

JERZY JONCZAK, AGNIESZKA PARZYCH

Właściwości materii organicznej gleb śródleśnych nisz źródłiskowych w dolinie Kamiennej (Pomorze Środkowe)

Properties of soil organic matter in soils of mid-forest spring niches in the Kamienna Creek valley (Middle Pomerania)

ABSTRACT

Jonczak J., Parzych A. 2016. Właściwości materii organicznej gleb śródleśnych nisz źródłiskowych w dolinie Kamiennej (Pomorze Środkowe). Sylwan 160 (2): 135-143.

The paper presents the result of the studies on the properties of soil organic matter in Sapric Histosols associated with mid-forest spring niches in the valley of the Kamienna Creek, left bank tributary of the Słupia River (northern Poland). We sampled five soil profiles at the depth of every 10 cm until the mineral bed was reached. We analyzed degree of peat mass decomposition, reaction and the content of organic matter, total organic carbon and total nitrogen. Fractional composition of soil organic matter was analyzed with Schnitzer method. We measured the absorbance at wavelengths of 280, 465 and 665 nm in 0.01% alkaline solutions of humic acids and the absorbance ratios $A_{2/6}$, $A_{2/4}$ and $A_{4/6}$ were calculated based on these data. The studied soils consisted of strongly and moderately decomposed alder and alder-sedge peat, which contained 309.7-829.0 g/kg of organic matter. The soils were moderately abundant in nitrogen and were characterized by low variability in pH ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5.6-6.9). Soil organic matter was dominated by humins, contribution of which ranged from 71.5 to 91.9%. Humic acids constituted 4.9-22.1%, fulvic acids 1.9-6.7% and the most labile organic substances extracted during decalcification of samples (C_{dek}) – 0.2-1.1% (tab. 2). The observed relatively low degree of humification and quantitative predominance of humic acids over fulvic acids are features typical for riparian organic soils. High values of absorbance ratios of alkaline solutions of humic acids (tab. 3) indicate predominance of aliphatic structures over aromatic in their molecules, which is typical for weakly humified organic substances.

KEY WORDS

headwater areas, Histosols, soil organic matter

ADDRESSES

Jerzy Jonczak ⁽¹⁾ – e-mail: jerzy.jonczak@gmail.com

Agnieszka Parzych ⁽²⁾ – e-mail: parzyczna1@op.pl

⁽¹⁾ Instytut Geografii i Studiów Regionalnych, Akademia Pomorska w Słupsku; ul. Partyzantów 27, 76-200 Słupsk

⁽²⁾ Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Akademia Pomorska w Słupsku; ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk

Wstęp

Obszary źródłiskowe, będące strefami przejściowymi pomiędzy podziemną i powierzchniową częścią obiegu wody w systemie zlewni rzecznych [Chapman i in. 1993; Jekatierynczuk-Rudczyk 2007; Jonczak 2011], stanowią niezwykle dynamiczne pod względem procesów geomorfologicz-

