

Institut Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska,
Wydział Agrobiotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Polska
e-mail: anna.kapusta@up.lublin.pl

ANNA WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA ,
HUBERT KAMIŃSKI

Indeks troficzności gleb o zróżnicowanym wieku zalesienia

Trophy index of soil in different age of afforestation

Streszczenie. Celem niniejszej pracy była ocena stanu żyzności gleb rdzawych o różnym wieku zalesienia, na podstawie indeksu troficzności gleb leśnych (ITGL). Badania prowadzono w gminie Ostrowiec Świętokrzyski. Do badań pobrano próbki glebowe z 8 odkrywek (cztery z 38-letniego lasu prywatnego oraz 4 z 80-letniego lasu państwowego), z każdego poziomu genetycznego. W pobranym materiale glebowym oznaczono: skład granulometryczny, węgiel organiczny, pH w H₂O i 1 mol KCl, kwasowość hydrolityczną i sumę kationów zasadowych. Na podstawie wszystkich wyników obliczono ITGL. Wielkość ITGL wskazuje, że badane gleby należą do mezotroficznych.

Słowa kluczowe: gleby rdzawe, gleby mezotroficzne, zalesienia, właściwości chemiczne, indeks troficzności gleb leśnych (ITGL)

WSTĘP

W lasach gospodarczych do diagnozy siedlisk wykorzystuje się ocenę drzewostanu, gleby oraz runa. W przypadku gleby bierze się pod uwagę gatunek, rodzaj i podtyp gleby [Brożek i in. 2010]. Najlepszym sposobem oceny jakości gleb leśnych, często stosowanym w praktyce, jest liczbowa wycena, czyli wyznaczenie indeksu trofizmu gleb leśnych (ITGL), uwzględniającego wyniki oznaczeń właściwości chemicznych i fizycznych gleb. Drugą metodą jest wyznaczenie siedliskowego indeksu glebowego (SIG). W obliczeniu ITGL bierze się pod uwagę: zawartość frakcji pyłu i części spławialnych, wartość pH w H₂O, stosunek C : N, zawartość kationów wymiennych. Wszystkie te cechy przeliczane są według wskaźników [Brożek i in. 2008, 2010, Pietrzykowski i in. 2010, Lasota i Błońska 2013, Chudecka i Tomaszewicz 2014]. Pierwsze w Polsce zastosowanie in-

deksu trofizmu gleb leśnych zaproponowano dla gleb omówionych i przedstawionych w „Atlasie gleb leśnych Polski” [Brożek i in 2008].

Troficzność należy do cech pedogenicznych wyróżnianych w określaniu odmiany podtypu gleby, która charakteryzuje uwarunkowania siedliskowe lasu [Klasyfikacja gleb leśnych Polski 2000]. Zastosowana metodyka pozwala wyliczyć troficzne odmiany podtypów: dystroficzne, oligotroficzne, mezotroficzne i eutroficzne.

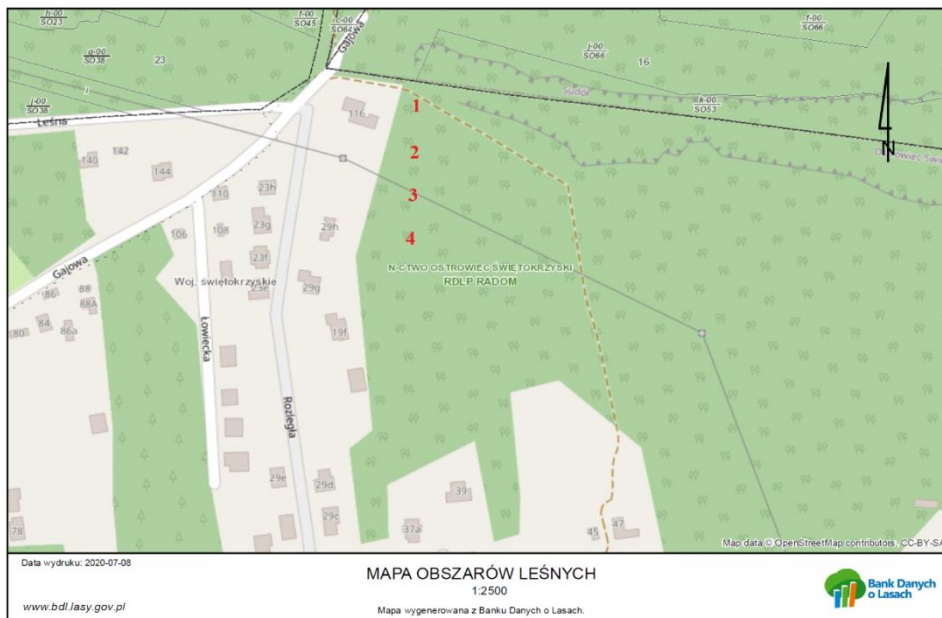
Podtyp gleby decydujący w tej metodzie o ocenie zdolności produkcyjnej, który może tworzyć kilka różnych typów siedlisk, opierających się głównie na składzie gatunkowym roślinności runa i przede wszystkim na cechach wzrostowych danego drzewostanu. Wykorzystując wszystkie wskaźniki żyzności gleb, można precyzyjnie określić powiązanie właściwości gleb z diagnozą siedliska [Brożek i in. 2010].

