

WŁADYSŁAW BARZDAJN

**Wpływ chemicznych związków nowozowych
na kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej
(*Pinus sylvestris* L.)**

Влияние химических удобрений на прорастание семян сосны
обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Influence of chemical compounds of fertilizers on the germination
of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed

WSTĘP

Zagadnienie określone w tytule nie jest do tej pory dostatecznie rozpoznane. Wiedza ta ma znaczenie w szkółkarstwie leśnym. W poprzedniej pracy (1) stwierdzono zależny od stężenia roztworu wpływ mocznika, chlorku sodowego i saletry potasowej na kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej. W niewysokich stężeniach (0,02 M i 0,05 M) nie obserwowano znacniejszego ujemnego działania tych związków. Saletra potasowa stymulowała kiełkowanie. Wyższe stężenia były dla nasion szkodliwe. W kolejnej pracy postanowiono wypróbować działanie większej liczby substancji mogących znajdować się w nawozach mineralnych.

METODYKA

Zamierzone prace wykonano w trzech etapach. W pierwszym z nich przeprowadzono kolejno dwa takie same doświadczenia, różniące się tylko jakością użytych w nich nasion. Testowano w nich dziewięć związków mineralnych, włączając dodatkowo sacharozę. Każdy związek zastosowano w dwóch stężeniach roztworów wodnych: 0,01 M i 0,02 M. Wszystkie obiekty doświadczalne wymieniono w tab. 1. Badanymi roztworami nasycano bibułę filtracyjną umieszczoną w płytkach Petriego. Do każdej płytki wysiano 50 nasion. Dla każdego obiektu przygotowano 5 płytek. Ustawiono je w cieplarni, w 5 kompletnych blokach. Temperatura w cieplarni wynosiła 26°C.

W drugim etapie testowano działanie pylistych nawozów fosforowych: superfosfatu prostego 18% i mączki fosforytowej. Nawozami tymi opylono nasiona na sucho. Po odsypaniu nadmiaru nawozów nasiona wysiano do

kielkownika Jacobsena w próbach liczących po 100 nasion, w pięciu powtórzeniach.

W trzecim etapie kiełkowanie przeprowadzono na substratach, którymi były: gleba z warstwy ornej szkółki, wytworzona z piasku luźnego, ziemia kompostowa (kompost liściowy) oraz surowy torf wysoki. Badane nawozy mieszano dokładnie z substratem. Nawozy fosforowe dodatkowo umieszczano w bezpośrednim sąsiedztwie nasion. Przeprowadzono dwa takie same doświadczenia. Pierwsze założono natychmiast po wymieszaniu nawozów z substratami, następne po 28 dniach od wymieszania. Dawki nawozów ustalono tak, aby wyniosły one dla P_2O_5 — 11 mg/100 g suchej masy gleby a dla K_2O i N — 16 mg/100 g suchej masy gleby. Do kompostu i do torfu dodano takie same ilości nawozów jak do gleby o takiej samej nasypowej objętości. Wyniosły one dla P_2O_5 — 0,1650 mg/l, a dla K_2O i N — 0,238 mg/l. Są to skrajnie wysokie dawki, jakie teoretycznie można stosować w szkółkach leśnych, kierując się „Wytycznymi nawożenia szkółek leśnych” (2). Zestawienia wszystkich obiektów doświadczalnych znajdują się w tab. 5 i 6. Przy obliczaniu dawek poszczególnych nawozów fosforan amonowy traktowano jako nawóz fosforowy, a saletrę potasową jako nawóz potasowy, pomimo tego że oba te nawozy zawierają też azot w ilości 18% i 14%. Przygotowanymi substratami napełniano doniczki o średnicy 8 cm, po 4 dla każdego obiektu. Do każdej doniczki wysiano 100 nasion, przykrywając je cienką warstwą substratu. Doniczki nakryto płytkami szklanymi. Ustawiono je w 4 blokach na stołach laboratoryjnych. Kiełkowanie odbywało się w temperaturze pokojowej, bez kontroli jej przebiegu.

