

JERZY CZAPLA

**Wpływ nawożenia  
o zróżnicowanym stosunku NPK  
na jakość sadzonek sosny zwyczajnej**

Влияние удобрения с дифференцированным соотношением N : P : K на  
качество саженцев сосны обыкновенной

Influence of fertilization with different proportion of N : P : K on the  
quality of Scotch pine seedlings

WSTĘP

Nawożenie szkółek leśnych powinno być dostosowane do stanu zasobności gleby w składniki pokarmowe i do wymagań poszczególnych gatunków drzew. Według Kowalkowskiego i in. (7) zapewnienie optymalnych warunków wzrostu roślin jest podstawowym czynnikiem określającym ilość i jakość produkowanych sadzonek. Prawidłowo zastosowane nawozy mineralne i organiczne wyraźnie wpływają na rozmieszczenie korzeni w glebie, ich masę oraz stopień rozgałęzienia, a tym samym wzrost całej rośliny (8). Przy odpowiednim nawożeniu warunki produkcyjne znacznie poprawia deszczowanie (14). Achromejko (1) uważa, że dla prawidłowego rozwoju siewek sosny najodpowiedniejszy jest stosunek N:P:K w nawozach jak 1:2:1 lub 1:3:1, natomiast Mitscherlich (9) zaleca dla sosny w szkółce stosunek N:P:K jak 1:1:1. Inny nieco pogląd reprezentuje Asanova (2), która w okresie intensywnego przyrostu siewek sosny zaleca stosowanie oprysków wodnymi roztworami mocznika, soli potasowej i superfosfatu zmieszanych w stosunku 1:1:2 lub 1:1:5. Uważa ten rodzaj nawożenia za znacznie tańszy i skuteczniejszy. Na temat skuteczności działania poszczególnych składników zdania są podzielone. Gawliński i in. (3) uważają, że o ilości i jakości materiału sadzeniowego decyduje dobre zaopatrzenie w azot i fosfor, zaś nawożenie potasem bądź pojedynczym składnikiem ma niewielki wpływ. Ščerbakov (13) natomiast uważa, że tylko dobre zaopatrzenie w fosfor daje korzystne wyniki, uzyskuje się wówczas większy przyrost części podziemnej niż nadziemnej sa-

dzonki. Ważnym elementem przy intensywnym nawożeniu mineralnym jest podział dawki nawozów, obniża się wówczas ich toksyczne działanie (11). Z cytowanej literatury wynika, że drogą racjonalnego nawożenia można uzyskać dobre rezultaty.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu nawożenia mineralnego o zmiennym stosunku N:P:K na wzrost i jakość materiału sadzeniowego sosny zwyczajnej.

#### OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w szkółce położonej w obr. Jagiełek, nadl. Stare Jabłonki, OZLP Olsztyn. Szkółka założona została w warunkach siedliskowych BMśw — LM. Gleba brunatna wylugowana wytworzona z piasku słabo gliniastego, o odczynie pH w 1 n KCl 4,2. Zawartość przyswajalnych składników w przeliczeniu na 100 g gleby wynosiła: 18,8 mg  $P_2O_5$ , 6,2 mg  $K_2O$  oraz 2,2 mg Mg. Ponadto gleba zawierała 0,097% N i 1,50% C. Z powyższego wynika, że gleba była dobrze zaopatrzona jedynie w przyswajalny fosfor.

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w 5 powtórzeniach. Wielkość poletka 10 m<sup>2</sup>. Zabiegi agrotechniczne i hodowlane wykonywano zgodnie z obowiązującymi zasadami hodowlanymi w szkółkarstwie leśnym. Schemat doświadczenia zamieszczono w tabelach. Badania prowadzono przez 3 kolejne lata. Zamieszczone wyniki badań są średnią z 3 lat.