nych [Mazurek 2012; Mazurek, Paluszkiwicz 2013] i cenne przyrodniczo [Osadowski 2010] ekosystemy. Są to wrażliwe na wpływ czynników zewnętrznych strefy buforowe [Kuglerová i in. 2014] o bardzo ścisłych interakcjach pomiędzy trzema zasadniczymi ich komponentami – wodami, glebami i roślinnością [Devito i in. 1996; Karlsson i in. 2005]. Funkcjonowanie tych otwartych w obiegu materii i energii systemów jest silnie uwarunkowane cechami zasilających wód, które w kontakcie z glebami i roślinnością ulegają ilościowej i jakościowej transformacji [Jekatierynczuk-Rudczyk 2007; Jonczak 2010; Mazurek 2012]. Skład chemiczny wód znajduje odzwierciedlenie w składzie gatunkowym roślinności porastającej nisze [Osadowski 2010], a ich stały nadmiar stwarza korzystne warunki dla akumulacji materii organicznej i rozwoju typowych dla obszarów źródłiskowych torfowisk kopułowych. Występujące w ich obrębie gleby organiczne wykazują specyficzne zróżnicowanie pionowe składu chemicznego [Jonczak i in. 2014, 2015a], uwarunkowane wpływem minionych i aktualnych zbiorowisk roślinnych, dostarczających zasobnego w większość składników pokarmowych [Jonczak i in. 2016], szybko podlegającego rozkładowi opadu roślinnego [Jonczak i in. 2015b] w ich części przypowierzchniowej oraz stałym, jednokierunkowym przepływem wód gruntowych nad mineralnym podłożem [Jonczak i in. 2015a]. Obszary źródłiskowe, mimo istotnej roli, jaką odgrywają w funkcjonowaniu geosystemów zlewni rzecznych oraz dużej wartości przyrodniczej, są nadal stosunkowo słabo poznane, zarówno w odniesieniu do dynamiki zachodzących procesów, jak i charakterystyki ich poszczególnych komponentów. Dotyczy to w szczególności gleb oraz zawartej w nich materii organicznej. Mając to na uwadze, podjęto w roku 2012 interdyscyplinarne badania śródleśnych nisz źródłiskowych w zlokalizowanej w młodoglacjalnym krajobrazie Pomorza Środkowego dolinie Kamiennej. W niniejszej pracy omówiono właściwości materii organicznej gleb pięciu nisz źródłiskowych zlokalizowanych w jej górnym i środkowym odcinku.

Material i metody

Kamienna jest lewobrzeżnym dopływem Słupi o charakterze źródłowym, zlokalizowanym na terenie Nadleśnictwa Leśny Dwór (RDLP Szczecinek). Jest to obszar o średniej rocznej sumie opadów około 770 mm i średniej rocznej temperaturze powietrza około 7,6°C. Obszar zlewni Kamiennej niemal w całości pokrywają lasy o zróżnicowanym przestrzennie składzie gatunkowym, z dominacją buka, sosny i świerka w jej części wysoczyznowej oraz olszy czarnej w dnie doliny. Głęboko wecinająca się w podłoże dolina rzeki charakteryzuje się znacznym spadkiem lustra wody i płaskim dnem, w obrębie którego dominują na ogół silnie próchniczne mady rzeczne z płatami gleb organicznych. Wzdłuż stoków doliny w jej górnym i środkowym odcinku występują liczne nisze źródłiskowe z kopułowymi torfowiskami porożcinanymi licznymi strumieniami źródłiskowymi.

Odkrywki glebowe wykonano w centralnych częściach pięciu nisz źródłiskowych. W warstwach co 10 cm, aż do podłoża mineralnego, oznaczono stopień rozkładu masy torfowej (H) według skali von Posta [Grosse-Brauckmann 1990] oraz pobrano próbki do analiz laboratoryjnych. Po wybraniu żywych fragmentów roślin były one suszone do stałej masy w temperaturze 65°C i rozdrabniane na pył w młynku laboratoryjnym. W zhomogenizowanym materiale wykonano analizy:

- strat prażenia w temperaturze 550°C,
- odczynu metodą potencjometryczną w zawiesinie z wodą ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) i roztworem KCl (pH_{KCl}) o stężeniu 1 mol/l, stosując proporcje wagowe gleba:woda/KCl 1:10,
- zawartości węgla organicznego ($\text{C}_{\text{org.}}$) metodą Altana,
- zawartości azotu ogółem (N_t) metodą Kjeldahla,
- składu frakcyjnego próchnicy metodą Schnitzera [Gonet 1999] – w oparciu o uzyskane dane obliczono stopień humifikacji materii organicznej gleb (SH) jako udział procentowy węgla kwasów fulwowych i huminowych w ogólnej zawartości węgla organicznego,

- absorpcji promieniowania w zakresie UV-VIS w 0,01-procentowych alkalicznych roztworach kwasów huminowych przy długościach fal 280, 465 i 665 nm, a na podstawie uzyskanych danych obliczono wartości współczynników absorpcji $A_{2/6}$, $A_{2/4}$ i $A_{4/6}$.

Pomiędzy wybranymi parametrami gleb obliczono współczynniki korelacji liniowej oraz określono ich istotność statystyczną w programie Statistica.

