

PIOTR SEWERNIAK

ZRÓŻNICOWANIE WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEB DRZEWOSTANÓW SOSNOWYCH W POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ POLSCE*

VARIABILITY OF SELECTED SOIL PROPERTIES IN SCOTS PINE STANDS OF SOUTHWESTERN POLAND

Zakład Gleboznawstwa, Instytut Geografii, UMK w Toruniu

Abstract: The aim of the study was the analysis of the variability of selected soil properties in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands of southwestern Poland. In the past, Scots pine was introduced in forest sites that were originally covered by broad-leaved tree species. The analyzed soils, including sandy soils of a similar soil texture, are characterized by relatively high variability of the studied properties. This fact offers a good opportunity to categorize the analyzed soils for silviculture purposes, also in the aspect of converting pine stands into mixed forests.

Słowa kluczowe: gleba, sosna zwyczajna, bory sosnowe.

Key words: soil, *Pinus sylvestris*, Scots pine stands.

WSTĘP

Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) jest gatunkiem o relatywnie niewielkich wymaganiach glebowych. W warunkach klimaksowych, w klimacie Polski, drzewostany sosnowe porastają gleby ubogie, zaś na siedliskach zasobniejszych sosna jest wypierana przez gatunki drzew liściastych [Czerwiński 1993]. Promowanie sosny zwyczajnej w gospodarce leśnej spowodowało, że obecnie w Europie Środkowej gatunek ten często występuje na siedliskach pierwotnie związanych z drzewostanami liściastymi [Olaczek 1974; Zerbe 2002; Łaska 2006]. Dotyczy to szczególnie obszaru byłych Prus, w tym m.in. rozległych terenów w południowo-zachodniej Polsce, gdzie monokultury sosnowe były planowo wprowadzane na siedliska lasów liściastych już w pierwszej połowie XIX wieku [Olaczek 1976]. Antropogeniczne rozszerzenie areалу drzewostanów sosnowych wiązało się ze znacznym zwiększeniem zróżnicowania gleb porośniętych sosną. Obecnie w Polsce na dużą skalę przeprowadza się przebudowę składu gatunkowego drzewostanów sosnowych w kierunku zwiększenia udziału gatunków liściastych. W celu racjonalnego

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego Nr N309 007 32/1037 finansowanego ze środków budżetowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

planowania i wykonania tej przebudowy niezbędne jest szczegółowe rozpoznanie gleb, a także wzajemnych relacji między glebą a ekologicznymi oraz produkcyjnymi cechami drzewostanów sosnowych, które je porastają.

Celem niniejszej pracy jest charakterystyka wybranych właściwości gleb drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce. Niniejsza praca stanowi artykuł wprowadzający do prezentacji szczegółowych wyników badań dotyczących wpływu warunków glebowych na bonitację drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce [Sewerniak 2009].

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowią wyniki opisów i analiz laboratoryjnych gleb zebranych dla 349 profili glebowych, zlokalizowanych w drzewostanach sosnowych na terenie Nadleśnictw Oława, Bolesławiec i Głogów (RDLP we Wrocławiu). Wyniki analiz laboratoryjnych gleby, wykonanych metodami stosowanymi w kartografii siedliskowej [Mąkosa i in. 1994], zaczerpnięto z operatów glebowo-siedliskowych [Operat¹.. 2002, 2003, 2004]. Dla wszystkich analizowanych gleb dysponowano wynikami uziarnienia (podział na frakcje według PTG [Systematyka... 1989]), odczynu oraz w przypadku jego występowania zawartości węglanu wapnia w glebie. Dla 101 urzędniowych tzw. profili wzorcowych (typologicznych) dysponowano ponadto wynikami zawartości wymiennych kationów zasadowych i kwasowych w kompleksie sorpcyjnym gleb oraz zawartości węgla organicznego (Corg.) i azotu ogółem (Nt) w poziomach próchnicznych. Analizy laboratoryjne były wykonane w próbkach glebowych po wcześniejszym oddzieleniu części szkieletowych ($\varnothing > 1,0$ mm) metodą sitową.

Zróżnicowanie właściwości gleb przedstawiono w grupach pedonów, w odniesieniu do których badano wpływ właściwości gleby na bonitację sosny [Sewerniak 2009]. Ze względu na to, że wzrost sosny zwyczajnej jest silnie determinowany przez warunki wilgotnościowe siedliska [Kuźniar 1935; Borowiec 1958; Rząsa 1962; Szwagrzyk, Szewczyk 2002] właściwości gleby przedstawiono oddzielnie dla gleb nieoglejonych (273 profile glebowe w tym 71 profili wzorcowych) oraz gleb oglejonych (odpowiednio 76 i 30). W nawiązaniu do typologii siedlisk leśnych gleby pierwszej grupy związane były z siedliskami umiarkowanie świeżymi, zaś objęte badaniami gleby oglejone odpowiadały siedliskom silnie świeżym i siedliskom wilgotnym.