Celem przeprowadzonych badań była ocena stanu żyzności gleb leśnych o zróżnicowanym wieku zalesienia na podstawie indeksu troficzności gleb leśnych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

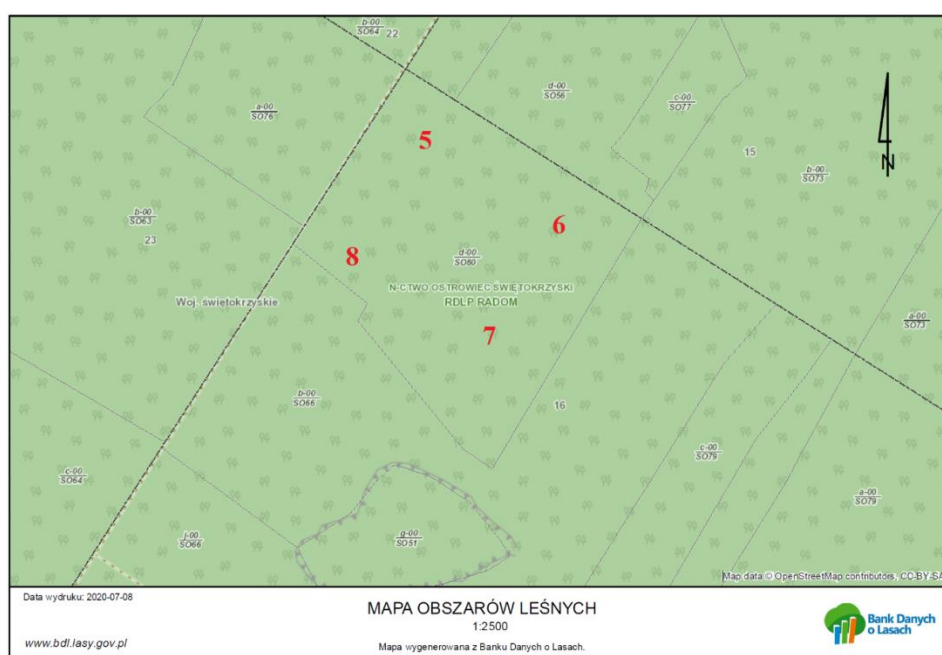
Ekspertyzm przeprowadzono w 2019 r. w Nadleśnictwie Ostrowiec Świętokrzyski, Leśnictwo Sudół, w obrębie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Radomiu.

Badane gleby leśne należały do typu gleb rdzawych, podtypu rdzawych właściwych, były to gleby wytworzone z piasków luźnych, niecałkowicie [Klasyfikacja gleb leśnych Polski 2000].



