

## WŁAŚCIWOŚCI SILNIE PRZESUSZONYCH ORGANICZNYCH GLEB POPOŻAROWYCH OBIEKTU SOBIN – JĘDRZYCHÓW

**Adam BOGACZ, Magdalena JĘDO, Przemysław WOŹNICZKA**

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska

*Słowa kluczowe: gleby organiczne, łąka, murszenie, pożar, właściwości gleb*

### Streszczenie

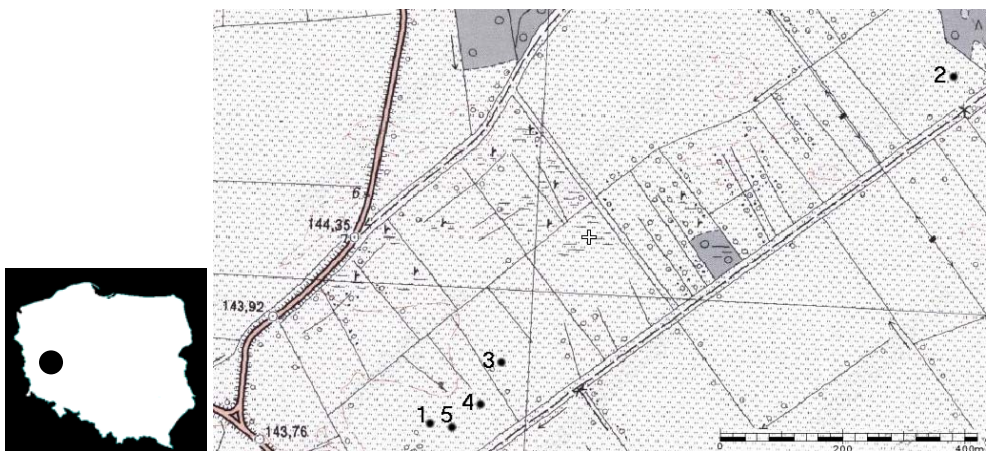
Badania prowadzono na glebach popożarowych, znajdujących się w obrębie zdegradowanej łąki pobagienniej, obiektu Sobin – Jędrzychów. Pożar silnie przesuszonych płytkich gleb murszowych MtiIc1 był obserwowany w okresach wiosennych 2004–2006 na powierzchni kilkunastu hektarów. Dwa lata po pożarze pobrano próbki glebowe z 5 profilów (32 próbki). Jedna z gleb, reprezentowana przez profil nr 1, była dotknięta przez pożar powierzchniowy, a pozostałe – przez pożar wgłębnny. Powodował on zmniejszenie miąższości poziomów organicznych oraz wykształcenie się poziomów popiołowych o miąższości od 1 do 20 cm. Popożarowe poziomy miały odczyn alkaliczny lub zbliżony do obojętnego. Gleby były wzbogacone w wapń, magnez, sód i potas, wykazując niekiedy zwiększoną zawartość metali ciężkich. Poziomy popiołowe lub wymieszane z popiołem tworzyły struktury agregatowe – gruzelkowate bądź koksikowe. Struktury te wyraźnie ograniczały zdolności retencyjne poziomów przepalonych w porównaniu z poziomami torfowymi i murszowymi. Zmniejszyła się zatem objętość wody dostępnej – w tym łatwo dostępnej – dla roślin w poziomach objętych przez pożar. Świadczą o tym małe wartości potencjalnej (*PRU*) i efektywnej (*ERU*) retencji użytecznej. Na podstawie budowy profilowej gleb popożarowych klasyfikowano je jako murszowe, murszowate lub murszaste [PTG 1989]. Na podstawie zawartości materii organicznej oraz miąższości poziomów organicznych i popiołowych, były one klasyfikowane jako Histic lub Humic Gleysols, niekiedy Histic Gleysols [WRB 2006].

## WSTĘP

Intensywny rozwój przemysłu miedziowego na terenie Lubińsko-Głogowskiego Zagłębia Miedziowego doprowadził w wielu przypadkach do trwałych zmian środowiska – również nielicznych obszarów torfowiskowych [BOGACZ, SEBZDA 2009]. Obszary wcześniej użytkowane ekstensywnie jako łąki zostały silnie przesuszone. Doprowadziło to do poważnego wzrostu zagrożenia pożarowego powstających utworów murszowych – zwłaszcza w okresie wiosennym [LIPKA, GOTEK 1995]. Celem badań było określenie wpływu pożaru, jego intensywności, na budowę i właściwości gleb popożarowych obiektu Sobin – Jędrzychów.

## OBIEKT BADAŃ

Badania prowadzono na silnie przesuszonej łące, leżącej między miejscowościami Sobin i Jędrzychów. Obszar ten znajdował się w bliskim sąsiedztwie zabudowań gospodarskich i szkoły, w nieco dalszym – szybów wentylacyjnych kopalni Polkowice. Łąki założono na glebach murszowych, torfowo-murszowych, płytkich MtIIc1. Obszar badań był silnie poprzecinany gęstą siecią otwartych rowów odwadniających. Prace odwadniające prowadzono w latach 60., a użytkowanie powstałych łąk zakończono w końcu lat 80. ubiegłego wieku. Pożar wystąpił wiosną



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów badawczych na popożarowej łące obiektu Sobin – Jędrzychów, odkrywki glebowe i ich współrzędne geograficzne: 1 – E 51°27'31,61" W 16°01'53,61", 2 – E 51°27'36,79" W 16°01'36,79", 3 – E 51°27'34,87" W 16°02'0,28", 4 – E 51°27'31,77" W 16°01'57,73", 5 – E 51°27'31,06" W 16°01'55,99"; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Distribution of study sites on post fire meadow of the Sobin – Jędrzychów object, soil profiles and their geographical coordinates: 1 – E 51°27'31,61" W 16°01'53,61", 2 – E 51°27'36,79" W 16°01'36,79", 3 – E 51°27'34,87" W 16°02'0,28", 4 – E 51°27'31,77" W 16°01'57,73", 5 – E 51°27'31,06" W 16°01'55,99"; source: own studies

2006 r. i trwał przez kilka tygodni. Próbki do badań pobierano latem 2008 r. z wytypowanych 5 profilów glebowych (rys. 1). Profil nr 1 był reprezentatywny dla gleby dotkniętej przez pożar powierzchniowy, natomiast profile nr 2–3 oraz 4–5 – dla gleb znajdujących się pod wpływem pożarów wglębnych o, odpowiednio, średnim i dużym natężeniu [BYRAM 1959]. Pożar wglębny rozwija się pod powierzchnią gleby, często bez widocznych oznak na powierzchni i może całkowicie zdegradować glebę organiczną [ZAIDELMAN, SHVAROV 2002].

