

BEATA ŁABAZ, CEZARY KABAŁA, ADAM BOGACZ

Problemy diagnozy troficzności siedlisk leśnych na porolnych glebach aluwialnych*

Problems of trophic status diagnosis in the forest habitats on former arable alluvial soils

ABSTRACT

Łabaz B., Kabała C., Bogacz A. 2016. Problemy diagnozy troficzności siedlisk leśnych na porolnych glebach aluwialnych. Sylwan 160 (8): 684-695.

The morphology and properties of the post-arable soils that influence the trophic status of forest habitats on the Barycz river terraces (south-western Poland) were analyzed. The fieldwork included the characterization of the soil, tree layer, and the vegetation of the forest floor, as required for the forest habitat evaluation. In the collected soil samples, a set of physico-chemical analysis was carried out, that included: soil texture, bulk density, pH in KCl and water, total organic carbon, total nitrogen, hydrolytic acidity, base cations, and the content of plant-available phosphorus, potassium, and magnesium. Sandy post-arable soils in the Barycz valley have a thick, double- or triple-layered ploughed humus horizon, and the high stock of humified organic matter, nitrogen, and phosphorus, that emphasizes anthropogenic transformation of soils and differentiates them from the natural soils of river valleys. The diagnosis based on the soil trophic index (SIG) indicates generally lower trophic status (mesotrophic) as compared to the diagnoses based on forest floor vegetation and tree-stand (eutrophic status). The SIG model for the post-agrar moist valley habitats should be supplemented with the factors, which improve the apparent trophic status of sandy soils, including the thick humus horizon (post-ploughing) and shallow table of eutrophic ground water.

KEY WORDS

forest site type, soil trophic index, alluvial soils

ADDRESSES

Beata Łabaz – e-mail: beata.labaz@up.wroc.pl

Cezary Kabała – e-mail: cezary.kabala@up.wroc.pl

Adam Bogacz – e-mail: adam.bogacz@up.wroc.pl

Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu;
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

Wstęp

Gleba jest ważnym czynnikiem kształtującym jakość siedliska leśnego i jednocześnie kluczowym wskaźnikiem w jego diagnozowaniu [Brożek 2007a, b, 2011; Jamroz 2009]. Prawidłowa ocena jakości i stanu siedlisk jest istotnym elementem projektowania składu gatunkowego lasu [Trampler 1990]. Kształtowanie „właściwego” składu gatunkowego drzewostanu ma implikacje

*Badania były finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (grant Opus 8 2014/15/B/ST10/04606).

zarówno gospodarcze, jak też środowiskowe [Gniot 2007; Bijak i in. 2014; Gałka i in. 2014a, b]. Szczególnie kłopotliwe jest diagnozowanie siedlisk zmienionych, w tym zalesianych gruntów porolnych [Brożek i in. 2007a]. Zmiana sposobu użytkowania gleby z leśnego na rolniczy, jak również z rolniczego na leśny powoduje szereg modyfikacji właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby [Januszek i in. 2001; Oktaba, Kondras 2015]. Zmian tych nie należy utożsamiać wyłącznie z degradacją siedliska, ponieważ gleby współcześnie zalesiane, a w przeszłości użytkowane rolniczo może cechować szereg korzystnych właściwości fizykochemicznych. Ważne jest, aby na przekształconych glebach skład gatunkowy drzewostanów służył właściwemu wykorzystaniu możliwości produkcyjnych siedliska [Brożek i in. 2011; Bijak i in. 2014].

Obszarem, na którym przejawy wielowiekowej ingerencji człowieka w środowisko naturalne są wyjątkowo czytelne, jest dolina Baryczy, gdzie od średniowiecza prowadzono wydobywanie rudy darniowej, a następnie zakładano stawy rybne, co wiązało się z szerokim zakresem prac regulacyjnych [Ranoszek, Ranoszek 2004]. Z kolei od początku XIX wieku gwałtownie wzrosło zapotrzebowanie na tereny uprawne i pastwiskowe, co doprowadziło do osuszenia i wylesienia znacznych powierzchni doliny Baryczy, ale także likwidacji części stawów [Łabaz, Bogacz 2014]. W uprawie znalazły się dawne gleby bagiennie i bagiennie-błotne, zapewne często mające na powierzchni warstwę organiczną (mułową, torfową lub murszową) [Łabaz, Kabała 2016]. W efekcie orki „melioracyjnej”, celowo mieszającej warstwę organiczną z piaskowym podłożem [Feliński i in. 1994], wiele gleb doliny Baryczy cechuje nienaturalnie głęboki poziom próchniczny [Łabaz i in. 2011; Łabaz, Kabała 2014b]. W XX wieku zmieniły się ekonomiczno-społeczne realia rolnictwa i stopniowo część terenów rolniczych na powrót zalesiono, zwłaszcza w najtrudniejszych warunkach glebowo-wodnych [Tokarczyk-Dorociak i in. 2011]. Dolina Baryczy jest więc obszarem, gdzie znaczna część gleb leśnych przeszła etap użytkowania rolniczego. Mimo szeregu prac badawczych [Łabaz i in. 2011; Łabaz, Bogacz 2014; Łabaz, Kabała 2014b] brak jest spójnej odpowiedzi na pytanie, jakie są dominujące przeobrażenia spowodowane przez przejściowe użytkowanie rolnicze i czy są to przeobrażenia korzystne z punktu widzenia gospodarki leśnej.

Celem pracy była analiza wpływu przejściowego użytkowania rolniczego na morfologię i właściwości aluwialnych gleb porolnych oraz troficzność siedlisk leśnych w dolinie rzecznej na przykładzie doliny Baryczy. W ramach oceny troficzności porównano diagnozy cząstkowe według roślinności i według siedliskowego indeksu glebowego (SIG) oraz podjęto próbę wyjaśnienia przyczyn rozbieżności.