Rys. 1. Lokalizacja profili 1, 2, 3, 4 [mapa z portalu Bank Danych o Lasach]
Fig.1. Locality profiles No 1, 2, 3, 4 [map from portal Bank Danych o Lasach]

Wykonano 8 odkrywek glebowych w lasach sosnowych, po 4 w lesie 38-letnim (prywatny) i w lesie 80-letnim (państwowy). Odkrywki o numerach 1, 2, 3, 4 zostały wykonane w prywatnym lesie, na działce o wymiarach 30×200 m, w odstępach ok. 50 m od siebie, rozmieszczone w równomiernej odległości na całej działce (rys. 1). Las prywatny powstał przez odnowienie naturalne z samosiewu, nie były w nim prowadzone żadne zabiegi. Odkrywki o numerach 5, 6, 7, 8 zostały wykonane w państwowym lesie na powierzchni (16, d-00, S080) o kształcie kwadratu, w odstępach ok. 25 m od siebie i zostały rozmieszczone w równomiernej odległości na całej powierzchni (rys. 2). W lesie tym wykonano trzebież późną pozytywną. Powierzchnie były oddalone od siebie o ok. 500 m.



Rys. 2. Lokalizacja profili 5, 6, 7, 8 [mapa z portalu Bank Danych o Lasach]
 Fig. 2. Locality profiles No 5, 6, 7, 8 [map from portal Bank Danych o Lasach]

W ośmiu wytypowanych punktach wykonano odkrywki glebowe do głębokości ok. 100 cm (do skały podścielającej, którą był żwir). Z każdego poziomu genetycznego pobrano próbki glebowe do analiz laboratoryjnych.

W pobranym materiale glebowym oznaczono:

- skład granulometryczny – metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- pH w H_2O i w 1 mol KCl – metodą potencjometryczną,
- kwasowość hydrolityczną – zmodyfikowaną metodą Kappena w 0,1 mol octanu wapnia,
- sumę kationów zasadowych (S) – metodą Kappena w 1 mol HCl,
- węgiel organiczny – na analizatorze węgla TOC-SSM,
- azot – metodą Kiejhdala.

Na podstawie otrzymanych wyników obliczono indeks troficzności gleb leśnych (ITGL). Do obliczenia indeksu zostały wzięte pod uwagę następujące wskaźniki: zawartość frakcji pyłu i części spławialnych, odczyn (pH w H₂O), suma kationów zasadowych, stosunek C : N. Sumę wskaźników obliczono dla każdego poziomu genetycznego w profilu. Następnie dla każdego wskaźnika obliczono średnią ważoną w całym profilu, dla których wagą była miąższość poziomów podanych w cm [Brożek 2001].

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Ustalono zakresy wartości, policzono średnie, a także odchylenie standardowe. Zastosowano analizę wariancji ANOVA dla klasyfikacji pojedynczej i przeprowadzono test najmniejszej istotnej różnicy Tukeya (NIR). Zależność pomiędzy właściwościami gleby a wielkością indeksu troficzności określono za pomocą testu istotności korelacji liniowej Pearsona.

WYNIKI I DYSKUSJA

Miąższość poziomu organicznego badanych gleb wahała się od 3 do 7 cm. Próchnica typu moder składała się z podpoziomów O₁ (surowinowy) i O_{fh} (detrytusowy).

Poziomy organiczne charakteryzowały się odczynem silnie kwaśnym (pH w KCl 4,37–4,52, na ogół 4,52) dla gleby z lasu prywatnego (38-letni) i 3,86–4,25 dla lasu państwowego (80-letni). Zawartość węgla organicznego mieściła się odpowiednio, w zakresie 9,30–14,58% (średnio 11,89%) oraz 5,80–14,21%, (średnio 8,20%) (tab. 1). W badaniach Smala i in. [2019] wykazano natomiast, że zawartość C_{org} w poziomach organicznych gleb leśnych zwiększała się z wiekiem drzewostanu. Zawartość azotu ogólnego w poziomach organicznych badanych gleb mieściła się w zakresie (odpowiednio do wieku lasu): 0,48–0,83% oraz 0,26–0,72%. Stosunek C : N w poziomach organicznych gleb z lasu 38-letniego wahał się od 17,6 do 20,2, średnio wynosił 19,1, natomiast w lesie 80-letnim: 19,6 do 23,3, średnio 21,0. Rozszerzony stosunek C : N w tych poziomach wskazywał na duży dopływ substancji organicznej, szczególnie z drzew iglastych trudniej rozkładających się [Józwiak i in. 2009]. Kwasowość hydrolityczna mieściła się w zakresie 14,0–24,5 cmol·kg⁻¹ i 10,0–26,4 cmol·kg⁻¹, suma kationów zasadowych 19,1–45,3 i 5,8–35,8 cmol·kg⁻¹ (tab. 1).