Równolegle, w obu wydzielonych grupach, dokonano analizy właściwości gleb wyłącznie w odniesieniu do gleb piaszczystych, co wynikało z uwarunkowań praktycznych. Gleby te dominują w polskich lasach, ponadto postępowanie hodowlane na glebach powstałych z piasków jest wyjątkowo dyskusyjne [Biały 1999]. Badaniami objęto 215 piaszczystych gleb nieoglejonych (w tym 51 profili wzorcowych) oraz 53 piaszczyste gleby oglejone (w tym 16 profili wzorcowych). Za gleby piaszczyste uznano jedynie te, które w całym profilu zbudowane były z piasków lub z piaszczystych utworów szkieletowych, a domieszki materiałów droбноziarnistych, jeśli występowały, to jedynie w formie niewielkich przewarstwień lub wkładek.

Na podstawie wyników analitycznych oraz miąższości poziomów genetycznych obliczono dla profili glebowych średnie ważone (nazwane wskaźnikami) zawartości poszczególnych frakcji uziarnienia oraz wartości pH. Umożliwiło to porównanie

¹ Autor artykułu brał udział we wszystkich etapach (prace terenowe, prace laboratoryjne i prace kameralne) wykonania tych operatów.

analizowanych gleb pod względem poszczególnych cech za pomocą jednej wartości charakteryzującej cały profil glebowy. Gleby piaszczyste analizowane były do głębokości 200 cm, zaś gleby o drobniejszym uziarnieniu do 150 cm.

Dla badanych piaszczystych profili wzorcowych wyliczono zasoby kationów kwasowych (H^+ , Al^{3+}), poszczególnych kationów zasadowych (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), sumy zasad (S) oraz sumy kationów na podstawie pojemności wymiennej kationów (PWK). Zasoby te wyliczono dla każdego profilu wzorcowego do pięciu głębokości (25, 50, 100, 150, 200 cm). Niezbędną do wyliczeń gęstość objętościową określono dla poszczególnych poziomów genetycznych wykorzystując metodę Brożka i Zwydaka [2003].

Wśród badanych gleb dominowały gleby rdzawe i gleby bielcowe. Analiza właściwości gleb z uwzględnieniem poszczególnych jednostek taksonomicznych będzie tematem osobnej pracy.

Analizy statystyczne wykonano przy użyciu pakietu STATISTICA. Ze względu na odbiegający od normalnego rozkład wyników analitycznych gleb zależności analizowano wykorzystując korelację rang Spearmana.

Według podziału Polski na krainy przyrodniczo-leśne [Tramplera i in. 1990] teren badań położony jest głównie w granicach krainy V (śląskiej). Jedynie północna część Nadleśnictwa Głogów znajduje się na terenie krainy III (wielkopolskiej). Przeciętna roczna temperatura powietrza na terenie badań wynosi $8,5^{\circ}C$, roczna suma opadów atmosferycznych 550 mm, zaś przeciętna długość okresu wegetacyjnego wynosi około 230 dni [Atlas... 2001]. Teren badań w całości położony jest na obszarze staroglacjalnym.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wśród analizowanych gleb drzewostanów sosnowych zdecydowanie dominują gleby o uziarnieniu piasków (tab. 1), co odzwierciedla dominację tych gleb w polskich lasach. Około 10% wszystkich badanych gleb stanowiły gleby drobnoziarniste, związane głównie z terenami moren dennych w przypadku uziarnienia gliniastego (19 profili w grupie gleb nieoglejonych oraz 7 w grupie gleb oglejonych, tab. 1) lub pokryw lessowych w przypadku tekstury pyłowej (6 profili w grupie gleb nieoglejonych oraz 1 w grupie gleb oglejonych, tab. 1). Ze względu na wysoki potencjał troficzny tych gleb drzewostany sosnowe je porastające powinny być bezwzględnie przebudowane na lasy liściaste.

Wartości odchyłeń standardowych oraz zakresy przedstawionych wskaźników zawartości frakcji uziarnienia świadczą o wysokim zróżnicowaniu teksturalnym gleb drzewostanów sosnowych na terenie badań. Dotyczy to także gleb piaszczystych obu analizowanych grup wilgotnościowych (tab. 2). Zróżnicowanie to w dużym stopniu wynika z uwarunkowań geologicznych. Analizowane gleby piaszczyste powstały z pięciu różnych materiałów piaszczystych o odmiennej genezie (piasek eoliczny, rzeczny, stożków napływowych, sandrowy oraz morenowy), co implikuje wysoką różnorodność teksturalną.