Nawożenie organiczne w ilości ok. 400 m<sup>3</sup>/ha w postaci przekompostowanego torfu niskiego stosowano jesienią bądź wczesną wiosną. Nawozy fosforowe w całości stosowano przedsięwzię, natomiast azotowe i potasowe w dwóch terminach: 1/2 dawki przed siewem nasion oraz 1/2 dawki w 3 tygodnie po wschodach sosny. Azot zastosowano w formie mocznika, fosfor w postaci superfosfatu 46%, a potas jako 56% sól potasową. W okresie małej wilgotności gleby szkółkę deszczowano.

Do pomiarów biometrycznych i analiz chemicznych corocznie jesienią pobierano materiał sadzonkowy z każdego poletka z 25 cm bieżących taśmy siewnej, losowo ze środkowej części poletka. Mierzono wszystkie żywe sadzonki.

Analizy chemiczne materiału roślinnego wykonano następującymi metodami: azot — Kjeldahla, fosfor — metodą wanadowo-molibdenową, magnez z zastosowaniem żółcieni tytanowej, potas i wapń oznaczono fotopłomieniometrycznie.

Praca finansowa była przez OZLP w Olsztynie.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zastosowane nawożenie (tab. 1) korzystnie wpłynęło na wzrost sadzonek sosny. Przeciętna wysokość sadzonki wzrosła z 3,5 do 4,7 cm. W porównaniu do kontroli pod wpływem wzrastającego nawożenia potasowego uzyskano od 17 do 23% wyższe sadzonki. W warunkach tego doświadczenia azot decydująco wpływał na wzrost sadzonek sosny na wysokość. Przy stałym nawożeniu fosforowym i potasowym a wzrastającym azotowym sadzonki osiągnęły największą wysokość. W stosunku do kontroli nastąpił przyrost wysokości o 29 do 34%.

Tabela 1

**Wpływ nawożenia na wysokość i grubość sadzonek sosny zwyczajnej**

| Nawożenie  | Strzałka | Korzeń | Grubość strzałki<br>mm | Liczba rozgałęzień strzałki | Procent sadzonek z rozgałęzieniami |
|--|----------|--------|------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
|  | cm       |        |                        |                             |                                    |
| Bez nawożenia<br>(kontrola)                      | 3,5      | 15,6   | 1,2                    | 1,2                         | 46,7                               |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>  | 3,9      | 16,6   | 1,3                    | 1,2                         | 48,3                               |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>50</sub>  | 4,1      | 16,6   | 1,3                    | 1,3                         | 49,1                               |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> | 4,3      | 17,0   | 1,4                    | 1,3                         | 48,6                               |
| N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>  | 4,5      | 16,2   | 1,4                    | 1,4                         | 56,6                               |
| N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub> | 4,7      | 17,1   | 1,5                    | 1,4                         | 52,4                               |
| NRU      p=0,05                                  | 0,2      | 0,3    | 0,2                    | —                           | —                                  |

W wyniku zastosowanego nawożenia długość systemu korzeniowego sadzonek sosny uległa nieznacznej zmianie. Na poletkach nawożonych różnica w długości nie przekracza 1 cm. Uchwycenie prawidłowej długości systemu korzeniowego jest niezmiernie trudne z uwagi na jego uszkodzanie w czasie wyjmowania z gleby.

Nawożone sadzonki osiągnęły większą grubość w szyjce korzeniowej niż pochodzące z poletek kontrolnych. Przyrost grubości był udowodniony statystycznie. Jednak dopiero przy najwyższej dawce azotu sadzonki osiągnęły grubość wymaganą od sadzonki I klasy jakości.

Miarą żywotności sadzonek jest rozwój bocznych rozgałęzień. Przeciętna liczba bocznych rozgałęzień na sadzonce wzrosła z 1,2 na poletkach kontrolnych do 1,4 na poletkach nawożonych z wyższymi dawkami azotu. Pod wpływem nawożenia wzrósł także procent sadzonek posiadających boczne rozgałęzienia z 46,7 do 56,6%. Według Kędzierskiego (6) sadzonki mające dwa lub więcej odgałęzień bocznych stanowią najlepszy materiał sadzonkowy.