Wyniki i dyskusja

Związane z torfowiskami źródłiskowymi w dolinie Kamiennej gleby torfowe saprowe, o miąższości rzadko przekraczającej 1 metr, zbudowane są z torfów olesowych o średnim i silnym stopniu rozkładu (4-10 według skali von Posta), miejscami przewarstwionych torfami olesowo-turzcycowiskowymi o stopniu rozkładu 3-9 (tab. 1). Są to gleby o odczynie mało zróżnicowanym pionowo, mieszczącym się w zakresie od kwaśnego do zbliżonego do obojętnego, z wartościami pH_{H_2O} od 5,6 do 6,9 i pH_{KCl} od 5,0 do 6,2. Udział materii organicznej oznaczonej metodą strat prażenia wynosi od 309,7 do 829,0 g/kg, z wartościami maksymalnymi w przypowierzchniowej części gleb i minimami w ich spągu. Zawartość węgla organicznego waha się od 149,4 do 459,9 g/kg, wykazując takie same schematy rozmieszczenia pionowego jak materia organiczna. Gleby są średnio zasobne w azot, którego zawartość ogółem wynosi 11,1-33,6 g/kg, z tendencją spadkową wraz z głębokością. Zarówno pod względem zawartości, jak i schematu pionowego rozmieszczenia azotu odbiega od pozostałych profil nr 5, w którym stwierdzono niższą koncentrację tego pierwiastka (tab. 1). Wartości stosunku C/N układają się na poziomie od umiarkowanie wąskich do umiarkowanie szerokich, z minimami w stropie gleb.

Glebowa materia organiczna silnie oddziałuje na właściwości fizyczne i chemiczne gleb, będąc głównym czynnikiem strukturotwórczym [Zaujec i in. 2001; Tobiašová 2011], wpływając na porowatość [Kwiatkowska, Maciejewska 2008], przepuszczalność wodną i zdolności retencyjne [Franzluebbers 2002], pojemność sorpcyjną [Oorts i in. 2003], właściwości buforowe [Walenczak i in. 2009], skład chemiczny, a także zachodzące w glebach procesy fizyczne, chemiczne i biochemiczne, modyfikując ich tempo i kierunki. Zasobne w materię organiczną gleby odgrywają ważną rolę ekologiczną, stanowiąc jeden z największych rezerwarów węgla organicznego, którego uruchomienie wskutek ich degradacji spowodowałoby daleko idące skutki ekologiczne w skali globalnej. Materia organiczna stanowi niejednorodną mieszaninę związków chemicznych w różnym stopniu powiązanych z mineralnymi składnikami gleb. Cechy ilościowe i jakościowe tych związków uwarunkowane są głównie właściwościami substratów w procesie humifikacji (opadu roślinnego) [Gonet i in. 2007; Łabaz i in. 2014] oraz środowiskowymi warunkami ich przekształceń [Nierop, Verstraten 2003], włączając bezpośredni i pośredni wpływ człowieka [Šimanský 2007]. W glebach organicznych na ogół dominują w różnym stopniu rozłożone, niezhumifikowane szczątki organiczne, które w analizie składu frakcyjnego określane są mianem humin lub pozostałości poekstrakcyjnej (CPP). Udział tej frakcji w materii organicznej gleb nisz źródłiskowych doliny Kamiennej wynosi od 71,5 do 91,9%, wykazując na ogół tendencję wzrostową wraz z głębokością (tab. 2). Materia organiczna badanych gleb, niezależnie od obserwowanej zmienności, jest więc słabo zhumifikowana, mimo silnego stopnia rozkładu torfów. Drugą pod względem ilościowym frakcją stanowią kwasy huminowe (CKH) z udziałem w zakresie 4,9-22,1%. Frakcja ta wykazuje zróżnicowane w poszczególnych profilach schematy rozmieszczenia pionowego. W profilach nr 1 i 4 występuje wyraźna tendencja spadkowa ich udziału z głębokością, zaś w pozostałych przypadkach największy udział występuje w środkowej części solum. Kwasy fulwowe (CKF) stanowią 1,9-6,7% materii organicznej, wykazując wyraźną tendencję spadkową

Tabela 1.