Materiał i metody

Badania leśnych gleb porolnych przeprowadzono w dolinie rzeki Baryczy, w Krainie III Wielkopolsko-Pomorskiej, mezoregionie Kotliny Żmigrodzkiej i Milickiej [Zielony, Kliczkowska 2012], na obszarze Nadleśnictwa Milicz. W ramach prac terenowych wykonano i scharakteryzowano niemal 30 odkrywek glebowych, a na podstawie stwierdzonej różnorodności gleb i siedlisk wybrano do publikacji pięć stanowisk reprezentatywnych, położonych w obrębie Kubryk, w oddziale 95 (profil 1) i oddziale 96 (profile 2 i 3), oraz w obrębie Cieszków, w oddziale 127 (profile 4 i 5). Wszystkie stanowiska były zlokalizowane na holocenijskich rzecznych terasach potencjalnie zalewowych, ale w praktyce na ogół niezalewanych w efekcie przeprowadzonych regulacji i obwałowania koryt. Odkrywki były kopane do głębokości zwierciadła wody gruntowej, poniżej którego sondowano świdrem ręcznym do głębokości 150 cm. Na aktualnej numerycznej leśnej mapie glebowo-siedliskowej analizowane odkrywki znajdują się w konturach czarnych ziem wylugowanych (profile 1-3) lub czarnych ziem murszastych (profile 4 i 5) oraz siedlisk lasu wilgotnego (profile 1-3) lub olsu jesionowego (profile 4 i 5).

Prace terenowe obejmowały wykonanie i charakterystykę profili glebowych, ze szczególnym uwzględnieniem morfologii poziomów próchnicznych i oglejenia, a także charakterystykę drzewostanu i roślinności runa w zakresie umożliwiającym wykonanie cząstkowych diagnoz siedliskowych [Instrukcja... 2012].

W próbkach pobranych ze wszystkich poziomów genetycznych gleby, po ich wysuszeniu, roztarciu i przesianiu przez sito o średnicy oczek 2 mm, oznaczono: uziarnienie metodą areometryczno-sitową, pH w 1 M KCl i w H₂O – potencjometrycznie, węgiel organiczny (Corg) – metodą oksydometryczną Tiurina, zawartość azotu (Nt) metodą Kjeldahla, kwasowość hydrolityczną (Kh) w 1 M CH₃COONa o pH 8,3, wymienne kationy zasadowe (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺) w 1 M NH₄Cl o pH 8,3. W próbkach z poziomów próchnicznych (poornych) oznaczono ponadto zasobność w fosfor, potas i magnez przyswajalny dla roślin ekstrahowany metodą Egnera-Riehma (P i K) oraz Schachtschabela (Mg). Klasy zasobności ustalono w oparciu o wytyczne Janiszewskiego i Kowalkowskiego [1974]. W tych samych poziomach pobrano próbki gleby o nienaruszonej strukturze za pomocą cylinderków stalowych w celu oznaczenia gęstości objętościowej. Wartości siedliskowego indeksu glebowego (SIG) dla gleb terenów nizinnych i wyżynnych wyliczono zgodnie z metodyką Brożka i in. [2011] według wzoru:

$$\text{SIG} = W_{<0,02} + W_S + W_{Kh} + W_N$$

gdzie:

$W_{<0,02}$ – wskaźnik zawartości frakcji ziarnowych <0,02 mm,

W_S – wskaźnik zasobności gleby w kationy zasadowe,

W_{Kh} – wskaźnik kwasowości przeliczonej,

W_N – wskaźnik azotu przeliczonego, określane tylko dla mineralnego poziomu próchnicznego.

Wyniki i dyskusja

MORFOLOGIA PROFILI GLEBOWYCH. Morfologia analizowanych profili jest typowa raczej dla gleb uprawnych niż leśnych. Wszystkie gleby mają głęboki poziom próchniczny, maksymalnie sięgający nawet 62 cm (tab. 1), podczas gdy niezmeliorowane i nieorane gleby olsów i łągów w dolinie Baryczy oraz niedalekiej Jezierzycy mają poziom humusowy lub powierzchniowy poziom organiczny o grubości na ogół zaledwie kilku-kilkunastu centymetrów [Kawałko, Kaszubkiewicz 2008; Łabaz, Kabała 2016]. Poziomy próchniczne są wyraźnie dwu- lub trójdzielne, co odzwierciedla różną głębokość i częstotliwość uprawy. Granica między podpoziomami, jak i dolna granica poziomu A są zawsze ostre, co jednoznacznie wskazuje na ich płuźne pochodzenie. Niekiedy zachowane są krawędzie cięcia pozostawione przez lemiesz. Barwa poziomów próchnicznych, przynajmniej ich najbardziej przypowierzchniowej części, bez wyjątku odpowiada kryteriom poziomów diagnostycznych mollic lub umbric [Klasyfikacja 2000]. Poziomy te przeważnie mają strukturę gruzelkową, lecz często nietrwałą lub bardzo nietrwałą, co uzależnione jest m.in. od uziarnienia gleb i zawartości materii organicznej. Materia organiczna jest silnie rozłożona i niekiedy ma zachowany torfowy lub murszowy charakter [Łabaz i in. 2011] – w stanie suchym tworzy osobne agregaty słabo powiązane z ziarnami piasku, a w stanie wilgotnym jest wyraźnie mazista, co charakterystyczne jest dla poziomów murszastych [Łabaz, Kabała 2014a, 2016]. Poniżej ostrej granicy poziomu A wyraźnie zmienia się lub zanika struktura agregatowa, czemu towarzyszy zauważalny ubytek korzeni oraz morfologicznych przejawów aktywności makro- i mezofauny glebowej. Fakt ten może być tłumaczony zarówno raptownym zanikiem próchnicy, jak też podmokłością gleb. Podobne przeobrażenia materii organicznej w osuszonych glebach organicznych i organiczno-mineralnych zaobserwowali Konecka-Betley i in. [1996] oraz Kalisz

Tabela 1.

