

PODWYŻSZANIE WSCHODÓW I PLONÓW SOI
PRZEZ OSMOKONDYCJONOWANIE NASION
W ROZTWORZE GLIKOLU POLIETYLENOWEGO Z DODATKIEM
FITOHORMONÓW LUB EKSPOZYCJĘ
W ATMOSFERZE NASYCONEJ PARĄ WODNĄ

Jan Stanisław Knypl

Pracownia Regulatorów Wzrostu Roślin Uniwersytetu Łódzkiego

Z różnych sposobów wzmaganie wigoru nasion [18], tj. zwiększenia ich zdolności do wydania zdrowych roślin w środowisku o szerokim zakresie zmienności czynników klimatycznych, chemicznych i fizycznych [9, 24, 30], na szczególną uwagę zasługuje osmokondycjonowanie [8, 14]. Polega ono na umieszczeniu nasion w stężonym roztworze PEG na okres kilku bądź kilkunastu dni przy temperaturze obniżonej do 10-15°C [10]. Duże cząsteczki PEG¹ (masa molarowa 5500-6500 daltonów) nie przenikają przez plazmolemmę. Do nasion przenika jedynie woda, w ilości zdeterminowanej siłą ssącą komórek i potencjałem osmotycznym roztworu PEG. Podczas OK zachodzą w zarodku zmiany biochemiczne [16] i fizjologiczne [2, 8] prowadzące do wyrównanego i przyspieszonego kiełkowania w niskich dodatnich temperaturach [11].

Czterodniowe osmokondycjonowanie nasion soi w 25% PEG [15, 19], lub pięciodniowa ekspozycja suchych nasion w atmosferze nasyconej parą wodną [17] przyspieszają zarówno kiełkowanie, jak i wzrost siewek przy 8-10°C. Są to temperatury bliskie minimum biologicznego dla soi, wynoszącego 6-7°C [4, 13, 28]. Soja jest rośliną ciepłolubną - optimum 30°C [3, 4, 7]; u niektórych odmian wzrost hypokotyli może ulec osłabieniu przy 25°C, w porównaniu ze wzrostem

¹Wykaz skrótów: OK - osmokondycjonowanie, HRH - atmosfera nasycona parą wodną, LRH - atmosfera pozbawiona pary wodnej, A - aceton, CAP - chloramfenikol, P - penicylina G, PEG - glikol polietylenowy 6000, GA₃ - kwas gibberelowy, K - kinetyna, T - tiuram (dwusiarczek czterometylo-bis-tiokarbonylu), O - nasiona kontrolne nie poddawane żadnym zabiegom, 10 - nasiona wstępnie infuzowane acetonowym roztworem T i CAP (ACT).

przy [20] lub 20°C z powodu nagromadzenia się etylenu w tkankach [26].

Hodowla soi w Polsce niezbyt się udaje. Wysokość plonów zależy nie tylko od uprawianej odmiany [3, 13]. Główną przyczyną słabych wschodów i późniejszych wysokich wypadów jest brak odporności na wiosenne niskie temperatury gleby [12, 22, 28]. Celem tej pracy było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy osmokondycjonowanie lub przedsięwzięta ekspozycja nasion w atmosferze o wysokiej wilgotności względnej wpłyną dodatnio na wschody i wzrost soi w warunkach polowych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia prowadzono z nasionami soi, *Glycine max.* (L.) Merr. odm. Warszawska, zebranych w roku 1977. Przechowywano je w szczelnych pojemnikach przy temperaturze 8°C . Analizy wykonywano od kwietnia do października 1978 r.

Osmokondycjonowanie

Nasiona w grupach po 30 g umieszczono w 30 ml 25% roztworu PEG z dodatkiem 0,2% tiuramu, na bibule filtracyjnej w pojemnikach plastikowych [19]. Ten podstawowy roztwór PEG uzupełniono GA_3 (0,01 mM) i kinetyną (0,01 mM). Pojemniki, po dokładnym zwilżeniu nasion roztworem PEG, uszczelniano parafilmem i umieszczano w termostacie o temperaturze $10-12^{\circ}\text{C}$. Po 4 dniach nasiona wyjmowano, płukano wodą destylowaną i osuszano na bibule filtracyjnej.

Ekspozycje HRH i IRH

Dziurkowane koperty z nasionami umieszczono w eksykatorach zawierających wodę destylowaną na dnie i pasma bibuły filtracyjnej w celu zwiększenia powierzchni parowania. Drugą grupę nasion umieszczano w eksykatorze z żelazem krzemionkowym. Po 5 dniach przetrzymywania w temperaturze 25°C nasiona wyjmowano do doświadczeń [17]. Nasiona poddawane ekspozycjom wstępnie infuzowano przez 4 godziny ACT, tj. acetonowym roztworem 0,2% tiuramu i 1 mM CAP, następnie suszono 1 godz. przy obniżonym ciśnieniu [15, 17].

Kiełkowanie nasion

Różnice wzrostu między odmianami odpornymi i wrażliwymi na niskie temperatury występowały najsilniej przy 10°C, przy czym wyniki takich badań laboratoryjnych korelują ze wschodami w polu [21]. Nasiona w grupach po 40 sztuk umieszczano w 11 cm szalkach Petriego zawierających 2 krążki bibuły filtracyjnej Whatman nr 1 i 20 ml wody destylowanej. Nasiona kiełkowały w 10-11°C w komorach KTIK 1250, w których doba składała się z szesnastogodzinnego dnia o nasyceniu światła 12 kiloluksów. Liczbę skiełkowanych nasion podliczano co 24 godziny. Jeżeli korzeń przebił łupinę, uważano że nasienie skiełkowało. Natomiast za żywotne uznano rosnące siewki, z zieleniejącymi liścieniami, bez morfologicznych deformacji korzenia. Rozwój mikroflory oceniano wizualnie, podliczając liczbę kolonii bakteryjnych i grzybowych oraz liczbę nasion brązowiejących, żółknących bądź czerwieniejących wskutek rozwoju mikoz i bakterioz [5].