Stopień rozkładu masy torfowej według von Posta (H), straty prażenia (SP [g/kg]), odczyn w H₂O i KCl, zawartość węgla organicznego (C_{org.} [g/kg]) i azotu ogółem (N_t [g/kg]) oraz wartość stosunku C/N dla 10-centymetrowych warstw gleby w badanych profilach glebowych (1-5)

Degree of peat mass decomposition according to von Post (H), loss on ignition (SP [g/kg]), reaction in H₂O or KCl, organic carbon (C_{org.} [g/kg]) and total nitrogen (N_t [g/kg]) content and C/N ratio for 10-cm soil layers in analysed profiles (1-5)

	H	SP	pH _{H2O}	pH _{KCl}	C _{org.}	N _t	C/N	
1	0-10	9	725,0	6,1	5,5	422,3	33,0	12,8
	10-20	9	741,0	6,0	5,4	423,9	33,6	12,6
	20-30	9	753,0	5,8	5,3	443,9	32,4	13,7
	30-40	5	705,9	5,8	5,3	439,3	30,1	14,6
	40-50	5	611,8	5,9	5,4	384,6	26,3	14,6
	50-60	6	538,0	5,6	5,3	326,0	21,8	15,0
2	0-10	9	810,8	6,5	6,0	437,0	32,9	13,3
	10-20	5	803,8	6,4	5,8	422,6	32,0	13,2
	20-30	3	813,5	6,5	6,1	459,9	30,5	15,1
	30-40	7	795,4	6,5	6,0	448,5	29,7	15,1
	40-50	6	721,6	6,4	5,9	451,7	30,8	14,7
	50-60	9	633,3	6,5	6,0	379,5	25,9	14,6
	60-70	6	678,3	5,9	5,6	459,2	27,8	16,5
	70-80	5	620,1	5,6	5,3	428,3	19,5	22,0
80-90	4	634,6	5,6	5,4	425,8	21,5	19,8	
3	0-10	9	805,2	5,9	5,2	449,4	29,7	15,1
	10-20	8	829,0	5,6	5,0	446,6	29,3	15,2
	20-30	8	794,6	5,6	5,1	438,8	33,2	13,2
	30-40	8	721,8	5,9	5,2	412,3	28,6	14,4
	40-50	9	734,7	5,8	5,2	390,9	29,3	13,4
	50-60	8	735,6	5,8	5,4	396,4	31,1	12,7
	60-70	7	588,6	5,9	5,5	348,3	19,8	17,6
	70-80	7	413,7	6,0	5,6	230,5	13,1	17,6
80-90	9	317,3	5,9	5,5	149,4	11,1	13,5	
4	0-10	9	766,2	6,0	5,5	406,2	29,3	13,9
	10-20	9	776,3	5,9	5,4	414,5	28,7	14,5
	20-30	8	819,1	6,0	5,5	406,8	26,1	15,6
	30-40	8	795,7	5,9	5,5	446,0	27,7	16,1
	40-50	7	810,2	6,1	5,7	433,2	26,6	16,3
	50-60	8	784,4	6,2	5,7	396,1	24,4	16,2
	60-70	8	763,4	6,3	5,8	441,7	26,3	16,8
	70-80	6	737,2	6,3	5,9	436,1	25,2	17,3
	80-90	8	769,2	6,4	5,9	447,4	24,7	18,1
	90-100	5	745,4	5,9	5,6	439,5	23,1	19,1
100-110	5	665,5	6,2	5,8	399,7	21,2	18,9	
5	0-10	10	309,7	6,5	6,0	168,5	12,1	14,0
	10-20	10	425,3	6,5	6,1	240,9	17,0	14,2
	20-30	9	395,9	6,9	6,2	242,2	16,6	14,6
	30-40	9	379,7	6,4	6,0	240,3	17,0	14,1
	40-50	9	393,2	6,5	6,1	242,6	15,5	15,7
	50-60	8	376,5	6,4	6,0	238,1	16,7	14,2

Tabela 2.