Skład granulometryczny [%] i wybrane właściwości fizykochemiczne gleb
Particle-size distribution [%] and selected physico-chemical soil properties

Poziom Horizon	Głębokość Depth[cm]	>2,0	2,0-0,05	0,05-0,002	<0,002	<0,02	V [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	$\frac{\text{pH}}{1 \text{ M KCl}}$	$\frac{\text{H}_2\text{O}}$	C _{org} [%]	N _t [%]
Profil nr 1 Profile No 1												
Ol	4-0	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	3,7	4,5	32,3	2,28
Amu	0-16	5	78	16	6	16	1,20	-	5,1	5,8	4,94	0,53
Amug	16-40	5	87	12	1	11	1,61	-	5,5	6,2	1,85	0,10
Cgg	40-56	2	93	4	3	3	1,88	-	6,5	6,9	1,90	n.o.
G1	56-96	0	96	1	3	3	1,90	-	5,4	6,1	0,40	n.o.
G2	>96	5	81	4	15	18	1,86	-	4,0	4,9	0,26	n.o.
Profil nr 2 Profile No 2												
Ol	6-0	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	4,1	4,7	25,4	1,90
Amu1	0-15	5	89	4	7	9	1,20	-	3,2	3,9	5,61	0,35
Amu2	15-40	6	93	6	1	3	1,38	-	4,0	4,5	0,95	0,06
Amugg	40-62	10	92	7	1	4	1,65	-	4,6	5,2	0,99	0,05
Ccagg	>62	7	97	2	1	2	1,70	<1	6,4	7,1	0,20	n.o.
Profil nr 3 Profile No 3												
Ol	4-0	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	5,5	5,8	32,8	1,35
Amu1	0-37	4	82	16	2	7	1,45	-	5,1	5,4	1,30	0,10
Amu2	37-52	4	84	12	4	9	1,50	-	5,8	6,5	1,34	0,07
C	52-72	11	83	15	2	8	1,68	-	6,4	6,8	0,80	n.o.
Ccagg	>72	10	98	1	1	2	1,70	<1	6,7	6,8	0,10	n.o.

Tabela 1. ciąg dalszy

Poziom Horizon	Głębokość Depth[cm]	>2,0	2,0-0,05	0,05-0,002	<0,002	<0,02	V [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	$\frac{pH}{1\text{ M KCl}}$	$\frac{pH}{H_2O}$	Corg [%]	Nt [%]
Profil nr 4 Profile No 4												
Ol	2-0	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	5,8	6,0	20,3	1,15
Amu1	0-17	3	92	7	1	6	1,35	-	5,2	5,6	2,32	0,16
Amu2	17-35	1	96	3	1	2	1,53	-	6,2	6,4	1,37	0,08
AB	35-42	4	96	3	1	3	1,60	-	6,8	7,2	0,95	n.o.
BCgg	42-60	1	97	2	1	2	1,65	-	7,3	7,7	0,19	n.o.
Cgg	>60	0	95	3	2	2	1,68	-	7,4	7,8	0,12	n.o.
Profil nr 5 Profile No5												
Ol	3-0	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	4,2	4,9	19,6	1,49
Amu1	0-15	3	95	5	0	1	1,33	-	4,8	5,4	1,61	0,12
Amu2	15-32	5	95	5	0	3	1,52	-	4,9	5,6	1,58	0,11
BCgg	32-62	0	97	2	1	1	1,60	-	5,4	6,3	0,27	n.o.
Cgg	>62	1	97	2	1	2	1,65	-	5,8	6,5	0,16	n.o.

n.o. - nie oznaczano; not determined, V - gęstość objętościowa; bulk density

Tabela 2.

Formy przyswajalne P, K i Mg [mg/kg] oraz właściwości sorpcyjne gleb [cmol(+)/kg]

Cation exchange capacity [cmol(+)/kg] and plant-available forms of P, K, and Mg [mg/kg]

Poziom Horizon	P	K	Mg	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Kh	S	T	V [%]
Profil nr 1 Profile No 1											
Amu	49,7	89,6	91,0	4,40	0,86	0,09	0,29	5,8	5,64	11,4	49,5
Amug	14,0	34,0	52,0	2,00	0,63	0,05	0,21	2,1	2,89	4,99	57,9
Cgg	n.o.	n.o.	n.o.	1,52	0,62	0,03	0,25	0,6	2,42	3,02	80,1
G1	n.o.	n.o.	n.o.	4,00	1,45	0,14	0,27	0,7	5,86	6,56	89,3
G2	n.o.	n.o.	n.o.	3,60	1,16	0,20	0,17	1,8	5,13	6,93	74,0

Tabela 2. ciąg dalszy

Poziom Horizon	P	K	Mg	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Kh	S	T	V [%]
Profil nr 2 Profile No 2											
Amu1	42,7	90,5	50,0	1,83	0,71	0,31	0,19	7,1	3,04	10,1	30,0
Amu2	24,9	61,4	31,0	3,40	0,44	0,08	0,14	5,0	4,06	9,06	44,8
Amugg	5,23	22,4	15,0	5,20	0,74	0,50	0,17	3,3	6,61	9,91	66,7
Ccagg	n.o	n.o	n.o	4,00	0,56	0,30	0,27	0,5	5,13	5,63	91,1
Profil nr 3 Profile No 3											
Amu1	118	202	41,0	1,76	0,44	0,12	0,21	3,8	2,53	6,33	40,0
Amu2	32,3	61,4	16,0	6,78	1,01	0,09	0,44	1,5	8,22	9,72	84,6
C	n.o	n.o	n.o	5,36	0,80	0,06	0,40	0,4	6,62	7,02	94,3
Ccagg	n.o	n.o	n.o	7,56	1,20	0,10	0,44	0,4	9,30	9,70	95,9
Profil nr 4 Profile No 4											
Amu1	18,8	26,6	130	9,52	0,64	0,07	0,28	4,0	10,5	14,5	72,4
Amu2	19,2	26,6	120	7,53	0,53	0,06	0,22	1,4	8,34	9,74	85,6
AB	n.o	n.o	n.o	8,72	0,76	0,09	0,27	1,1	9,84	10,9	90,3
BCgg	n.o	n.o	n.o	3,84	0,40	0,07	0,12	0,3	4,43	4,73	93,7
Cgg	n.o	n.o	n.o	3,26	0,37	0,07	0,10	0,2	3,80	4,00	95,0
Profil nr 5 Profile No 5											
Amu1	16,1	23,2	58,0	4,06	0,58	0,04	0,18	3,3	4,86	8,16	59,6
Amu2	16,6	16,6	43,0	3,40	0,33	0,04	0,13	4,4	3,90	8,30	47,0
BCgg	n.o	n.o	n.o	1,55	0,27	0,03	0,08	1,3	1,93	3,23	59,8
Cgg	n.o	n.o	n.o	1,41	0,27	0,04	0,09	1,1	1,81	2,91	62,2