Miąższość poziomu próchnicznego gleb 38-letniego lasu prywatnego wynosiła średnio 18 cm (7–26 cm), natomiast w 80-letnim lesie państwowym 10 cm (8–11cm). Bardziej miąższy poziom próchniczny w glebach z lasu prywatnego świadczy o jego porolnym pochodzeniu, mimo tak długiego czasu od zalesienia miąższość poziomu próchnicznego nie uległa zmniejszeniu. Również Kondras i in. [2012] w swoich badaniach stwierdzili większą miąższość poziomu ornopróchnicznego w glebach porolnych kilkadziesiąt lat po zalesieniu.

Skład granulometryczny badanych gleb był zbliżony, charakteryzował się następującą zawartością frakcji: 88–96% frakcji piasku, 1–7% frakcji pyłu i 2–6% części spławialnych (tab. 2).

Wartości pH mierzonego w 1 mol KCl w poziomach mineralnych gleby z 38-letniego lasu mieściły się w zakresie 4,58–4,98, natomiast 80-letniego – 4,24–5,22, co wskazywało odpowiednio na odczyn silnie kwaśny i kwaśny (tab. 1).

Tabela 1. Właściwości gleb w lasach o zróżnicowanym wieku
 [Kamiński 2020 – tabela zmodyfikowana]
 Table 1. Soil properties of different age of afforestation [Kamiński 2020 – table modified]

Nr odkrywki Profile No	Głębokość (cm) Depth (cm)	Poziom genetyczny Genetic horizon	pH KCl	C _{org}	N _{og} N _{tot}	K _H H	S (TEB)
				%		cmol(+)·kg ⁻¹	
Las prywatny (38 lat) – Private forest (38 years old)							
1	0–7	O	4,37	14,58	0,83	24,5	45,3
	7–24	A	4,58	0,74	0,10	3,2	1,0
	24–62	Bv	4,93	0,08	0,01	0,8	0,8
	62–98	C	4,98	0,07	0,02	0,8	0,1
2	0–7	O	4,52	13,31	0,66	18,7	30,0
	7–28	A	4,60	0,71	0,06	2,8	1,2
	28–52	Bv	4,82	0,09	0,03	0,8	0,1
	52–110	C	4,94	0,02	0,02	0,8	0,6
3	0–5	O	4,51	9,30	0,48	14,2	19,1
	5–12	A	4,65	0,57	0,06	2,0	1,0
	12–44	Bv	4,87	0,06	0,02	1,2	0,2
	44–98	C	4,98	0,04	0,02	0,8	0,8
4	0–5	O	4,52	10,37	0,54	14,0	26,8
	5–31	A	4,72	0,54	0,04	2,0	0,4
	31–71	Bv	4,84	0,06	0,02	0,8	0,4
	71–110	C	4,84	0,05	0,02	0,8	0,3
Minimum*	–	–	4,58	0,02	0,01	0,8	0,1
Maximum	–	–	4,98	0,74	0,10	3,2	1,2
Średnia mean	–	–	–	0,25a	0,04a	1,4a	0,56a
SD	–	–	–	0,29	0,03	0,88	0,40
Las państwowy (80 lat) – State forest (80 years old)							
5	0–5	O	4,25	5,56	0,26	10,0	8,0
	5–14	A	4,45	1,22	0,07	4,8	2,2
	14–38	Ees	4,91	0,09	0,10	0,8	1,6
	38–75	B	5,02	0,04	0,02	0,4	0,6
6	0–5	O	3,86	6,28	0,32	11,2	5,8
	5–13	A	4,24	1,04	0,06	3,6	0,6
	13–45	Bv	4,81	0,10	0,02	1,2	2,0
	45–91	C	4,85	0,12	0,03	0,8	1,4