Wysiewy do gleby

Poletka doświadczalne zlokalizowano we wsi Kwiatkowice (woj. sieradzkie). Glebę w drugim roku po oborniku zasilono (w przeliczeniu na ha) 96 kg N, 288 kg P₂O₅ i 288 kg K₂O. Na dzień przed wysiewem dodano do gleby nitraginę. Liczba brodawek na korzeniach roślin dojrzałych była znikoma; preparat nitraginy polecanej przez producenta (Zakład Przemysłu Rolnego, Wałcz), dla soi, prawdopodobnie nie zawierał wirulentnych szczepów Rhizobium lub dawka N była zbyt wysoka.

Nasiona wysiewano ręcznie na głębokość 2,5 cm w odstępach co 10 cm, w rzędach co 30 cm. Na każde poletko przypadało 400 nasion. Minimalne temperatury w nocy i maksymalne w dzień notował termograf, umieszczony w odległości 10 cm od powierzchni gleby. Nasiona wysiewano w trzech terminach: I-10 IV; II - 29 IV; III - 16 VI. Celem trzeciego wysiewu było zbadanie wpływu infuzji antybiotyków na wschody.

Oznaczanie elektroprzewodnictwa

Grupy 30 nasion umieszczono w 150 ml wody trzykrotnie destylowanej, schłodzonej do 8-9°C. Po 24 godzinach przy 8-9°C oznaczano

elektroprzewodnictwo wód nastoinowych posługując się konduktometrem OK-102/1 [17].

Wigor

Jako wykładnik wigoru (W) przyjęto współczynnik otrzymany przez pomnożenie odsetka skiełkowań normalnych (tj. siewek żywotnych) przez długość przeciętnej dziesięciodniowej siewki, przy czym odsetek skiełkowań normalnych obliczano w stosunku do liczby wysianych nasion. Doświadczenia laboratoryjne powtarzano 2-3-krotnie, stosując po 3-4 powtórzenia za każdym razem.

WYNIKI

Wzrost wigoru nasion po osmokondycjonowaniu lub ekspozycji HRH

Osmokondycjonowanie wyraźnie przyspieszyło kiełkowanie nasion przy jednoczesnym wzroście odsetka siewek żywotnych i spadku stopnia porażenia przez mikroorganizmy (tab. 1). To ostatnie zostało częściowo spowodowane przez obecność tiuramu podczas OK, a częściowo dlatego, iż nasiona po OK wydzielają znacznie mniej cukrów i aminokwasów do środowiska niż nasiona kontrolne (Knypl i Janas, dane nie opublikowane). Wzrost siewek uległ przyspieszeniu, zwłaszcza gdy roztwór PEG zawierał giberelinę (tab. 2). Infuzja tiuramu i CAP nie wpływając na szybkość kiełkowania, przyczyniła się do istotnego zwiększenia liczby siewek żywotnych (tab. 1). Rozwój mikroflory może być czynnikiem decydującym o przeżywalności nasion skiełkowanych.

W wyniku ekspozycji nasion (oprzednio infuzowanych ACT) w atmosferze nasyconej parą wodną najsilniej zwiększyła się liczba siewek żywotnych oraz szybciej nastąpił wzrost hypokotyli. Ekspozycja w atmosferze pozbawionej pary wodnej odbiła się bardzo niekorzystnie na wigorze nasion; liczba siewek żywotnych obniżyła się pomimo infuzji ACT, a wzrost korzenia uległ zahamowaniu (tab. 2).

Nasiona poddane osmokondycjonowaniu zwiększyły masę o około 38% w odniesieniu do masy początkowej. Ekspozycje HRH i LRH spowodowały odpowiednio wzrost o około 9% i spadek o około 2% masy nasion. Ze zmianami tymi ujemnie koreluje spadek (nasiona OK i HRH), lub wzrost (ekspozycja LRH) elektroprzewodnictwa wód

T a b e l a 1

Wpływ osmokondycjonowania (OK) i ekspozycji HRH na kiełkowanie nasion soi w temperaturze 10-11°C

Seria nasion	Dni do siewki (% nasion)		Maksymalne kiełkowanie po 10 dniach	Siewki żywotne (%)	Porażenia przez mikroorganizmy (%)
	50	75			
Osmokondycjonowanie w PEG					
0	4,6 ^a	6,1 ^a	74 ^b	37 ^c	100 ^a
OK	3,5 ^b	4,8 ^b	95 ^a	50 ^b	24 ^b
OK+GA ₃	3,2 ^b	4,5 ^b	95 ^a	50 ^b	8 ^c
OK+K	3,3 ^b	4,5 ^b	90 ^a	50 ^b	15 ^c
OK+GA ₃ +K	2,9 ^b	4,6 ^b	90 ^a	50 ^{ab}	11 ^c
Ekspozycje LRH i HRH*					
0	4,6 ^a	6,1 ^a	80 ^b	50 ^b	3 ^d
LRH	4,8 ^a		62 ^c	35 ^c	7 ^c
HRH	3,3 ^b	3,9 ^c	95 ^a	66 ^a	3 ^d

0 - nasiona kontrolne.

a-d - P = 0,05.

* - nasiona wstępnie infuzowane ACT.