WYNIKI

W doświadczeniach nad wpływem roztworów na kiełkowanie, przeprowadzonych w cieplarni, kontrolę kiełkowania wykonywano codziennie w ciągu 14 dni. Na podstawie otrzymanych wyników określono standardowe charakterystyki: energię kiełkowania (po 7 dniach), zdolność kiełkowania (po 14 dniach) oraz średni czas kiełkowania. Wyniki kiełkowania zestawiono w tab. 1. Opracowano je z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczenia wielokrotnego, założonego metodą bloków kompletnie losowanych (tab. 2). Przez odjęcie sumy kwadratów dla obiektu kontrolnego od sumy kwadratów dla obiektów możliwe było określenie znaczenia dla kiełkowania testowanych związków chemicznych, ich stężeń oraz interakcji związków ze stężeniami. Wynik każdego obiektu porównano z wynikiem obiektu kontrolnego przez zastosowane kontrastów ortogonalnych. Wyniki porównań zaznaczono w tab. 1. Wobec braku istotnej interakcji doświadczeń z obiektami w wypadku energii i zdolności kiełkowania (tab. 2) porównania te można było przeprowadzić dla obu doświadczeń jednocześnie. W wypadku średniego czasu kiełkowania, wykazującego istotną wielkość omawianej interakcji, porównania przeprowadzono oddzielnie dla każdego doświadczenia.

Badane związki nawozowe w zastosowanych stężeniach nie obniżyły istotnie energii i zdolności kiełkowania nasion. Ponownie stwierdzono sty-

Wpływ roztworów wodnych niektórych związków chemicznych na kiełkowanie „gorszych” (I) i „lepszych” (II) nasion sosny zwyczajnej

Oznaczenie obiektu		Energia kiełkowania %		Zdolność kiełkowania %		Średni czas kiełkowania dni	
Związek	Stężenie molowe	I	II	I	II	I	II
		(NH ₄)H ₂ PO ₄	0,01	23,60	37,60	40,00	66,40
	0,02	22,0	38,80	38,40	62,40	8,06--	7,24--
NaCl	0,01	20,40	54,80	31,20	72,80	6,85	6,22
	0,02	20,40	49,60	34,80	70,80	7,08	6,48
KNO ₃	0,01	29,20	58,00	39,60	76,40	5,61	5,85+
	0,02	32,40	65,60++	54,00	82,80++	7,21	5,97
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,01	24,40	49,60	37,20	72,80	6,52	6,37
	0,02	28,00	44,00	41,60	61,60	6,55	6,33
Sacharoza	0,01	22,00	51,20	31,60	66,00	6,07	6,07
	0,02	17,60	55,60	32,80	76,00	7,60	6,45
KCl	0,01	21,20	52,00	26,80	71,20	5,29	6,31
	0,02	21,20	54,80	41,20	69,20	8,06--	5,90+
CO(NH ₂) ₂	0,01	23,60	49,20	28,80	71,60	5,01	6,60
	0,02	32,40	54,40	38,80	78,40	5,35	6,62
NH ₄ NO ₃	0,01	26,00	55,20	40,00	74,40	6,04	6,32
	0,02	26,40	52,80	36,80	68,40	5,61	6,01
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,01	24,80	50,80	36,40	67,20	6,42	6,33
	0,02	26,80	42,80	46,80	66,00	7,30	6,75
K ₂ SO ₄	0,01	27,60	48,80	39,20	68,40	6,11	6,37
	0,02	22,00	46,00	38,00	65,60	7,11	6,74
Kontrola	Woda	24,80	47,20	33,60	71,60	5,98	6,53
Srednio dla całości		24,61	50,42	37,50	70,50	6,51	6,40

++ Wynik lepszy od wyniku obiektu kontrolnego na poziomie $\alpha = 0,01$

+ Wynik lepszy od wyniku obiektu kontrolnego na poziomie $\alpha = 0,05$

-- Wynik gorszy od wyniku obiektu kontrolnego na poziomie $\alpha = 0,01$

- Wynik gorszy od wyniku obiektu kontrolnego na poziomie $\alpha = 0,05$

mulujące działanie azotanu potasowego w stężeniu 0,02 M na kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej. Energia kiełkowania wzrosła tu z 24,8%, do 32,4% w wypadku nasion „gorszych” i z 47,2% do 65,6% w wypadku nasion „lepszych”. Wzrost zdolności kiełkowania pod wpływem KNO₃ wyniósł od 33,6% do 54,0% oraz od 71,6% do 82,8%.