## METODY BADAŃ

Badania terenowe obejmowały opis morfologii wytypowanych profilów glebowych, ze szczególnym uwzględnieniem rodzaju pożaru, stopnia rozkładu torfu oraz warunków wilgotnościowych.

Badania laboratoryjne obejmowały oznaczenia:

- popielności ( $A$ ) – przez spalanie gleby w piecu muflowym w 550°C przez 4 godziny;
- właściwości optycznych związków humusowych, wyrażanych przez wskaźnik  $Q_4/Q_6$  – na podstawie pomiarów absorbancji w 0,5 mol·dm<sup>-3</sup> NaOH [SAPEK, SAPEK 1997];
- gęstości właściwej utworów organicznych ( $W$ ) – na podstawie wzoru:  $W = 0,11A + 1,451$ , gdzie 1,451 – gęstość właściwa humusu,  $A$  – popielność [OKRUSZKO 1971];
- zawartości włókna przetartego i nieprzetartego – metodą półstrzykawki [LYNN i in. 1974];
- stopnia rozkładu materii organicznej – na podstawie indeksu pirofosforanowego ( $IP$ ) [LYNN i in. 1974], określanego na podstawie skali barw Munsella;
- składu granulometrycznego poziomów podścielających – metodą areometryczną Bouyocosa w modyfikacji Casagrande’a i Prószyńskiego;
- gęstości objętościowej z zastosowaniem stalowych pierścieni o objętości 100 cm<sup>3</sup>;
- zdolności retencyjnych gleb w zakresie pF 0–4,2 – z zastosowaniem bloków piaskowych i piaskowo-kaolinowych oraz komór Richardsa;
- pH w H<sub>2</sub>O i 1 mol·dm<sup>-3</sup> KCl (stosunek gleba – roztwór 1:2,5);
- zawartości metali ciężkich Zn, Cu, Pb, Ni, Cr – metodą AAS po mineralizacji w mieszaninie stężonych kwasów solnego i azotowego;
- zawartości kationów o charakterze zasadowym – w wyciągu w 1 mol·dm<sup>-3</sup> CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> o pH 7,0;
- kwasowości wymiennej – metodą Sokołowa;
- zasobności gleb w P, K, Mg w 0,5 mol·dm<sup>-3</sup> HCl;

- stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym ( $V$ ) oraz pojemności kompleksu sorpcyjnego ( $T$ ) – na podstawie kwasowości wymiennej i sumy kationów o charakterze zasadowym ( $S$ );
- C-ogółem – za pomocą aparatu CS-MAT 5500,
- N-ogółem – metodą Kjeldahla

Na podstawie morfologii i właściwości, gleby zaliczono do odpowiednich grup referencyjnych systemu WRB [2006].

## WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

### MORFOLOGIA PROFILÓW GLEBOWYCH

Opisywane w pracy gleby popożarowe powstały w terenie płaskim dolinowym. Miąższość poziomów organicznych wynosiła od 15 do 42 cm, dlatego gleby te zaliczono do płytkich gleb murszowych, namurszowych lub murszowatych. Poziomy organiczne budowały tu mursze o różnym stopniu przeobrażenia oraz torfy turzycowiskowe [PN-76-G-02501 1977]. Na podstawie analizy zawartości włókna, zgodnie z normą Soil Survey Divison Staff [1978], większość poziomów organicznych opisano jako materiał sapric lub hemic. Na zwiększoną zawartość włókna po przetarciu składały się fragmenty drewna, węgielki oraz twarde, ostrokrawędziste agregaty, powstałe prawdopodobnie pod wpływem pożarów niskotemperaturowych [HOSTING 1938], co potwierdzają badania ZAIDELMANA i in. [1999]. Odmiennie wyniki stopnia rozkładu torfu uzyskane metodami laboratoryjnymi mogą także być związane z przemieszczaniem się w głąb profilu glebowego związków próchnicznych wraz z płynącą wodą [D'AMORE, LYNN 2002]. Na powierzchni niektórych gleb wykształciły się kilkucentymetrowej miąższości poziomy popiołowe As – podatne zwłaszcza na erozję wietrzną [RODLEY 1962]. Działanie wysokiej temperatury [ZARZYCKI, SZYMECKA 2006] sprawiło, że poziomy glebowe miały różne zabarwienie [ULERY, GRAHAM 1993], w odcieniach 10YR, 5YR, 10R, a niekiedy neutralne – N (tab. 1). Poziomy popiołowe miały strukturę drobnogruzelkową bądź ziarnistą, poziomy murszowe – gruzelkową bądź grubokoksikową. W poziomach objętych pożarem znajdowano także liczne niedopalone szczątki w postaci węgielków. Głębokość zwierciadła wody glebowo-gruntowej wynosiła na badanych powierzchniach od 40 cm – na glebach usytuowanych w obniżeniach terenu (profil nr 3), do poniżej jednego metra. Utworami podścielającymi były piaski luźne lub piaski gliniaste [PTG 2009]. Na podstawie przedstawionej budowy profilowej, gleby zaklasyfikowano do Mtlc1 lub Me11 [OKRUSZKO 1980]. Gleby te należą zatem do prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego (PKWG) okresowo suchego – CD i suchego – D. Gleby należące do tych kompleksów są bardzo narażone na pożary [LIPKA, GOTEK 1975].