Zdecydowana większość analizowanych gleb charakteryzowała się odczynem kwaśnym lub bardzo kwaśnym (tab. 3). W przedstawianym materiale badawczym stwierdzono istotną statystycznie ($p < 0,01$) negatywną korelację między wartościami pH, a zawartością frakcji $<0,02$ mm w glebie, co dotyczy zarówno grupy gleb nieoglejonych, jak i oglejonych. Jest to o tyle ciekawe, że gleby drobnoziarniste, m.in. na skutek mniejszej podatności na wymywanie kationów zasadowych, cechują się przeważnie wyższymi wartościami pH niż gleby piaszczyste [Kern 1985]. Zaobserwowana na terenie badań zależność być może wynika z różnic w wieku analizowanych osadów, co

TABELA 1. Liczba profili glebowych o średniej ważonej zawartości frakcji < 0,02 mm i 0,1–0,02 mm w przedziałach właściwych dla wybranych podgrup granulometrycznych [Systematyka... 1989]

TABLE 1. Number of soils characterized by the weighed mean of the <0.02 mm and 0.1–0.02 mm fraction content suitable for some textural classes [Systematyka... 1989]

Grupa gleb Group of soils	Liczba profili o procentowej zawartości frakcji Number of profiles with percent of the texture fraction content										
	<0,02 mm								0,1–0,02 mm		
	0,0- 5,0	5,0- 10,0	10,0- 15,0	15,0- 20,0	20,0- 25,0	25,0- 35,0	35,0- 50,0	>50,0	0,0- 25,0	25,0- 40,0	>40,0
Gleby nieoglejone Non-gleyic soils	185	42	20	7	6	6	2	5	252	15	6
Gleby oglejone Gleyic soils	45	15	4	5	2	2	1	2	66	4	1
Piaszczyste gleby nieoglejone Sandy non-gleyic soils	182	27	6	0	0	0	0	0	212	3	0
Piaszczyste gleby oglejone Sandy gleyic soils	44	9	0	0	0	0	0	0	52	1	0

bezpośrednio decyduje o długości okresu ich przemywania. Większość gliniastych osadów morenowych na obszarze badań jest znacznie starsza niż występujące na tym terenie osady piaszczyste [Mapa... 2006].

Dominujący kwaśny odczyn badanych gleb koresponduje z ich przeważnie bezwęglanowym charakterem. Węglan wapnia występował jedynie w 31 skałach macierzystych analizowanych gleb (9% wszystkich badanych gleb), prawie wyłącznie w glebach nieoglejonych (tab. 3). Uważa się, że ze względu na występujący w warunkach klimatu Polski silnie przemysłowy typ gospodarki wodnej piaszczystych gleb autogenicznych, węglan wapnia występuje w tych glebach rzadko [Kern 1985]. W tym kontekście interesująco przedstawia się fakt, iż związek ten występował w 19 piaszczystych glebach nieoglejonych, co stanowi 9% badanej populacji tych gleb (tab. 3).

Obecność węglanu wapnia w piaszczystych glebach nieoglejonych ma wyraźny związek z pochodzeniem geologicznym materiału. Największy udział pedonów zawierających CaCO_3 dotyczył autogenicznych gleb piaszczystych wytworzonych z piasków morenowych (23%) oraz z piasków sandrowych (14%). W glebach powstałych z piasków bardziej przemitych węglan wapnia występował sporadycznie. Obecność tego związku stwierdzono jedynie w 2% nieoglejonych gleb wykształconych z piasków rzecznych, zaś w piaskach stożków napływowych i w piaskach eolicznych węglan wapnia nie występował w żadnym z analizowanych profili. W świetle przeciętnie starszego wieku piasków morenowych niż piasków o innej genezie na terenie badań [Mapa... 2006] można stwierdzić, że pochodzenie geologiczne materiału piaszczystego może mieć większe znaczenie dla obecności węglanu wapnia w glebie niż wiek osadu.