W wypadku średniego czasu kiełkowania uzyskano nieco więcej istot-

Tabela 2

Schemat i wyniki analizy wariancji doświadczenia przedstawionego w tabeli 1

Źródła zmienności	Stopnie swobody	Wartości funkcji testowej F		
		Energia kiełkowania	Zdolność kiełkowania	Średni czas kiełkowania
Całość	209			
Błąd	160			
Doświadczenia D	1	430,22**	520,01**	<1
Obiekty O	20	2,16**	1,68**	3,20**
Interakcja D X O	20	1,34	1,23	2,32**
Bloki w doświadczeniach	8	2,08*	2,85**	3,37**
Kontrast:				
kontrola a reszta obiektów	1	<1	<1	<1
reszta	19	2,26**	1,76*	3,34**
w tym:				
związki chemiczne Z	9	3,98**	2,11*	3,73**
stężenia S	1	<1	2,45	16,69**
Interakcja Z X S	9	3,98**	1,32	1,46

** Zróżnicowanie istotne na poziomie = 0,01

* Zróżnicowanie istotne na poziomie = 0,05

Tabela 3

Wpływ opylania nasion sosny zwyczajnej superfosfatem i mączką fosforytowaną na ich kiełkowanie

Obiekt	Odsetek skielkowanych nasion po			Średni czas kiełkowania dni
	5 dniach	7 dniach	14 dniach	
Kontrola	25,50	65,50	82,25	6,48
Mączka fosforytowa	33,50	66,25	78,75	6,12
Superfosfat prosty	16,50	56,50	76,50	6,81

Tabela 4

Schemat i wyniki analizy wariancji doświadczenia przedstawionego w tab. 3

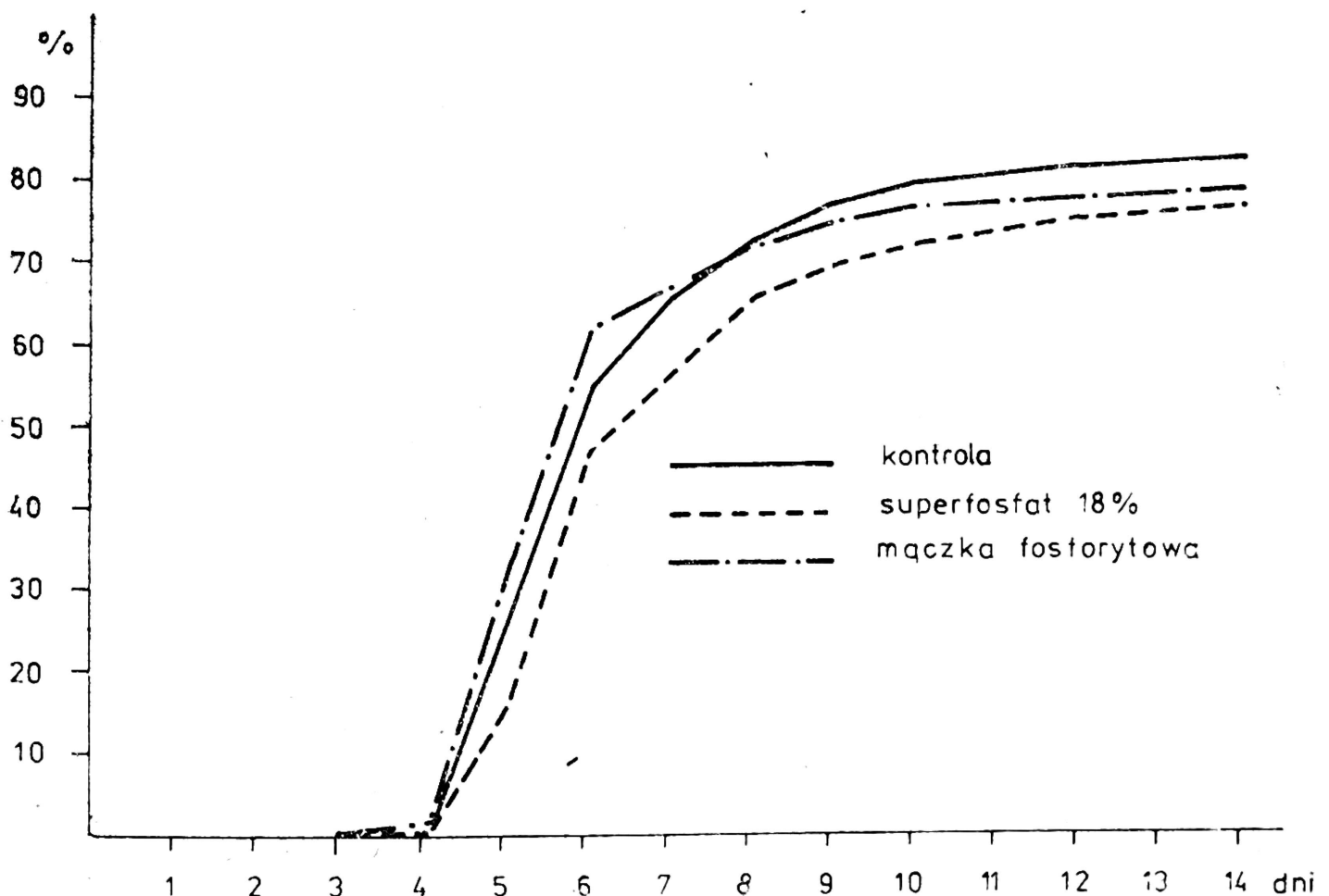
Źródło zmienności	Liczba stopni swobody	Wartość funkcji testowej F			Średni czas kiełkowania
		Odsetek skielkowanych nasion po			
		5 dniach	7 dniach	14 dniach	
Całość	23				
Błąd	14				
Bloki	7	1	1	1	1,33
Obiekty	2	9,15**	2,35	1,07	7,60**