Z danych tab. 2 wynika, że pod wpływem zastosowanego nawożenia wzrósł w sposób istotny ciężar pojedynczej sadzonki. Najwyższą masę osiągnęły sadzonki przy kombinacji nawożenia o proporcji N:P:K: jak 2:1:1. W tym przypadku ciężar sadzonki zwiększył się o 29% w porównaniu do kontroli. Pod wpływem potasu ciężar pojedynczej sadzonki wzrósł również, ale nie tak wyraźnie jak w przypadku azotu i wynosił ok. 13%. Ogólnie można stwierdzić, że pod wpływem nawożenia najbardziej wzrosła masa igliwia, następnie strzałki i korzeni, odpowiednio o 36, 25 i 17%. Za korzystny wpływ nawożenia należy uznać fakt zwiększenia się masy korzeni. Długość systemu korzeniowego nie uległa prawie zmianie, co świadczy o rozbudowie systemu korzeniowego i może mieć duży wpływ na przyjmowanie się sadzonek. Podobne wyniki uzyskali również Gunia i Zieliński (4). W wyniku zastosowanego nawożenia nie uległy zmianie proporcje między igliwem, strzałką i korzeniami.

Tabela 2

Wpływ nawożenia na ciężar oraz udział w klasie jakości

| Nawożenie  | mg       |         |          |          | Procent sadzonek w klasie |      |      |
|--|----------|---------|----------|----------|---------------------------|------|------|
|  | Sadzonka | Igliwie | Strzałka | Korzenie | I                         | II   | III  |
| Bez nawożenia                                    | 298      | 169,2   | 48,3     | 81,3     | 2,8                       | 60,8 | 36,4 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | 328      | 180,3   | 57,4     | 91,1     | 5,5                       | 72,8 | 21,7 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>  | 337      | 196,4   | 56,1     | 85,2     | 5,8                       | 71,5 | 22,7 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> | 334      | 192,0   | 58,2     | 84,2     | 6,3                       | 70,1 | 23,6 |
| N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | 372      | 221,1   | 56,0     | 95,0     | 8,1                       | 77,1 | 14,8 |
| N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> | 385      | 230,3   | 60,1     | 95,1     | 10,3                      | 80,6 | 9,1  |
| NRJ  | p = 0,05 | 6,1     | 3,5      | 1,5      | 2,7                       | —    | —    |

Mimo dosyć wysokiego nawożenia sadzonki osiągnęły małą wysokość, co odbiło się na procentowym ich udziale w klasie jakości. Przy stosunku N:P:K: jak 2:1:1 zaledwie 10% sadzonek osiągnęło wysokość odpowiadającą I klasie jakości, prawie w 81% były to sadzonki II klasy jakości i 9% nie odpowiadało normie. W pozostałych wariantach nawożenia wyniki były gorsze. Na taki rezultat w dużej mierze wpłynął przebieg warunków meteorologicznych, jak również dość znaczny udział części pylastych w glebie tej szkółki. Według Platze'a (12) wartościowy materiał można wyprodukować tylko wówczas, gdy zaspokojone są wszystkie warunki wzrostu.

W tab. 3 przedstawiono zawartość makropierwiastków w poszczególnych częściach sadzonki. Pod wpływem nawożenia największe zmiany nastąpiły w zawartości azotu, która zwiększyła się we wszystkich analizowanych częściach sadzonki. Największą koncentrację azotu, fosforu, potasu i magnezu stwierdzono w strzałkach, mniejszą w igliwiu, a najmniejszą w korzeniach. Podobną zależność w odniesieniu do niektórych pierwiastków stwierdzili Mucha i in. (10). Na podstawie cytowanych w literaturze liczb granicznych należy uznać, że sadzonki były dobrze zaopatrzone we wszystkie składniki pokarmowe. Zwiększone dawki azotu bądź potasu nie spowodowały większych zmian w zawartości innych pierwiastków w sadzonkach, co częściowo potwierdza badania wykonane przez Junga i Riehla (5).