T a b e l a 2

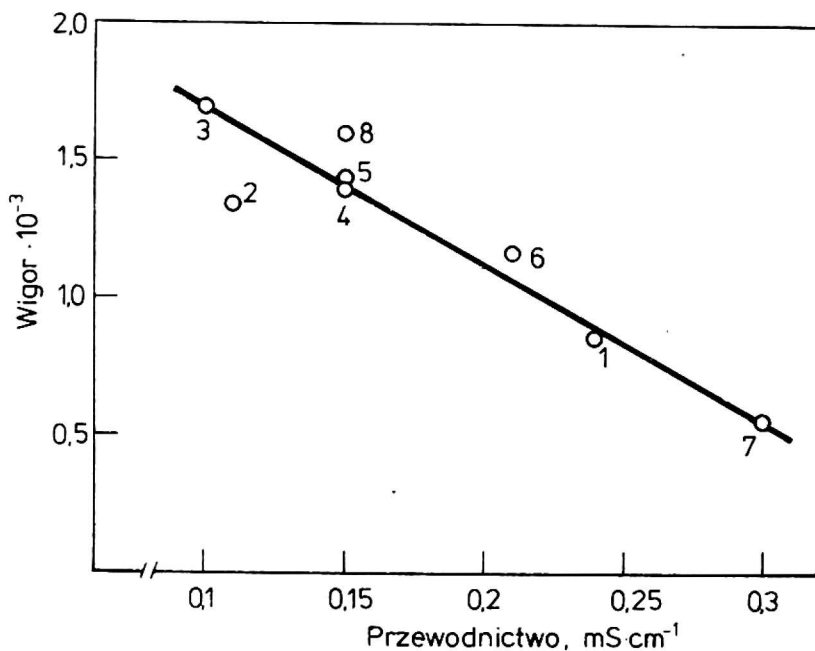
Wpływ osmokondycjonowania i ekspozycji HRH na wzrost siewek soi w temperaturze 10-11°C

Seria nasion	Długość (mm \bar{x} + S.E.)		Wigor
	hypokotyl	korzeń	
1	2	3	4
Osmokondycjonowanie w PEG			
0	5,1 ± 0,4 ^d	18,1 ± 1,1 ^c	855 ^d
OK	6,4 ± 0,3 ^c	19,9 ± 0,8 ^b	1320 ^b
OK+GA ₃	11,4 ± 0,8 ^a	22,4 ± 0,8 ^a	1690 ^a
OK+K	6,6 ± 0,4 ^c	21,5 ± 0,8 ^{ab}	1410 ^b
OK+GA ₃ +K	8,4 ± 0,5 ^b	17,4 ± 0,8 ^c	1420 ^b

T a b e l a 2 (cd.)

1	2	3	4
Ekspozycje LRH i HRH			
iO	$5,0 \pm 0,5^d$	$18,3 \pm 0,8^c$	1165^c
LRH	$4,8 \pm 0,4^d$	$11,0 \pm 0,6^d$	550^e
HRH	$6,1 \pm 0,3^c$	$18,1 \pm 0,6^c$	1600^a

nastoinowych (rys. 1). Stwierdzono występowanie odwrotnej korelacji między wigorem nasion soi [17] i innych gatunków [31] oraz



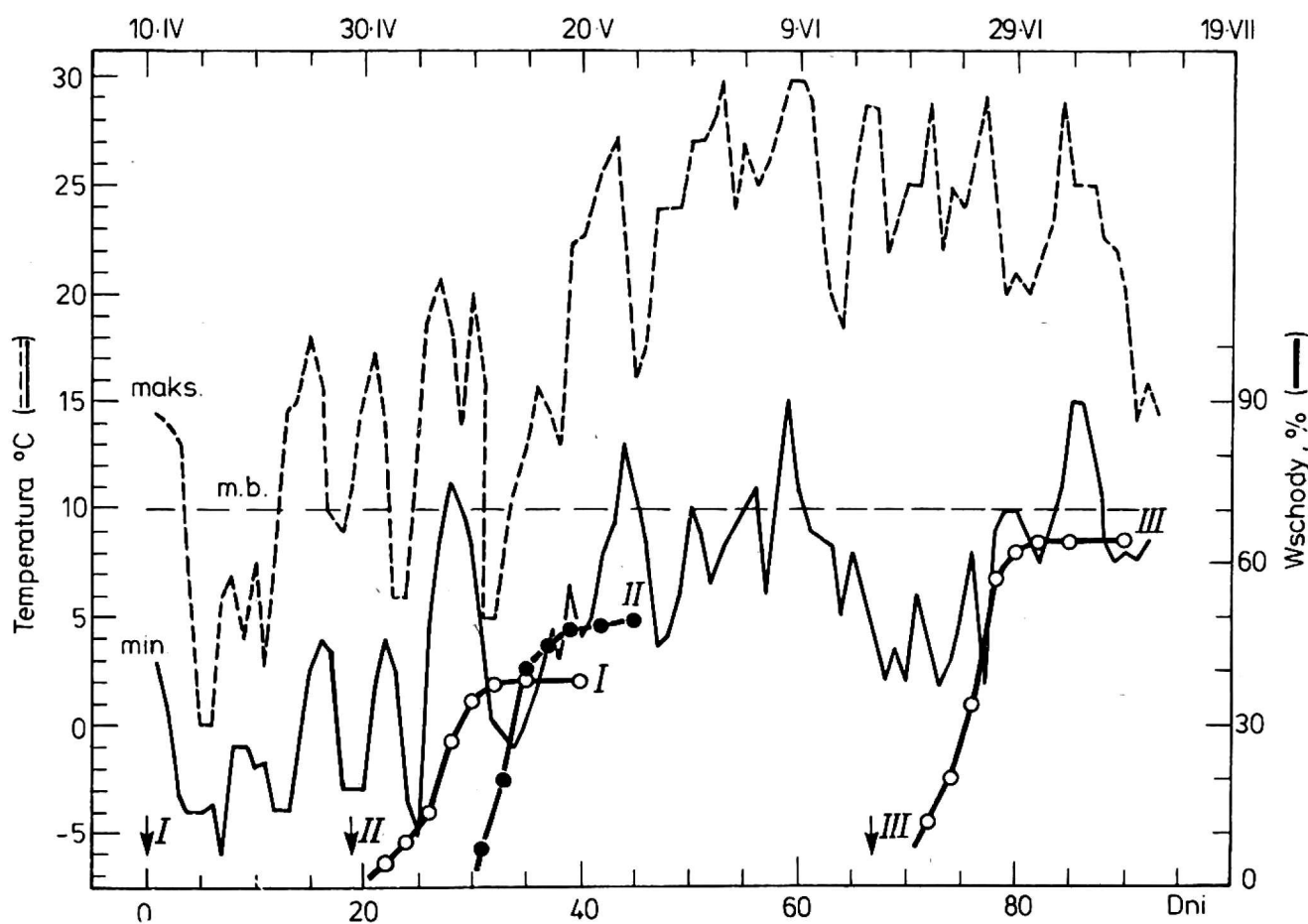
Rys. 1. Zależność między współczynnikiem wigoru nasion soi i elektroprzewodnictwem wód nastoinowych. Wigor (% skiełkowań normalnych x mm długości siewki) obliczano po 10 dniach wzrostu w temp. 10-11 °C. Przewodnictwo wód nastoinowych (8-9 °C) mierzono jak opisano w "Materiałach i metodach" Seria nasion: 1, 0; 2, OK; 3, OK+GA₃; 4, OK+K; 5, OK+GA₃+K; 6, iO; 7, LRH; 8, HRH. Pozostałe uwagi jak przy tab. 1 i 2