Udział węgla [%C_{org.}] w labilnej części kwasów fulwowych (C_{dck}), kwasów fulwowych (CKF), kwasów huminowych (CKH) i pozostałości poekstrakcyjnych (CPP) oraz stopień humifikacji (SH [%]) dla 10-centymetrowych warstw gleby w badanych profilach glebowych (1-5)

Share of carbon in the labile part of fulvic acids (C_{dck}), fulvic acids (CKF), humic acids (CKH) and extraction products (CPP) [%C_{org.}] as well as humification degree [%] for 10-cm soil layers in analysed profiles (1-5)

		C _{dck}	CKF	CKH	CPP	CKH/CKF	SH
1	0-10	0,7	6,1	20,4	72,8	3,4	27,2
	10-20	0,7	5,7	22,1	71,5	3,9	28,5
	20-30	0,5	5,0	16,1	78,3	3,2	21,7
	30-40	0,4	5,0	15,5	79,1	3,1	20,9
	40-50	0,4	4,3	14,1	81,2	3,3	18,8
	50-60	0,5	4,1	13,4	82,0	3,3	18,0
2	0-10	0,5	5,5	10,7	83,3	1,9	16,7
	10-20	0,4	4,8	11,1	83,7	2,3	16,3
	20-30	0,3	4,2	8,6	87,0	2,0	13,0
	30-40	0,3	3,3	8,5	88,0	2,6	12,0
	40-50	0,3	3,7	10,1	85,9	2,7	14,1
	50-60	0,2	4,0	18,3	77,4	4,5	22,6
	60-70	0,2	1,9	9,8	88,2	5,2	11,8
	70-80	0,5	2,9	7,7	88,9	2,7	11,1
80-90	0,5	2,5	6,6	90,4	2,7	9,6	
3	0-10	0,8	4,6	13,4	81,2	2,9	18,8
	10-20	0,7	4,7	14,0	80,6	3,0	19,4
	20-30	0,6	5,6	13,7	80,0	2,5	20,0
	30-40	0,6	4,9	12,6	82,0	2,6	18,0
	40-50	0,4	4,6	17,7	77,2	3,8	22,8
	50-60	0,6	3,3	14,8	81,2	4,4	18,8
	60-70	0,5	4,2	9,5	85,7	2,3	14,3
	70-80	0,8	5,1	9,8	84,3	1,9	15,7
80-90	1,1	6,7	15,2	77,0	2,3	23,0	
4	0-10	0,6	5,7	12,3	81,3	2,2	18,7
	10-20	0,5	5,1	10,4	84,0	2,0	16,0
	20-30	0,3	5,2	9,7	84,8	1,9	15,2
	30-40	0,3	4,3	7,8	87,6	1,8	12,4
	40-50	0,4	4,0	6,3	89,4	1,6	10,6
	50-60	0,4	3,7	5,6	90,4	1,5	9,6
	60-70	0,4	3,2	4,9	91,6	1,5	8,4
	70-80	0,4	2,9	4,9	91,9	1,7	8,1
	80-90	0,3	3,5	4,9	91,3	1,4	8,7
	90-100	0,4	3,4	7,2	89,0	2,1	11,0
	100-110	0,4	3,2	8,5	87,9	2,7	12,1
5	0-10	1,1	5,8	12,6	80,6	2,2	19,4
	10-20	0,7	5,2	13,0	81,1	2,5	18,9
	20-30	0,5	3,9	14,5	81,1	3,7	18,9
	30-40	0,5	3,5	15,1	80,9	4,4	19,1
	40-50	0,5	3,6	13,1	82,8	3,6	17,2
	50-60	0,6	3,1	12,0	84,3	3,8	15,7

Tabela 3.