## CHARAKTERYSTYKA SZATY ROŚLINNEJ OBSZARÓW POPOŻAROWYCH

Pożar nie tylko prowadzi do wyraźnych zmian środowiska glebowego lecz także modyfikuje, w sposób zasadniczy, charakter zbiorowisk roślinnych [EWEL, MITSCH 1978, SOTO i in. 1993]. Na obiekcie łąkowym Sobin – Jędrzychów, na którym pożar obserwowano w 2006 r., w okresie pobierania prób glebowych w 2008 roku występowała mieszanina płatów roślinności trawiastej, turzyc i szuwaru. W obrębie płatów roślinności trawiastej stwierdzano znaczny udział ziołorośli z dużym udziałem pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.), ostrożnia łąkowego (*Cirsium rivulare* (Jack.) All.) oraz siewek topoli (*Populus* sp.) i brzozy (*Betula* sp.). Spośród spotykanych na powierzchniach gatunków roślin tylko nieliczne to gatunki siedlisk bagiennych, wśród których dominowała trzcina pospolita (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Obiekt ten nie był użytkowany do 2011 r., w którym wiosną wykoszono znaczną część popożarowej łąki. Nieużytkowanie powierzchni wypalenisk może doprowadzić do ekspansji roślinności krzacastej i drzewiastej oraz, związanej z tym zjawiskiem, silnej mineralizacji torfu [KANIA i in. 2006; KUTIEL, SHAVIV 1993].

## WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I CHEMICZNE GLEB POPOŻAROWYCH

Stopień przeobrażenia materii organicznej oznaczony metodą absorpcji świadczy o tym, że w większości poziomów organicznych lub organiczno-mineralnych, dojrzałe związki humusowe o dużej masie cząsteczkowej dominują nad substancjami we wczesnych fazach humifikacji. Proces murszowy oraz pożar [DE BANO 1991] prowadzi do zwiększenia udziału dojrzałych kwasów huminowych, co potwierdzają uzyskane wartości  $Q_4/Q_6$  (tab. 1). Na podstawie zawartości włókna materiał organiczny sklasyfikowano jako silnie rozłożony (R3) typu sapric, rzadziej jako (R2) hemic. Mała zawartość włókna nieprzecieralnego w poziomach leżących głębiej świadczyła o zwiększeniu stopnia rozkładu torfu w pobliżu spągu. Obecność włókien roślinnych w poziomach murszowych była związana także z rozwojem poziomów darniowych (tab. 1). Popielność torfów wynosiła od 30% s.m. w poziomach powierzchniowych do ponad 70% s.m. w poziomach leżących głębiej. Na podstawie wartości tego parametru torfy sklasyfikowano jako wysokopopielne [RYKA, MALISZEWSKA 1991]. Obserwowane w niektórych poziomach organicznych nagłe zwiększenie popielności może świadczyć o obecności naniesionych wtórnie namulów mineralnych [LUBLINER-MIANOWSKA 1951]. Wartości gęstości właściwej przekraczały tu często  $2,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , co zaliczało badane gleby do grupy zamulonych. Wzrastające wraz z głębokością wartości gęstości objętościowej świadczyły o wyraźnym zagęszczeniu gleby. Porowatość całkowita mieściła się w zakresie typowym dla torfów niskich, nie przekraczając 90% objętości gleby (tab. 1).

**Tabela 1.** Właściwości fizyczne i fizykochemiczne gleb popożarowych**Table 1.** Physical and physicochemical properties of pyrogenic soils

Numer profilu Number of profile	Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość poziomu Depth of horizon cm	$Q_4$	$Q_6$	$Q_4/Q_6$	SPEC	IP	W %	$\rho_w$	$\rho_o$	Pc %	Objętość włókna Fiber volume		A/B	Rodzaj utworu glebowego Type of soil deposit
									g·cm <sup>-3</sup>			A	B		
1	Mtni1	0–7	0,73	0,11	6,79	10YR 8/2	6	17,2	1,64	0,26	84,1	52	29	1,8	fibic
	Mtni2	7–20	1,07	0,15	6,96	10YR 6/4	2	30,8	1,79	0,36	79,9	56	17	3,4	sapric
	Otni1	20–30	1,16	0,16	7,49	10YR 6/4	2	26,6	1,74	0,30	80,4	61	10	6,0	sapric
	Otni2	30–35	0,87	0,13	6,73	10YR 8/2	6	21,7	1,69	–	–	65	8	7,8	fibic
	Otni3	35–42	1,13	0,16	7,21	10YR 6/4	2	37,0	1,86	–	–	53	10	5,2	sapric
2	As	0–8(10)	1,08	0,16	6,70	–	–	78,6	2,31	0,45	80,5	–	–	–	–
	Otni1	8(10)–17	1,09	0,15	7,14	10YR 6/4	2	52,4	2,03	0,56	72,4	57	18	3,1	sapric
	Otni2	17–25	1,18	0,15	7,88	10YR 6/4	2	58,5	2,09	0,42	79,9	54	18	3,0	sapric
3	Mtni1	0–7	1,17	0,17	7,01	10YR 6/4	2	40,5	1,90	0,36	81,0	54	34	1,6	sapric
	Mtni2	7–18	1,43	0,22	6,42	10YR 4/3	1	44,4	1,94	0,32	83,5	58	14	4,1	sapric
	Mtni3	18–27	1,64	0,26	6,22	10YR 5/4	1	37,5	1,86	0,38	79,6	60	20	3,0	sapric
	Mtni4	27–32	1,15	0,15	7,79	10YR 6/4	2	47,8	1,98	–	–	56	18	3,1	sapric
4	Mtni1	0–9	0,31	0,02	13,95	–	–	83,5	2,37	0,59	75,1	–	–	–	–
	Mtni2	9–20	0,87	0,13	6,66	10YR 6/4	2	21,7	1,69	0,31	81,7	75	26	2,9	sapric
	Otni	20–28	0,65	0,10	6,73	10YR 7/4	3	30,3	1,78	0,15	91,6	61	31	2,0	sapric
5	As1	0–8(10)	1,48	0,18	8,19	–	–	87,5	2,41	0,71	70,5	–	–	–	–
	As1	8(10)–23	0,97	0,15	6,56	10YR 5/4	1	49,9	2,00	0,7	62,5	97	15	5,6	sapric

Objaśnienia: Pc – porowatość całkowita,  $\rho_w$  – gęstość właściwa,  $\rho_o$  – gęstość objętościowa, IP – indeks pirofosforanowy, W – popielność, „–” – nie oznaczono, SPEC – barwa glebowych wyciągów pirofosforanowych, A – włókno nieprzecierane, B – włókno przecierane, A/B – wskaźnik podatności utworu organicznego na rozkład,  $Q_4$  – wartość odczytu absorancji dla 446 nm,  $Q_6$  – wartość odczytu absorancji dla 665 nm.