nią długość całej siewki. Zależność między tak wyliczonym indeksem wigoru i elektroprzewodnictwem wód nastoinowych jest prosta (rys. 1).

elektroprzewodnictwem wód nastoinowych [24, 30]. Trudno jest znaleźć uniwersalny i prosty wskaźnik wigoru nasion, ponieważ samo pojęcie wigoru nie jest precyzyjne [9, 18, 31]. Abdul-Baki i Anderson [1] proponowali przyjąć jako miarę wigoru nasion soi iloczyn odsetka normalnych skiełkowań przez średnią długość hypokotyli. Nasze obserwacje dowodzą, iż u odmian soi odznaczających się słabym wigorem przede wszystkim ulega zahamowaniu wzrost korzenia, jeżeli nasienie już skiełkuje. Wydaje się, iż lepszą miarą wigoru jest współczynnik uwzględniający śred-

Wpływ OK i HRH na wzrost roślin w warunkach polowych

Ponieważ celem doświadczeń było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy OK lub ekspozycje HRH wzmogą wigor nasion, postanowiono dokonać pierwszego wysiewu z około trzytygodniowym wyprzedzeniem w stosunku do terminów zalecanych dla soi [3]. Dni w pierwszej dekadzie kwietnia 1978 r. były stosunkowo ciepłe. Wysiewu dokonano 10 kwietnia. Jednak tuż po wysiewie temperatury gwałtownie spadły, w ciągu dnia wystąpiły opady śnieżne, nocą przymrozki do -5°C (rys. 2). Cały sezon wegetacyjny był chłodny i deszczowy.



Rys. 2. Minimalne temperatury nocy i maksymalne temperatury dnia w ciągu pierwszych 100 dni hodowli soi w warunkach naturalnych oraz kinetyka wschodów nasion kontrolnych z wysiewów I-III; strzałki - czas wysiewu

Wystąpiła odwrotna korelacja między szybkością [20] i odsetkiem wschodów z jednej strony, a temperaturą w dniach poprzedzających wschody z drugiej strony (rys. 2). Osmokondycjonowanie i ekspozycja HRH przyspieszyły i zwiększyły wschody nasion z I wysiewu (tab. 3). Przy II wysiewie wschody nasion kontrolnych były wyższe. W tym przypadku również zaobserwowano wzrost odsetka wschodów nasion po OK. Nie było natomiast różnic we wschodach między nasionami kontrolnymi i nasionami eksponowanymi w HRH (tab. 3).

Wpływ osmokondycjonowania i ekspozycji HRH na wschody soi w I i II terminie siewu

Seria	Maksymalne wschody (%)		Rośliny dojrzałe (%)	
	I siew	II siew	I siew	II siew
Osmokondycjonowanie w PEG				
0	38	45	33	40
OK	50	55	35	51
OK+GA ₃	54	65	36	40
OK+K	60	67	49	52
OK+GA ₃ +K	48	60	39	32
Ekspozycje LRH i HRH				
i0	46	45	33	40
LRH	15	30	13	27
HRH	63	46	48	44

Młode rośliny wykazywały objawy silnego porażenia [3] przez mikroflorę (mozaika, kędzierzawość i nekrozy liści, zamieranie apikalnego stożka wzrostu i zasychanie liści), zwłaszcza przy siewie w II terminie. Zidentyfikowano septoriozę liści (*Septoria glycineum* T. Hemm); zgorzel bakteryjną (*Bacterium glycineum* Coerper), fusariozę wschodów, zgniliznę szyjki korzeniowej (*Scerotium rolfsii* Sacc.) oraz zgorzel korzeniową (*Phytium debaryanum* Hasse). W związku z tym wiele roślin wypadło. Z pierwszego wysiewu dojrzało 33-44% roślin w odniesieniu do 100% nasion wysianych. Wyjątek stanowiły nasiona osmokondycjonowane w obecności kinetyny. Substancja ta wzmogła wschody do 60 i 67% w I i II wysiewie, przy czym dojrzało 50% roślin. Bardzo znaczący wzrost przeżywalności przy I wysiewie spowodowała również ekspozycja nasion w HRH (tab. 3). Ekspozycja nasion w atmosferze pozbawionej pary wodnej powodowała silne osłabienie wschodów i spadek odsetka przeżywalności (tab. 3).

Osmokondycjonowanie nasion pobudziło wzrost łodyg roślin z I wysiewu. Istotną, aczkolwiek słabszą stymulację stwierdzono również w przypadku roślin z II wysiewu. W obu wysiewach pobu-

dzony został wzrost liści. Ekspozycja HRH nie wpływając na wzrost łodyg spowodowała wzrost liści (tab. 4).