Tabela 3

**Wpływ nawożenia na skład chemiczny sadzonek**

| Nawożenie  | Część sadzonki | % s.m. |      |      |      |      |
|--|----------------|--------|------|------|------|------|
|  |                | N      | P    | K    | Mg   | Ca   |
| Bez nawożenia                                    | I              | 1,88   | 0,26 | 0,93 | 0,22 | 0,44 |
|  | S              | 2,15   | 0,32 | 0,92 | 0,28 | 0,29 |
|  | K              | 1,69   | 0,25 | 0,67 | 0,22 | 0,30 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | I              | 1,96   | 0,25 | 0,85 | 0,18 | 0,44 |
|  | S              | 2,35   | 0,30 | 0,98 | 0,25 | 0,32 |
|  | K              | 1,54   | 0,25 | 0,66 | 0,21 | 0,33 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>  | I              | 2,11   | 0,24 | 0,89 | 0,19 | 0,47 |
|  | S              | 2,36   | 0,31 | 0,97 | 0,24 | 0,33 |
|  | K              | 1,77   | 0,24 | 0,66 | 0,21 | 0,32 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> | I              | 2,01   | 0,26 | 0,97 | 0,20 | 0,48 |
|  | S              | 2,21   | 0,31 | 0,99 | 0,24 | 0,32 |
|  | K              | 1,62   | 0,26 | 0,72 | 0,21 | 0,34 |
| N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | I              | 2,24   | 0,27 | 0,90 | 0,19 | 0,52 |
|  | S              | 2,66   | 0,30 | 0,98 | 0,25 | 0,28 |
|  | K              | 1,93   | 0,25 | 0,65 | 0,21 | 0,32 |
| N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> | I              | 2,49   | 0,28 | 0,97 | 0,21 | 0,48 |
|  | S              | 2,75   | 0,30 | 0,94 | 0,26 | 0,29 |
|  | K              | 1,86   | 0,27 | 0,70 | 0,23 | 0,28 |

I — igliwie,

S — strzałki,

K — korzenie

Z danych tab. 4 wynika, że pod wpływem zastosowanego nawożenia bardzo wyraźnie wzrosło pobranie składników pokarmowych przez sadzonki. Pobranie azotu w kg przez milion sadzonek wzrosło z 5,57 do 9,13 kg N, fosforu z 0,79 do 1,08 kg P, potasu z 2,55 do 3,46 kg K, magnezu z 0,68 do 0,86 kg Mg i wapnia z 1,12 do 1,54 kg Ca. Z powyższego wynika, że przy wzroście produktywności szkółki istnieje problem wyczerpania gleby również z tych składników, których nie zastosowano w czasie nawożenia.

Tabela 4

**Pobranie składników pokarmowych przez sadzonki sosny zwyczajnej**

| Nawożenie  | kg/mln sadzonek |      |      |      |      |
|--|-----------------|------|------|------|------|
|  | N               | P    | K    | Mg   | Ca   |
| Bez nawożenia                                    | 5,57            | 0,79 | 2,55 | 0,68 | 1,12 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | 6,26            | 0,85 | 2,69 | 0,65 | 1,27 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>  | 6,95            | 0,84 | 2,84 | 0,68 | 1,37 |
| N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> | 6,50            | 0,90 | 3,04 | 0,70 | 1,40 |
| N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>  | 8,29            | 1,01 | 3,16 | 0,76 | 1,60 |
| N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> | 9,13            | 1,08 | 3,46 | 0,86 | 1,54 |

**WNIOSKI**

1. Zastosowane nawożenie korzystnie wpłynęło na przyrost wysokości i masy sadzonek. Najsilniej z zastosowanych składników oddziaływał azot.