TABELA 2. Statystyczna charakterystyka (średnia arytmetyczna±odchylenie standardowe, zakres) wskaźników procentowej zawartości frakcji uziarnienia [mm] w badanych glebach

TABLE 2. The statistical characteristics (arithmetic mean±standard deviation, range) of the percentage textural fraction [mm] content indicators

Grupa gleb Group of soils	>1	1-0,1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,02	0,1-0,05	0,05-0,02	<0,02	0,02	0,005	<0,002
Gleby nieoglejone Non-gleyic soils	15,9±17,3 (0,0-78,1)	82,9±17,1 (11,1-98,4)	19,6±13,5 (0,3-69,9)	34,4±12,4 (2,7-68,6)	29,1±13,8 (3,8-74,5)	10,4±10,3 (0,7-66,2)	5,9±5,4 (0,4-33,9)	4,5±6,1 (0,1-52,8)	6,5±9,3 (0,2-62,5)	2,6±2,8 (0,0-16,0)	1,3±1,5 (0,0-9,8)	2,6±5,7 (0,0-34,4)
Gleby oglejone Gleyic soils	10,5±10,0 (0,1-56,0)	81,9±17,3 (18,5-97,0)	13,9±6,9 (1,4-40,6)	31,5±10,7 (4,3-66,1)	36,5±12,1 (6,4-67,8)	10,0±7,8 (2,0-40,0)	5,8±4,4 (1,3-24,8)	4,2±4,4 (0,7-28,3)	8,0±11,2 (0,6-62,0)	3,0±3,2 (0,2-18,7)	1,7±1,7 (0,0-8,8)	3,3±7,0 (0,1-41,2)
Piaszczyste gleby nieoglejone Sandy non- gleyic soils	17,1±18,3 (0,0-78,1)	89,5±7,4 (55,1-98,4)	21,6±13,5 (0,3-69,9)	37,5±10,8 (5,4-68,6)	30,4±14,2 (3,8-74,5)	7,1±5,9 (0,7-39,3)	4,7±4,7 (0,4-33,9)	2,5±2,0 (0,1-11,3)	3,3±2,4 (0,2-12,7)	1,5±1,0 (0,0-5,9)	0,8±0,6 (0,0-3,8)	1,0±1,0 (0,0-6,1)
Piaszczyste gleby oglejone Sandy gleyic soils	9,6±10,0 (0,1-56,0)	90,1±5,6 (66,8-97,0)	14,8±7,4 (2,5-40,6)	35,2±9,4 (14,4-66,1)	40,1±11,0 (10,1-67,8)	6,7±4,9 (2,0-29,5)	4,3±4,0 (1,3-24,7)	2,4±1,5 (0,9-7,5)	3,2±1,7 (0,6-8,0)	1,5±0,8 (0,2-3,7)	0,9±0,6 (0,0-3,1)	0,8±0,7 (0,1-3,9)

TABELA 3. Odczyn oraz zawartość CaCO₃ w badanych glebach
 TABLE 3. The reaction and the CaCO₃ content in the analysed soils

	Gleby – Soils		Gleby piaszczyste Sandy soils	
	nieoglejone non-gleyic	oglejone gleyic	nieoglejone non-gleyic	oglejone gleyic
Wskaźnik pH (H ₂ O) Weight mean of pH (H ₂ O)	5,0±0,6 (3,5-7,3)	4,8±0,6 (3,8-6,5)	5,1±0,6 (4,0-7,3)	4,8±0,5 (4,1-6,6)
Wartość pH (H ₂ O) w poziomie A lub AEes pH (H ₂ O) value in A or AEes horizon	4,1±0,4 (3,3-6,1)	3,9±0,4 (3,2-5,2)	4,1±0,4 (2,8-6,1)	3,9±0,4 (3,2-4,9)
Wartość pH (H ₂ O) w poziomie B pH (H ₂ O) value in B horizon	4,7±0,3 (3,9-5,7)	4,5±0,5 (3,6-5,9)	4,7±0,3 (3,9-5,7)	4,4±0,5 (3,6-5,9)
Wartość pH (H ₂ O) w skale macierzystej pH (H ₂ O) value in a parent material	5,3±0,9 (3,7-8,6)	5,0±0,7 (3,8-7,7)	5,3±0,8 (3,7-8,4)	4,9±0,6 (4,2-6,7)
Wskaźnik pH (KCl) Weight mean of pH (KCl)	4,4±0,6 (2,3-7,1)	4,1±0,5 (3,2-6,0)	4,5±0,6 (3,5-7,1)	4,2±0,5 (3,5-6,0)
Wartość pH (KCl) w poziomie A lub AEes pH (KCl) value in A or AEes horizon	3,4±0,4 (2,5-5,4)	3,2±0,5 (2,4-4,6)	3,4±0,4 (2,5-5,4)	3,1±0,4 (2,4-4,2)
Wartość pH (KCl) w poziomie B pH (KCl) value in B horizon	4,2±0,4 (3,0-5,2)	4,0±0,5 (2,9-5,3)	4,2±0,3 (3,4-5,2)	3,9±0,5 (2,9-5,3)
Wartość pH (KCl) w skale macierzystej pH (KCl) value in a parent material	4,7±0,9 (3,2-8,5)	4,3±0,6 (3,3-6,5)	4,7±0,9 (3,3-8,1)	4,3±0,5 (3,7-6,1)
Zawartość [%] CaCO ₃ w skale macierzystej CaCO ₃ content [%] in a parent material	0,13±0,78 (0,00-7,85)	0,12±1,04 (0,00-9,12)	0,05±0,31 (0,00-3,61)	0,00±0,01 (0,00-0,04)
Liczba profili glebowych zawierających CaCO ₃ Number of soils that contain CaCO ₃	28(10)*	3(4)	19(9)	2(4)