Explanation: Pc – total porosity,  $\rho_w$  – specific gravity,  $\rho_o$  – bulk density, IP – pyrophosphate index, W – ash content, “–” – not determined, SPEC – the colour sodium of sodium pyrophosphate extract, A – un-rubbed fibre, B – rubbed fibre, A/B – the index of organic material vulnerability to decomposition,  $Q_4$  – absorbance at 446 nm,  $Q_6$  – absorbance at 665 nm.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

Spalenie lub przepalenie poziomów organicznych powodowało wyraźne zmniejszenie wartości połowej pojemności wodnej (*PPW*) przyjętej dla pF 2,0. Wartości tego parametru w poziomach powierzchniowych były często o 50% mniejsze niż w poziomach torfowych (tab. 2). Pożar wyraźnie zmniejszył ilość wody dostępnej dla roślin, wyrażoną przez wskaźnik potencjalnej retencji użytecznej (*PRU*), ustalonej dla wartości pF z zakresu 2–4,2. W poziomach popiołowych profilu nr 5 oraz poziomach torfowych i murszowych przepalonych profili nr 2 i 4, ilość wody dostępnej dla roślin była mniejsza niż 20% objętości gleby. Ilość wody łatwo dostępnej dla roślin wyróżniona przez wskaźnik efektywnej retencji użytecznej (*ERU*) w zakresie pF 2–2,7 była we wszystkich poziomach glebowych mała i na ogół nie przekraczała 8% objętości gleby (tab. 2). Zmniejszenie retencyjności gleb obserwowano w poziomach profili nr 2, 4 i 5, w których pożar działał z różnym natężeniem, tworząc niekiedy mineralne poziomy z popiołem (profil nr 5). Mała retencyjność gleb popożarowych była powodowana głównie przez dużą ociekalność tych poziomów. Ociekalność gleb charakteryzowano przez różnicę wartości wilgotności aktualnej dla pF 0 i pF 2 (tab. 2).

Odczyn gleb obszarów popożarowych na ogół jest alkaliczny [ZAIDELMAN, SHVAROV 2002], a w niektórych przypadkach obecność w podłożu piryty może prowadzić do ich zakwaszenia [PAGE i in. 2000]. W większości badanych profili, dwa lata po pożarze, obserwowano odczyn zbliżony do obojętnego w poziomach powierzchniowych (tab. 3). Można było tu na ogół zaobserwować zmniejszanie się wartości pH wraz z głębokością profili. Zjawisko alkalizacji gleb po pożarze ma zazwyczaj charakter krótkotrwały i już po kilku latach odczyn gleb kształtuje się na poziomie zbliżonym do tego sprzed pożaru [BOGACZ i in. 2006].

Zawartość azotu w poszczególnych poziomach genetycznych, zwłaszcza w powierzchniowych i podpowierzchniowych, była bardzo zróżnicowana. Było to powodowane przez różne temperatury pożaru i związane z nimi różne straty azotu. Występowanie pożarów wysokotemperaturowych, w których temperatura wynosi powyżej 200°C, prowadzi do wyraźnych strat zawartości węgla organicznego. Pożary niskotemperaturowe mogą prowadzić do zwiększenia zawartości węgla w poziomach nimi objętych [EFREMOV, EFREMOVA 2006]. Na glebach łąkowych obiektu Sobin – Jędrzychów reprezentowanych przez profil nr 5 zaobserwowano takie zjawisko. Świadczą o tym dobitnie obliczone zasoby węgla ogólnego, które w 20 cm warstwie na powierzchni 1 m<sup>2</sup> wynosiły ponad 2 kg (rys. 2). Wartości stosunku C/N w badanych glebach popożarowych, mieszczące się w przedziale od 14 do 23, świadczyły o znacznej mineralizacji materii organicznej (tab. 3). Różnice wartości tego parametru mogą być wynikiem odmiennych strat węgla i azotu w tej samej temperaturze spalania [FERNANDEZ i in. 1997]. Dopiero wartości większe niż 30 są, zdaniem ILNICKIEGO [2002], wskaźnikiem osłabienia tempa mineralizacji materii organicznej.

W glebach łąkowych obiektu Sobin – Jędrzychów zwraca uwagę duża zawartość jonów wapnia i sodu. Na glebach tych pożar występował stosunkowo niedawno,

**Tabela 2.** Właściwości retencyjne gleb obszarów pożarowych**Table 2.** Retention properties of soils in post fire areas