7	0–3	O	4,12	14,21	0,72	26,4	35,8
	3–14	A	4,37	1,17	0,09	4,0	0,4
	14–42	Ees	4,95	0,19	0,04	1,2	1,0
	42–93	B	5,22	0,03	0,02	0,4	2,2
8	0–4	O	4,02	6,76	0,29	14,0	8,2
	4–15	A	4,46	1,33	0,10	2,4	0,8
	15–37	Bv	5,01	0,14	0,02	2,0	0,6
	37–72	C	5,06	0,04	0,03	0,8	0,2
Minimum	–	–	4,24	0,03	0,02	0,4	0,2
Maximum	–	–	5,22	1,33	0,10	4,8	2,2
Średnia, mean	–	–	–	0,46a	0,05a	1,87a	1,13b
SD	–	–	–	0,55	0,03	1,51	0,72
NIR _{0,05} –HSD _{0,05}	–	–	–	0,372	0,025	1,052	0,497

*Poziom organiczny nie był uwzględniony w obliczaniu podstawowych statystyk

*The organic horizon was not included in the calculation of basic statistics

SD – odchylenie standardowe – standard deviation

NIR dotyczy średnich między właściwościami gleb w lasach o zróżnicowanym wieku. Te same litery (a, b) wskazują na brak istotnych różnic przy $P < 0,05$ zgodnie z testem Tukeya

HSD concerns mean values of soils in different ages of afforestation. Same letters (a, b) indicate that there are no significant differences at $P < 0.05$ according to the Tukey's test

Zawartość węgla organicznego w poziomach próchnicznych była zróżnicowana. W glebach lasu młodszego była mniejsza niż w glebach z lasu 80-letniego, średnia zawartość wynosiła odpowiednio: 0,25 i 0,46%. Nie były to jednak różnice statystycznie istotne (tab. 1). Również Smal i in. [2019] w swoich badaniach stwierdzili, że w pierwszej dekadzie po zalesieniu gleb obserwowano zmniejszenie się zawartości C_{org} , a następnie z upływem czasu systematyczne jej zwiększanie, które było spowodowane akumulacją materii organicznej. Wang i in. [2016] wykazali także znaczny wzrost zawartości węgla organicznego w glebie po 70-letnim jej zalesieniu.

Odchylenie standardowe było większe od średnich, co wskazywało na większe odchylenie wartości średnich od średniej arytmetycznej, większe w glebie spod 80-letniego lasu. Dla pozostałych omawianych właściwości odchylenie standardowe było niższe od średnich, co świadczyło o reprezentatywności otrzymanych wyników.

Odmienne niż zawartość C_{org} kształtowała się zawartość azotu ogółem. Bez względu na wiek lasu zawartość tego składnika była zbliżona (0,04 i 0,05% N). W badaniach Smal i in. [2019] zawartość N_{og} , podobnie jak zawartość C_{org} , po zalesieniu zmniejszyła się w porównaniu z glebami uprawnymi, a w następnych latach systematycznie zwiększała się.

Stosunek C : N w poziomach próchnicznych badanych gleb w 38-letnim lesie wahał się od 7,6 do 12,4, natomiast w glebie lasu 80-letniego od 12,6 do 16,8, co świadczy o sprawnym rozkładzie materii organicznej. Smal i Olszewska [2008] stwierdziły rów-

niez zwiększenie wartości stosunku C : N w glebach wraz z wiekiem drzewostanu. Podobne zależności uzyskali w swoich badaniach Zwydak i in. [2008].

Kwasowość hydrolityczna w poziomach próchnicznych była kilkakrotnie mniejsza niż w poziomach organicznych, a jej wartość zmniejszała się razem z głębokością profilu. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w kształtowaniu się wartości tej cechy w zależności od wieku lasu. Średnia wartość kwasowości hydrolitycznej w glebie lasu 38-letniego wynosiła $1,4 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast 80-letniego – $1,9 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$. Podobnie w badaniach Olszewskiej i Smal [2008] wartość kwasowości hydrolitycznej w glebach zalesionych była większa niż w glebach uprawnych i zwiększała się razem z wiekiem lasu, ale różnice nie były istotne. Zwydak i in. [2008] otrzymali także większą kwasowość hydrolityczną w glebach o starszym drzewostanie w porównaniu z drągowiną (o drzewostanie w wieku 30–50 lat). Odchylenie standardowe dla gleb lasu 80-letniego było znacznie większe niż dla lasu 40-letniego.