T a b e l a 4

Wpływ osmokondycjonowania i ekspozycji HRH na wysokość roślin, powierzchnię IV liścia i liczbę zawiązanych strąków po 110 dniach wegetacji

Seria	Wysokość roślin (cm)		Powierzchnia IV liścia (cm ²)		Liczba zawiązanych strąków	
	I siew	II siew	I siew	II siew	I siew	II siew
Osmokondycjonowanie w PEG						
0	26 ^c	21 ^b	51 ^d	48 ^d	5,1	3,0
OK	36 ^a	25 ^a	96 ^a	75 ^{ab}	8,4	4,2
OK+GA ₃	37 ^a	26 ^a	99 ^a	81 ^a	9,3	6,3
OK+K	31 ^b	25 ^a	75 ^c	71 ^b	7,1	5,3
Ekspozycje LRH i HRH						
i0	24 ^c	20 ^{bc}	51 ^d	48 ^d	5,1	3,1
LRH	23 ^c	19 ^c	50 ^d	48 ^d	4,3	2,3
HRH	25 ^c	20 ^{bc}	71 ^c	60 ^c	6,0	4,3

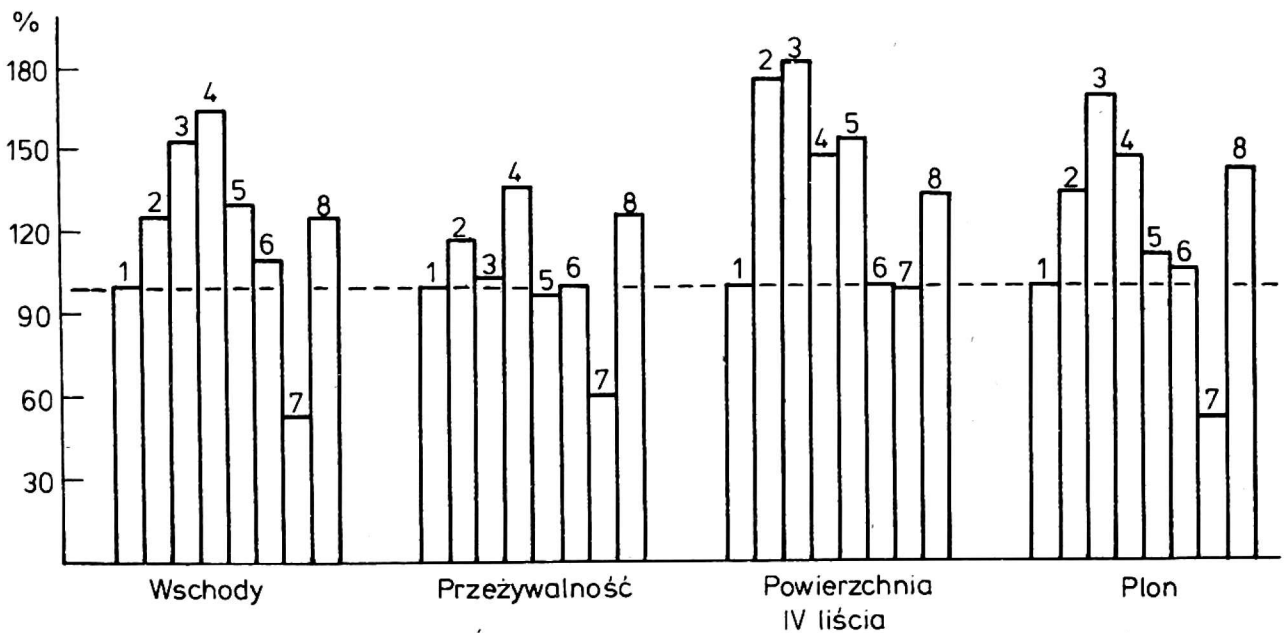
Zwraca uwagę fakt, iż rośliny z wysiewu w I terminie były wyższe niż rośliny z II wysiewu, przy czym te pierwsze zawiązały więcej strąków. Różnice te mogły być spowodowane nie tylko silniejszym porażeniem roślin z II wysiewu przez mikroflorę, lecz również przez dłuższy okres działania dnia krótkiego, jakiemu poddane zostały rośliny z wysiewu w terminie I.

Słabszemu wzrostowi roślin z II wysiewu towarzyszył niższy plon. Nadmienić należy, iż urodzaj nasion w 1978 r. był wyjątkowo niski. Z wysiewu I zebrano około 7 nasion, a z II - około 4 nasiona w przeliczeniu na jedną roślinę kontrolną (tab. 5). OK i ekspozycje HRH nieznacznie zwiększyły liczbę nasion na roślinę, OK w obecności GA₃ spowodowało stosunkowo silny wzrost liczby nasion z jednej rośliny (tab. 5).

Osmokondycjonowanie i ekspozycja HRH podwyższyły plony całkowite z poletka średnio z obu zbiorów o 32% (OK), 42% (HRH), 69% (OK+GA₃) i 47% (OK+K). Zwraca uwagę, iż efekty działania GA₃ i kinetyny zastosowanych łącznie nie były addytywne, ponieważ wzrost

Wpływ osmokondycjonowania i ekspozycji HRH na plon soi w warunkach naturalnych

Seria nasion	Liczba nasion z rośliny		Liczba nasion z poletka	
	I siew	II siew	I siew	II siew
Osmokondycjonowanie w PEG				
0	6,8 ^c	3,7 ^d	818	622
OK	8,5 ^b	4,2 ^c	1224	790
OK+GA ₃	11,0 ^a	6,6 ^a	1540	1030
OK+K	7,0 ^c	4,3 ^c	1370	880
OK+GA ₃ +K	7,2 ^c	5,1 ^b	1120	610
Ekspozycje LRH i HRH				
i0	7,1 ^c	4,0 ^{cd}	937	672
LRH	6,8 ^c	4,0 ^{cd}	354	432
HRH	7,3 ^c	4,1 ^{cd}	1400	790



Rys. 3. Wpływ osmokondycjonowania lub przedsięwziętej ekspozycji nasion soi w HRH na rozwój soi w warunkach naturalnych. Wyniki w ramach każdej grupy przedstawiono jako odsetki kontroli (nasiona nie traktowane) przyjętej za 100%. Przedstawiane dane stanowią średnie z wysiewów I i II; 1 - 0, 2 - OK, 3 - OK + GA, 4 - OK + K, 5 - OK + GA + K, 6 - i0, 7 - LRH, 8 - HRH

plonów w serii OK+GA₃+K wyniósł tylko 12% (rys. 3). Ekspozycja LRH obniżyła plon nasion o połowę (rys. 3).