Numer profilu Number of profile	Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość poziomu Depth of horizon cm	Wilgotność odpowiadająca wartości pF, % vol. Moisture corresponding to pF, % vol.											PRU %	ERU %
			0,0	1,0	1,5	1,8	2,0	2,3	2,54	2,7	3,2	3,7	4,2		
1	Mtni1	0–7	86,3	79,8	71,5	64,5	59,5	55,7	53,1	50,2	25,4	21,9	20,8	38,7	9,3
	Mtni2	7–20	80,7	73,2	65,2	63,0	58,8	55,9	54,1	52,0	47,6	41,7	36,4	22,4	6,8
	Otni1	20–30	83,7	80,6	73,4	70,3	67,5	64,2	62,7	60,5	55,5	34,7	32,9	34,6	7,0
2	As1	0–8(10)	74,9	56,9	46,8	41,2	38,6	36,0	34,9	33,4	14,6	13,6	8,9	29,7	5,2
	Otni1	(10)–17	75,1	67,0	61,4	57,2	54,4	51,0	49,9	48,5	46,7	42,8	40,7	13,7	5,9
	Otni2	17–25	79,8	74,5	68,7	65,4	62,6	59,3	57,8	55,6	39,6	27,3	24,7	37,9	7,0
3	Mtni1	0–7	79,9	74,7	68,9	63,6	60,5	56,4	54,6	52,1	31,0	23,9	22,5	38,0	8,4
	Mtni2	7–18	85,7	80,1	65,2	57,5	53,5	50,0	48,0	46,0	25,5	21,0	17,3	40,2	5,5
	Mtni3	18–27	78,7	73,7	65,8	61,8	58,6	55,9	54,4	53,0	34,6	30,5	30,0	28,6	5,6
4	Mtni1	0–9	74,2	64,1	55,0	48,5	44,4	41,7	40,1	37,8	14,2	9,2	8,1	36,3	6,6
	Mtni2	9–20	77,7	65,6	56,3	52,5	50,3	48,0	46,7	45,1	44,1	36,9	35,7	14,6	5,2
	Otni1	20–28	89,6	79,1	68,5	60,5	55,7	53,0	51,3	48,5	19,9	18,6	14,8	40,9	7,2
5	As1	0–8(10)	65,5	48,8	33,9	26,7	23,8	21,1	19,4	18,2	17,1	9,0	6,5	17,3	5,6
	As2	(10)–23	62,1	50,7	38,5	31,4	28,3	25,8	24,3	22,9	19,3	18,9	15,2	13,1	5,4

Objaśnienia: „-” – nie oznaczono, ERU – efektywna retencja użyteczna, PRU – potencjalna retencja użyteczna.

Explanation: “-” – not detected, ERU – effective useful retention, PRU – potential useful retention.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.



**Tabela 3.** Właściwości chemiczne i zasobność popożarowych gleb łąkowych

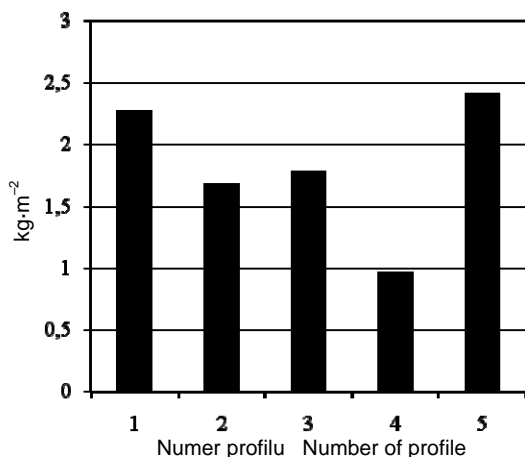
**Table 3.** Chemical properties and fertility of pyrogenic meadows soil

Numer profilu Number of profile	Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość pobrania Sampling depth cm	pH		Zawartość Content					C/N	Zawartość form rozpuszczalnych w 0,5 mol·dm <sup>-3</sup> HCl The content of forms soluble in 0.5 mol·dm <sup>-3</sup> HCl					
			H <sub>2</sub> O	1M KCl	H <sub>w</sub>	Al <sub>w</sub>	K <sub>w</sub>	C	N		grupa group	K	grupa group	Mg	grupa group	P
					cmol(+)·kg <sup>-1</sup> gleby cmol(+)·kg <sup>-1</sup> of soil			g·kg <sup>-1</sup>								
1	Mt1	0–7	5,3	4,8	1,4	0,2	1,6	399	22,8	17,5	V	127	V	233	V	137
	Mt2	7–20	5,3	4,8	8,0	0,2	1,0	332	16,0	20,7	II	26,5	IV	114	II	24,4
	Otni1	20–30	5,3	4,8	0,6	0,2	0,8	346	20,0	17,3	I	14,0	III	92,3	I	13,7
	Otni2	30–42	4,6	4,3	0,8	0,2	1,0	381	19,6	19,5	I	22,5	III	79,7	I	8,10
	D1	42–50	4,1	3,7	1,0	1,0	2,0	295	15,2	19,4	I	12,5	III	66,5	I	7,90
	D2	+50	4,2	3,6	0,6	0,1	0,7	7,79	0,80	–	I	8,0	II	31,9	I	4,28
2	As	0–8	7,2	6,8	0,6	0,1	0,7	98,4	6,00	16,4	II	44,5	V	163	V	333
	Otni1	8–17	5,0	4,5	0	0,8	0,8	214	13,6	15,7	III	53,5	III	59,2	I	13,2
	Otni2	17–25	5,0	4,5	1,0	0,1	1,1	196	13,6	14,4	II	48,0	III	57,2	I	7,50
	D	+25	5,8	5,5	0,6	0,2	0,8	11,9	1,30	–	I	4,5	II	29,7	I	2,45
3	Mt1	0–7	5,2	4,6	0,6	0,6	1,2	265	15,8	16,8	I	20,5	III	76,7	II	25,9
	Mt2	7–18	5,3	4,7	0,4	0,2	0,6	253	15,6	16,2	I	11,5	III	68,7	I	15,8
	Mt3	18–27	5,2	4,6	0,6	0,2	0,8	288	15,2	19,0	I	9,5	III	81,2	I	11,6
	Mt4	27–32	5,3	4,7	0,4	0,6	1,0	257	14,0	18,4	I	20,5	V	219	I	9,45
	D	+32	5,7	5,2	0	0,6	0,6	5,35	2,80	–	I	6,0	II	26,9	I	2,67
4	Mt1	0–9	7,0	6,8	0,7	0,1	0,8	65,5	4,20	15,6	II	33,0	V	155	V	153
	Mt2	9–20	5,0	4,7	0,4	0,3	0,7	375	20,0	18,8	I	14,0	III	99,0	I	12,5
	Otni1	20–28	4,9	4,5	0,7	0,3	1,0	332	17,2	19,3	I	14,5	IV	121	I	9,75
	D	+28	5,5	5,0	0,2	0,2	0,4	2,51	1,50	–	I	8,5	II	37,5	I	5,00
5	As1	0–8	6,8	6,3	0,5	0,3	0,8	55,9	2,40	23,3	I	24,5	II	48,5	V	58,5
	As2	8–23	5,5	4,8	0,6	0,2	0,8	233	12,2	19,1	I	16,5	III	73,7	II	20,5
	D	+23	5,4	4,7	0,1	0,3	0,4	3,34	0,90	–	I	6,0	II	26,7	I	3,00

Objaśnienia: H<sub>w</sub> – wodór wymienny, Al<sub>w</sub> – glin wymienny, K<sub>w</sub> – kwasowość wymienna; grupa zasobności: I – bardzo niska, II – niska, III – średnia, IV – wysoka, V – bardzo wysoka, „–” – nie oznaczono.