** Zróżnicowanie obiektów istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

nych wyników. Fosforan dwuamionowy w stężeniu 0,02 M wydłużył średni czas kiełkowania obu partii nasion. Azotan potasowy w stężeniu 0,01 M istotnie przyspieszył kiełkowanie nasion „lepszych”. Chlorek potasowy w stężeniach 0,02 M wydłużył czas kiełkowania nasion „gorszych” i skrócił ten czas u nasion „lepszych”.

Wpływ opylania nasion nawozami fosforowymi na ich kiełkowanie w kiełkowniku Jacobsena przedstawiono na rycinie oraz w tab. 3. Krzywa przebiegu kiełkowania wskazuje na opóźnienie kiełkowania nasion będących pod wpływem superfosfatu. Nasiona te miały najniższą energię i zdolność kiełkowania oraz najdłuższy czas kiełkowania. Istotne różnice z pozostałymi obiektami udowodniono jednak tylko dla odsetka nasion skielkowanych po 5 dniach oraz dla średniego czasu kiełkowania (tab. 4). Superfosfat obniżył w porównaniu z obiektem kontrolnym energię kiełkowania z 65,5% do 56,5%, a zdolność kiełkowania z 82,25% do 76,50%. Różnice te, pomimo braku statystycznej istotności, wydają się znaczące. Wpływ mączki fosforytowej jest łagodniejszy, przy czym nie jest statystycznie potwierdzony. W pierwszej połowie okresu trwania próby kiełkowania obserwuje się stymulację, następnie hamowanie kiełkowania.

W obu doświadczeniach nad wpływem substratów i nawozów na kiełkowanie, trwających po 21 dni, obserwowano w odstępach tygodniowych liczbę kiełkujących nasion, zdejmując z podłoża nasiona z martwymi kiełkami oraz siewki porażone zgorzela. Doświadczenia zakończono przeliczeniem zdrowych siewek oraz obliczeniem ich wydajności w stosunku do liczby wysianych nasion.



Przebieg kiełkowania nasion sosny zwyczajnej pod wpływem superfosfatu prostego pylistego i mączki fosforytowej

Wpływ nawozów i substratów na kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej
 Odsetek skielkowanych nasion w ciągu 21 dni

Nawóz	Doświadczenie z 8 II 1985			Doświadczenie z 8 III 1985			Łącznie w obu doświadczeniach		
	Gleba	Kom-post	Torf	Gleba	Kom-post	Torf	Gleba	Kom-post	Torf
	Mączka fosforytowa Superfosfat prosty Superfosfat potrójny Fosforan amonowy	17,25	18,75	64,75	39,00	41,75	76,00	28,13	30,25
obok nasion	30,50	36,75	43,50	47,25	45,50	62,50	38,88+	41,13	53,00--
	8,00	31,25	59,50	29,25	41,25	60,75	18,63	36,25	60,13
	32,50	20,00	65,50	29,00	45,25	71,75	30,75	32,63	68,63
Mączka fosforytowa Superfosfat prosty Superfosfat potrójny Fosforan amonowy	32,25	21,50	64,00	41,60	43,25	65,75	36,63	32,38	64,88
w sub-stracie	37,50+	14,75-	53,75-	46,75	46,50	67,25	42,13++	30,63	60,50
	18,50	28,50	67,75	40,50	39,00	74,75	29,50	33,75	71,25
	10,00	22,75	67,75	33,25	37,25	71,50	21,63	30,00	69,63
	13,00	20,50	66,75	53,25+	45,00	69,25	33,13	32,75	68,00
Sól potasowa 56%	33,25	16,25-	68,25	37,75	39,00	70,25	35,50	27,63-	69,25
Siarczan potasowy	16,00	20,50	67,75	37,25	47,25	73,00	26,63	33,88	70,38