Suma kationów zasadowych była zróżnicowana w zależności od wieku lasu. W glebach lasu młodszego w poziomach mineralnych zawartość kationów zasadowych mieściła się w zakresie od 0,1 do $1,2 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio $0,56 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$), natomiast w glebie lasu 80-letniego, od 0,2 do $2,20 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio $1,13 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$). Były to różnice statystycznie istotne. Olszewska i Smal [2008] oraz Zwydak i in. [2008] nie stwierdzili istotnego wpływu wieku zalesienia na zawartość kationów zasadowych.

Wskaźnik ITGL w badanych glebach lasu prywatnego, 38-letniego wahał się od 15,5 do 19,2 (średnio 16,9), wskazując zróżnicowanie odmian troficznych – od dystroficznej (jeden punkt) do mezotroficznej (trzy punkty), natomiast w glebach pod lasem starszym (państwowym) wielkość tego wskaźnika mieściła się w zakresie 16,4 do 19,5 (średnio 18,3). Gleba pod starszym lasem wykazywała większą średnią wartość ITGL, ale nie były to różnice statystycznie istotne. Średnie wartości ITGL dla obu lasów wskazywały, że są to gleby mezotroficzne. Brożek i in. [2010] na podstawie przeprowadzonych badań określili, że mezotroficzne gleby rdzawe właściwe, brunatne kwaśne, opadowo-glejowe, czy gruntowo-glejowe, w których indeks trofizmu mieści się w zakresie między 16,1 a 26,0, utożsamia się z siedliskami lasów mieszanych. To stwierdzenie potwierdziło się w przeprowadzonych badaniach.

Obliczone współczynniki korelacji prostej pomiędzy indeksem troficzności gleb leśnych a właściwościami gleb wskazują na ujemną korelację pomiędzy odczynem i korelację dodatnią pomiędzy zawartością węgla organicznego, azotu, kwasowością hydrolityczną i sumą kationów zasadowych (tab. 3). W glebie lasu 38-letniego nie stwierdzono istotnego wpływu pH w zawiesinie wodnej, natomiast w lesie 80-letnim – kationów zasadowych na indeks troficzności. Indeks troficzności gleb leśnych w analizowanych glebach leśnych, bez względu na wiek wysoko istotnie korelował ze wszystkimi badanymi właściwościami (z wyjątkiem pH w H_2O). W badaniach Brożka i in. [2010] stwierdzono wysoką korelację ITGL z zasobnością utworów geologicznych, z których powstały gleby leśne.

Tabela 2. Wskaźniki liczbowe oraz wartość indeksu trofizmu gleb leśnych (ITGL)
 Table 2. The numerical indexes and values of forest soil trophism index (ITGL)

Nr od- krywki Profile No	Poziom genetyczny Genetic horizon	Miaższość (cm) Thickness (cm)		Zawartość % poszczególnych frakcji (mm) i wskaźnik I Percentage of soil particles (mm) and index I							Odczyn, wskaźnik I Reaction, index I		C : N		S (TEB)		I suma I sum	ITGL	
		poziomu horizon	profilu profile	>1,0	I _{szk} I _{skeletal}	0,1– 0,02	I _{pył} I _{silt}	<0,0 2	I _{czs} I _{clay}	pH _{H2O} pH in H ₂ O	I _{pH}	–	I _{C:N}	cmol· dm ⁻³	I _{kat} I _{TEB}				
		Las prywatny (38 lat) – Private forest (38 years old)																	
1	O	7										5,14	6	17,6	6	4,5	7	19	19,2a
	A	17		0	0	7	5	5	4			5,34	6	7,4	10	1,5	6	31	
	Bv	38		0	0	4	4	2	2			5,38	6			1,0	6	18	
	C	36	98	0	0	4	4	3	3			5,66	7			0,1	1	15	
2	0	7										4,81	5	20,2	4	3,0	7	16	15,5a
	A	21		0	0	3	3	3	3			4,81	5	11,5	9	1,8	6	26	
	Bv	24		0	0	2	2	2	2			4,84	5			0,1	1	10	
	C	58	110	0	0	2	2	1	1			5,00	6			0,8	5	14	
3	O	5										4,96	6	19,4	5	3,8	7	18	17,1a
	A	7		0	0	2	2	4	4			5,17	6	9,1	10	1,5	6	28	
	Bv	32		0	0	1	1	3	3			5,42	6			0,3	3	13	
	C	54	98	0	0	2	2	4	4			5,52	6			1,1	6	18	
4	O	5										4,46	5	19,2	5	2,7	7	17	16,0a
	A	26		0	0	1	1	4	4			4,69	5	12,4	8	0,6	4	22	
	Bv	40		0	0	1	1	4	4			4,89	5			0,6	4	14	
	C	39	110	0	0	1	1	4	4			5,28	6			0,4	3	14	