Explanation: H<sub>w</sub> – exchangeable H<sup>+</sup>, Al<sub>w</sub> – exchangeable aluminium, K<sub>w</sub> – exchangeable acidity; fertility groups: I – very low, II – low, III – moderate, IV – high, V – very high, “–” – not identified.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.



Rys. 2. Zasoby węgla ogólnego w 20 cm warstwie gleby zgromadzone na powierzchni 1 m<sup>2</sup>; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Total carbon resources in a 20 cm soil layer per 1 m<sup>2</sup>; source: own studies

dlatego zawartość  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Na}^+$  w kompleksie sorpcyjnym była tak duża (tab. 4). Stopień wysycenia kompleksu kationami zasadowymi ( $V$ ) we wszystkich poziomach glebowych znacznie przekraczał 90%. Pojemność kompleksu sorpcyjnego ( $T$ ) osiągała tu nawet  $80 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$  gleby. Udział pozostałych kationów, takich jak  $\text{Mg}^{2+}$  czy  $\text{K}^+$ , w obsadzie kompleksu sorpcyjnego był niewielki. Pojemność sorpcyjna wszystkich poziomów genetycznych gleb popożarowych była duża. Jest to związane ze stopniem rozkładu materii organicznej oraz temperaturą pożarów [DE BANO 1991]. Na duże wartości pojemności sorpcyjnej ma również wpływ rodzaj torfu, stopień zamulenia oraz odczyn gleby [LUCAS 1982; MARCINEK 1963]. Udział kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym w badanych glebach przedstawiał następujący szereg:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ .

Na silnie przesuszonych glebach łąkowych wystąpiło wyraźne wzbogacenie w fosfor poziomów przepalonych torfów oraz poziomów popiołowych (tab. 3). Zasobność w ten składnik w większości poziomów powierzchniowych zaliczono do bardzo wysokiej. Zawartość fosforu w poziomach organicznych była zróżnicowana i wynosiła od 7,50 do 333 mg P w 100 g gleby. Zawartość magnezu, podobnie jak fosforu, wyraźnie zwiększała się w poziomach powierzchniowych gleb. Zawartość tego składnika osiągała tu nawet 233 mg Mg w 100 mg gleby. Dodatkowo obserwowano także zwiększenie ilości magnezu w poziomach organicznych zalegających głębiej. Poziomy darniowe i poddarniowe gleb łąkowych zawierają zwykle większe ilości potasu niż poziomy głębsze. Składnik ten bardzo wyraźnie kumulował się w poziomach popiołowych lub tych z dużym udziałem cząstek popiołu, pozostających w glebie po spalonym torfie. Zawartości K były niewielkie, co może wynikać z łatwego przemieszczania się tego makroskładnika w profilu glebowym objętym pożarem (tab. 3). Na podstawie szeregu opisanych w pracy właściwości gleb zaklasyfikowano je do grup referencyjnych Histosols i Gleysols systemu WRB [2006]. Tworzący gleby materiał organiczny zaliczono do rodzaju histic a organiczno-mineralny do rodzaju humic.

**Tabela 4.** Właściwości sorpcyjne oraz zawartość metali ciężkich w glebach pożarowych

**Table 4.** Sorption properties and the content of heavy metals in post fire soils

Numer profilu Number of profile	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość pobrania Sampling depth cm	Zawartość Content							V %	Zawartość Content				
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Kw	S	T		Pb	Cr	Ni	Cu	Zn
			cmol(+)·kg <sup>-1</sup>								mg·kg <sup>-1</sup>				
1	Mtni1	0–7	52,0	15,35	2,26	1,79	1,60	71,41	73,01	97,8	121	13,6	11,1	203	77,5
	Mtni2	7–20	65,6	4,99	0,67	1,90	0,80	73,16	73,96	98,9	58,0	11,2	12,8	24,9	26,1
	Otni1	20–30	69,6	6,07	0,41	2,52	0,80	78,60	79,40	99,0	48,4	9,1	15,2	12,2	24,2
	Otni2	30–35	52,0	4,25	0,34	2,22	1,00	58,81	59,81	98,3	43,7	5,6	10,0	9,60	16,2
	Otni2	35–40	48,0	3,49	0,23	1,77	2,00	53,49	55,49	96,4	31,2	8,3	18,9	9,10	20,4
	D	+40	6,4	0,93	0,05	0,20	0,70	7,58	8,28	91,6	0,8	4,5	5,25	1,65	7,20
2	As1	0–8(10)	52,8	2,91	0,95	1,56	0,60	58,22	58,82	99,0	29,1	8,2	36,1	41,2	34,8
	Otni1	8(10)–17	44,0	3,14	0,14	1,47	0,80	48,75	49,55	98,4	31,3	9,6	19,0	5,70	13,6
	Otni2	17–25	36,0	3,08	0,32	1,82	1,00	41,22	42,22	97,6	24,2	7,8	15,3	3,10	11,0
	D	+25	6,4	1,01	0,05	0,27	0,60	7,73	8,33	92,8	2,7	1,5	6,8	1,80	3,25
3	Mtni1	0–7	40,8	4,82	0,66	1,14	0,60	47,63	48,83	97,5	49,8	12,1	29,7	75,5	34,3
	Mtni2	7–18	52,8	3,79	0,12	1,39	0,80	57,85	58,45	99,0	51,8	15,0	30,0	49,8	23,9
	Mtni3	18–27	44,0	4,71	0,12	1,25	1,00	50,23	51,03	98,4	43,3	11,2	33,2	38,6	15,6
	Mtni4	27–32	80,0	5,14	0,16	1,73	0,60	87,03	87,63	99,3	4,1	15,7	31,4	16,3	17,0
	D	+32	4,8	0,98	0,14	0,27	0,70	6,19	6,89	89,8	1,8	1,5	9,85	1,70	3,05
4	Mtni1	0–9	69,6	2,82	0,44	1,73	0,70	74,59	75,29	99,1	77,2	22,1	41,6	62,0	53,9
	Mtni2	9–20	78,4	6,03	0,49	2,52	0,70	87,44	88,14	99,2	145	6,2	30,2	13,6	19,3
	Otni	20–28	19,2	7,33	0,24	3,04	1,00	29,99	30,99	96,8	206	6,8	34,7	12,2	18,3
	D	+28	15,6	3,10	0,06	0,27	0,40	19,03	19,70	96,6	3,7	2,3	11,7	1,15	3,35
5	As1	0–8(10)	44,8	2,47	0,41	0,55	0,80	48,23	49,03	98,4	33,7	8,1	31,6	28,9	18,7
	As2	8(10)–23	29,6	3,29	0,36	1,42	0,80	34,67	35,47	97,7	44,9	9,9	37,2	16,1	25,8
	D	+23	40,0	5,04	0,07	0,17	0,40	45,28	45,68	99,1	1,4	1,9	14,1	0,85	5,05