Współczynniki absorpcji alkalicznych roztworów kwasów huminowych dla 10-centymetrowych warstw gleby w badanych profilach glebowych (1-5)

Absorbance ratios for alkaline solutions of humic acids for 10-cm soil layers in analysed profiles (1-5)

		$A_{2/6}$	$A_{2/4}$	$A_{4/6}$
1	0-10	41,1	6,0	6,9
	10-20	38,4	5,9	6,6
	20-30	34,0	5,6	6,1
	30-40	32,1	5,4	6,0
	40-50	35,3	5,3	6,6
	50-60	37,8	5,6	6,8
2	0-10	41,8	6,1	6,8
	10-20	40,6	6,1	6,6
	20-30	42,0	6,3	6,7
	30-40	37,5	5,9	6,4
	40-50	30,0	5,3	5,6
	50-60	24,1	4,6	5,2
	60-70	28,8	4,9	5,9
	70-80	32,5	5,1	6,4
3	0-10	42,3	5,7	7,4
	10-20	40,0	5,7	7,1
	20-30	39,7	5,6	7,1
	30-40	36,6	5,4	6,7
	40-50	34,9	5,5	6,3
	50-60	34,0	5,5	6,2
	60-70	35,8	5,6	6,4
	70-80	34,7	5,4	6,4
4	0-10	43,6	6,3	6,9
	10-20	40,5	6,2	6,5
	20-30	39,6	6,2	6,3
	30-40	38,6	6,2	6,2
	40-50	36,8	6,0	6,2
	50-60	33,8	5,6	6,0
	60-70	31,0	5,3	5,9
	70-80	32,3	5,4	5,9
	80-90	32,9	5,5	6,0
	90-100	28,2	5,2	5,4
5	0-10	41,1	5,7	7,2
	10-20	35,5	5,5	6,4
	20-30	34,0	5,5	6,2
	30-40	32,9	5,4	6,1
	40-50	33,9	5,3	6,4
	50-60	33,1	5,2	6,4

wraz z głębokością. Maksymalne ich stężenie w stropowej części gleb uwarunkowane jest produkcją tej frakcji w aktywnej biologicznie oraz podlegającej wielokrotnie w ciągu roku zamarzaniu i rozmarzaniu przypowierzchniowej części gleb. Z kolei minimalne stężenia w spągu gleb wynikają w głównej mierze z wyflukiwania tych labilnych związków przez wody źródłiskowe przepływające śródglebowo w sposób ciągły po podłożu mineralnym. Nagromadzenie kwasów fulwowych w spągu profili nr 2 i 3, tuż nad podłożem mineralnym, może być uwarunkowane obecnością pod warstwą torfów niewielkich zagłębień terenu. Udział najbardziej ruchliwej frakcji kwasów fulwowych (C_{dek}) jest niewielki, mieszcząc się w zakresie 0,2-1,1%. Obserwowana 1,4-5,2-krotna przewaga kwasów huminowych nad fulwowymi jest typowa dla siedlisk łągowych [Łabaz i in. 2011].

Wartości współczynników absorpcji alkalicznych roztworów kwasów huminowych dostarczają informacji o stopniu zaawansowania procesu humifikacji [Łabaz 2009]. W badanych glebach przyjmują one wysokie wartości, typowe dla młodych, słabo zaawansowanych w rozwoju próchnic, wynosząc 24,1-43,6 dla $A_{2/6}$, 4,6-6,3 dla $A_{2/4}$ i 5,1-7,4 dla $A_{4/6}$ (tab. 3). Wartości współczynników wykazują na ogół tendencję spadkową z głębokością.

Udział kwasów fulwowych i huminowych w materii organicznej jest istotnie statystycznie dodatnio skorelowany ze stopniem rozkładu torfu (tab. 4). Pozytywne korelacje stwierdzono również pomiędzy udziałem frakcji CKF i C_{dek} a wartościami współczynników absorpcji alkalicznych roztworów kwasów huminowych. Jest to jednak przypadkowa, niedająca się wytłumaczyć zależność.

