



Właściwości fizykochemiczne i chemiczne poziomów wierzchnich wybranych gleb zlokalizowanych w sąsiedztwie planowanej odkrywki węgla brunatnego „Tomisławice”

Monika Jakubus, Piotr Gajewski, Zbigniew Kaczmarek
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

1. Wstęp

Powstawanie i ewolucja gleb organicznych oraz niektórych gleb czarnoziemnych (np. gleb murszastych) są ściśle powiązane z warunkami wodnymi środowiska. Ich geneza wiąże się ze zjawiskami akumulacji (sedantacji, sedymentacji) lub zaniku (decesji) materii organicznej, kształtowanymi przez wodę. Skałami macierzystymi tych gleb są przede wszystkim torfy, muły i gytie, czyli holocenijskie utwory hydrogeniczne, powstałe w fazie akumulacji materii organicznej w warunkach nadmiernego uwilgotnienia [1, 13]. Jak podają Matyka-Szarzyńska i Sokołowska [11] obniżenie poziomu wód gruntowych poza profil glebowy powoduje znaczącą zmianę warunków powietrzno-wodnych, inicjując proces murszenia. Podkreślić należy, że proces murszenia gleb przyczynia się do uwalniania 100–250 kg·ha⁻¹ azotu rocznie, co należy uznać za niekorzystne zjawisko. Jednocześnie procesowi temu towarzyszą niekorzystne zmiany związane z rozpylaniem torfu i utratą prawidłowych właściwości fizykochemicznych [10]. Równocześnie następują wzmożone procesy humifikacji i mineralizacji materii organicznej, przeobrażające organiczne utwory macierzyste w utwory murszowe, murszowate i murszaste [18]. Jak podaje Kaca i in. [6] chwiejność warunków wodno-powietrznych oraz różnorodność gatunków roślinnych przyczyniają się

do dużego zróżnicowania tej grupy utworów glebowych. W warunkach utworów murszowych odnotowuje się nagromadzenie składników pokarmowych i materii organicznej (powyżej 20%) oraz intensywne powstawanie związków próchnicznych. Z kolei utwory murszowate odznaczają się zawartością materii organicznej między 10 a 20%, która może podlegać szybkiej mineralizacji i humifikacji. Ilość i jakość próchnicy w zasadniczy sposób oddziałuje na większość właściwości gleb organicznych, kształtując ich zasobność i żyzność [1]. Ocena tych gleb pod takim kątem ma istotne znaczenie w kontekście ich łąkowopastwiskowego wykorzystania. Tym bardziej, że jak podaje Jankowska-Huflejt [4], w ostatnich latach postępuje degradacja gleb organicznych. Obniżenie się jakości produkcyjnej gleb prowadzi konsekwentnie do zmiany składu botanicznego trwałych użytków zielonych, które są nie tylko źródłem naturalnych, wartościowych pasz, lecz również pełną ważną funkcję w ochronie środowiska i kształtowaniu krajobrazu.

Spadkiem wartości użytkowych mogą być w szczególności sposoby zagrożone tereny zlokalizowane w sąsiedztwie kopalni odkrywkowych, których działalność wydobywcza przyczynia się do degradacji geomechanicznej i hydrologicznej. Procesom odwodnieniowym przypisuje się główną, negatywną rolę w zachwianiu stosunków wodnych w glebach organicznych i co się z tym integralnie wiąże, pogarszaniu ich właściwości decydujących o żyzności i zasobności. W związku z powyższym badania typowo gleboznawcze zazwyczaj powinny być rozszerzone o prace z zakresu hydrologii i fitosocjologii, co takim działaniom nadaje kompleksowy charakter o znacznej kosztowności. Ten ostatni aspekt wymaga wytypowania obszaru, który zgodnie ze wstępnymi założeniami, nie będzie podlegać odwodnieniowej degradacji, a zatem może stanowić punkt odniesienia dla innych utworów podlegających takim wpływom. Niniejsza praca dotyczyła takiego typu terenu i gleb zlokalizowanych na nim. Celem badań była szczegółowa analiza właściwości fizykochemicznych i chemicznych poziomów wierzchnich wybranych gleb, zlokalizowanych w sąsiedztwie planowanej odkrywki węgla brunatnego KWB Konin „Tomisławice”.

2. Materiał i metody

2.1. Obiekt badań

Badaniami objęty został teren położony w sąsiedztwie planowanej odkrywki węgla brunatnego KW Konin „Tomisławice”. Na tym terenie wykonano 7 profili, których lokalizacje przedstawiono na mapie (rys. 1), zaś ich systematykę zamieszczono w tabeli 1. Na przeważającym obszarze (profile 1, 2, 4, 5 oraz 7) występowała konfiguracja niskofalista, a w przypadku wydzieleń reprezentowanych przez profile 3 i 6 była to konfiguracja równinna. Dominującym sposobem użytkowania były łąki, a tylko w przypadku profilu 3 było to pastwisko. Badane profile glebowe znajdowały się w znacznej (około 2–5 km) odległości od planowanej, niedziałającej jeszcze odkrywki kopalnianej. Zdecydowana większość wytypowanych do badań gleb wykazała gospodarkę wodną opadową.

Realizacji celu niniejszej pracy dokonano na drodze analizy średnich próbek glebowych pobranych z poziomów wierzchnich poszczególnych profili. Próbka średnia składała się z 5 próbek pojedynczych, które zostały dokładnie wymieszane. Pobrany materiał glebowy wysuszone w temperaturze pokojowej, a następnie przesiano przez sito o średnicy 2 mm.