Objaśnienia: *S* – suma kationów zasadowych, *T* – pojemność kompleksu sorpcyjnego, *V* – stopień wysycenia kompleksu kationami zasadowymi; źródło: wyniki własne.

Explanation: *S* – sum of basic cations, *T* – sorption complex capacity, *V* – base saturation; source: own studies.

Bezpośrednio po pożarze w profilach obserwowano koncentrację metali w poziomach powierzchniowych i podpowierzchniowych. Zjawisko to ma zazwyczaj charakter krótkotrwały, gdyż metale te szybko przemieszczają się w głąb gleby w wyniku procesu przemýviania i zakwaszania [ZAIDELMAN, SHVAROV 2002]. Obserwowano tu również zwiększenie zawartości niektórych metali ciężkich w poziomach powierzchniowych w porównaniu z poziomami zalegającymi głębiej (tab. 4). W niedawno przepalonych glebach obiektu łąkowego Sobin – Jędrzychów zanotowano obecność wielu metali. Spośród zbadanych pierwiastków największa była zawartość ołowiu i miedzi, mniejsza cynku i niklu, a najmniejsza – chromu [Rozporządzenie... 2002].

## WNIOSKI

1. Pożar łąkowych gleb organicznych doprowadził do wytworzenia się na ich powierzchni nowych poziomów z popiołem As o niewielkiej miąższości. Gleby klasyfikowano więc jako murszowe z popiołem, a w przypadku niewielkiej miąższości poziomów organicznych oraz małej zawartości węgla – jako murszowate [PTG 1989].

2. Zmiany cech morfologicznych, fizykochemicznych i chemicznych gleb stały się podstawą do klasyfikowania ich jako Histic bądź Humic Gleysols lub niekiedy Histosols [WRB 2006]. Gleby murszowe po pożarze stawały się bardzo często glebami organiczno-mineralnymi [PTG 1989].

3. Obecność w poziomach organicznych ostrokrawędzistych agregatów glebowych jest wynikiem rozwoju procesu murszowego oraz związanej z nim dehydratacji koloidów glebowych.

4. Pożar zmniejszył zdolności retencji wody. Zdolności te były bardzo ograniczone przez wyraźne zwiększenie udziału makroporów glebowych w poziomach z popiołem.

5. W następstwie pożaru gleby zmieniły swój status troficzny. Pożar powodował znaczne wzbogacenie poziomów popiołowych w wapń, fosfor, magnez, sód i potas.

6. Pożar powodował niewielkie zwiększenie koncentracji metali ciężkich w poziomach z popiołem.

7. Liczne badania wskazują na negatywny wpływ pożarów wgłębných na wiele cech fizycznych i fizykochemicznych gleb.

## LITERATURA

- BOGACZ A., MICHALCZYK A., WAŚKO A., SZULC A., MILLER A. 2006. Oddziaływanie pożarów na leśne gleby organiczne Nadleśnictwa Chocianów. W: Właściwości fizyczne i chemiczne gleb organicznych. Pr. zbior. Red. L. Szajdak, J. Szatyłowicz, T. Brandyk. Warszawa. Wydaw. SGGW s. 243–254.