Celem wysiewu w III terminie było sprawdzenie, czy CAP można bezpiecznie stosować do infuzji nasion. Stwierdzono, iż rośliny wyhodowane z nasion infuzowanych tym antybiotykiem wykazują słabszy wzrost łodygi (tab. 6). Zahamowanie wzrostu łodygi nie mogło być spowodowane hamowaniem biosyntezy białek w chloroplastach przez CAP [29], ze względu na znikome ilości antybiotyku zaadsorbowanego na nasionach podczas infuzji. Nie jest wykluczone, iż CAP zahamował wzrost bakterii pożytecznych dla rośliny. Zagadnienie to wymaga dalszych badań. Dobre zabezpieczenie nasion przed inwazją szkodliwych bakterii stanowi infuzja penicyliny (tab. 6). Potencjalnie szkodliwe działanie CAP można natomiast zniwelować jednoczesną infuzją kinetyny [18].

T a b e l a 6

Wpływ infuzji antybiotyków i tiuramu do suchych nasion soi na wschody i wzrost roślin w warunkach naturalnych wysianych w III terminie *

Infuzja	50% wschodów (dni)	Maksymalne wschody (%)	Wysokość roślin po 61 dniach od wysiewu
O	7,4	64	24
APT	6,2	73	24
ACPT	6,2	75	19
A	7,4	64	22

*Nasiona infuzowano przez 4 godziny 0,7% acetonowym roztworem tiuramu zawierający 1 mM chloramfenikolu i 1200 U ml⁻¹ penicyliny G.

DYSKUSJA

Analizowane nasiona zawierały 9,5% wody w przeliczeniu na suchą masę. Była to wilgotność sprzyjająca przechowywaniu nasion [3, 20], ale zbyt niska do skiełkowania, ponieważ optymalna zawartość wody w nasieniu przed siewem wynosi 13-14% [12]. Nasiona zbyt suche są bardzo wrażliwe na uszkodzenia fizjologiczne, powodowane pęcznieniem w niskich temperaturach - siewki przeżywają w niewielkim stopniu, wolniej rosną, gorzej plonują [9, 22, 23]. Wyniki obecnych badań z nasionami soi odmiana Warszawska potwier-

dzają słusność powyższych spostrzeżeń. Nasiona po utracie 2% wody spowodowanej ekspozycją w LRH cechował niski wigor.

Poprawienie wschodów oraz wzrost plonów o 40% po ekspozycji HRH dowodzą, iż doprowadzenie wilgotności nasion do odpowiedniej wartości przed siewem ma ogromne znaczenie [25]. Po ekspozycji HRH, a więc po zabiegu bardzo prostym (wilgotność w przeliczeniu na suchą masę wynosi około 20%), nasiona stają się odporniejsze na działanie niskich temperatur podczas pęcznienia, wydzielają mniej elektrolitów, aminokwasów i cukrów do wód nastoinowych; stają się tym samym mniej podatne na porażenie przez mikroflorę. Nie ulega wątpliwości, iż podwyższenie wilgotności suchych nasion prowadzi do wzrostu stopnia zintegrowania membran cytoplazmatycznych, tj. do przywrócenia im cechy selektywnej przepuszczalności dla jonów i substancji organicznych [17, 27].

Nasiona soi Acme i Chippewa 64 z suboptymalną zawartością wody kiełkowały prawie normalnie przy temperaturze 25°C [12]. Dodatkowo działanie przedsięwziętej ekspozycji HRH będzie więc tym wyraźniejsze, im niższe będą temperatury podczas pęcznienia nasion. Wyjaśnia to, dlaczego korzystniejsze wyniki po ekspozycji HRH obserwowano przy wysiewie w I terminie, gdy temperatury nocą spadały do -5°C (rys. 2), niż przy wysiewie w II terminie, gdy temperatura gleby wzrosła.

Wydaje się, iż dla nasion korzystne jest, gdy w chwili wysiewu zawierają one więcej wody niż 13-14%. Przemawia za tym fakt szczególnie silnego spadku elektroprzewodnictwa wód nastoinowych po OK. Stwierdzono, iż podczas OK zachodzą duże zmiany biochemiczne w nasionach sałaty, cebuli i grochu [16]. Aktywacja metaboliczna zachodzi również w osmokondycjonowanych nasionach soi (Knypl i Radziwonowska-Jóźwiak, dane nie opublikowane). Ta wcześniejsza aktywacja metaboliczna może w pewnej mierze mieć wpływ na wzrost wigoru nasion, a tym samym pośrednio, na wzrost plonów. Możliwość łatwego wprowadzania do nasion substancji czynnych, m.in. fitohormonów, stanowi dodatkową zaletę metody osmokondycjonowania.

GA₃ i kinetyna wprowadzone do nasion z roztworu PEG silnie pobudzają wzrost siewek i roślin, przy czym GA₃ zwiększa liczbę strąków a kinetyna - odsetek przeżywalności. W obu przypadkach prowadzi to do wzrostu plonów całkowitych o 50-70%. Nie ma jednak prostej zależności między wschodami i wzrostem młodych

siewek z jednej strony, a plonem - z drugiej. Giberelina przy niewłaściwym dawkowaniu może zbyt silnie pobudzić wzrost, osłabiając system korzeniowy. Należy przeprowadzić bardziej wnikliwe badania nad dobraniem właściwych proporcji cytokinin i giberelin. Szczególnie korzystnych efektów można spodziewać się po stosowaniu cytokinin, wzmagających odporność roślin na działanie wielu czynników stresogennych [14].