Tabela 1. Poziomy diagnostyczne oraz nazewnictwo badanych gleb według PTG i WRB

Table 1. Diagnostic horizons and nomenclature of investigated soils according to PTG and WRB

Numer profilu Profile number	Powierzchniowy poziom diagnostyczny Surface diagnostic horizon	Podtyp wg PTG 2011 Subtype according to PTG 2011	Nazewnictwo wg WRB 2006 Nomenclature according to WRB 2006
1	murszasty	Gleby murszaste typowe	Mollic Gleysol
2	murszasty	Gleby murszowate	Mollic Gleysol
3	murszasty	Gleby murszowate	Mollic Gleysol
4	murszowy	Gleby organiczne fibrowo-murszowe	Fibric Sapric Histosol
5	murszowy	Gleby murszowo-glejowe	Histic Gleysol
6	murszowy	Gleby organiczne saprowo-murszowe	Sapric Histosol
7	murszowy	Gleby organiczne limnowe typowe	Limnic Histosol

2.2. Metody badań

Oceny podstawowych właściwości fizykochemicznych obejmujących: odczyn (pH), kwasowość wymienną (Hw) oraz sumę kationów wymiennych (S), dokonano posługując się metodami zaproponowanymi przez Sapek i Sapek [21]. Pojemność sorpcyjną (PWK) oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (V) obliczono według poniższych równań:

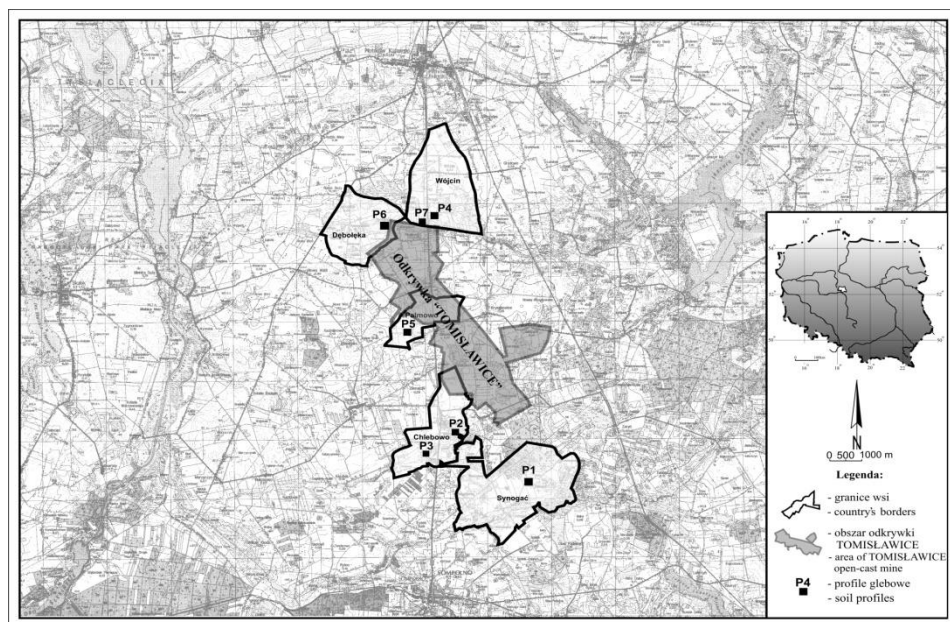
$$\text{PWK (mmolH}^+\cdot\text{kg}^{-1}) = \text{Hw} + \text{S V (\%)} = \frac{\text{S}}{\text{PWK}} \cdot 100$$

Właściwości chemiczne dotyczące zawartości materii organicznej, popielności, ilości węgla organicznego oraz zawartości ogólnych i przyswajalnych makro- i mikroskładników określono w następujący sposób:

- materię organiczną (MO) oraz popielność obliczono po spaleniu próbek glebowych w temperaturze 500°C tak jak to proponuje Jakubus [2],
- azot ogólny (Nog), węgiel organiczny (Corg) i siarkę ogólną (Sog)
 - wykonano za pomocą aparatu CNS- Vario Max,
- makro- i mikroskładniki ogólne oznaczono metodą fotometrii płomieniowej (K, Ca, Na), spektrofotometrii absorpcyjnej (Mg, Cu, Zn, Mn, Ni, Fe) oraz kolorymetrycznie (P), po uprzedniej ich mineralizacji w temperaturze 550°C i rozpuszczeniu w 6 mol·dm⁻³HCl.

Ekstrakcje form przyswajalnych makro- i mikroskładników wykonano 0,5 mol·dm⁻³ HCl [21], a koncentracje składników w uzyskanych roztworach określono metodami jak powyżej. Wyjątkiem było oznaczenie siarki siarczanowej oraz azotu mineralnego. Pomiar ilości siarki siarczanowej w badanych próbkach glebowych wykonano metodą turbidimetryczną, po uprzedniej ekstrakcji materiału glebowego z 2% CH₃COOH, natomiast oznaczenie azotu mineralnego przeprowadzono metodą destylacyjną po ekstrakcji 2 mol·dm⁻³KCl.

Analizy właściwości fizykochemicznych i chemicznych w próbkach glebowych wykonano w 3 powtórzeniach, a dane zaprezentowane w pracy są średnimi z nich.