Kh – Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity, S – Suma kationów zasadowych; Sum of exchangeable cations, T – Pojemność kompleksu sorpcyjnego; Cation exchange capacity, V – Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base saturation

i in. [2010]. Prezentowane gleby wytworzone zostały z piaszczystych lub piaszczysto-gliniastych holocenijskich osadów rzecznych, ale ich warstwowanie jest zatarte przynajmniej do głębokości lustra wody gruntowej, co można tłumaczyć zarówno głęboką orką, pogłębiającymi zabiegami uprawowymi (głęboszowanie rozrywające ciągłą warstwę rudawca), jak i wpływem korzeni oraz aktywności fauny glebowej w warunkach okresowego przesuszenia górnej części profilu [Kabała i in. 2011]. Wskutek oddziaływania zwierciadła wody gruntowej (w kwietniu obecnej już na głębokości 62 cm) w glebach powszechnie występują cechy redoksymorficzne: zarówno plamy glejowe lub strefowe oglejenie redukcyjne, jak i liczne wytrącenia żelaziste, w tym konkrecyjne (rudawce). Oglejenie rozpoznawalne jest niekiedy już w dolnych częściach poziomu ornego, co świadczy o wtórnym podwyższeniu zwierciadła wód gruntowych, a więc zwiększeniu podmokłości terenu już po zaniechaniu uprawy płużnej. Jest to częsty skutek samoistnego lub celowego spłycenia rowów odwadniających albo wręcz celowego zatamowania odpływu wody [Ranoszek, Ranoszek 2004; Tokarczyk-Dorociak i in. 2011].

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I ZASOBNOŚĆ GLEB. Badane gleby mają z reguły uziarnienie piasków, ale silnie zróżnicowanych: od piasków luźnych do gliniastych (tab. 1). W poziomach powierzchniowych uziarnienie przeważnie jest nieco drobniejsze, częściej występują piaski gliniaste lub nawet gliny piaszczyste. Niekiedy w profilach stwierdzono gliniaste przewarstwienia lub podścielenie na głębokości poniżej 90 cm (tab. 1, profil 1). W innych warunkach topograficznych piaszczyste uziarnienie wiązałoby się z podatnością gleby na przesuszenie, jednak wobec podmokłości występującej w dolinie Baryczy takie uziarnienie nie ma decydującego wpływu na dostępność wody. Zawartość węgla organicznego w poziomach powierzchniowych niektórych gleb przekracza 5%, czyli osiąga próg gleb organiczno-mineralnych. W większości gleb zawartość węgla utrzymuje się na znacznie niższym poziomie, 0,8-2,3%, ale biorąc pod uwagę dużą miąższość poziomów próchnicznych, łączne zasoby węgla organicznego nagromadzone w warstwie 0-50 cm (od 86 do 228 t/ha, średnio 147 t/ha) są wysokie lub nawet bardzo wysokie w porównaniu z innymi glebami leśnymi [Kondras i in. 2010, 2012; Gałka i in. 2014a]. W profilach badanych gleb występować mogą śladowe ilości węglanu wapnia, rzadko osiągające próg 1% (tab. 1). Ślady węglanów są obecne z reguły na głębokości ponad 50-60 cm, a w żadnym z badanych profili nie stwierdzono ich w poziomie ornym. W poziomach zawierających węglany odczyn gleb był obojętny lub nieznacznie alkaliczny, z pH_{H_2O} w zakresie 6,8-7,8 (tab. 1). Natomiast w warstwach powierzchniowych odczyn był kwaśny lub silnie kwaśny, z pH_{H_2O} w zakresie 3,9-6,0, w głębszych podpoziomach warstwy ornej wzrastając niekiedy do 6,2-6,5. Analogicznie do pH kształtuje się zasobność w wymienne kationy zasadowe oraz stopień wysycenia kationami zasadowymi (tab. 2). Warstwy zawierające węglany są zasobne w wymienny wapń i magnez oraz mają minimalną kwasowość hydrolityczną, co pociąga za sobą wysoki stopień wysycenia zasadami, osiągający 96%. Również słabiej zakwaszone poziomy orno-próchniczne odznaczają się wysoką zawartością wymiennych kationów zasadowych i wysokim wskaźnikiem wysycenia nimi, sięgającym 86% (profil 4). Wśród badanych gleb zdarzają się jednak gleby o silnie kwaśnym odczynie warstwy orno-próchnicznej (profile 2 i 5, tab. 1), w których wysycenie kationami zasadowymi waha się w zakresie od 30 do 60% (tab. 2). Generalnie wysycenie zasadami utrzymuje się w większości poziomów genetycznych na poziomie >50%, wskazując na ogólnie eutroficzny charakter gleb [Brożek 2007a]. Powierzchniowe warstwy gleb seminaturalnych olsów w dolinie Baryczy (włączając w to warstwy organiczne) mają z reguły odczyn obojętny i wysokie wysycenie kationami zasadowymi [Łabaz, Kabała 2016], toteż kwaśny odczyn poziomów próchnicznych niektórych z badanych gleb należy wiązać z przeobrażeniami występującymi w okresie bezleśnym (rolniczym). Zakwaszenie mogło być spowodowane m.in.: (1) humifikacją pierwotnej torfiastej