* w nawiasach podano udział procentowy gleb w danej grupie zawierających CaCO₃

*in brackets the percentage of soils containing CaCO₃ for the particular soil group is given

TABELA 4. Statystyczna charakterystyka (średnia arytmetyczna±odchylenie standardowe, zakres) zawartości węgla organicznego, azotu ogółem i wartości stosunku C:N w poziomach próchnicznych badanych gleb

TABLE 4. The statistical characteristics (arithmetic mean±standard deviation, range) of the organic carbon (Corg) and Nt content together with C:N ratio values in a humus horizon

	Gleby – Soils		Gleby piaszczyste Sandy soils	
	nieoglejone non-gleyic	oglejone gleyic	nieoglejone non-gleyic	oglejone gleyic
Corg. [%]	1,83±1,43 (0,46-6,74)	1,97±1,72 (0,70-9,46)	1,56±1,01 (0,50-5,36)	1,77±0,9 9(0,75-3,52)
Nt [%]	0,083±0,063 (0,018-0,298)	0,093±0,062 (0,024-0,238)	0,070±0,048 (0,018-0,237)	0,099±0,069 (0,024-0,238)
C:N	22,8±6,4 (13,1-37,7)	22,7±9,9 (7,8-51,1)	23,4±6,5 (13,7-37,7)	20,3±7,1 (10,1-36,7)

TABELA 5. Statystyczna charakterystyka (średnia arytmetyczna±odchylenie standardowe, zakres) zawartości kationów i PWK [mmol(+)·100 g⁻¹ gleby] oraz V [%] w badanych glebach piaszczystych

TABLE 5. The statistical characteristics (arithmetic mean±standard deviation, range) of the content of cations and CEC [mmol(+)·100 g⁻¹ of soil] together with BS [%] for the investigated sandy soils

Poziom Horizon	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	PWK – CEC	V – BS
Piaszczyste gleby nieoglejone, Sandy non-gleyic soils								
A lub AEes	7,40±3,83 (2,64-20,2)	0,53±0,20 (0,07-1,03)	0,11±0,03 (0,06-0,19)	0,08±0,03 (0,04-0,15)	0,06±0,03 (0,03-0,17)	0,78±0,25 (0,27-1,38)	8,19±3,96 (3,33-21,6)	10,8±4,2 (4,29-20,7)
B	2,84±1,99 (0,08-11,4)	0,30±0,13 (0,04-0,64)	0,06±0,02 (0,03-0,11)	0,05±0,03 (0,02-0,13)	0,04±0,02 (0,01-0,11)	0,45±0,15 (0,16-0,90)	3,29±2,03 (0,89-12,0)	17,5±12,7 (5,07-91,0)
Skala macierzysta Parent material	1,52±1,20 (0,23-5,65)	0,45±1,32 (0,03-9,47)	0,09±0,26 (0,02-1,87)	0,04±0,03 (0,01-0,18)	0,03±0,03 (0,01-0,16)	0,63±0,13 (0,13-11,6)	2,15±2,19 (0,43-14,2)	25,4±14,7 (9,68-82,0)
Piaszczyste gleby oglejone, Sandy gleyic soils								
A lub AEes	8,68±4,17 (2,63-16,2)	0,58±0,21 (0,09-0,97)	0,13±0,05 (0,08-0,23)	0,08±0,03 (0,03-0,13)	0,08±0,04 (0,04-0,19)	0,86±0,25 (0,41-1,35)	9,55±4,32 (3,58-17,5)	10,6±5,5 (4,89-26,5)
B	3,70±2,20 (0,68-7,13)	0,36±0,19 (0,16-0,90)	0,10±0,11 (0,04-0,49)	0,05±0,03 (0,03-0,14)	0,04±0,02 (0,02-0,10)	0,55±0,31 (0,32-1,54)	4,26±2,18 (1,11-7,66)	17,5±13,7 (6,92-51,2)
Skala macierzysta Parent material	1,16±0,90 (0,38-3,05)	0,31±0,30 (0,02-0,97)	0,06±0,05 (0,03-0,18)	0,04±0,03 (0,01-0,12)	0,04±0,02 (0,01-0,09)	0,45±0,38 (0,11-1,36)	1,61±1,08 (0,67-4,41)	30,3±17,1 (7,80-74,5)