Rys. 1. Lokalizacja profili glebowych na badanym terenie

Fig. 1. Localization of soil profiles on the investigated area

3. Omówienie wyników i dyskusja

3.1. Podstawowe właściwości

Jak wynika z tabeli 2 epipedony badanych gleb charakteryzowały się szerokimi zakresami wartości opisujących kwasowość wymienną, popielność, czy poziom materii organicznej i węgla organicznego. Najmniejszą ilość materii organicznej ($94,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz Corg ($49,59 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) stwierdzono dla gleby murszastej typowej (profil 1), zaś największe wartości omawianych parametrów ($713,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ M.O. i $328,36 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Corg) dla gleby organicznej limnowej typowej (profil 7). Na znaczne zróżnicowanie ilościowe substancji organicznej i związanego z nią węgla organicznego w glebach o podobnej genezie wskazują badania innych autorów [3, 12, 17, 22]. Jednocześnie zaznaczyć należy, że zarówno dla poziomów murszastych (profile 1–3), jak i murszowych (profile 4–7) różnica pomiędzy minimalną a maksymalną wartością dla omawianych właściwości była 2,0 krotna.

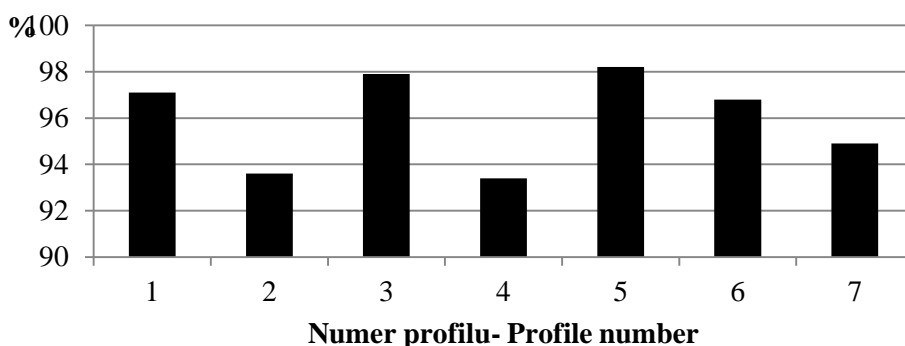
Odczyn gleb, niezależnie od ich podtypu, był obojętny (pH w zakresie od 7,0 do 7,3). Wyjątek stanowiła gleba murszowata (profil 2), która charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH 5,7) (tab. 2). Na taki sam rząd wielkości omawianej zmiennej wskazali Wójciak i Bieniek [25] badając gleby murszowate. Kwaśny odczyn podobnych gleb określili także Kołodziejczuk i in. [9] oraz Pietrzak [16]. Zgodnie z Ilnickim [1] stopień zmurszenia organicznej skały macierzystej wpływa na odczyn gleb organicznych, a co za tym idzie mursze odznaczają się większą wartością pH w porównaniu z torfami. Odmienne stanowisko prezentują Kalisz i in. [8].

Tabela 2. Podstawowe właściwości fizykochemiczne badanych gleb
Table 2. Basic physico-chemical properties of investigated soils

Nr profilu Profile No.	MO OM	Popiół Ash	Corg Ctot	pH	Hw Hex	S BS	PWK CEC
					mmol H ⁺ ·kg ⁻¹	mmol·kg ⁻¹	
1	94,0	906	49,59	7,3	16,9	573,0	589,9
2	125,5	874,5	50,19	5,7	38,1	555,0	593,1
3	194,5	805,5	82,86	7,5	12,6	590,1	602,7
4	327,7	672,3	141,13	7,0	11,6	449,0	460,6
5	368,9	631,1	163,47	7,3	10,6	588,0	598,6
6	400,6	599,4	183,88	7,3	12,6	496,4	509,0
7	713,8	286,2	328,36	7,2	15,9	485,7	501,6

Podobnie, jak w przypadku odczynu, wartości kwasowości wymiennej wierzchnich warstw badanych gleb były do siebie zbliżone wahając się od 10,6 mmol H⁺·kg⁻¹ (profil 5) do 16,9 mmol H⁺·kg⁻¹ (profil 1). Wyjątek stanowiła gleba murszowata z wartością Hw równą 38,1 mmol H⁺·kg⁻¹ (profil 2) (tab. 2). Gleby organiczne opisane przez Piaścika i Bieńka [15] charakteryzowały się większymi wartościami kwasowości wymiennej. Badane w niniejszej pracy gleby odznaczały się porównywalnymi wartościami sumy zasad (od 485,7 mmol·kg⁻¹ dla profilu 7 do 590,1 mmol·kg⁻¹ dla profilu 3), pojemności wymiennej w stosunku do kationów (od 460,6 mmol·kg⁻¹ dla profilu 4 do 602,7 mmol·kg⁻¹ dla profilu 3) oraz stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (od 93,6 % dla profilu 2 do 97,9% dla profilu 3) (rys. 2). W stosunku do prezentowanych danych, Wójciak i Bieniek [25] w glebach murszowatych wy-

kazali mniejsze, o około 1,5 razy, wartości sumy zasad oraz pojemności sorpcyjnej, przy zbliżonym poziomie stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Z kolei Kalisz i in. [8] w glebach o podobnej genezie do tych analizowanych w niniejszej pracy stwierdzili większe wartości PWK, mieszczące się w zakresie od 884,8 do 1044,5 mmol·kg⁻¹.



Rys. 2. Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami
Fig. 2. Index of soil complex saturation with base cations

3.2. Makroskładniki

Ilości ogólne makroskładników w glebach malały następująco: N>Ca>S>Mg>P>K>Na, natomiast formy przyswajalne w sekwencji następującej: Ca>Mg>S>P>N>K>Na (tab. 3). Poziomy murszaste (profile 1–3) na ogół charakteryzowały się mniejszymi ilościami analizowanych makroskładników w porównaniu z poziomem stwierdzonym w epipedonach murszowych (profile 4–7). Wyjątek stanowiły ilości przyswajalne magnezu oraz ogólne potasu.

