów lucerny odm. Kleszczewska na sztucznej pożywce przy dwóch stężeniach sacharozy i dodatku 0,05% kwasu borowego (średnie z 10 kwiatostanów)
 Prozent der keimenden Pollenkörner bei Luzerne stämmen Sorte Kleszczewska auf künstlichen Nährsubstrat mit verschiedener Sacharosekonzentration und Zusatz von Borsäure (Mittelwerte von 10 Blütenständen)

Ród Stamm	Stężenie sacharozy Sacharosekonzentr.		R	Stężenie sacharozy Sacharosekonzentr.		R
	20	20+Bor		30	30+Bor	
3/66	63,2	67,4	4,2	65,4	68,9	3,5
20c/66	72,4	75,3	2,9	72,9	74,2	1,3
3c/66	68,3	69,8	1,5	69,1	69,9	0,8
22/66	66,4	69,1	2,7	67,2	68,9	1,7
21/66	56,4	60,2	3,8	57,2	61,4	5,2
5c/66	49,6	58,2	8,6	50,1	59,2	9,1
4c/66	53,4	59,3	5,9	53,8	59,9	6,1
4a/66	61,4	67,3	5,9	61,7	68,1	6,4
4907	54,2	59,1	4,9	54,9	56,3	1,4
4905	63,0	65,4	2,4	63,9	65,2	1,3
4908	67,2	68,1	0,9	68,1	69,5	1,4
4906	59,1	62,3	3,2	59,9	61,4	1,5
49011	70,0	71,4	1,4	71,3	71,9	0,6
4935	65,4	69,5	4,1	65,5	69,9	1,4
10/64	67,8	69,8	2,0	68,4	69,5	1,1
w/Ew	69,7	72,4	2,7	69,8	72,9	3,1
4935	73,1	74,1	1,0	74,2	75,3	1,1
5/64	70,4	72,3	1,9	71,5	73,2	1,7
4/64	81,0	82,3	1,3	82,1	83,4	1,3
g/Ew	80,4	81,2	0,8	80,6	81,5	0,9
4909	79,5	82,1	2,6	80,1	81,4	1,3
4910	78,4	79,1	0,7	79,3	83,0	2,7

R — Wzrost w % kielkujących pyłków na pożywce z dodatkiem boru

R — Prozentuelle Erhöhung der Anzahl von keimenden Pollenkörner auf Nährlösung mit Bor-Zugabe.

pyłkowych. Energia kielkowania znacznie wzrastała. Po dwóch godzinach od posiewu kielkowało od 50% do 60% pyłku, podczas gdy z poletka kontrolnego w tym czasie kielkowało tylko 40-50%. Przy czym łagiewki pyłkowe z poletek nawożonych borem były średnio o 30μ dłuższe w porównaniu z preparatami kontrolnymi.

Należy stwierdzić, że wzmożenie energii kielkowania pyłku i wydłużania się łagiewki pyłkowej jest skorelowane z zapłodnieniem większej ilości zalążków w zaląźni. Potwierdza się to pośrednio przez określenie średniej ilości nasion w strąku. W strąkach pochodzących z poletek nawożonych borem przeciętnie znajdowano od 5 do 6 nasion w strąku, podczas gdy z poletka kontrolnego 3-4 nasiona w jednym strąku.

Tabela 2

Długość łagiewek pyłkowych w mikronach u rodów lucerny odm. Kleszczewska na sztucznej pożywce przy dwóch stężeniach sacharozy i dodatku 0,05% kwasu borowego (średnie z 10 kwiatostanów)

Die Länge der Pollenschläuche in Mikronen bei Luzernestämmen der Sorte Kleszczewska auf künstlichen Nährsubstrat mit verschiedener Sacharosekonzentration und Zusatz von Borsäure (Mittelwerte von 10 Blütenständen)

Ród Stamm	Stężenie sacharozy Sacharosekoncentr. %		R	Stężenie sacharozy Sacharosekoncentr. %		R
	20	20+Bor		30	30+Bor	
	3/66	246,3		254,3	8,0	
20c/66	234,1	242,0	7,9	236,3	249,7	13,4
3c/66	215,0	226,5	11,5	217,2	225,1	7,9
22/66	242,1	250,7	8,6	247,3	253,1	5,8
21/66	283,6	290,8	7,2	283,2	293,0	9,8
5c/66	271,4	279,5	8,1	270,3	281,0	10,7
4c/66	296,0	273,2	4,2	270,3	279,2	8,9
4a/66	265,4	271,1	5,7	266,2	273,4	7,2
4907	251,3	263,4	12,1	250,9	265,3	14,4
4905	211,2	224,5	13,3	212,8	223,4	10,6
4908	218,4	227,4	9,0	219,5	230,0	10,5
4906	291,3	300,1	8,8	293,1	305,1	12,0
49011	270,1	283,2	13,1	270,3	284,5	14,2
4935	215,4	228,7	13,3	216,8	226,9	10,1
10/64	294,1	304,1	10,1	295,4	308,7	13,3
W/Ew	256,4	267,1	10,7	257,5	269,8	12,3
4935	249,5	257,1	7,6	248,8	263,1	14,3
5/65	259,3	270,3	11,0	258,7	271,5	12,8
4/64	270,9	284,1	13,2	263,5	285,9	22,4
g/Ew	281,1	293,7	12,6	280,0	294,5	14,5
4909	195,3	215,8	20,5	198,9	219,4	20,5
4910	174,6	207,6	33,0	176,5	206,0	30,5