TABELA 6. Statystyczna charakterystyka (średnia arytmetyczna±odchylenie standardowe, zakres) zasobów kationów w badanych glebach piaszczystych [mmol(+) na 100 cm² gleby do danej głębokości]

TABLE 6. The statistical characteristics (arithmetic mean±standard deviation, range) of the cation stocks for the investigated sandy soils [mmol(+) in 100 cm² of soil to the given depth]

Głęb. Depth [cm]	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S – TEB	PWK CEC
Piaszczyste gleby nieoglejone, Sandy non-gleyic soils							
25	154±61 (55,2-326)	13,0±5,1 (1,92-28,8)	2,61±0,79 (1,34-5,90)	2,12±0,76 (1,13-4,09)	1,74±1,35 (0,63-9,75)	19,4±6,1 (6,21-41,9)	173±64 (69,7-354)
50	236±93 (102-531)	22,6±8,8 (3,52-45,7)	4,54±1,27 (2,52-9,00)	3,90±1,48 (2,04-7,92)	3,03±1,67 (1,24-10,7)	34,0±10,5 (11,9-65,4)	270±98 (130-575)
100	343±152 (145-921)	40,5±19,3 (6,66-109)	7,98±2,83 (4,57-18,6)	6,92±2,83 (2,78-17,52)	5,30±2,76 (1,93-13,1)	60,7±23,6 (28,5-155)	404±165 (192-1007)
150	448±221 (173-1311)	69,6±87,5 (8,73-633)	13,9±16,2 (5,95-119)	10,0±4,5 (3,47-27,9)	7,70±4,33 (2,62-17,9)	101±106 (41,3-781)	550±276 (232-1532)
200	554±189 (1701-298)	101±177 (10,8-1286)	20,5±34,0 (6,64-248)	13,2±6, (4,16-38,2)	10,2±6,3 (3,31-27,3)	145±216 (50,3-1583)	695±414 (262-2510)
Piaszczyste gleby oglejone, Sandy gleyic soils							
25	203±79 (51,8-324)	15,3±5,6 (3,38-30,1)	3,65±2,31 (1,95-11,7)	2,06±0,77 (0,99-4,10)	1,80±0,72 (1,13-4,18)	22,9±6,8 (14,1-38,5)	226±81 (71,8-351)
50	303±122 (67,4-499)	26,5±11,0 (8,90-51,6)	6,66±5,72 (3,49-27,3)	3,77±1,78 (1,68-8,93)	3,25±1,37 (1,96-6,60)	40,1±15,6 (25,1-86,9)	343±124 (96,3-544)
100	403±166 (98,4-685)	43,0±15,8 (13,6-80,6)	10,5±7,3 (6,24-36,9)	6,60±3,08 (3,06-14,0)	5,66±2,03 (3,58-10,5)	65,7±21,3 (44,9-120)	469±168 (145-753)
150	483±197 (150-866)	64,8±31,7 (16,3-138)	14,9±8,5 (8,31-41,0)	9,11±4,33 (3,75-17,7)	8,12±2,95 (4,27-13,9)	96,9±40,3 (54,9-179)	580±209 (212-954)
200	560±239 (202-1048)	85,1±49,5 (19,1-195)	19,2±10,4 (10,3-44,7)	11,5±5,5 (4,44-24,4)	10,5±4,1 (4,89-17,7)	126±62 (62,4-252)	687±260 (279-1156)

We wszystkich analizowanych grupach gleb średnia wartość stosunku C:N w poziomie próchnicznym jest relatywnie szeroka (20,3–23,4, tab. 4), co nawiązuje do charakteru drzewostanów występujących na badanych powierzchniach. W ich składzie gatunkowym dominuje sosna, której opad organiczny charakteryzuje się szerokim stosunkiem C:N [Puchalski, Prusinkiewicz 1975]. Jest on najczęściej wyraźnie szerszy w porównaniu z opadem drzew liściastych [Dziadowiec 1990; Dziadowiec, Kaczmarek 1997].