Z analizy danych zawartych w tabeli 3 wynika, że w wierzchnich warstwach badanych gleb najsilniej była zróżnicowana zawartość fosforu przyswajalnego (od 31,65 mg·kg⁻¹ dla profilu 3 do 368,30 mg·kg⁻¹ dla profilu 6) oraz potasu ogólnego (od 15,18 mg·kg⁻¹ dla profilu 1 do 175,62 mg·kg⁻¹ dla profilu 3), gdzie różnice w obu przypadkach były 12–krotne. Na fakt dużych różnic w zawartości fosforu przyswajalnego (od 14,1 do 188,3 mg·kg⁻¹) zwrócili uwagę Sammel i Niedźwiecki [19]. Jak podają Ilnicki [1] oraz Sapek [20] na tego typu zróżnicowanie wpływa obecność substancji humusowych oraz pH. Z kolei Kalembasa i Becher [7] podkreślają rolę procesu murszenia we wzroście ilości fosforu przy-

swajalnego. Spośród analizowanych w niniejszej pracy makroskładników najmniejszym zróżnicowaniem ilościowym odznaczały się formy ogólne magnezu (od 0,89 g·kg⁻¹ dla profilu 7 do 1,72 g·kg⁻¹ dla profilu 2) oraz sodu (od 65,73 mg·kg⁻¹ dla profilu 1 do 105,55 mg·kg⁻¹ dla profilu 4). W przypadku pozostałych makroskładników różnice między minimalną a maksymalną zawartością ogólną, jak i przyswajalną w badanych utworach były 2,5–4,5-krotne (tab. 3). W tym kontekście należy wspomnieć o glebie murszowatej z profilu 2, która na tle pozostałych gleb odznaczała się znacznymi ilościami fosforu ogółem (2,76 g·kg⁻¹), siarki ogółem (2,60 g·kg⁻¹), siarki siarczanowej (451,33 mg·kg⁻¹), magnezu ogółem (1,72 g·kg⁻¹), potasu ogółem (174,09 g·kg⁻¹), przy jednocześnie najmniejszych zawartościach azotu ogółem (4,27 g·kg⁻¹), wapnia ogólnego (3,63 g·kg⁻¹) i przyswajalnego (1,06 g·kg⁻¹) (tab. 3). Wierzchnie warstwy gleb profili 5 i 6, charakteryzujące się podobnymi zawartościami materii organicznej, odznaczały się zbliżonymi ilościami ogólnymi i przyswajalnymi większości badanych makroskładników. Jednocześnie duża ilość materii organicznej jaką odnotowano w warunkach gleby profilu 7 towarzyszyła większym zawartościom azotu ogólnego i mineralnego, a także ogólnej ilości fosforu, potasu i siarki.

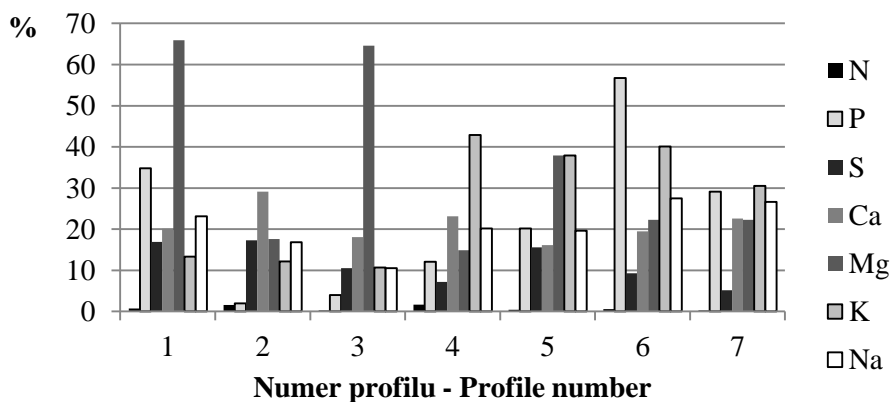
Tabela 3. Ilości ogólne i przyswajalne makroskładników w badanych glebach
Table 3. Total and available contents of macroelements in investigated soils

Makroskładnik Macroelements	Nr profilu – Profile No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Nog* (g·kg ⁻¹)	7,04	4,27	22,25	7,79	13,84	14,08	27,04
Nmin**(mg·kg ⁻¹)	51,63	68,25	63,88	130,93	50,75	77,88	91,00
Pog (g·kg ⁻¹)	0,98	2,76	0,79	0,77	0,85	0,65	1,10
Pprzys**(mg·kg ⁻¹)	34,25	56,00	31,65	93,57	171,49	368,3	318,41
Sog (g·kg ⁻¹)	1,21	2,60	0,97	3,04	0,94	1,5	2,16
Sprzys (mg·kg ⁻¹)	204,3	451,3	101,5	218,29	146,29	100,2	113,01
Caog (g·kg ⁻¹)	12,42	3,63	10,34	14,29	12,52	16,39	16,44
Caprzys (g·kg ⁻¹)	2,61	1,06	1,87	3,29	2,01	3,19	3,66
Mgog (g·kg ⁻¹)	1,23	1,72	0,95	1,36	0,90	0,89	1,13
Mgprzys(mg·kg ⁻¹)	807,5	302,5	614,7	202,50	341,48	199,0	251,50
Kog (mg·kg ⁻¹)	115,2	174,1	175,6	55,14	58,78	52,43	78,02
Kprzys (mg·kg ⁻¹)	15,30	21,18	18,83	23,69	22,29	21,05	23,83
Naog (mg·kg ⁻¹)	65,73	74,53	83,80	105,55	76,88	76,73	74,60
Naprzys (mg·kg ⁻¹)	15,18	12,52	8,80	21,36	15,08	21,06	19,83