Las państwowy (80 lat) – State forest (80 years old)														
5	O	5												
	A	9	0	0	2	2	5	4	4,89	5	21,4	4	1,6	6
	Ees	24	0	0	2	2	4	4	4,98	5	16,4	6	2,9	7
	B/C	37	75	0	1	1	4	4	5,37	6			2,2	7
6	O	5												
	A	8	0	0	2	2	6	5	4,46	5	19,6	5	1,2	6
	Bv	32		0	4	4	4	4	4,58	5	16,8	6	0,8	5
	C	46	91	0	0	3	4	4	4,92	5			3,0	7
7	O	3												
	A	11		0	2	2	5	4	4,94	5	19,7	5	3,6	7
	Ees	28		0	3	3	4	4	4,69	5	12,6	8	0,6	4
	B/C	51	93	0	0	1	4	4	5,26	6			1,5	6
8	O	4												
	A	11		0	1	1	5	4	6,06	7			3,3	7
	Bv	22		0	0	1	4	4	4,70	5	23,3	3	1,6	6
	C	35	72	0	0	1	4	4	4,79	5	13,7	8	1,1	6
NIR _{0,05} dla ITGL – HSD _{0,05} for ITGL														4,561

Tabela 3. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy ITGL a właściwościami gleb
 Table 3. Pearson's coefficients of correlation between ITGL and soil properties

Właściwości gleby Soil properties	ITGL (forest soil trophism index)		
	las prywatny (38 lat) private forest (38 years old)	las państwowy(80 lat) state forest (80 years old)	las ogółem total forest
pH H ₂ O	-0,061	-0,635*	-0,250
pH KCl	-0,785*	-0,854*	-0,626**
C _{org}	0,910*	0,877*	0,721**
N _{og} – N _{tot}	0,851*	0,669*	0,708**
Kh – H	0,891*	0,777*	0,698**
S – TEB	0,856*	0,216	0,472**
Cz. spł. – Clay	0,556	0,770*	0,569**

* Istotne przy $\alpha_{0,05} = 0,576$ – Significant at $\alpha_{0,05} = 0,576$

** Istotne przy $\alpha_{0,05} = 0,404$ – Significant at $\alpha_{0,05} = 0,404$

WNIOSKI

1. W glebach lasu starszego (80-letni) w porównaniu z lasem młodszym (38-letni) stwierdzono:

- większą zawartość kationów zasadowych,
- tendencję do większej zawartości C_{org} oraz do większych wartości kwasowości hydrolitycznej i ITGL.

2. Według wartości indeksu troficzności gleb leśnych (ITGL) badane gleby leśne o zalesieniu 80-letnim we wszystkich punktach badawczych należały do gleb mezotroficznych, natomiast gleby pod młodszym drzewostanem, w trzech – należały do mezotroficznych, a w jednym do oligotroficznych.

3. Indeks troficzności gleb leśnych w badanych glebach, bez względu na wiek zalesienia, wykazywał wysoką istotną zależność ze wszystkimi omawianymi właściwościami gleb, z wyjątkiem pH w zawiesinie wodnej.

PIŚMIENNICTWO

- Brożek S., Gruba P., Lasota J., Zwydak M., Wanic T., Pacanowski P., Błońska E., Różański W., 2010. Opracowanie indeksów jakości gleb dla naturalnych siedlisk leśnych nizin i wyżyn Polski i ich zastosowanie w gospodarce leśnej jako narzędzia w zachowaniu i odtwarzaniu różnorodności lasów. Stud. Mat. CEPL 25, 292–302.
- Brożek S., 2001. Indeks trofizmu gleb leśnych. Act. Agr. Silv. Ser. Silv. 39, 17–33.

- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., 2008. Liczbowy indeks troficznych odmian podtypów gleb bielcowych i rdzawych. *Rocz. Glebozn.* 59(1), 7–17.
- Chudecka J., Tomaszewicz T., 2014. Ocena porolnych gleb rdzawych jako siedliska leśnego na podstawie indeksu trofizmu gleb leśnych (ITGL) i siedliskowego indeksu glebowego (SIG). *Zesz. Nauk. Inż. Środ. (Uniw. Zielonogórs.)*, 156(36), 48–57.
- Jóźwiak M., Kozłowski R., Sykala E., 2009. Przestrzenny rozkład węgla i azotu w poziomie mineralnym gleb (0–10 cm) w centralnej części Gór Świętokrzyskich. *Rocz. Świętokrz., Ser. B, Nauki Przyr.* 30, 29–37.
- Kamiński H., 2020. Ocena stanu żyzności gleb leśnych w gminie Ostrowiec Świętokrzyski. Praca inżynierska wykonana w Instytucie Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska UP w Lublinie.
- Klasyfikacja gleb leśnych Polski, 2000. CILP, Warszawa, 123 ss.
- Kondras M., Czepińska-Kamińska D., Sienicka P., Otręba A., Torzewski K., Oktaba L., 2012. Zapas węgla organicznego w glebach leśnych zespołu kontynentalnego boru mieszanego świeżego w Kampinoskim Parku Narodowym. *Rocz. Glebozn.* 63(4), 26–33.
- Lasota J., Błońska E., 2013. Siedliskoznawstwo leśne na nizinach i wyżynach Polski. Wyd. UR w Krakowie.
- Olszewska M., Smal H., 2008. The effect of afforestation with Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of sandy post-arable soil on their selected properties. I. Physical and sorptive properties. *Plant Soil* 305, 157–169. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9537-0>
- Bank Danych o Lasach. <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy> [dostęp: 8.07.2020].
- Pietrzykowski M., Pająk M., Krzaklewski W., 2010. Próba zastosowania metod liczbowej wyceny gleb na podstawie Indeksu Trofizmu Gleb Leśnych (ITGL) oraz Siedliskowego Indeksu Glebowego (SIG) do opisu zmienności warunków siedliskowych na zrehabilitowanych dla leśnictwa zwałowiskach KWB „Bełchatów”. *Gospod. Surow. Miner.*, 155–165.
- Smal H., Ligęza S., Pranagal J., Urban D., Pietruczuk-Popławska D., 2019. Changes in the stocks of soil organic carbon, total nitrogen and phosphorus following afforestation of post-arable soils. A chronosequence study. *For. Ecol. Manag.* 451, 117536. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117536>
- Smal H., Olszewska M., 2008. The effect of afforestation with Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of sandy post-arable soil on their selected properties. II. Reaction, carbon, nitrogen and phosphorus. *Plant Soil* 305, 171–187. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9538-z>
- Wang F., Zhu W., Chen H., 2016. Changes of soil C stocks and stability after 70-year afforestation in the Northeast USA. *Plant Soil* 401, 319–329. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2755-3>
- Zwydak M., Małek S., Jodłowski M., 2008. Zmienność właściwości chemicznych wierzchnich poziomów gleb leśnych na przykładzie zlewni Potoku Dupniańskiego w Beskidzie Śląskim. *Sylwan* 8, 66–72.

Źródło finansowania badań: Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, RGL/S/34/2020.

Summary. The aim of this study was to assess the fertility of rusty soils based on the forest soil trophy index. The research was conducted in forests with different ages in the Ostrowiec Świętokrzyski commune. Soil samples were taken from every sub-horizon of 8 soil pits, 4 from the

38-year-old private forest, and 4 from 80-year-old state forest. Then soil texture, total organic carbon, pH in a $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ KCl, hydrolytic acidity, and total exchangeable bases were determined. Based on the obtained results, the ITGL was calculated. The ITGL indicates that the studied soils belong to mesotrophic and are a habitat of mixed forests.

Key words: rusty soils, mesotrophic soils, afforestation, chemical properties, forest soil trophism index (ITGL)

Otrzymano – Received: 15.05.2020
Zaakceptowano – Accepted: 7.08.2020