Wskaźnik C:N jest często wiązany z potencjalną żyznością gleb. Zakłada się, że wartość tego wskaźnika jest odwrotnie proporcjonalna do potencjalnego trofizmu gleby, który z kolei jest pozytywnie korelowany z zawartością frakcji ilastych w glebie [Brożek 2001]. Dla wszystkich analizowanych zbiorów gleb zależność pomiędzy wartością stosunku C:N w poziomie próchnicznym a wskaźnikiem zawartości frakcji <0,02 mm w glebie jest jednak nieistotna statystycznie ($p > 0,05$). Sugeruje to, że sosna jest na tyle silnym edyfikatorem siedliska, że jej wpływ na glebę może negatywnie modyfikować podstawowe zależności między poszczególnymi właściwościami gleb, występujące w warunkach zgodności między biotopem a fitocenozą. Można założyć, że wartości stosunku C:N dla analizowanych gleb drobnoziarnistych byłyby węższe, gdyby gleby te były porośnięte

drzewostanami liściastymi. Stwierdzenie występowania ujemnej korelacji między wartością stosunku C:N a zawartością frakcji ilastych prawdopodobnie byłoby możliwe, gdyby na analizowanych powierzchniach badawczych występowała zgodność między glebą a składem gatunkowym fitocenozy.

Analizując wartości średnie przedstawione w tabeli 5 i 6 można stwierdzić, że pod względem cech kompleksu sorpcyjnego analizowane gleby piaszczyste nie odbiegają od innych gleb leśnych Polski o piaszczystym uziarnieniu [Brożek, Zwydak 2003]. Według Ostrowskiej i in. [2001] w kompleksie sorpcyjnym gleb leśnych potas najczęściej przeważa nad sodem. W obu analizowanych grupach gleb piaszczystych zaobserwowano zależność odwrotną, co obok relatywnie niewielkich zawartości i zasobów potasu w badanych glebach (tab. 5 i 6) sugeruje, że obecność tego pierwiastka może być „czynnikiem minimum” dla wzrostu drzew na analizowanych glebach piaszczystych. Przewaga sodu nad potasem w kompleksie sorpcyjnym gleb leśnych stwierdzana była także przez innych autorów [m.in. Uggla 1980; Brożek, Zwydak 2003].

Pomimo tego, że zdecydowana większość analizowanych gleb piaszczystych cechuje się uziarnieniem piasku luźnego (tab. 1), gleby te są relatywnie silnie zróżnicowane pod względem właściwości fizyko-chemicznych i chemicznych. Świadczą o tym stosunkowo wysokie wartości odchyłeń standardowych analizowanych właściwości gleb (tab. 3, 4, 5, 6). Stwarza to korzystne warunki podjęcia próby kategoryzacji badanych gleb piaszczystych pod kątem ich wartości dla hodowli lasu, m.in. także w kontekście przebudowy porastających je drzewostanów sosnowych w kierunku zwiększenia udziału gatunków drzew liściastych.

WNIOSKI

1. Analizowane gleby cechują się relatywnie wysokim zróżnicowaniem pod względem badanych właściwości. Dotyczy to także analizowanych zbiorów gleb piaszczystych, co stwarza możliwość próby kategoryzacji tych gleb pod kątem ich wartości dla hodowli lasu, m.in. także w kontekście przebudowy składu gatunkowego porastających je drzewostanów sosnowych w kierunku zwiększenia udziału gatunków liściastych.
2. Na analizowanych powierzchniach badawczych pochodzenie geologiczne piasku ma większe znaczenie dla obecności węglanu wapnia w glebach niż wiek osadu. Węglan wapnia w skałach macierzystych piaszczystych gleb autogenicznych występuje częściej niż się powszechnie uważa, co szczególnie dotyczy gleb powstałych z piasków morenowych i z piasków sandrowych.
3. Sosna zwyczajna jest na tyle silnym edyfikatorem siedliska, że zmienia właściwości powierzchniowych poziomów gleb o potencjalnie wysokim trofizmie, upodabniając je do górnych poziomów gleb oligotroficznych.

LITERATURA

- ATLAS KLIMATYCZNEGO RYZYKA UPRAWY ROŚLIN W POLSCE 2001: AR w Szczecinie, Uniw. Szcz., Szczecin.
- BIAŁY K. 1999: Dowolność wyróżniania typów siedliskowych lasu i projektowania składów docelowych drzewostanów w obrębie gleb bielicoziemnych. *Sylwan* **143**,5: 65–71.
- BOROWIEC S. 1958: Zależność właściwości gleb wytworzonych z piasków luźnych oraz bonitacji i runa od głębokości wody gruntowej. *Sylwan* **102**,2: 27–35.
- BROŻEK S. 2001: Indeks trofizmu gleb leśnych. *Acta Agr. Silv. ser. Silv.* **39**: 17–34.