*og-total; **min-mineral; ***przys-available

Ilości ogólne większości makroskładników zamieszczone w pracy Wójciaka i Bieńka [25], a dotyczące gleb murszowatych, były na zbliżonym poziomie do tych prezentowanych w badaniach własnych, choć cytowani autorzy podali dla nich szerokie zakresy ilościowe. W tym kontekście podkreślenia wymaga wyraźnie większa zawartość potasu ogólnego, jaka została oszacowana przez cytowanych autorów. Również Sammel i Niedźwiecki [19] wskazali na większą, w stosunku do określonej w badanych glebach, ilość potasu ogółem w glebach murszastych Równiny Odrzańsko-Zalewowej. Jednocześnie przytoczeni autorzy stwierdzili mniejsze ilości makroskładników w porównaniu z prezentowanymi w niniejszej pracy.

Wykazana zmienność ilościowa ogólnych i przyswajalnych form pierwiastków w glebach została także odzwierciedlona w ujęciu procentowym (rys. 3). Procentowy udział przyswajalnych form makroskładników w ich ogólnej ilości szczególnie był zróżnicowany w przypadku azotu (od 0,3 % do 1,7%), fosforu (od 3,5 % do 56,7%) oraz potasu (od 8,7 do 42,9%). Zaznaczyć należy, że dla utworów murszowych stwierdzono większe wartości omawianych udziałów jedynie w odniesieniu do fosforu, potasu i sodu (rys. 3).



Rys. 3. Procentowy udział przyswajalnych makroskładników w ich ilościach ogólnych

Fig. 3. Percentage share of available amounts of macroelements in their total contents

Konfrontując uzyskane ilości makroskładników w formach przyswajalnych dla roślin w wierzchnich warstwach badanych pedonów z liczbami granicznymi, opracowanymi dla gleb organicznych [21] stwierdzić można, że gleby odznaczały się małą zasobnością w potas oraz fosfor. Jedynie dla gleby organicznej saprowo-murszowej (profil 6) oraz organicznej limnowej typowej (profil 7) określono średnią zawartość fosforu przyswajalnego dla roślin. Na małą zasobność gleb organicznych w przyswajalny fosfor i potas wskazuje Pietrzak [16]. Wyniki uzyskane przez cytowanego autora wskazują, że 98% i 50% gleb organicznych jest ubogich odpowiednio w potas i fosfor. Przyczyn takiej sytuacji Pietrzak [16] upatruje w małych zdolnościach sorpcyjnych badanych gleb, co szczególnie dotyczy potasu. Ponadto, jak twierdzi Sapek [20], ilość przyswajalnego potasu w glebie przede wszystkim kształtowana jest przez stopień zmurzenia, skład skały macierzystej oraz odczyn.

3.3. Mikroelementy

Niezależnie od formy mikroelementu, ich ilości w wierzchniej warstwie badanych utworów glebowych wzrastały następująco: Ni<Cu<Zn<Mn<Fe (tab. 4). Gleba murszowata z profilu 2 charakteryzowała się największymi zawartościami ogólnymi i przyswajalnymi większości analizowanych mikroskładników. Z kolei najmniejsze ilości ogólne i przyswajalne wszystkich ocenianych mikroelementów stwierdzono w glebie organicznej saprowo-murszowej z profilu 6. Według Okruszko [14] proces murszenia sprzyja akumulacji mikroelementów w glebach. Twierdzenie to zostało potwierdzone wynikami badań własnych, w świetle których utwory murszowe na ogół charakteryzowały się mniejszymi zawartościami ogólnymi i przyswajalnymi mikroelementów w stosunku do poziomu wykazanego dla utworów murszastych. W tym kontekście podkreślić należy duże różnice (ponad 40-krotne) między minimalną a maksymalną zawartością poszczególnych mikroelementów, co szczególnie dotyczyło przyswajalnego żelaza (od 0,47 g·kg⁻¹ dla profilu 6 do 20,0 g·kg⁻¹ dla profilu 2) i manganu (od 14,45 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 591,68 mg·kg⁻¹ dla profilu 3). Na wyraźnie większą zawartość, średnio 880 mg·kg⁻¹, manganu w glebach o zbliżonej genezie wskazali Trąba i Wolański [23]. Różnice ilościowe także dotyczyły ogólnych form Fe i Mn, choć były mniejsze: 16 (dla Fe) i 20-krotne (dla Mn) (tab. 4). Na identyczny poziom żelaza ogółem, jak w glebie murszowatej, wskazali

Wójciak i Bieniek [25]. Zawartość cynku ogółem w wierzchniej warstwie gleb wahała się od 6,29 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 43,39 mg·kg⁻¹ dla profilu 2, natomiast ilości przyswajalne metalu kształtowały się w zakresie od 5,02 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 36,12 mg·kg⁻¹ dla profilu 2, co w obu przypadkach stanowiło 7,0-krotną różnicę. Z kolei Trąba i Wolański [23] w glebach organicznych stwierdzili większą zawartość przyswajalnych form cynku (od 11 do 119 mg·kg⁻¹).