Każdy z fitohormonów, stosowany osobno podczas OK, przyspieszył wschody (rys. 3). Nie można zapominać, iż dobre wschody stanowią warunek sine qua non dobrego plonowania, nie mogą przesądzać o plonach. Wyniki tej pracy dowodzą, iż zwiększone wschody spowodowane osmokondycjonowaniem w połączeniu z zastosowaniem regulatorów wzrostu, mogą pociągnąć za sobą zwiększone wypadki młodych siewek. Tak też się stało. Wyjątek stanowiły siewki wyhodowane z nasion poddanych działaniu kinetyny. Osmokondycjonowanie pozwala więc skiełkować nasionom słabszym. Należy zadbać, aby w późniejszym okresie siewki te miały szansę dalszego rozwoju. Warunki klimatyczne w 1978 r. były wyjątkowo niekorzystne dla soi, stanowiły więc ostry czynnik selekcyjny. Jednak główną przyczynę wypadów stanowiły choroby wirusowe, bakteryjne i grzybowe. Wysokie plony można otrzymać stosując materiał nasienny:

- a) odporny na fitopatogenne mikroorganizmy,
- b) należycie przygotowany do siewu przez doprowadzenie zawartości wody do poziomu optymalnego,
- c) wzmocniony dawką fitohormonów stymulujących procesy aktywacyjne w nasieniu,
- d) zabezpieczony przed rozwojem patogenów w czasie kiełkowania w glebie drogą infuzji fungicydów i antybiotyków,
- e) odpowiednio wcześniej wysiany do gleby właściwie nawiezionej i zaszczepionej wirulentnymi szczepami *Rhizobium*.

Poprzednio stwierdzono występowanie korelacji między elektroprzewodnictwem wód nastoinych a wigorem nasion soi, mierzonym jako zdolność do kiełkowania w obniżonych temperaturach w połączeniu ze wzrostem korzeni i hypokotyli [17]. Wyniki tej pracy dowodzą, iż indeks wigoru dobrze koreluje z elektroprzewodnością wód nastoinowych oraz ze wschodami w polu (rys. 1). Pomiar elektroprzewodności wód nastoinych można wykorzystać tym samym jako prosty test pozwalający przewidywać zachowanie się różnych odmian soi w warunkach naturalnych, tj. przy niskich temperaturach i wysokiej wilgotności gleby.

WNIOSKI

1. Dóbrzym indeksem wigoru nasion soi w odniesieniu do temperatur bliskich minimum biologicznego jest iloczyn odsetka skiełkowań normalnych i długości siewki (mm). Współczynnik ten koreluje ze wschodami w polu. Elektroprzewodnictwo wód nastoinowych może być wykorzystywane jako szybki test do prognozowania wschodów soi w warunkach naturalnych.

2. Dobre wschody soi uzależnione są od właściwej zawartości wody w nasionach, nie niższej od 13-14%. Osmotyczne prekondycjonowanie (OK) lub ekspozycja w atmosferze nasyconej parą wodną przyspieszają wschody, wzrost roślin oraz zwiększają plony. Dodanie kinetyny lub GA_3 do roztworu PEG podczas OK dodatkowo zwiększa plony, przy czym GA_3 podwyższa liczbę zawiązanych strąków na roślinie a kinetyna obniża odsetek wypadów.

3. Infuzja fungicydów i antybiotyków zmniejsza stopień porażenia nasion przez mikroflorę.

4. Potrzebne są dalsze badania nad podwyższeniem wigoru nasion soi zabiegami przedsewnymi, zwłaszcza nad dobraniem optymalnych dawek fitohormonów podczas osmokondycjonowania.

Serdecznie dziękuję dr Barbarze Federowskiej (IHAR, Radzików) za nasiona soi, oraz dr Krystynie Janas i pani Annie Majchrzak za pomoc przy wykonywaniu analiz. Praca ta została sfinansowana przez IHAR Radzików w ramach problemu PR-4/D 02.03.

LITERATURA

1. Abdul-Baki A. A., Anderson J. D.: Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Sci.* 13, 630-633, 1973.
2. Akalehiywoł T., Bewley J. D.: Promotion and synchronization of cereal grain germination by osmotic treatment with polyethylene glycol. *J. Agric. Sci. Camb.* 89, 503-506, 1977.
3. Czerwiński E.: Soja. PWRiL, Warszawa 1951.
4. Delouche J. C.: Influence of moisture and temperature levels on germination of corn, soybeans and watermelons. *Proc. Assoc. Off. Seed Analysts* 43, 117-126, 1953.
5. Dykstra T. P.: Production of disease-free seeds. *Bot. Rev.* 27, 445-500, 1961.
6. Gilman D. F., Fehr W. R., Burris J. S.: Temperature effects on hypocotyl elongation in soybeans. *Crop Sci.* 13, 246-249, 1973.
7. Hatfield J. L., Egli D. B.: Effect of temperature on the rate of soybean hypocotyl elongation and field emergence. *Crop Sci.* 14, 423-426, 1974.