R — Różnica w przyroście długości łagiewek na pożywce z dodatkiem boru.

R — Unterschied im Längenwachstum der Pollenschläuche auf Nährlösung mit Bor-Zugabe.

Ciekawie przedstawiają się dane odnośnie procentu zawiązanych strąków w porównaniu do liczby kwiatów znajdujących się na 1 m² powierzchni. Na poletku o pow. 1 m² nawożonym borem znajdowało się ok. 47 000 kwiatów, z czego 19 000 wykształciło dojrzałe strąki, czyli na poletkach tych 40% kwiatów zawiązało strąki podczas gdy w kontroli strąki zawiązało tylko 26% kwiatów.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że w obecności boru wzrasta energia kielkowania pyłku i wydłużania się łagiewki pyłkowej oraz, że bor wpływa na zwiększenie się ilości nasion w strąku. Należy jednak stwierdzić, że zwyczki te u niektórych rodów są minimalne.

DYSKUSJA

W najnowszej literaturze coraz częściej spotyka się prace dotyczące kiełkowania ziarn pyłku u lucerny [2, 3, 5, 9]. Prace te stanowią cenne źródło informacji, które pozwalają zgłębić wiadomości odnośnie przerastania łagiewek pyłkowych w tkance słupka. Energia kiełkowania pyłku, oraz wydłużanie się łagiewek pyłkowych u lucerny decyduje w dużym stopniu o zapłodnieniu zalążków w zalążni, a tym samym o plonie nasion. Wynika to z faktu, że łagiewki pyłkowe mogą rosnąć w tkance słupka tylko wówczas, gdy te ostatnie posiadają dostateczny turgor. Jak wiadomo pręcikosłupkowie u lucerny w bardzo krótkim czasie po zapyleniu wiotczeje. Ziarno pyłku, które charakteryzuje się słabą energią kiełkowania pyłku i powolnym wzrostem łagiewki pyłkowej nie zdąży w tym czasie przerosnąć do komory zalążni, wzrost jego zostaje zahamowany i nie bierze udziału w zapłodnieniu.

Innym zagadnieniem pozostającym do wyjaśnienia jest niemożność wydłużania się wielu łagiewek pyłkowych, które osiągnęły już komorę zalążni. Bariery natury chemicznej należy chyba wykluczyć, gdyż u różnych roślin lucerny łagiewki pyłkowe przerastają na różne poziomy, np. Cebrat [6] podaje, że zalążki znajdujące się na 9 pozycji mogą być niekiedy zapładniane. Wydaje się, że nawet niewielkie wzmożenie wydłużania się łagiewek pyłkowych uzyskane pod wpływem boru jest bardzo istotne, gdyż odległość zalążków w zalążni sięga rzędu kilkunastu mikronów, a więc stwarza się możliwość zapłodnienia zalążków położonych dalej od znamienia słupka.

LITERATURA

1. Arizani L.: Note di biologia florale in *Medicago sativa* III Rapporti fra caratteri morfofisiologica del polline e produzione in seme. *Ricerce Scient.* 1964, 2, 13; 62.
2. Barnes D. K., Cleveland R. W.: Pollen tube growth of diploid alfalfa *in vitro*. *Crop Sci.* 1963, 3; 291-295.
3. Binek A., Bingham E. T.: Liquid pollination of alfalfa *Medicago sativa*. *Crop Sci.* 1969, 9; 605-607.
4. Bobko J. W., Cjerling W. W.: Wlijanie bora na reproduktywne razwicie ras-tenij. *Botaniczeskij Żurnal.* 1938, 1.
5. Brink R. A., Cooper D. C.: Mechanism of pollination in alfalfa *Medicago sativa*. *Amer. J. Bot.* 1936, 23: 678-683.
6. Cebrat J.: Wstępne badania embriologiczne przyczyn obniżonej płodności lucerny (*Medicago media* Pers.) odm. Kleszczewskiej. *Acta agrobot.* 1967, XX: 71-86.
7. Cooper D. C., Brink R. A., Albrecht H. R.: Embryo mortality in relation to seed formation in alfalfa *Medicago sativa*. *Amer. J. Bot.* 1937, 24: 203-213.
8. Dżakowa J. W.: Powyszenie urożaja sjemian lucerny w nieczernozemnej zonie wniesieniem bornych udobrenji. *Wiestnik Kormodobywanija.* 1940, 2.