Spśród analizowanych w pracy mikroelementów, w badanych glebach nikiel został określony w najmniejszych ilościach. Pomimo tego, zróżnicowanie ilościowe metalu było znaczne. Jego zawartość ogólna wahała się od 0,90 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 11,27 mg·kg⁻¹ dla profilu 6, co stanowiło 12-krotną różnicę. Natomiast ilości przyswajalne omawianego metalu mieściły się w zakresie od 0,75 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 3,94 mg·kg⁻¹ dla profilu 2 (tab. 4). Zbliżoną do prezentowanej powyżej, zawartość niklu ogółem w glebach organicznych stwierdzili także Sammel i Niedźwiecki [19].

Tabela 4. Ilości ogólne i przyswajalne mikroelementów w badanych glebach
Table 4. Total and available content of microelements in investigated soils

Mikroelement Microelements	Nr profilu – Profile No.						
	1	2	3	4	5	6	7
Feog* (g·kg ⁻¹)	7,90	32,63	19,80	10,16	5,13	2,10	11,20
Feprzys** (g·kg ⁻¹)	5,90	20,00	14,47	9,47	2,10	0,47	7,40
Mnog (mg·kg ⁻¹)	542,3	292,72	602,0	183,24	239,40	30,34	355,50
Mnprzys (mg·kg ⁻¹)	433,4	271,24	591,7	172,00	199,14	14,45	307,25
Znog (mg·kg ⁻¹)	18,6	43,49	14,67	41,56	25,41	6,29	29,26
Znprzys (mg·kg ⁻¹)	11,88	36,12	6,28	37,78	9,00	5,02	28,13
Cuog (mg·kg ⁻¹)	6,50	10,01	6,50	9,50	9,50	6,00	8,50
Cuprzys (mg·kg ⁻¹)	6,10	9,16	4,75	5,37	4,75	3,26	3,75
Niog (mg·kg ⁻¹)	2,07	6,88	4,60	11,27	3,39	0,90	6,20
Niprzys (mg·kg ⁻¹)	1,50	3,94	4,05	4,63	3,26	0,75	4,25

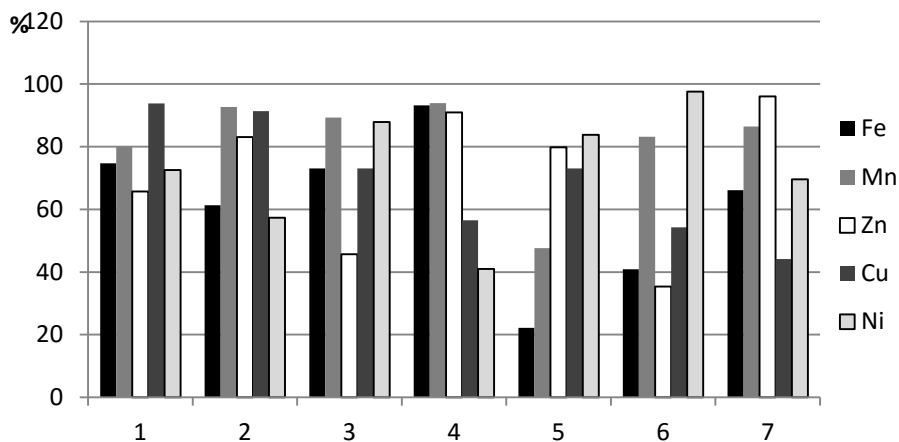
*og-total; **przys-available

Na tym tle odnotować należy małe zróżnicowanie ilościowe miedzi w badanych utworach. Zawartość ogólna pierwiastka w wierzchniej warstwie gleb kształtowała się od 6,0 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 10,01 mg·kg⁻¹ dla profilu 2, a przyswajalne ilości wahały się od 3,26 mg·kg⁻¹ dla profilu 6 do 9,16 mg·kg⁻¹ dla profilu 2, co odpowiednio stanowiło 1,5

i 3,0-krotną różnicę (tab. 4). Mniejszą, wobec poziomu wykazanego w niniejszej pracy, ilość miedzi ogółem w glebach o zbliżonej genezie odnotowali Sammel i Niedźwiecki [19]. Natomiast Trąba i Wolański [23] stwierdzili zbliżoną ilość omawianego metalu do tej prezentowanej w niniejszych badaniach.

Niezależnie od różnego poziomu zawartości mikroelementów, określonego w badanych glebach, uzyskane wartości odpowiadają zakresom, jakie podaje dla gleb organicznych Kabata-Pendias i Pendias [5], wynoszącym dla Cu – 1–110 mg·kg⁻¹, dla Zn – 13–250 mg·kg⁻¹, dla Mn – 20–2200 mg·kg⁻¹ oraz Ni – 0,2–50 mg·kg⁻¹.

Wykazane zróżnicowanie ilościowe mikroelementów między utworami murszastymi a murszowymi miało swoje odzwierciedlenie w procentowych udziałach form przyswajalnych metali w ich ogólnej zawartości. Jak wynika z danych zaprezentowanych na rysunku 4 wartości omawianych udziałów były większe w warunkach gleb profili 1–3.



Rys. 4. Procentowy udział przyswajalnych mikroelementów w ich ilościach ogólnych

Fig. 4. Percentage share of available amounts of microelements in their total contents

Jedynie w przypadku cynku (od 35,4 do 96,1%) oraz niklu (od 41 do 97,6%) przyswajalnego w warunkach utworów murszowych ich udziały były porównywalne z tymi jakie wykazano dla utworów murszastych (od 45,7 do 83,1% dla Zn oraz od 57,3 do 87,9% dla Ni) (rys. 4).