8. Heydecker W.: Germination of an idea: The priming of seeds. Univ. Nottingham School Agr. Rep. 1973/1974: 50-67, 1974.
9. Heydecker W.: Stress and seed germination: An agronomic view. Khan A. A. (red.) The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. North-Holland Publ. Co., 237-282 Amsterdam, New York, Oxford 1977.
10. Heydecker W., Higgins J., Gulliver R. L.: Accelerated germination by osmotic seed treatment. Nature (Lond.) 246, 42-44, 1973.
11. Heydecker W., Higgins J., Turner Y.J.: Invigoration of seeds? Seed Sci. Technol. 3, 881-888, 1975.
12. Hobbs P. R., Obendorf R. L.: Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. Crop Sci. 12, 664-667, 1972.
13. Holmberg S. A.: Soybeans for cool temperature climates. Agr. Hort. Genetica 31, 1-20, 1973.
14. Khan A. A.: Preconditioning, germination and performance of seeds. Phan A. A. (red.) The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination, North-Holland Publ. Co. 283-316 Amsterdam, New York, Oxford 1977.
15. Khan A. A., Knypl J. S.: Increased germination of seeds under stress by growth regulator infusion, osmotic preconditioning and a combination of the two methods. Plant Physiol. 39, S33, 1977.
16. Khan A. A., Tao K. L., Knypl J.S., Borkowska B., Powell L.E.: Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. Hort. Sci. (w druku).
17. Knypl J. S.: Conductivity of seed leachates as an indicator of vigour in soybean, *Glycine max* (L.) Merr. Acta Soc. Bot. Pol. (w druku).
18. Knypl J. S.: Podwyższanie wigoru nasion metodą infuzji substancji czynnych z rozpuszczalników organicznych. Kosmos Ser.A (w druku).
19. Knypl J. S., Khan A. A.: Przyspieszenie kiełkowania i wzrostu soi w niskich temperaturach przez wstępne traktowanie stężonymi roztworami glikolu polietylenowego. Zesz. Probl. Rocz. Nauk Roln. (w druku).
20. Lityński M.: Biologiczne podstawy nasiennictwa, 102-103, PWRiL, Warszawa 1977.
21. Littlejohns D. A., Tanner J. W.: Preliminary studies on the cold tolerance of soybean seedlings. Can. J. Plant Sci. 56, 371-375, 1976.
22. Obendorf R. L., Hobbs P. R.: Effect of seed moisture on temperature sensitivity during imbibition of soybean. Crop Sci. 10, 563-566, 1970.
23. Orphanos P. I., Heydecker W.: On the nature of the soaking injury of *Phaseolus vulgaris* seeds. J. Exp. Bot. 19, 770-784, 1968.
24. Perry D.A.: Seed vigour and field establishment. Hort. Abstr. 42, 334-342, 1972.
25. Pollock B. M.: Imbibition temperature sensitivity of lima bean seeds controlled by initial seed moisture. Plant Physiol. 44, 907-911, 1969.
26. Samimy C., LaMotte C. E.: Anomalous temperature dependence of seedling development in some soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars. Plant Physiol. 58, 786-789, 1976.
27. Simon E. W., Raja Harun R.M.: Leakage during seed imbibition. J. Exp. Bot. 23, 1076-1085, 1972.

28. Szyrmer J., Federowska B.: Kierunki badań w biologii i hodowli soi. Biul. IHAR 3/4, 3-8, 1975.
29. Vazques D.: Inhibitors of protein synthesis. FEBS Letters 40 Suppl., S63-S84, 1974.
30. Woodstock L. W.: Physiological and biochemical tests for seed vigour. Seed Sci. Technol. 1, 127-157, 1973.
31. Woyke H., Ostrzycka J., Paszkowska I.: Nowe metody oceny wartości siewnej nasion grochu. Biul. IHAR 5/6, 115-117, 1973.

Я. С. Кныплъ

ПОВЫШЕНИЕ ВСХОДОВ И УРОЖАЯ СОИ ПУТЕМ ОСМОКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ СЕМЯН
В РАСТВОРЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГЛИКОЛЯ С ПРИБАВКОЙ ФИТОГОРМОНОВ
ИЛИ ДЕРЖАНИЯ ИХ В НАСЫЩЕННОЙ ВОДНЫМ ПАРОМ АТМОСФЕРЕ

Р е з ю м е

Исследовали влияние предпосевного осмокondиционирования (ОК) семян сои (*Glycine max* (L.) Merr., сорта Варшавская), или держания их в насыщенной водным паром атмосфере (НН) на прорастание семян и рост сеянцев в температуре 10-11°C, а также на всходы, рост и урожай растений в полевых условиях. Установлено, что ОК и НН повышали жизнеспособность семян и рост сеянцев в низких температурах, тогда как держание в обезвоженной атмосфере (LRH) сильно снижало жизнеспособность семян. Наблюдалась прямая отрицательная корреляция между жизнеспособностью семян выраженной как процент нормального прорастания x мм длины сеянца и электропроводимостью настоящих растворов.

ОК и НН ускоряли как всходы в нормальных условиях так и рост сеянцев, что давало в результате около 40%-ную прибавку урожаев. Кинетин добавленный во время осмокondиционирования сильно повышал жизнеспособность семян, снижая отпады, тогда как гиббереллин повышал число бобов на растении. Кинетин и GA_3 в сочетании с ОК повышали урожай соответственно на 47 и 69%. Физиологические последствия ОК и НН были тем заметнее, чем раньше был срок сева. Настой фунгицидов и антибиотиков из ацетона снижал степень поражения семян микрофлорой ослабевающей их жизнеспособность.

J. S. Knypl

INCREASE OF SPROUTS AND YIELDS BY OSMOCONDITIONING OF SEEDS
IN THE POLYETHYLENE GLYCOL SOLUTION AT ITS SUPPLEMENTATION
WITH PHYTOHORMONES OR THEIR KEEPING
IN WATER-VAPOUR SATURATED ATMOSPHERE

S u m m a r y

The effect of pre-sowing osmoconditioning (OC) of soybean (*Glycine max* (L.) Merr., of the Warszawska variety) seeds or their keeping in the water-vapour saturated atmosphere (HRH) on the ger-

mination of seeds and the growth of seedlings at the temperature of 10-11°C and on sprouting, growth and yielding of plants under field conditions was investigated. It has been proved that OC and HRH led to an increase of the vigour of seeds and growth of seedlings at low temperatures, whereas keeping in the dewatered atmosphere (LRH) resulted in a strong decrease of the seed vigour. A straight negative correlation was observed between the vigour expressed as percent of normal sprouts x mm of the seedling length and that as electric conductivity of seed leachates.

OC and HRH accelerated both sprouts under natural conditions and growth of seedlings, what resulted in an about 40%-tual yield increment. Kinetine added during the osmoconditioning process strongly increased the vigour of seedlings, reducing fallouts, whereas giberelline resulted in an increase of the number of pods per plant. Kinetine and GA₃ connected with OC increased the yields by 47 and 69%, respectively. Physiological consequences of OC and HRH were the more distinct, the earlier was the sowing date. Infusion of fungicides and antibiotics from acetone reduced the degree of seed infestation by microflora, weakening the vigour of seeds.