Wnioski

- ✦ Skład frakcyjny materii organicznej gleb torfowych saprowych nisz źródłiskowych w dolinie rzeki Kamienna jest typowy dla związanych z dolinami rzecznyymi gleb torfowisk niskich. Dominują huminy (71,5-91,9%) ze znacznym udziałem kwasów huminowych (4,9-22,1%) i niewielkim udziałem kwasów fulwowych (1,9-6,7%), w szczególności frakcji ekstrahowanej w czasie dekalcytacji próbek (0,2-1,1%). Kwasy humusowe 1,4-5,2-krotnie przeważają nad kwasami fulwowymi.
- ✦ Wskaźniki absorpcji alkalicznych roztworów kwasów huminowych są wysokie, świadcząc o dużej przewodzie w ich cząsteczkach struktur alifatycznych nad aromatycznymi i wskazując na słabe zaawansowanie procesu humifikacji.

Tabela 4.

Istotnie statystycznie ($p < 0,05$, $n=40$) wartości współczynnika korelacji między wybranymi właściwościami gleb (oznaczenia jak w tabelach 1-3)

Significant (at $p < 0,05$, $n=40$) values of Pearson correlation coefficient between selected properties of the analysed soils (denotes as in tables 1-3)

	C_{dek}	CKF	CKH	SH	CKH/CKF	$A_{2/6}$	$A_{2/4}$	$A_{4/6}$
H	0,48	0,49	0,45	0,51				
C_{dek}		0,60	0,42	0,52		0,38		0,56
CKF	0,60		0,55	0,70		0,65	0,55	0,57
CKH	0,42	0,55		0,98	0,67			
SH	0,52	0,70	0,98		0,52			0,39
CKH/CKF			0,67	0,52		-0,33	-0,49	
$A_{2/6}$	0,38	0,65			-0,33		0,86	0,88
$A_{2/4}$		0,55			-0,49	0,86		0,51
$A_{4/6}$	0,56	0,57		0,39		0,88	0,51	

♣ Specyfika środowiska glebotwórczego nisz źródłiskowych uwidacznia się w schematach pionowego rozmieszczenia poszczególnych frakcji próchnicy, silnie uwarunkowanych przez dużą aktywność biologiczną przypowierzchniowej części gleb oraz ciągły, śródglebowy przepływ wód źródłiskowych po podłożu mineralnym torfowisk. Efektem równoległego oddziaływania tych czynników jest koncentracja zarówno kwasów fulwowych, jak i huminowych w stropie gleb i mały ich udział w spągu.