materii organicznej w warunkach odwodnienia terenu i głębokiej orki, (2) szybkim pobraniem lub ługowaniem składników alkalicznych w warunkach użytkowania polowego lub pastwiskowego przy zaniechaniu wapnowania, (3) nawożeniem organicznym – obornikiem lub/i gnojówką, (4) kwaśnymi odchodami zwierząt w warunkach intensywnego wypasu [Pietrzak 2012]. Zawartość azotu w powierzchniowych poziomach gleb (tab. 1) jest nieco wyższa od najczęściej spotykanej w leśnych glebach aluwialnych [Kawałko, Kaszubkiewicz 2008; Wanic i in. 2011], co skutkuje korzystnym stosunkiem C:N w warstwach próchnicznych, w zakresie od 9,3 do 19,1, świadczącym o dużej aktywności biologicznej gleb lub o znacznym dopływie azotu w rolniczej fazie użytkowania gleb [Januszek i in. 2001]. Jednak bardziej niż ogólną zawartością azotu i stosunkiem C:N badane gleby odróżniają się od innych gleb leśnych (w tym siedlisk olsowych i łągowych) dużą głębokością, do jakiej występuje podwyższona zawartość azotu, oraz zasobami azotu w poziomie próchnicznym (poornym) wynoszącymi od 5,9 t/ha w profilu 4 do 14,0 t/ha w profilu 1 (średnio 8,7 t/ha). Zasobność gleb w przyswajalny magnez oceniana w warstwie 0-40 cm osiąga poziom bardzo wysoki lub przynajmniej wysoki, natomiast zasobność w przyswajalny fosfor oceniona została na średnią, choć w warstwach najbardziej powierzchniowych gleby są zasobne lub nawet bardzo zasobne w ten makroskładnik (profil 3). Badane gleby są najmniej zasobne w przyswajalny potas, którego zawartość jest relatywnie wysoka w górnych podpoziomach ornych w profilach 1-3, ale równocześnie jest bardzo niska w podpoziomach nieco głębszych (tab. 2). Uzyskane wyniki wskazują na stale utrzymujący się wpływ dawnego użytkowania rolniczego (w szczególności stosowania nawozów organicznych pochodzenia zwierzęcego) na zasobność gleb w azot i fosfor.

KLASYFIKACJA GLEB. Morfologia i właściwości fizykochemiczne badanych gleb są przeobrażone przez człowieka, więc ich przyporządkowanie systematyczne jest utrudnione wobec faktu, że Klasyfikacja... [2000] bazuje na naturalnej genezie większości typów glebowych. Ponadto w przypadku nakładania się cech genetycznych brak jednoznacznych kryteriów rozgraniczających typy gleb utrudnia jednoznaczną klasyfikację [Kabała 2014]. W warunkach naturalnych badane gleby niewątpliwie funkcjonowały jako mady rzeczne lub gleby gruntowoglejowe o aluwialnej genezie materiału macierzystego, niekiedy z torfową, murszową lub mułową warstwą powierzchniową [Łabaz, Kabała 2016]. Wskutek głębokiej orki nabrały cech morfologicznych czarnych ziem, jednak ich zaliczenie do tego typu według kryteriów Klasyfikacji... [2000] jest wątpliwe ze względu na brak węglanów w powierzchniowych warstwach (wymaganych dla czarnych ziem murszastych) lub ze względu na piaszczyste uziarnienie profilu (niewymieniane w czarnych ziemiach wylugowanych, którym Klasyfikacja... [2000] przypisuje uziarnienie gliniaste). Głębokie wymieszanie warstw powierzchniowych ukierunkowane na podniesienie ich wartości użytkowej spełnia kryteria gleb kulturoziemnych – rigosoli. Jednocześnie słabe związanie cząstek materii organicznej z frakcjami mineralnymi nadaje murszasty charakter poziomom próchnicznym, najłatwiej wyczuwalny w glebach o uziarnieniu piasku luźnego i słabogliniastego (profile 4 i 5). Jak zauważono, w praktyce rigosole są wyjątkowo rzadko wyróżniane w Lasach Państwowych, co może wynikać z nieściśle sformułowanych kryteriów ich odróżniania od pozostałych jednostek typologicznych, jak też z niejasnej interpretacji ich wartości siedliskotwórczej [Lasota, Błońska 2013]. Jeśli przyjąć kryterium znacznej głębokości poziomu poornego (przynajmniej 50 cm), dość często stosowane w innych klasyfikacjach, do rigosoli powinny być zaliczone tylko gleby reprezentowane profilami 2 i 3. Pozostałe gleby powinny być wówczas zaliczone do podtypu gleb murszastych, nawet jeśli zawierają nieco mniej węgla organicznego niż wynikałoby z Klasyfikacji... [2000], jak profil 5 (tab. 1).

