

HENRYK KOCJAN

Wpływ wapnowania i nawożenia mineralnego na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w 25-letnim drzewostanie w warunkach siedliskowych boru suchego

The influence of liming and mineral fertilizing on the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in 25-year old pine stand on the dry coniferous forest site

ABSTRACT

The material presented in this paper was gathered in 1998, after the vegetation season. It is a part of the 25-year old growth experiment of Scots pine on the plots with preplant mineral fertilizing. Experiment was established in 1974 in Wronki Forest Inspectorate. Trees grew better on the plots with simultaneous liming and mineral fertilizing.

KEY WORDS

liming, preplant mineral fertilizing, growth, Scots pine

Wstęp

Doświadczenie rozpoczęto wiosną 1974 roku, zakładając uprawę sosnową na powierzchni z wapnowaniem i startowym nawożeniem mineralnym.

Celem pracy jest ocena wpływu startowego podstawowego nawożenia mineralnego na udatność i wzrost upraw sosnowych w warunkach słabych i zdegradowanych siedlisk. Wyniki analizy udatności i wzrostu sosny zwyczajnej z omawianej powierzchni publikowano dla kolejnych faz rozwojowych drzewostanu. Pierwsza publikacja dotyczyła najmłodszej fazy uprawowej i ukazała się w 1981 roku. Kolejna praca [Kocjan 1987] zawierała wyniki z uprawy dziesięcioletniej, a więc z momentu osiągnięcia pełnego zwarcia. W roku 1994 opublikowano wyniki obejmujące okres ukształtowanego młodnika. Pomiary prowadzono wówczas przez cztery kolejne lata, rozpoczynając w 14-letnich, a kończąc w 17-letnich młodnikach.

Bezpośrednim celem nawożenia jest zasilenie słabych gleb leśnych w niezbędne dla drzew składniki pokarmowe oraz poprawienie warunków edaficznych tych gleb. Grimm i Rehfuess [1986] oraz Edelmann i Schröder [1988] stwierdzili, że wapnowanie lekkich gleb piaszczystych korzystnie oddziałuje na żywotność drzew, ich stan zdrowotny, a także powoduje zwiększenie przyrostu wysokości o 13 % i grubości o 26 %. Grimm i Rehfuess [1986] uważają, że działanie wapna jest długotrwałe (ponad 20 lat), natomiast Edelmann i Schröder [1988] twierdzą, że jest ono krótkotrwałe. Gussone [1978] stwierdza, że wprowadzenie wapna wraz z głębokim przerozieniem gleby, daje na ubogich piaskach długotrwałe efekty melioracyjne.

HENRYK KOCJAN

Katedra Hodowli Lasu
Akademia Rolnicza
ul. Wojska Polskiego 69
60-625 Poznań

Doświadczenia przeprowadzone przez Menge, Granda, Hainesa [1977] oraz Lettla [1987] informują, że nawożenie mineralne korzystnie oddziałuje na poprawienie mikoryzy oraz aktywności biologicznej gleby i jej mikroflory, szczególnie w drzewostanach sosnowych.

Prace Listova, Konovalova [1988], Busslera [1989] dotyczące wpływu nawożenia mineralnego na wzrost sosny zwyczajnej potwierdzają celowość stosowania tego zabiegu. Rzeźnik, Nebe [1968] uważają, że wpływ nawożenia jest wieloletni, a wyniki otrzymane po 60 latach są tego dowodem.

Metodyka badań i zakres pracy

Obiektem badań jest powierzchnia doświadczalna o powierzchni 0,6 ha znajdująca się na terenie RDLP Piła w Nadleśnictwie Wronki, Leśnictwie Smolnica, w oddziale 325 a. Metodyka badań była podawana we wcześniej opublikowanych pracach [Kocjan 1981, 1987 i 1994]. Celowe wydaje się jednak przypomnienie przyjętych obiektów doświadczenia:

- powierzchnia bez nawożenia (kontrolna),
- powierzchnia wapnowana, na której wysiano 2000 kg/ha węglanu wapnia. Wysiano go ręcznie na całej powierzchni poletek, w pierwszej dekadzie marca 1974 r., przed przygotowaniem gleby,
- powierzchnia z pełnym nawożeniem mineralnym, na której wysiano: 2000 kg/ha węglanu wapnia (w tym samym czasie, co w wariancie 2), saletrę amonową 34% N – 30 kg/ha, mączkę fosforową 30% P₂O₅ – 40 kg/ha i sól potasową 38-42% K₂O – 60 kg/ha w czystym składniku. Nawozy na poletkach wysiano powierzchniowo, ręcznie, na początku pierwszej dekady kwietnia 1974 r., po wyoraniu bruzd, a przed spulchnieniem ich dna.

Glebę przygotowano w płytce (do 10 cm głębokości) bruzdy wyorane pługiem leśnym PGL-II A ze spulchnieniem ich dna, pogłębiaczem PM-2, do głębokości 25 cm, szerokości 10-15 cm. Zastosowano jednakową więźbę sadzenia 1,3 × 0,7 m. Powierzchnia pojedynczych

Tabela 1.

Wyniki analizy wariancji
Results of analysis of variance

Cecha – Factor	Wartość funkcji testowej F		NIR	
	obliczona calculated	tablicowa tabular α=0,05 α=0,01	0,05	0,01
Intensywność wydzielania się drzew [%] Intensive self-thinning of trees [%]	800,43**	5,14 10,92	0,92	1,4
Pierśnica [cm] Diameter at breast height [cm]	3,75	5,14 10,92	0,44	0,67
Wysokość [m] Height [m]	43,41**	5,14 10,92	0,26	0,39
Liczba drzew na 1 ha Number of trees per 1 hectar	14364,43**	5,14 10,92	8,64	13,09
Procentowy udział drzew o d _{1,3} >7cm na 1 ha Percentage of trees about d _{1,3} >7cm per 1 ha	111772,76**	5,14 10,92	0,05	0,08
Miąższość całkowita na 1 ha [m ³ /ha] Volume total per 1 ha [m ³ /ha]	6,02*	5,14 10,92	25,29	38,32
Suma powierzchni przekroju na 1 ha [m ² /ha] Total cross-section surface per 1 ha [m ² /ha]	12,25**	5,14 10,92	2,97	4,5
Drzewostan główny (I+II+III) Main stand (I+II+III)	2262,48**	5,14 10,92	0,94	1,43

* – różnice istotne – significant differences

** – różnice bardzo istotne – very significant differences

poletek wynosi 500 m² (20 × 25 m). Wyszczono na nich po 550 sztuk jednorocznej sosny. W doświadczeniu zastosowano metodę bloków losowanych, w czterech powtórzeniach.

W eksperymencie tym chodziło o prześledzenie wpływu nawożenia jako podstawowego zabiegu melioracyjnego, na udatność i wzrost oraz biologiczne różnicowanie się drzew sosny.

W lutym i marcu 1999 roku, po okresie kończącym dwudziestopięcioletni wzrost sosny, pomierzono grubość pierśnicową wszystkich żywych drzew i sklasyfikowano je pod względem biologicznym.

Stanowisko biosocjalne każdego drzewa określono według kryteriów klasyfikacji Krafca. Pierśnice mierzone w dwóch prostopadłych kierunkach z dokładnością do 0,2 cm. Po uszeregowaniu drzew w jednocentymetrowe stopnie grubości, zmierzono wysokość 20% drzew w każdym stopniu grubości. Wysokość mierzone 15-metrową tyczką teleskopową, z dokładnością 1 cm. Dla każdego stopnia pierśnicy w danym obiekcie obliczono średnie wysokości za pomocą równania krzywej Näslunda.

Miąższość pojedynczego drzewa o pierśnicy większej lub równej 7 cm wyliczono na podstawie tablic miąższości drzew stojących dla sosny w wieku do 80 lat. Miąższości dla poszczególnych stopni grubości otrzymano mnożąc miąższość pojedynczego drzewa przez liczbę drzew w danym stopniu. Po ich zsumowaniu otrzymano miąższość dla całego powtórzenia, a następnie wyliczono miąższość na 1 ha.