d.c. tab. 5

Saletra amonowa	6,00-	3,50--	60,25	26,25	44,25	67,50	16,13-	23,88--	63,88
Mocznik	20,75	3,25--	52,50	29,25	39,50	67,00	25,00	21,38--	59,75
Siarczan amonowy	15,00	6,50--	68,60	32,25	31,25	70,50	23,63	18,88--	69,25
Kontrola bez nawozów	20,25	32,25	72,00	35,25	42,75	63,75	27,75	37,50	67,88
Srednio	20,72	19,80	62,80	37,15	41,92	68,77	28,94	30,86	65,79

Objaśnienia jak w tab. 1

Wpływ nawozów i substratów na kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej
Wydajność siewek w procentach liczby wysianych nasion

Tabela 6

Nawóz	Doświadczenie z 8 II 1985			Doświadczenie z 8 III 1985			Łącznie w obu doświadczeniach		
	Gleba	Kom-post	Torf	Gleba	Kom-post	Torf	Gleba	Kom-post	Torf
Mączka fosforytowa Superfosfat prosty	4,50	2,75	58,75	1,25	2,00	57,25	2,88	2,38	58,00
	12,50	10,50	34,50	2,00	1,25	33,00	6,63	5,88	33,75--
Superfosfat potrójny Fosforan amonowy	1,50	6,00	55,75	2,50	1,00	53,50	1,50	3,50	54,63
	1,25	2,00	58,50	1,00	1,25	59,25	1,13	1,63	58,88

d.c. tab. 6

Mączka fosforytowa	8,50	3,00	56,75	1,75	1,00	49,00	5,13	2,00	52,88
Superfosfat prosty	16,25	2,50	49,75	11,25	1,50	50,50	13,75	2,00	50,13
Superfosfat potrójny	7,75	1,25	63,50	3,25	1,00	68,50	5,50	1,13	66,00
Fosforan amonowy	1,50	2,25	65,75	2,00	1,75	63,50	1,75	2,00	64,63
Saletra	3,00	1,00	64,50	1,25	1,00	65,25	2,13	1,00	64,88
potasowa									
Sól potasowa 56%	16,50	1,00	58,25	2,75	1,25	58,50	9,63	1,13	58,38
Siarczan potasowy	4,25	1,25	60,00	1,00	1,75	61,00	2,13	1,50	60,50
Saletra amonowa	2,75	1,00	56,50	1,00	2,00	58,00	1,88	1,50	57,25
Mocznik	1,50	1,00	45,25	1,25	1,50	49,50	1,38	1,25	47,38-
Siarczan amonowy	4,00	1,00	58,00	1,00	6,75	52,25	2,50	3,88	55,13
Kontrola bez nawozów	4,00	4,50	62,75	7,25	2,50	52,50	5,63	3,50	57,63
Średnio	5,83	2,73	56,57	2,63	1,83	55,43	4,23	2,28	56,00

w sub-
stracie

Objaśnienia jak w tab. 1

Schemat i wyniki analizy wariancji doświadczeń
przedstawionych w tab. 5 i 6

Źródło zmienności	Liczba stopni swobody	Wartość funkcji testowej F	
		Dla odsetka skielkowanych nasion	Dla wydajności siewek
Całość	359		
Błąd	264		
Bloki wewnątrz doświadczeń	6	41,14**	<1
Doświadczenia D	1	197,37**	3,21
Obiekty O	44	26,40**	61,63**
Interakcja D × O	44	2,45**	<1
Wewnątrz obiektów:			
Podłoża P	2	514,42**	1303,46**
Nawozy N	14	2,17**	1,52
Interakcja P × N	28	3,65**	2,98**

Objaśnienia jak w tab. 2.