2. Sadzonki nawożone wytworzyły większą liczbę bocznych rozgałęzień oraz drobnych korzeni niż kontrolne.

3. Najlepsze wyniki uzyskane po zastosowaniu nawozów w stosunku N:P:K: jak 2:1:1:.

4. Pod wpływem nawożenia nastąpiły największe zmiany w zawartości azotu w sadzonkach.

**LITERATURA**

1. Achromejko A.J.: Primenenie udobrenij w lesnom chozjajstwe. Les. Choz. 1966 nr 1.
2. Asanova V.K.: Vnekornevaja podkormka sejancev chvojnych. Les. Choz. 1962 nr 7.
3. Gawliński S., Tyszka-Roth J., Ostrowska A.: Pobieranie i transport fosforu oraz wzrost młodych roślin sosny zwyczajnej przy różnym zaopatrzeniu w azot, fosfor i potas. Pr. IBL 1976 nr 511.

4. Gunia S., Zieliński M.: Wpływ pogłównego nawożenia mineralnego NPK, Mg i mikroelementami na wzrost i rozwój siewek sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) w szkółce. Zesz. Nauk. AR Warsz., Leś. 1973 nr 19.
5. Jung J., Riehle G.: Blatt-und nadelanalytische Auswertungen bei mehrjährigen Düngungsversuchen mit Forstpflanzen in Gefässen. Forstwiss. Centralbl. 1956 Jg. 85 H. 9/10.
6. Kędzierski Z.: Badania nad rozwojem na uprawach sadzonek sosnowych różnej jakości. Roczn. Nauk. Leś. 1953 nr 99.
7. Kowalkowski A., Ostrowska A., Szczesny P.: Badania nad przyczynami niskiej produktywności szkółki zalesieniowej. Sylwan 1976 R. 120 nr 7.
8. Krasnovskaja J.V.: O razvitji kornevoj sistemy pri različnych uslovijach počvennogo pitaniija. Tr. Inst. Lesa 1955 T. 24.
9. Mitscherlich A.: Düngung in Saatkamp. Arch. Forstwesen. 1955 Bd. 4 H. 4.
10. Mucha W., Sienkiewicz A., Szymańska M.: Content of macroelements in organs of one-year old Scots pine *Pinus silvestris* L. Roczn. Gleb. 1974 T. 25 (dodatek).
11. Ostrowska A.: The accumulation of nitrogen in the plants *Pinus silvestris* L., as the effect of high nitrogen fertilization. Roczn. Gleb. 1974 T. 25 (dodatek).
12. Platzer E.: Organische und mineralische Düngung im Forstgarten. Allg. Forstz. 1969 Jg. 24 Nr. 9.
13. Ščerbakov A.E.: Ob effektivnosti i rentabelnosti primenenija mineralnych udobrenij v lesnych pitomnikach. Les. Choz. 1954 nr 7.
14. Tomaszewski K.J., Krajewski A.: Niektóre zagadnienia deszczowania szkółek leśnych. Sylwan 1979 R. 123 nr 3.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 27 lipca 1981 r.

=

### Краткое содержание

Проведенные исследования касаются влияния минерального удобрения с дифференцированным соотношением N:P:K на качество и химический состав саженцев сосны обыкновенной. Фосфорные удобрения применялись один раз, а азотные и калийные в двух сроках. Примененное удобрение благоприятно повлияло на прирост высоты и толщины, а также массы саженцев. Удобренные саженцы образовали большее количество боковых разветвлений, а также мелких корней. В общем можно констатировать, что были получены более сильные саженцы. Самые лучшие результаты были получены при применении удобрений в соотношении N:P:K как 2:1:1. Химический состав саженцев не подвергся значительным изменениям.

## Summary

Investigations were carried out on the influence of mineral fertilization with different proportion of N : P : K on the quality and chemical composition of seedlings of Scotch pine. Phosphorous fertilizers were applied only once whereas nitro-fertilizers — in two times. Applied fertilization influenced favourably the increment of height, diameter and substance of plants. Fertilized plants formed more lateral shoots. Generally, obtained plants were stronger. Form among applied components, nitrogen influenced most strongly the growth. Proportion N : P : K equal to 2 : 1 : 1 gave the best results. The chemical composition of plants did not change considerably.

**TYLKO PRENUMERATA**

**GWARANTUJE OTRZYMIWANIE „SYLWANA”**