DIAGNOZA TROFICZNOŚCI SIEDLISK LEŚNYCH. Siedliskowy indeks glebowy (SIG) wprowadzony został jako narzędzie wspomagające diagnozę troficzności siedliska oparte na waloryzacji ilościowej zastępującej mniej obiektywną diagnozę opartą na typie i podtypie gleby [Brożek 2007b; Brożek i in. 2011; Lasota, Błońska 2014]. Wskaźnik SIG, wyliczany na podstawie wybranych właściwości gleby, odzwierciedla jej żyzność w długofalowym ujęciu odpowiednim dla gospodarki leśnej, ale w pewnym stopniu uwzględnia też modyfikacje troficzności gleby powodowane przez nawożenie i wapnowanie, ujawniające się na gruntach porolnych [Wanic, Błońska 2011] oraz niedopasowany do siedliska skład gatunkowy drzewostanu [Gruba i in. 2011; Gałka i in. 2014b]. Większość elementów składających się na sumaryczny wskaźnik SIG uzyskuje w analizowanych glebach waloryzację rzędu 8-10, zbliżoną do maksimum (tab. 3). Dotyczy to w szczególności wskaźnika azotu przeliczonego względem zawartości węgla organicznego oraz wskaźnika wymiennych kationów zasadowych. Słabiej wypada wskaźnik kwasowości hydrolytycznej, głównie z powodu wysokiej kwasowości w powierzchniowych poziomach gleb na tle ich gruboziarnistego (piaszczystego) uziarnienia. Natomiast zdecydowanie najniższą waloryzację uzyskało uziarnienie, ze względu na niewielką zawartość frakcji <0,02 mm w profilach glebowych (poza profilem 1). Sumaryczna wartość indeksu SIG waha się od 25 do 36, co zgodnie z wytycznymi Brożka [2011] wskazuje na siedliska mezotroficzne i tylko w jednym wypadku (profil 1) – eutroficzne. Tymczasem diagnoza cząstkowa opierająca się na roślinności runa wskazuje we wszystkich przypadkach na siedliska eutroficzne (tab. 4). We wszystkich płatach stwierdzono przejściowy charakter zbiorowisk, to jest pomiędzy lasem świeżym a lasem wilgotnym (stanowiska 1 i 3) albo lasem łęgowym i lasem wilgotnym (stanowisko 2), albo o charakterze lasu wilgotnego/łęgowego z elementami olsu jesionowego (stanowiska 4-5), co jest typowe dla odwodnionych siedlisk dolin rzecznych [Cieśla 2009; Stefańska-Krzaczek 2013]. Jednakże we wszystkich badanych płatach występują gatunki wskazujące na eutroficzny charakter siedliska, co oznacza, że diagnoza troficzności oparta na wskaźniku SIG oraz na roślinności runa zgodna jest tylko w jednym przypadku – stanowiska nr 1, natomiast w pozostałych przypadkach diagnoza oparta na SIG wykazywała siedlisko uboższe niż diagnoza oparta na roślinności runa. W praktyce urządzeniowej rozbieżność ta jest korygowana poprzez podwyższenie końcowej diagnozy siedliska, jeśli

Tabela 3.

Wartości cząstkowe SIG (wart) i ich wycena (wyc) oraz wynikająca stąd diagnoza troficzności (T)
Partial values (wart) of soil trophic index (SIG) and their evaluation (wyc) and resulting diagnosis of trophic status (T)

Profil Profile		$W_{<0,02}$	W_S	W_{K_h}	W_N	SIG	T
1	wart	306	126,5	0,147	0,062	36	eutroficzne
	wyc	8	9	9	10		eutrophic
2	wart	72	120,9	0,697	0,027	28	mezotroficzne
	wyc	4	9	5	10		mesotrophic
3	wart	116	180,9	0,274	0,012	31	mezotroficzne
	wyc	6	9	8	8		mesotrophic
4	wart	61	140,7	0,297	0,016	30	mezotroficzne
	wyc	4	9	8	9		mesotrophic
5	wart	47	54,1	0,830	0,014	25	mezotroficzne mesotrophic

$W_{<0,02}$ – wskaźnik zawartości frakcji <0,02 mm; value of the fraction <0.02 mm content, W_S – wskaźnik zasobności gleby w kationy zasadowe; value of the base cations, W_{K_h} – wskaźnik kwasowości przeliczonej; value of the acidity recalculated, W_N – wskaźnik azotu przeliczonego, określane tylko dla mineralnego poziomu próchnicznego; value of nitrogen recalculated, the latter only for topsoil horizon.

Tabela 4.

Diagnozy cząstkowe troficzności (T) według drzewostanu, roślinności runa i SIG
 Partial diagnoses of the trophic status (T) based on tree layer, forest floor vegetation and trophic soil index (SIG)

Profil Profile	SIG	T	Runo Forest floor	T	Drzewostan Stand	T
1	36	eutroficzne eutrophic	<i>Mercurialis perennis, Galeobdolon luteum, Galium odoratum, Dryopteris filix-mas, Anemone ranunculoides, Impatiens noli-tangere, Oxalis acetosella</i>	Lśw/Lw	Db (II), Ol, Wz, Bk, Kl	L
2	28	mezotroficzne mesotrophic	<i>Anemone ranunculoides, Impatiens noli-tangere, Stellaria nemorum, Ficaria verna, Stachys sylvatica, Gallium aparine</i>	Lw/Lł	Db (II), Js, Lp, Kl, Gb, Bk, Czm,	L
3	31	mezotroficzne mesotrophic	<i>Anemone ranunculoides, Impatiens noli-tangere, Festuca gigantea, Aegopodium podagraria, Actaea spicata</i>	Lw	Db (II), Wz, Czm	L
4	30	mezotroficzne mesotrophic	<i>Iris pseudacorus, Impatiens noli-tangere, Circaea lutetiana, Actaea spicata, Urtica dioica</i>	OIJ	Ol (zast.)	OIJ
5	25	mezotroficzne mesotrophic	<i>Cirsium oleraceum, Circaea lutetiana, Mercurialis perennis, Humulus lupulus, Valeriana officinalis, Lycopus europaeus, Urtica dioica</i>	OIJ	Ol (zast.)	OIJ