Literatura

- Chapman P. J., Reynolds B., Wheeler H. S. 1993. Hydrochemical changes along stream pathways in a small moorland headwater catchment in Mid-Wales. *Journal of Hydrology* 151: 241-265.
- Devito K. J., Hill A. R., Roulet N. 1996. Groundwater-surface water interactions in headwater forested wetlands of the Canadian Shield. *Journal of Hydrology* 181: 127-147.
- Franzluebbers A. J. 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil and Tillage Research* 66: 197-205.
- Gonet S. S. 1999. Ekstrakcja z gleb i oczyszczanie kwasów huminowych metodami Schnitzera. W: Dziadowiec H., Gonet S. [red.]. Przewodnik metodyczny do badań materii organicznej gleb. Komisja Chemii Gleb, Zespół Materii Organicznej Gleb II/16. Prace Komisji Naukowych Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego 120: 42-44.
- Gonet S. S., Dębska B., Zaujec A., Banach-Szott M., Szombáthová N. 2007. Wpływ gatunku drzew i warunków glebowo-klimatycznych na właściwości próchnicy gleb leśnych. W: Gonet S. S., Markiewicz M. [red.]. Rola materii organicznej w środowisku. Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych, Wrocław. 61-98.
- Grosse-Brauckmann G. 1990. Ablagerungen der Moore. W: Göttlich K. [red.]. Moor- und Torfkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 175-236.
- Jekatierynezuk-Rudezyk E. 2007. The hyporheic zone, its functioning and meaning. *Kosmos* 56 (1-2): 181-196.
- Jonczak J. 2010. Chemizm wód zasilających Jarosławiankę (zlewnia Wieprzy). *Ślupskie Prace Geograficzne* 7: 83-101.
- Jonczak J. 2011. Pedological aspects in the functioning of spring niches as transition zones between underground and superficial parts of water cycle in river basin. *Ecological Questions* 15: 35-43.
- Jonczak J., Olejniczak M., Parzych A., Sobisz Z. 2016. Dynamics, structure and chemistry of litterfall in headwater riparian forest on the area of Middle Pomerania. *Journal of Elementology* 21 (2): 381-392.
- Jonczak J., Parzych A., Sobisz Z. 2014. The content and profile distribution patterns of Cu, Ni and Zn in Histosols of headwater areas in the valley of Kamienna Creek (northern Poland). *Baltic Coastal Zone* 18: 5-14.
- Jonczak J., Parzych A., Sobisz Z. 2015a. Distribution of carbon and nitrogen forms in Histosols of headwater areas – a case study from the valley of the Kamienna Creek (northern Poland). *Journal of Elementology* 20 (1): 95-105.
- Jonczak J., Parzych A., Sobisz Z. 2015b. Decomposition of four tree species leaf litters in headwater riparian forest. *Baltic Forestry* 21 (1): 133-143.
- Karlsson O. M., Richardson J. S., Kiffney P. M. 2005. Modelling organic matter dynamics in headwater streams of south-western British Columbia, Canada. *Ecological Modelling* 183: 463-476.
- Kuglerová L., Ågren A., Jansson R., Laudon H. 2014. Towards optimizing riparian buffer zones: Ecological and biogeochemical implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 334: 74-84.
- Kwiatkowska J., Maciejewska A. 2008. Wpływ rodzajów substancji organicznej na właściwości fizykochemiczne gleby i zawartość węgla organicznego. *Roczniki Gleboznawcze* 59 (1): 128-133.
- Łabaz B. 2009. Właściwości kwasów huminowych czarnych ziem wrocławskich. *Roczniki Gleboznawcze* 60 (2): 61-66.
- Łabaz B., Bogacz A., Glina B. 2011. Humus substances of forest Phaeozems and Gleysols in 'Dolina Baryczy' Landscape Park. *Polish Journal of Soils Science* 45 (1): 51-62.
- Łabaz B., Gałka B., Bogacz A., Waroszewski J., Kabała C. 2014. Factors influencing humus forms and forest litter properties in the mid-mountains under temperate climate of southwestern Poland. *Geoderma* 230-231: 265-273.
- Mazurek M. 2012. Hydrogeomorfologia obszarów źródłiskowych (Dorzecze Parsęty, Polska NW). Wydawnictwo UAM, Poznań.
- Mazurek M., Paluszkiwicz R. 2013. Formation and development of a 1st-order valley network in postglacial areas (the Dębica catchment). *Landform Analysis* 22: 75-87.
- Nierop K. G. J., Verstraten J. M. 2003. Organic matter formation in sandy subsurface horizons of Dutch coastal dunes in relation to soil acidification. *Organic Geochemistry* 34: 499-513.
- Oorts K., Vanlauwe B., Merckx R. 2003. Cation exchange capacities of soil organic matter fractions in a Ferric Lixisol with different organic matter inputs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100: 161-171.
- Osadowski Z. 2010. Wpływ uwarunkowań hydrologicznych i hydrochemicznych na zróżnicowanie szaty roślinnej źródlisk w krajobrazie młodogłacjalnym Pomorza. Wydawnictwo Akademii Pomorskiej w Ślupsku, Ślupsk.
- Šimanský V. 2007. Influence of different tillage systems on quantity and quality of soil organic matter in Haplic Luvisols under sugar beet farming system. *Humic Substances in Ecosystems* 7: 57-60.

- Tobiašová E. 2011.** The effect of organic matter on the structure of soils of different land uses. *Soil and Tillage Research* 114: 183-192.
- Walenczak K., Lieznar S. E., Lieznar M. 2009.** Rola materii organicznej i ilu koloidalnego w kształtowaniu właściwości buforowych gleb Parku Szczytnickiego. *Roczniki Gleboznawcze* 60 (2): 102-107.
- Zaujec A., Tobiašová E., Szombathová N. 2001.** Soil organic matter and aggregates stability. *Humic Substances in Ecosystems* 4: 161-164.