Różny udział form przyswajalnych mikroelementów w ich ogólnych zawartościach wpływał na zasobność badanych gleb w składniki. Celem oceny zasobności badanych pedonów w przyswajalne mikroelementy posłużono się liczbami granicznymi zaprezentowanymi przez Sapek i Sapek [21]. Jak wynika z przeprowadzonego porównania wierzchniej warstwy wszystkich badanych utworów glebowych odznaczały się średnią zasobnością w miedź. Zawartość manganu przyswajalnego dla roślin była wysoka w warunkach gleb z profili glebowych 1–3, średnia dla profili 4,5 i 7, a mała w przypadku gleby profilu 6. O dobrej zasobności podobnych siedlisk w Mn donoszą także Trąba i Wyłupek [24]. Z kolei ilości przyswajalne cynku kształtowały się na średnim poziomie w profilach 1, 2, 4 i 7, a na małym – w profilach 3, 5 oraz 6.

4. Podsumowanie

Badany obszar, znajdujący się w sąsiedztwie planowanej odkrywki węgla brunatnego, po wstępnym rozpoznaniu został wytypowany, jako teren który z dużym prawdopodobieństwem nie będzie podlegać kopalnianej degradacji odwodnieniowej. Mając to na względzie, przed rozpoczęciem planowanych prac wydobywczych, w wybranych glebach zlokalizowanych na takim obszarze określono właściwości fizykochemiczne i chemiczne. Uzyskana baza danych nie tylko posłużyła do charakterystyki utworów glebowych opisywanego rejonu, ale przede wszystkim w przyszłości, po zakończeniu eksploatacji odkrywki może stanowić pomoc w ocenie ewentualnych zmian w produktywności terenów podlegających oddziaływaniu kopalnictwa węgla brunatnego.

Stwierdzono, że wierzchnie warstwy badanych gleb odznaczały się dużym zróżnicowaniem właściwości fizykochemicznych i chemicznych, niemniej jednak rząd wielkości uzyskany w badaniach był typowy dla tego, jaki podaje się dla gleb o zbliżonej genezie. Najszersze przedziały wartości analizowanych właściwości zostały określone dla utworów murszastych. W tej grupie gleba murszowata (profil 2) odznaczała się najmniejszą wartością pH, a największą wartością kwasowości wymiennej. W warunkach wspomnianej gleby ogólne i przyswajalne ilości wszystkich, poza cynkiem, mikroelementów były największe. Gleba ta również charakteryzowała się dużymi ilościami przyswajalnej siarki oraz magnezu, jak również potasu ogółem. Dla wierzchnich warstw gleb mur-

szowatych określono większe wartości sumy zasad oraz pojemności sorpcyjnej w stosunku do kationów, a także większe zawartości ogólne i przyswajalne mikroelementów. Pomimo, że zawartość materii organicznej w poziomach murszowych była silnie zróżnicowana, nie miało to wpływu na zmienność ilościową pozostałych badanych właściwości, których wartości były zbliżone. Na tym tle należy podkreślić, wyraźnie małą zawartość mikroelementów w wierzchniej warstwie gleby organicznej saporowo-murszowej (profil 6). Analizowane gleby w większości charakteryzowały się małą zasobnością w przyswajalny fosfor i potas, a średnią w przyswajalny mangan, cynk i miedź.

Opierając się na uzyskanej bazie danych opisujących właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb można przypuszczać, że analizowane utwory na ogół odznaczały się korzystnymi warunkami, pozwalającymi wykorzystywać je rolniczo.

Literatura

1. **Ilnicki P.:** *Torfowiska i torf*. Wyd. Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań 2002.
2. **Jakubus M.:** *Wybrane zagadnienia z gleboznawstwa i chemii rolnej*. Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2010.
3. **Jakubus M., Gajewski P., Kaczmarek Z.:** *Charakterystyka materii organicznej gleb hydrogeniczných z rejonu planowanej odkrywki węgla brunatnego*. Rocz. Gleb.62, 2: 134–140 (2011).
4. **Jankowska-Huflejt H.:** *Rolno-środowiskowe znaczenie trwałych użytków zielonych*. Problemy Inżynierii Rolniczej 1: 23-34 (2007).
5. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa, 398 (1999).
6. **Kaca E., Jarzombkowski F., Dembek W.:** *Jakość wód i stan gleb hydrogeniczných w Polsce*. Wieś Jutra 6: 43–45 (2006).
7. **Kalembasa D., Becher. M.:** *Zasobność w fosfor gleb użytków zielonych Doliny Liwca Wysoczyźnie Siedleckiej*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 10, 3 (31): 107–117 (2010).
8. **Kalisz B., Łachacz A., Głazewski R.:** *Transformation of some organic matter components in organic soils exposed to drainage*. Turk. J. Agric For. 34: 245–256 (2010).
9. **Kołodziejczuk K., Tomaszewska K., Gwiżdż M., Żołnierz L.:** *Kształtowanie się zawartości wybranych pierwiastków w glebach organicznych okolic Milicza*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 40: 190–198 (2009).