Wyniki tych doświadczeń zestawiono w tab. 5 i 6. Schemat i wyniki odpowiednich analiz wariancji przedstawiono w tab. 7. Obiekty z nawozami porównywano z obiektami bez nawozów stosując kontrasty ortogonalne. Jedynie dla odsetka skielkowanych nasion stwierdzono istotne interakcje obiektów z doświadczeniami i nawozów z substratami, co zmusza do oddzielnych porównań działania nawozów w ramach doświadczeń i substratów. W doświadczeniu założonym natychmiast po wymieszaniu nawozów z substratami stwierdzono ujemne działanie superfosfatu prostego w torfie i kompoście, natomiast pozytywne działanie w glebie mineralnej. Ujemnie działała też sól potasowa w kompoście, saletra amonowa w glebie mineralnej i kompoście, mocznik w kompoście i torfie oraz siarczan amonowy w kompoście.

W doświadczeniu założonym po 4 tygodniach od zmieszania nawozów z substratami stwierdzono lepsze kiełkowanie nasion na wszystkich substratach, a ujemne działanie nawozów, zwłaszcza azotowych, zmniejszyło się do poziomu nie wykrytego w analizie statystycznej. Mimo tego, saletra amonowa, mocznik i siarczan amonowy, zwłaszcza w glebie mineralnej dały najgorsze wyniki kiełkowania. W doświadczeniu tym jeszcze raz stwierdzono pozytywny wpływ saletry potasowej w glebie na kiełkowanie nasion. Zwiększyła ona odsetek skielkowanych nasion w porównaniu z obiektem kontrolnym z 37,15% do 53,25%.

W wypadku wydajności siewek otrzymano mniej istotnych wyników. Nasilenie chorób zgorzelowych w glebie i kompoście było tak wielkie, że do porównań nadają się jedynie wyniki otrzymane w torfie. Stwierdzono tu ujemne działanie superfosfatu, zwłaszcza umieszczonego obok nasion, oraz ujemne działanie mocznika.

WNIOSKI

1. Azotan potasowy jest stymulatorem kiełkowania nasion sosny zwyczajnej tak w roztworach wodnych jak też w glebie.

2. Nawozy mineralne nie są obojętne dla kiełkowania nasion w glebie, kompoście i torfie.

3. Odłożenie terminu wysiania nasion o 28 dni od chwili nawożenia obniżyło wpływ nawozów na kiełkowanie we wszystkich trzech substratach.

4. Zauważone interakcje nawozów z substratami w ich wpływie na kiełkowanie nasion, zwłaszcza superfosfatu prostego pylistego i nawozów azotowych, wymagają ścisłego określenia ich stosowalności w gospodarstwach szkółkarskich.

Z Katedry Hodowli Lasu
Akademii Rolniczej w Poznaniu

LITERATURA

1. Barzdajn W.: Wpływ roztworów wodnych chlorku sodowego, azotanu potasowego i mocznika na kiełkowanie nasion sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Sylwan 1986 R. 130 nr 9.
2. Walendzik J.: Wytyczne nawożenia szkólek leśnych. Warszawa: IBL 1975.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 23 kwietnia 1986 r.

Краткое содержание

В серии лабораторных опытов исследовалось влияние химических соединений, которые могут находиться в удобрениях, а также промышленных удобрений на прорастание семян *Pinus sylvestris* L. Не констатировано существенного ухудшения показателей прорастания под влиянием водных растворов в комбинациях 0,01 М и 0,02 М. Нитрат калия в концентрации 0,02 М стимулировал прорастание. Промышленные удобрения смешанные с почвой, компостом и торфом не безразличны для прорастания. Порошковидный простой суперфосфат ухудшил показатели прорастания в компосте и торфе. Все азотные удобрения, особенно в компосте, вызывали увеличенное гниение семян перед прорастанием. Высеивание семян после 28 дней с момента удобрения уменьшало отрицательное влияние удобрений.

Summary

In a series of laboratory experiments, the influence of chemical compounds which may be contained in fertilizers, and of the industrial fertilizers on the germination of seed of *Pinus sylvestris* L. was studied. No significant worsening of the germination indexes under the influence of water solutions in concentration 0.01 M and 0.02 M was proved. Potassium nitrate in concentration 0.02 M stimulated the germination. Industrial fertilizers mixed with soil, compost and peat were not indifferent for the germination. Simple superphosphate in form of dust worsened the germination indexes in compost and peat. All nitrogen fertilizers, especially in compost, increased the decay of seed before the germination. Sowing of seed after 28 days since the fertilization reduced the negative effect of the fertilizers.