Wartości średnie badanych parametrów poddano analizie wariancji, której wyniki zamieszczono w tabeli 1.

Wyniki i podsumowanie

W literaturze wyraźnie odczuwa się brak wieloletnich wyników informujących o wzroście drzew nawożonych podstawowymi składnikami na glebach piaszczystych. Zamieszczone w pracy wyniki mogą wypełnić lukę w tym zakresie, ponieważ niniejsze doświadczenie jest prowadzone od założenia uprawy w 1974 roku. Śledzenie wzrostu sosny na tej powierzchni odbywało się w różnym zakresie i z różnym natężeniem. Miało ono związek z fazami rozwojowymi i procesami biologicznymi drzewostanu. Dotychczasowe wyniki opublikowano w kolejnych pracach. Kwestia czasu oddziaływania podstawowego nawożenia mineralnego na wzrost drzew zawsze budziła kontrowersje.

Wyniki uzyskane z 25-letniej tyczkowiny poza wyjaśnieniem tej kwestii miały również dostarczyć informacji o przebiegu i intensywności procesu wydzielania się drzew wraz z ich przemieszczaniem się w strukturze biologicznej. Problem ten ma istotne znaczenie dla jakości i wartości przyszłego drzewostanu.

Wiadomo, że w fazie młodnikowej zarysowuje się stosunkowo ostra rywalizacja o przestrzeń, światło, wodę i składniki odżywcze. Wynikiem tego procesu jest wyraźny podział drzew na klasy biologiczne oraz dynamiczny wzrost wysokości drzew (charakterystyczny dla tyczkowiny).

Z tabeli 2 wynika, że po 25 latach od założenia uprawy z wyszczonych 11 000 sztuk sadzonek sosny na hektar pozostało 5425-6020 sztuk, co na borze suchym jest liczbą zbyt wysoką.

W ostatnich ośmiu latach (1990-1998) proces wydzielania się drzew przebiegał z różną intensywnością w poszczególnych obiektach.

Najintensywniej (40,08%) wydzielały się drzewka na działkach z pełnym nawożeniem mineralnym (3). Może to mieć związek z dużą udatnością (82,3%) jeszcze w 10-letniej uprawie i stosunkowo dużą liczbą drzew w 17-letnim młodniku. Z tabeli 1 wynika, że cecha ta charakteryzowała się istotnością różnic pomiędzy obiektami doświadczenia.

Zamieszczone w tabeli 3 średnie wartości cech charakteryzujących 25-letni drzewostan sosnowy w większości (z wyjątkiem pierśnicy) wykazują istotne zróżnicowanie pomiędzy obiektami, a podana w tabeli 1 szczegółowa charakterystyka statystyczna jest tego potwierdzeniem. Niektóre z analizowanych cech, np. miąższość całkowita, suma powierzchni przekrojów, czy procentowy udział drzew o pierśnicy większej lub równej 7 cm są zdecydowanie większe na działkach, gdzie sosna rosła z wapnowaniem i równoczesnym nawożeniem. Analiza statystyczna pierśnicy nie wykazała istotnych różnic. Być może zbyt duża jeszcze liczba drzew, szczególnie cienkich (poniżej 7 cm – tab. 3), przypadająca na jednostkę powierzchni w tej fazie drzewostanu nie pozwala na stwierdzenie tych różnic.

Procentowy udział drzew w klasach biologicznych przedstawiono w tabeli 4. Wynika z niej, że udział drzew klasy górującej i panującej (tworzących trzon przyszłego drzewostanu) był największy (41,5%) w obiekcie 3, czyli na działkach wapnowanych z równoczesnym nawożeniem mineralnym i były to istotne różnice (tab. 1). Dla porównania w obiekcie kontrolnym udział ten wynosił 25,0%.

Podobnie było w 17-letnim młodniku [Kocjan 1994], gdzie klasa drzew górujących i panujących miała 46,3% udziału w obiekcie 3 i 49,4% w obiekcie 2. W obiekcie kontrolnym udział ten wyniósł jedynie 31,3%.