Db – oak, Ol – alder, Ol (zast.) – alder (replaced community), Wz – elm, Js – ash, Bk – beech, Kl – maple, Gb – hornbeam, Lp – lime, Czm – bird cherry

diagnozy cząstkowe według drzewostanu i runa wskazują na siedlisko żyzniejsze [Lasota i in. 2011; Instrukcja... 2012]. Jednak nie zawsze diagnozy cząstkowe według roślinności są w pełni miarodajne (np. w przypadku zbiorowisk zastępczych, odnowień lub drzewostanów zdewastowanych przez czynniki zewnętrzne), co zwiększa oczekiwania wobec wskaźnika SIG jako podstawowej miary troficzności gleb. Niezgodność diagnoz cząstkowych w analizowanych siedliskach (stanowiska nr 2-5) może mieć przynajmniej dwie przyczyny nieuwzględnione w modelu SIG. O niskich wyliczonych wartościach SIG zdecydowało przede wszystkim piaszczyste uziarnienie w całym profilu, które w większości gleb typowo wiąże się z małą zdolnością retencji wody (a więc z przesuszeniem gleby) oraz mniejszą zasobnością w makro- i mikroskładniki (wskutek braku minerałów ilastych). Jednakże w glebach holocenijskich teras rzecznych obydwie wymienione wady piaszczystego uziarnienia mogą być zrekomensowane przez obecność eutroficznych wód gruntowych, które bezpośrednio lub poprzez podsiąk kapilarny zapewniają dostępność wilgoci i makroskładników w strefie korzeniowej [Wanic i in. 2011]. Ponadto wskaźnik SIG tylko częściowo uwzględnia specyfikę gleb porolnych i gleb kulturoziemnych. Wpływają na niego ewentualne zmiany kwasowości hydrolitycznej oraz zasobności w wymienne kationy zasadowe, ale pomija się dużą głębokość poziomu próchnicznego i wysokie zasoby próchnicy oraz azotu w głębokim poziomie poornym, które stanowią długotrwałą użyteczną rezerwę dla fauny glebowej oraz zbiorowiska roślinnego. Obydwie wymienione czynniki, wilgotnościowy i troficzny, w wilgotnych piaszczystych glebach teras rzecznych działają nierozdzielnie, zatem pominięcie któregoś z nich aspektów może skutkować zanizoną waloryzacją troficzności ekosystemu, na co uwagę zwrócili autorzy modelu SIG, wprowadzając mechanizm korekty końcowej diagnozy siedliska leśnego [Brożek i in. 2011; Lasota i in. 2011] lub rozszerzając zakres SIG dla siedlisk łęgowych

uważanych za eutroficzne [Wanic i in. 2011]. Zabiegi te nie zmieniają jednak faktu, że model SIG dla przejściowych siedlisk leśnych, istotnie przeobrażonych przez ingerencję człowieka (którą nie zawsze można określić mianem „degradacji”), powinien być nadal doskonalony w kierunku uwzględnienia właściwości gleb antropogenicznych oraz wpływu płytko zalegających eutroficznych wód gruntowych.

Wnioski

- ✦ Porolne gleby leśne w dolinie Baryczy mają bardzo głęboki, dwu- lub trójdzielny poziom próchniczny, wysokie zasoby zhumifikowanej materii organicznej i azotu do głębokości 50 cm oraz relatywnie wysoką zasobność w fosfor, co podkreśla ich antropogeniczne przeobrażenie i odróżnia od naturalnych gleb dolin rzecznych.
- ✦ Diagnoza troficzności oparta na SIG jest na ogół niższa (siedliska mezotroficzne) w porównaniu do diagnozy cząstkowej opartej na roślinności runa i bonitacji drzewostanu (siedliska eutroficzne), na co ma głównie wpływ piaszczyste uziarnienie gleb obniżające końcową wartość wskaźnika SIG.
- ✦ Negatywny wpływ piaszczystego uziarnienia w glebach holocenijskich teras rzecznych jest łagodzony przez obecność eutroficznych wód gruntowych oraz dużą miąższość poziomów poornych i duże zasoby zgromadzonej w nich materii organicznej oraz makroskładników, w tym fosforu.
- ✦ Model SIG dla aluwialnych gleb porolnych powinien być dalej doskonalony w kierunku uwzględnienia w nim czynników podwyższających troficzność gleb o piaszkowym uziarnieniu.

Literatura

- Bijak S., Bronisz K., Szydłowska P., Wojtan R. 2014. Wpływ jakości siedliska na dynamikę wydzielania brzozy na gruntach porolnych. *Sylwan* 158 (6): 423-430.
- Brożek S. 2007a. Klasyfikacja siedlisk leśnych – uwagi w sprawie miejsca gleb w zasadach diagnozowania. *Sylwan* 151 (2): 19-25.
- Brożek S. 2007b. Liczbowa wycena „jakości” gleb – narzędzie w diagnozowaniu siedlisk leśnych. *Sylwan* 151 (2): 35-42.
- Brożek S. 2011. Gleby i siedliska leśne nizin i wyżyn Polski – ujęcie klasyczne i numeryczne. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (4): 7-15.
- Brożek S., Zwydak M., Lasota J., Róźański W. 2011. Założenia metodyczne badań związków między glebą a zespołami roślinnymi w lasach. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (4): 16-38.
- Brożek S., Zwydak M., Wanic T., Gruba P., Lasota J. 2007. Kierunki doskonalenia metod rozpoznawania siedlisk leśnych. *Sylwan* 151 (2): 26-34.
- Cieśla A. 2009. Wpływ zabudowy hydrotechnicznej Odry na zróżnicowanie fitosocjologiczne siedlisk łągowych kompleksu leśnego Prawików. *Leś. Pr. Bad.* 70 (2): 161-174.
- Feliński T., Frąckowiak H., Witucka I. 1994. Próby napiaszczania gleb torfowo-murszowych z zastosowaniem rosyjskiego pługa AGW-1,5. *Wiadomości IMUZ* 18 (2): 37-43.
- Gałka B., Kabała C., Łabaz B., Bogacz A. 2014b. Wpływ drzewostanów o zróżnicowanym udziale świerka na gleby różnych typów siedliskowych lasu w Górach Stołowych. *Sylwan* 158 (9): 684-694.
- Gałka B., Łabaz B., Bogacz A., Bojko O., Kabała C. 2014a. Conversion of Norway spruce forests will reduce organic carbon pools in the mountain soils of SW Poland. *Geoderma* 213: 287-295.
- Gniot M. 2007. Sukcesja dębu w drzewostanach sosnowych na siedliskach borowych. *Sylwan* 151 (5): 60-72.
- Gruba P., Mulder J., Pacanowski P. 2011. Wpływ drzewostanu na siedliskowy indeks glebowy. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (4): 182-189.
- Instrukcja urzędowania lasu. 2012. Część II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. CILP, Warszawa.
- Jamroz E. 2009. Wykorzystanie indeksu trofizmu gleb leśnych do oceny jakościowej wybranych gleb leśnych Gór Białskich. *Sylwan* 153 (10): 684-688.
- Janiszewski B., Kowalkowski A. 1974. Wstępne wytyczne nawożenia lasu. IBL, Warszawa.
- Januszek K., Lasota J., Gruba P., Domicz G. 2001. Physical, chemical and biochemical properties of podzolic soils six years after total forest fire. *Acta Agraria et Silvestria* 39: 47-61.
- Kabała C. 2014. Systematyka gleb Polski – stan aktualny i dalszy rozwój. *Soil Science Annual* 65 (2): 91-98.