- BROŻEK S., ZWYDAK M. 2003: Atlas gleb leśnych Polski. CILP, Warszawa: 467 ss.
- CZERWIŃSKI A. 1993: Bory sosnowe i zbiorowiska leśne z udziałem sosny. W: Biologia sosny zwyczajnej. Białobok S., Boratyński A., Bugała W. (red.) Sorus, Poznań-Kórnik: 282–300.
- DZIADOWIEC H. 1990: Rozkład ściółek w wybranych ekosystemach leśnych. *Rozprawy UMK*, Toruń: 137 ss.
- DZIADOWIEC H., KACZMAREK J. 1997: Wpływ składu gatunkowego drzewostanu na opad roślinny i zasoby glebowej materii organicznej w Górznięsko-Lidzbarskim Parku Krajobrazowym. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Mat. z VII Sympozjum ZMŚP, Suwałki-Krzywe: 73–76.
- KERN H. 1985: Odczyn i zawartość węglanu wapnia w glebach użytków rolnych Polski. IUNG, Puławy: 97 ss.
- KUŹNIAR K. 1935: Wpływ mechanicznego składu gleby, poziomu wody węgłnej oraz zawartości próchnicy na wzrost drzewostanów sosnowych w Puszczy Sandomierskiej. *Sylwan* 53: 141–175.
- ŁASKA G. 2006: Tendencje dynamiczne zbiorowisk zastępczych w Puszczy Knyszyńskiej. Bogucki Wyd. Naukowe, Białystok-Poznań: 503 ss.
- MAPA GEOLOGICZNA POLSKI 1:500 000 2006: Marks L., Ber A., Gogołek W. (red.), PIG, Warszawa.
- MAKOSA K., DZIERZBICKI J., GROMADZKI A., KLICZKOWSKA A., KRZYŻANOWSKI A. 1994: Zasady kartowania siedlisk leśnych. IBL, Warszawa: 121 ss.
- OLACZEK R. 1974: Etapy pinetyzacji grądu. *Phytocoenosis* 3,3/4: 201–213.
- OLACZEK R. 1976: Zmiany w szacie roślinnej Polski od połowy XIX wieku do lat bieżących. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 177: 369–408.
- OPERAT GLEBOWO-SIEDLISKOWY – NADLEŚNICTWO BOLESŁAWIEC 2003: Biuro Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych „OPERAT” s.c., (maszynopis)
- OPERAT GLEBOWO-SIEDLISKOWY – NADLEŚNICTWO GŁOGÓW 2004: Biuro Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych „OPERAT” s.c., (maszynopis)
- OPERAT GLEBOWO-SIEDLISKOWY – NADLEŚNICTWO OŁAWA 2002: Biuro Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych „OPERAT” s.c., (maszynopis)
- OSTROWSKA A., PORĘBSKA G., BORZYSZKOWSKI J., KRÓL H., GAWLIŃSKI S. 2001: Właściwości gleb leśnych i metody ich oznaczania. IOŚ, Warszawa: 108 ss.
- PUCHALSKI T., PRUSINKIEWICZ Z. 1975: Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa: 464 ss.
- RZAŚA S. 1962: Badania terenowe i laboratoryjne nad produktywnością gleb leśnych wytworzonych z piasków luźnych w nadleśnictwie Osiek. *Folia Forest. Polonica, Seria A*, 8: 83–171.
- SEWERNIAK P. 2009: Wpływ warunków glebowych na bonitację drzewostanów sosnowych w południowo-zachodniej Polsce. Praca doktorska (maszynopis), SGGW, Toruń-Warszawa.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI 1989: *Rocz. Glebozn.* 40,3/4: 150 ss.
- SZWAGRZYK J., SZEWCZYK J. 2002: Wpływ trofizmu i wilgotności siedliska na wzrost i pokrój sosen i dębów w Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan* 146,12: 23–38.
- TRAMPLER T., KLICZKOWSKA A., DMYTERKO E., SIERPIŃSKA A. 1990: Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa: 155 ss.
- UGGLA H. 1980: Studium nad glebami zespołów roślinnych w borach sosnowych Pojezierza Olsztyńskiego. *Zesz. Nauk ART w Olsztynie* 9: 3–68.
- ZERBE S. 2002: Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. *For. Ecol. Manage.* 167: 27–42.

Dr inż. Piotr Sewerniak
Zakład Gleboznawstwa, Instytut Geografii UMK
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: sewern@umk.pl