Należy podkreślić, że drzewa pochodzące z tych dwóch warstw, rosące na poletkach wapnowanych i wapnowanych z nawożeniem mineralnym cechują się dobrą jakością hodowlaną dolnej części strzały. Sugestie te potwierdzają wcześniejsze wyniki z charakterystyki morfologicznej drzew w 17-letnim młodniku [Kocjan 1994].

Wnioski

- ✦ Na ubogich siedliskach leśnych dostarczanie do gleby makroelementów powinno być warunkiem koniecznym przy zakładaniu upraw.
- ✦ Z uwagi na spadek przyrostu wysokości i grubości drzew w okresie młodnika na działkach z nawożeniem mineralnym należałoby ten zabieg powtórzyć, przypuszczalnie między 8 a 12 rokiem istnienia uprawy.
- ✦ Zbyt duża jeszcze liczba drzew na jednostce powierzchni w tej fazie drzewostanu miała praw-

Tabela 2.

Intensywność wydziałania się drzew w okresie od 17-letniego młodnika do 25-letniego drzewostanu na powierzchni z wapnowaniem i nawożeniem mineralnym
Intensive self-thinning of trees in the period from the 17-year thicket to 25-year stand on surfaces with liming and mineral fertilization

Obiekty	Wysadzono na 1 ha	Liczba drzew żywych na 1 ha w 17-letnim młodniku (1990 r.)	Liczba drzew żywych na 1 ha w 25-letnim drzewostanie (1998 r.)	Intensywność wydziałania się drzew w ciągu 8 lat %
Treatments	Number of planting trees per 1 ha	Number of living trees per 1 ha in a 17-years old thicket (1990)	Number of living trees per 1 ha in a 25-years old stand (1998)	Intensive self-thinning of trees in the period of 8 years %
1	11000	7744	5665	26,85
2	11000	8283	6020	27,32
3	11000	9053	5425	40,08

Tabela 3.

Średnie wartości cech charakteryzujących 25-letni drzewostan sosnowy
Average values of feature characterizing 25-years old pine stand

Cecha – Factor	Obiekty – Treatments		
	1	2	3
Pierśnica [cm] Diameter at breast height [cm]	6,5	6,7	7
Pierśnica max. [cm] Diameter at breast height max. [cm]	12,5	12,7	13
Wysokość [m] Height [m]	5,2	5,7	6,2
Wysokość max. [m] Height max. [m]	8,1	8,4	9,4
Liczba drzew na 1 ha Number of trees per 1 hectare	5665	6020	5425
Procentowy udział drzew o $d_{1,3} > 7\text{cm}$ na 1 ha Percentage of trees about $d_{1,3} > 7\text{cm}$ per 1 ha	18,18	24,83	28,57
Mięższość całkowita na 1 ha [m^3/ha] Volume total per 1 ha [m^3/ha]	58,85	86,05	90,5
Suma powierzchni przekrojów na 1 ha [m^2/ha] Total cross - section surface per 1 ha [m^2/ha]	15,26	17,9	19,11

Tabela 4.

Procentowy udział klas biologicznych Krafta w 25-letnim drzewostanie sosnowym na powierzchni z wapnowaniem i nawożeniem mineralnym

Percentage share of Kraft's biological classes in 25-year old Scots pine stand in plots with liming and mineral fertilisation

Klasy drzew – Trees' classes	Obiekty – Treatments		
	1	2	3
I Górujących Outstandingly dominant	3,2	5,0	6,2
II Panujących Dominant	21,8	30,4	35,3
III Współpanujących Codominant	36,9	43,9	45,4
Drzewostan główny (I+II+III) Main stand (I+II+III)	61,9	79,3	86,9
IVa O koronie ścieśnionej With crumpled crown	28,8	13,6	7,4
IVb O koronie podokapowej With undercanopy crown	3,0	1,0	0,8
Va O koronie jeszcze żywej With partially living crown	6,0	5,2	3,6
Vb O koronie martwej With dead crown	0,3	0,9	1,3
Drzewostan podrzędny (IV+V) Subdominant stand (IV+V)	38,1	20,7	13,1
	100,0	100,0	100,0

dopodobnie wpływ na brak istotności różnic przy jednej z ważniejszych cech, jaką jest pierśnica. Dopiero po wykonaniu pierwszej trzebieży wczesnej i ponownym pomiarze drzew mogą się wyjaśnić pewne zagadnienia dotyczące czasu trwania wpływu startowego nawożenia mineralnego na wzrost drzew w analizowanych warunkach siedliskowych.