10. **Kostuch R., Nazaruk M., Gutkowska A.:** *Reakcja zbiorowisk łąkowych na długotrwałą suszę.* Wiad. Melior.2: 79–83 (2004).
11. **Matyka-Szarzyńska D., Sokółowska Z.:** *Przydatność liczby humifikacji do oceny stopnia zmurszenia w porównaniu ze wskaźnikiem chłonności wodnej na tle wybranych właściwości fizykochemicznych murszy.* Acta Agrophy. 3(3): 553–563 (2004).
12. **Mocek A., Spychalski W., Gajewski P.:** *Zawartość pierwiastków śladowych w glebach hydrogenicznych Doliny Grójeckiej.* Ochr. Środowiska i Zasobów Naturalnych 31: 52–57 (2007).
13. **Mocek A., Drzymała S.:** *Geneza, analiza i właściwości gleb.* Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2010.
14. **Okruszko H.:** *Gleby murszowe torfowisk dolinowych i ich fizyczne oraz chemiczne właściwości.* Rocz. Nauk. Roln. Ser. F, 74, 1: 5–89 (1960).
15. **Piaśnik H., Bieniek B.:** *Zmiany właściwości gleb torfowiska Łąki Szymońskie spowodowane ponad 150-letnim użytkowaniem.* Biul. Nauk. 9 UWM Olsztyn: 143–152 (2000).
16. **Pietrzak S.:** *Odczyn zasobność gleb łąkowych w Polsce.* Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 12,1, (37): 105–117 (2012).
17. **Rovdan E., Witkowska-Walczak B., Walczak R., Sławiński C.:** *Changes in the hydrophysical properties of peat soils under anthropogenic evolution.* Int. Agrophys. 16: 219–226 (2002).
18. **Rząsa S., Owczarzak W., Mocek A.:** *Problemy odwodnieniowej degradacji gleb uprawnych w rejonach kopalnictwa odkrywkowego na Niżu Środkowopolskim.* Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań, 394 (1999).
19. **Sammel A., Niedźwiecki E.:** *Zawartość makro- i mikroelementów w glebach murszastych w obrębie Równiny Odrzańsko-Zalewowej.* Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 6,2, (18): 293–304 (2006).
20. **Sapek B.:** *Sorpcja fosforu przez mursze i utwory torfowe w rejonie Doliny Biebrzy.* Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 11,3, (35): 219–235 (2011).
21. **Sapek A., Sapek B.:** *Metody analizy chemicznej gleb organicznych.* Materiały Instruktażowe 11. Wyd. IMUZ, Falenty, 80 (1997).
22. **Schwarzel K., Renger M., Sauerbery R., Wessolek G.:** *Soil physical characteristics of peats soils.* J. Plant. Nutr. Soil. Sci. 165: 479–486 (2002).
23. **Trąba C., Wolański P.:** *Zawartość niektórych mikroelementów w runi łąkowej na tle niektórych właściwości gleby.* Annales UMCS, Sec. E, 59,3: 1319–1326 (2004).
24. **Trąba C., Wylupek T.:** *Zawartość cynku i miedzi w organicznych glebach węglanowych z łąk w dolinie Poru.* Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 434, 565–568 (1996).

25. **Wójciak H., Bieniek B.:** *Charakterystyka substancji organicznej w murzowa tych glebach dolinowych. Zesz. Prob.. Post. Nauk Roln. 460: 199–208 (1998).*

Physico-chemical and Chemical Properties of Surface Layers of Selected Soils Located in the Vicinity of the Planned Tomisławice Open-cast Lignite Mine

Abstract

Organic soils account for a small percentage of agriculturally utilised soils and are used primarily for meadows and pastures. A characteristic feature of these soils is connected with considerable contents of organic matter, which significantly modifies their physico-chemical and chemical properties. Water is another important factor determining productivity parameters of organic soils. Changes in water and air relations contribute to adverse changes in most soil properties, thus deteriorating agricultural value of soils. In view of the fact that in the vicinity of open-cast lignite mines drainage of organic soils is a more frequent phenomenon studies were undertaken to assess physico-chemical and chemical properties of soils located in such areas. Analyses were performed on mean bulk samples coming from surface layers of 7 soil profiles located in the vicinity of the Tomisławice open-cast mine. According to the WRB classification (2006) these soils were: Mollic Gleysol (profiles 1–3), Fibric Sapric Histosol (profile 4), Histic Gleysol (profile 5), Sapric Histosol (profile 6) and Limnic Histosol (profile 7). The study analysed the following physico-chemical properties: soil reaction, hydrolytic exchange (Hex), base saturation (BS), cation exchange capacity (CEC), index of soil complex saturation with base cation (V) as well as organic matter (OM) and total carbon (C_{tot}) content. The analysed chemical properties included total and available contents of macronutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, Na) and microelements (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni). Investigated soil properties were assessed on the basis of methods commonly applied in analyses of organic soils.

Surface layers of analysed soils were characterised by broad ranges of contents for most investigated properties. Soils classified as Mollic Gleysol (profiles 1–3) had lower contents of M.O. and C_{tot} at higher values of H_w, BS and CEC in comparison to the other tested deposits.

Generally soils from profiles 4–7 were characterised by greater contents of analysed macronutrients, both in their total and available forms. Irrespective of the soil deposit, surface horizons contained the greatest amounts of total nitrogen (4.27–22.25 g·kg⁻¹) and the lowest contents of total sodium (65.73–

105.55 mg·kg⁻¹). Available amounts of macronutrients were highest for calcium (1.06–3.66 g·kg⁻¹) and lowest for sodium (8.80–21.36 mg·kg⁻¹).

Quantitative variability shown in relation to microelements was considerable, mainly in case of iron, manganese and zinc. At the same time in the surface layers of the analysed soils the greatest amounts of total iron (2.10–32.63 g·kg⁻¹) and available iron (0.47–20.00 g·kg⁻¹) were recorded along with the lowest contents of total nickel (0.90–11.27 mg·kg⁻¹) and available nickel (0.75–4.63 mg·kg⁻¹). Total and available amounts of microelements were generally greater in Mollic Gleysol (profile 1–3). Irrespective of the presented quantitative differences, analysed soils were mostly characterised by limited resources of available phosphorus and potassium, and average levels of available manganese, zinc and copper.