9. Miller M. K., Schonhorst M. H.: Pollen growth of alfalfa *in vitro* as influenced by grouping of grains on the medium and greenhouse versus field sources. *Crop Sci.* 1968, 8: 525-526.
10. Lehmann W. F., Puri J. P.: Rates of germination and tube growth of stored and fresh alfalfa (*Medicago sativa* L.) pollen on agar medium. *Crop Sci.* 1967, 7: 272-273.
11. Ohlendorf H.: Untersuchungen über den Samensatz bei *Medicago falcata* und Artbastarden *M. falcata* × *M. sativa*. *Zeit. f. Pfl.* 1960, 43 (4): 329-376.
12. Sayers E. R., Murphy R. P.: Seed set in alfalfa as related to pollen tube growth, fertilization frequency, and post fertilization ovule abortion. *Crop Sci.* 1966, 6: 365-368.
13. Sasum K.: Über die Beeinflussung von Keimung und Schlauchwachstum des Luzerne-pollens durch eine Blattdüngung mit Bor. *Albert Thaer Arch.* 1963, 8: 556-559.
14. Wildfluszcz R. T., Klemienko K. S.: Wlijanie powierchnostnego wniesienja fosfatno-kalijnogo i bornogo udobrenia na urożaj sjemian lucerny. *Izdelstwo Białorus. s-ch Inst.* 1947, XII.

M. Piegat

INFLUENCE DU BORE SUR L'ÉNERGIE DE LA GERMINATION ET SUR L'ALLONGEMENT DU TUBE POLLINIQUE DE LA LUZERNE

Résumé

Au cours des expériences dans le laboratoire et dans le champ on a étudié l'influence du bore sur la germination et l'allongement du tube pollinique et sur la formation des semences dans les familles de la luzerne variété Kleszczewska. L'addition de 0,05% d'acide borique augmentait quelque peu le nombre de graines du pollen germant *in vitro*, elle accélèrait en outre dans les conditions mentionnées l'allongement des tubes polliniques.

L'arrosage des inflorescences par la solution 0,5% d'acide borique n'avait aucune influence sur la rapidité de l'allongement du tube pollinique. La fumure du sol de 3 kg de bore par hectare augmentait l'énergie de germination et accélèrait l'allongement des tubes polliniques ainsi qu'augmentait la formation de gousses et le nombre de graines par gousse. Diverses familles réagissaient d'une manière différente à l'addition du bore.

M. Piegat

EINFLUSS DES BORS AUF DIE KEIMUNGSENERGIE UND DAS WACHSTUM DER POLLENSCHLÄUCHE DER LUZERNE

Zusammenfassung

In Feld- und Laborversuchen wurde der Einfluss des Bors auf die Keimung und das Wachstum der Pollenschläuche sowie auf die Samenbildung von Zuchtstämmen der Luzerne, Sorte Kleszczewska geprüft. Eine Zugabe von 0,05 % iger Lösung der Borsäure zu dem Keimungssubstrat verursachte eine geringe Erhöhung der Anzahl von keimenden Pollenkörnern *in vitro* und beschleunigte das Wachstum der Pollenschläuche. Eine Spritzung der Blütenstände mit 0,5 % iger Lösung der Borsäure beeinflusste das Wachstum der Pollenschläuche nicht.

In Feldversuchen erhöhte die Bordüngung mit 3 kg/ha B die Keimungsenergie



und beschleunigte das Wachstum der Pollenschläuche sowie erhöhte den Hülsenansatz und die Samenzahl pro Hülse. Die geprüften Stämme reagierten unterschiedlich auf die Bordüngung.

М. Пегат

**ВЛИЯНИЕ БОРА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И УДЛИНЕНИЕ
ПЫЛЬЦЕВЫХ ТРУБОК ЛЮЦЕРНЫ**

Резюме

В лабораторных и полевых опытах исследовано влияние бора на прорастание зёрен пыльцы, длину пыльцевой трубки и формирование семян некоторых родов люцерны сорта Клещевска. Добавление 0,05% борной кислоты до субстрата увеличало число прорастающих зёрен пыльцы *in vitro*. Сприскивание цветов 0,5% борной кислоты не повлияло на скорость удлинения пыльцевых трубок.

Удобрение бором 3 кг/га увеличило энергию прорастания и ускорило рост пыльцевых трубок, а также увеличило число бобов и число семян в бобе. Реакция селекционных родов на удобрение бором была различна.