Literatura

- Bussler W. 1989. Die Wirkung unterschiedlicher Nährstoffgaben auf die Entwicklung der Kiefer. Allg. Forstzeitschr. 9/10: 212-214.
- Edelmann M., Schröder D. 1988. Kann eine Kalkdüngung Waldböden nachhaltig verbessern? Allg. Forstzeitschr. 12: 285.
- Grimm R., Rehfuess K.E. 1986. Kurzfristige Veränderungen von Bodenreaktion und Kationen austauscheigenschaften in einem Meliorationsversuch zu Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) auf Podsol – Pseudogley in der Oberpfalz. Allg. Forst. Jagdz. 11: 205-213.
- Gussone U.J. 1978. Möglichkeiten zu forstlichen Produktionssteigerung durch Düngung. Allg. Forstzeitschr. 15: 404-408.
- Kocjan H. 1981. Wpływ nawożenia mineralnego na wzrost i udatność sosny zwyczajnej na siedlisku boru suchego. PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. i Leś. 52: 41-48.
- Kocjan H. 1987. Wpływ różnych sposobów sadzenia i startowego nawożenia mineralnego na wzrost i udatność 10-letniej uprawy sosnowej na siedlisku boru suchego. Sylwan 10: 31-40.
- Kocjan H. 1994. Wpływ zabiegów uprawowych na wzrost i jakość hodowlaną sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w młodniku na siedlisku boru suchego. PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. i Leś., t. 78 (Suplement): 1-54.
- Lettl A. 1987. Vliv hnojení dusíkem na půdny mikrofloru v borových porostech. Lesnictví. 2: 97-108.
- Listov A.A., Konovalov W.N. 1988. Vlijanie mineralnych udobrenii na sezonnyj rost sosny v vysotu. Lesovedenije. 1: 33-42.
- Menge J. A., Grand Z. F., Haines L. W. 1977. The effect of the fertilization on growth and mycorrhizae numbers in 11-year-old loblolly pine plantations. Forest Sci. 23. 1: 37-44.
- Rzeźnik Z., Nebe W. 1968. Über die Ergebnisse eines 60-jährigen Düngungsversuches von R. Albert in Kotschmke (Choziemek) 1, 2. Arch. Forstwiss. 17. 10: 1059-1083.
- Tabele miąższości drzew stojących dla sosny, świerka, jodły, modrzewia, dębu, buka, brzozy i olszy dr Grundnera i dr Schwappacha w opracowaniu inż. A. Gottwalda. Drukarnia w Olsztynie.

SUMMARY

The influence of liming and mineral fertilizing on the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in 25-year old pine stand on the dry coniferous forest site

In the experiment established in 1974 in the Wronki Forest Inspectorate, Smolnica Forest Division, the growth of the Scots pine was investigated in 25-year old pine stand growing on the dry coniferous forest site type. The preplant fertilization by the mineral fertilizing was used. The following objects were used:

- Surface without any fertilizing (control).
- Surface with liming – 2000 kg /ha of CaCO₃ was used.
- Surface with full mineral fertilizing – with 2000 kg/ha of CaCO₃, 30 kg/ha of ammonium saltpetre 34% N, 40 kg/ha of phosphoric flour 30% P₂O₅ and 60 kg/ha of potassium salt 38-42% K₂O.

After 25 years the influence of the mineral fertilizing on the growth of Scots pine, the intensity of self-thinning and biosocial position of trees according to the Kraft's classification was investigated.

The best growth of trees was ascertained on the surfaces with liming and mineral fertilizing used simultaneously.