- BOGACZ A., SEBZDA T. 2009. Charakterystyka gleb obszarów bagiennych i zabagnianych w sąsiedztwie Huty Miedzi Legnica. *Roczniki Gleboznawcze*. T. 60 z. 4 s. 5–12.
- BYRAM G.M. 1959. Combustion of forest fuel. W: *Forest fire control and use*. Pr. zbior. Red. K.P. Davis. New York. Mc Graw-Hill s. 61–89.
- D'AMORE D.V., LYNN W.C. 2002. Classification of Forested Histosols in Southeast Alaska. *Soil Science Society American Journal*. Vol. 66 s. 554–562.
- DE BANO L.F. 1991. The effects of fire on the soil properties. W: *Proceedings: Management and Productivity of Western-Montane Forest Soil*. Pr. zbior. Red. A.E Harvey, L.F. Neuenschwander. General Technical Report INT–280USDA Forest Service s. 151–156.
- EFEMOV T.T., EFREMOVA S.P. 2006. Pyrogenic transformation of organic mater in soil of forest bog. *Eurasian Soil Science*. T. 39 z. 12 s. 1441–1450.
- EWEL K.C., MITSCH W.J. 1978. The effects of fire on species composition in cypress dome ecosystems. *Florida Scientists*. Vol. 41 s. 25–32.
- FERNANDEZ I., CABANEIRO A., CARBALLAS T. 1997. Organic matter changes immediately after a wild-fire in an Atlantic forest soil comparison with laboratory soil heating. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 2 s. 1–11.
- HOSTING J.S. 1938. The ignitron at low temperatures of the organic mater in soil. *Journal of Agricultural Science*. Vol. 28 s. 386–402.
- ILNICKI P. 2002. *Torfowiska i torf*. Poznań. Wydaw. AR ss. 606.
- KANIA J., MALAWSKA M., GUTRY P., KAMIŃSKI J., WILKOMIRSKI B. 2006. Zmiany przyrodnicze torfowisk niskich spowodowane pożarem. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie*. T. 6 z. 2(18) s. 155–173.
- KUTIEL P., SHAVIV A. 1993. Effects of soil type, plant composition, and leaching on soil nutrients following simulated forest fire. *Forest Ecology and Environment*. Vol. 53 s. 329–343.
- LIPKA K., GOTEK K. 1995. Pożary torfowisk jako następstwa pomelioracyjnego przesuszenia. *Zeszyty Naukowe AR. Kraków, Sesja Naukowa*. Vol. 298 z. 45 s. 103–111.
- LUBLINER-MIANOWSKA K. 1951. *Wskazówki do badania torfu*. Katowice. PWT ss. 73.
- LUCAS R.E. 1982. *Organic Soils (Histosols). Formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production*. Michigan State University. Reasearch Report No. 435 (Farm Science).
- LYNN W.C., MCKINZIE W.E., GROSSMAN R.B. 1974. Field laboratory tests for characterization of Histosols. W: *Histosols: Their Characteristics, Classification and Use*. Pr. zbior. Red. M. Stelly. Medison, WI. Soil Science Society American Special Publication s. 11–20.
- MARCINEK J. 1963. Badania nad zdolnością sorpcyjną i składem kationów wymiennych gleb torfowych. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu*. Z. 15 s. 163–172.
- OKRUSZKO H. 1971. Określenie ciężaru właściwego gleb hydrogenicznych na podstawie zawartości w nich części mineralnych. *Wiadomości IMUZ*. T. 10 z. 1 s. 47–54.
- OKRUSZKO H. 1980. Analiza przyrodniczych i gospodarczych walorów w Basenie Środkowej Biebrzy. *Wiadomości Melioracyjne*. T. 23 z. 2 s. 62–63.
- PAGE S.F., RIELEY I.O., BOEHM D. V., SIEGERT F., MUHAMED N. 2000. Impact of the 1997 fires on the peatlands in Central Kalimantan, Indonesia. *Sustaining our peatlands. Proceeding of 11<sup>th</sup> International Peat Congress, Quebec*. Vol. 2 s. 962–970.
- PN-76-G-02501. 1977. *Oznaczanie gatunku, rodzaju i typu torfu* ss. 11.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze 1989. *Systematyka gleb Polski*. *Roczniki Gleboznawcze*. T. 40 z. 3/4 ss. 150.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze 2009. *Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008*. *Roczniki Gleboznawcze*. T. LX z. 2 s. 5–16.
- RODLEY J. 1962. Peat erosion on the high moors of Derby Shire and West York Shire. *East Midlands Geographer*. T. 3 z. 17 s. 40–50.

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi. Dz.U. 2002 nr 165 poz. 1359.
- RYKA W., MALISZEWSKA A. 1991. Słownik petrograficzny. Warszawa. Wydaw. Geol. ss. 415.
- SAPEK A., SAPEK B. 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. Falenty. IMUZ ss. 80.
- Soil Survey Staff 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8<sup>th</sup> ed. Washington DC. USDA-NRCS. U.S. Govt. Printing Office ss. 319.
- SOTO B., DIAZ FIERROS F. 1993. Interaction between plant ash leachates and soil. International Journal of Wildland Fire. T. 3 z. 4 s. 207–216.
- ULERY A.L., GRAHAM R.C. 1993. Forest fire effects on soil color and texture. Soil Science Society American Journal. Vol. 57 s. 135–140.
- World Reference Base For Soil Resources 2006. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations ss. 127.
- ZAIDELMAN F.R., BANNIKOV M.V., SHVAROV A.P. 1999. Properties and Fertility of Pyrogenic formations on Burnt Drained Peaty Soils. Eurasian Soil Science. T. 32 z. 9 s. 1032–1039.
- ZAIDELMAN F.R., SHVAROV A.P. 2002. Pyrogenic and hydrothermic degradation of Peat Soils, Agroecology, Sand cultures, Remediation. Moscow. Moscow State University Press. ss. 166.
- ZARZYCKI J., SZYMECKA A. 2006. Dynamika i zróżnicowanie przestrzenne temperatury podczas wiosennego wypalania nieleśnych zbiorowisk roślinnych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 6 z. 1(16) s. 437–448.

*Adam BOGACZ, Magdalena JĘDO, Przemysław WOŹNICZKA*

### **PROPERTIES OF POST FIRE STRONGLY DESICCATED ORGANIC SOILS IN THE SOBIN – JĘDRZYCHÓW OBJECT**

*Key words: fire, meadow, moorsh process, organic soils, soil properties*

#### **S u m m a r y**

The study was carried out in strongly desiccated pyrogenic meadow soil situated in the Sobin – Jędrzychów object. Fire in strongly dried, shallow muck-peat soil Mtlc1 was observed in spring seasons 2004–2006 on the surface of several hectares. Two years after the fire (2008) soil samples were collected in five selected profiles (25 soil samples). One of the soils represented by profile no. 1 faced surface fire; profiles no. 2–3 and no. 4–5 represented underground fire of medium and strong intensity, respectively. The fire decreased the thickness of organic layers and formed shallow 1–20 cm thick ash horizons. Post fire horizons had a neutral reaction. The soils were enriched with calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium and sometimes with traces elements. Ash horizons and those mixed with ash formed aggregate lumpy or coke-like structures. These structures had reduced retention properties compared to muck or peat layers. The amount of water available for plants decreased in soil horizons affected by fire as evidenced by small values of potential (PRU) and effective (ERU) useful retention. Based on the composition of post fire horizons the soils were classified as muck, mucky or muck-like soils (PTG 1989). Based on the organic matter content and the thickness of organic and ash layers they were classified as Histic or Humic Gleysols, sometimes as Histosols (WRB 2006).

Praca wpłynęła do Redakcji 01.08.2011 r.