- Kabała C., Gałka B., Jezierski P., Bogacz A. 2011. Transformacja mad w warunkach regulacji rzeki i długotrwałego użytkowania rolniczego w dolinie Dobrej na Nizinie Śląskiej. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (2): 141-153.
- Kalisz B., Łachacz A., Głazewski R. 2010. Transformation of some organic matter components in organic soils exposed to drainage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 34 (3): 245-256.
- Kawałko D., Kaszubkiewicz J. 2008. Właściwości gleb wybranych siedlisk leśnych na terenie Parku Krajobrazowego Dolina Jezierzycy. *Roczniki Gleboznawcze* 59 (3): 4-18.
- Klasyfikacja gleb leśnych Polski. 2000. CILP, Warszawa.
- Kondras M., Czępińska-Kamińska D., Osiński M., Osińska E. 2010. Zapas węgla organicznego oraz właściwości fizykochemiczne gleb w kompleksie leśnym „Dąbrowy Krotoszyńskie”. *Roczniki Gleboznawcze* 61 (4): 113-122.
- Kondras M., Czępińska-Kamińska D., Sieniicka P., Otręba A., Torzewski K., Oktaba L. 2012. Zapas węgla organicznego w glebach leśnych zespołu kontynentalnego boru mieszanego świeżego w Kampinoskim Parku Narodowym. *Roczniki Gleboznawcze* 63 (4): 26-33.
- Konecka-Betley K., Czępińska-Kamińska D., Janowska E. 1996. Czarne ziemie w staroaluwialnym krajobrazie Puszczy Kampinoskiej. *Roczniki Gleboznawcze* 47 (3-4): 145-158.
- Lasota J., Błońska E. 2013. Siedliskoznawstwo leśne na nizinach i wyżynach Polski. Wyd. UR w Krakowie.
- Lasota J., Błońska E. 2014. Wartość siedliskotwórcza leśnych gleb niecałkowitych. *Sylwan* 158 (1): 10-17.
- Lasota J., Brożek S., Zwydak M. 2011. Zastosowanie siedliskowego indeksu glebowego (SIG) w projektowaniu składu gatunkowego odnawianych lasów. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (4): 150-162.
- Łabaz B., Bogacz A. 2014. Content of selected trace elements and exchangeable cations in soils of the Barycz river valley. *Journal of Elementology* 19 (1): 177-189.
- Łabaz B., Bogacz A., Głina B. 2011. Humus substances of forest Phaeozems and Gleysols in Dolina Baryczy Landscape Park. *Polish Journal of Soil Science* 44 (1): 51-62.
- Łabaz B., Kabała C. 2014a. Geneza, właściwości i klasyfikacja czarnych ziem w Polsce. *Soil Science Annual* 65 (2): 80-90.
- Łabaz B., Kabała C. 2014b. Anthropogenic transformation of soils in the Barycz valley – conclusions for soil classification. *Soil Science Annual* 65 (3): 103-110.
- Łabaz B., Kabała C. 2016. Human-induced development of mollic and umbric horizons in drained and farmed swampy alluvial soils. *Catena* 139: 117-126.
- Oktaba L., Kondras M. 2015. Przemiany materii organicznej gleb łąkowych w pierwszych latach po zalesieniu. *Sylwan* 159 (2): 126-134.
- Pietrzak S. 2012. Odczyn i zasobność gleb łąkowych w Polsce. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 12: 105-117.
- Ranoszek E., Ranoszek W. 2004. Park Krajobrazowy Dolina Baryczy. Przewodnik przyrodniczy. Wyd. Gottwald, Milicz.
- Stefańska-Krzaczek E. 2013. Bogactwo gatunkowe osuszonych lasów łąkowych w środowisku miejskim Wrocławia. *Sylwan* 157 (5): 366-375.
- Tokarczyk-Dorociak K., Szewrański S., Żmuda R. 2011. Wpływ rolnictwa oraz gospodarki wodnej na różnorodność krajobrazową w Dolinie Baryczy. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 10: 187-196.
- Trampl T. 1990. Siedliskowe podstawy hodowli lasu. PWRiL, Warszawa.
- Wanic T., Błońska E. 2011. Zastosowanie metody SIG w ocenie przydatności terenów porolnych do hodowli lasu. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (4): 173-181.
- Wanic T., Brożek S., Lasota J., Zwydak M. 2011. Różnorodność gleb olsów i łągów. *Roczniki Gleboznawcze* 62 (4): 109-123.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.