

OCENA WPŁYWU WYBRANYCH CECH GLEB ŁĄKOWYCH NA PRZENIKANIE ROZPUSZCZALNYCH FORM SKŁADNIKÓW MINERALNYCH DO PŁYTKICH WÓD GRUNTOWYCH

Irena BURZYŃSKA

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

Słowa kluczowe: gleba łąkowa, płytkie wody gruntowe, rozpuszczalne formy składników mineralnych, rozpuszczalny węgiel organiczny (RWO), wyciąg z gleby w 0,01 mol·dm⁻³ roztworze CaCl₂

Streszczenie

Przedmiotem badań była ocena wpływu wybranych cech gleby łąkowej, tj. pH_{CaCl_2} i zawartości rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) na przemieszczanie się łatwo rozpuszczalnych form składników mineralnych do płytkich wód gruntowych. W latach 2001–2005 co miesiąc pobierano próbki gleby z warstw 0–10 i 10–20 cm oraz płytkich wód gruntowych ze studzienek kontrolnych zainstalowanych na pasach ochronnych wieloletnich doświadczeń łąkowych w miejscowościach: Janki, Laszczki, Falenty i Baniocha w województwie mazowieckim. Statystycznie istotne dodatnie współczynniki rang Spearmana w układzie wartość pH_{CaCl_2} – stężenie wybranych składników w płytkich wodach gruntowych otrzymano dla: P, K, Mg, natomiast ujemne wartości tych współczynników – dla Mn i Zn. Ujemne wartości współczynników korelacji otrzymano także w przypadku zależności stężenia badanych składników mineralnych w płytkich wodach gruntowych od zawartości RWO w wyciągu z gleby łąkowej w 0,01 mol·dm⁻³ roztworze CaCl₂.

WSTĘP

Uwalnianie i przemieszczanie się rozpuszczalnych form składników z gleby do wód gruntowych jest procesem zachodzącym w czasie [BURZYŃSKA, 2006a], a ja-

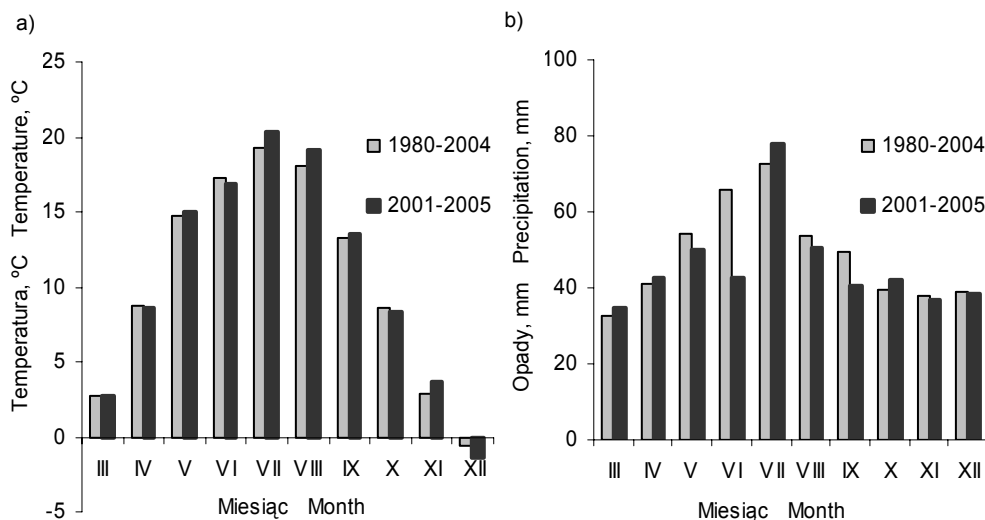
kość wody odciekającej ze strefy korzeniowej roślin zależy m.in. od cech fizykochemicznych gleby oraz jej okrywy roślinnej [KIRYLUK, WIATER, 2004; KOC i in., 2002]. Zastosowany przez HOUBE i in. [1990] do sporządzania wyciągów z gleby 0,01 mol·dm⁻³ roztwór CaCl₂, jako łagodny ekstrahent może być przydatny do badania wymywania składników mineralnych z gleby, w tym do oceny związku między właściwościami gleby a stężeniem tych składników w płytkich wodach gruntowych [BURZYŃSKA, 2004; 2006b].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wybranych cech gleby łąkowej, tj. pH i zawartości rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) w wyciągu glebowym po jej ekstrakcji 0,01 mol·dm⁻³ roztworem CaCl₂, na przemieszczanie się składników mineralnych do płytkich wód gruntowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Próbki gleby i płytkich wód gruntowych z terenu pasów ochronnych wieloletnich doświadczeń łąkowych w Falentach, Jankach, Laszczkach i Baniosze pobierano w latach 2001–2005. Doświadczenie w Falentach, założone w 1987 r. w celu oceny wymywania azotu z użytku zielonego, usytuowano na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego pylastego i zawartości węgla organicznego (C_{org}) – 1,79% s.m. Teren doświadczenia głęboko zdrenowano (do ok. 1,8 m) i wyposażono w urządzenia deszczujące, utrzymujące optymalne uwilgotnienie gleby. Doświadczenie w Jankach, założone w 1981 r. w celu badania następczego wpływu wapnowania w układzie gleba–roślinność łąkowa, usytuowano na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego oraz zawartości części <0,02 mm – 18,4 i C_{org} – 1,46% s.m. Doświadczenie w Laszczkach (o takim samym profilu badań jak w Jankach) założono w 1981 r. na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pylastej oraz zawartości części <0,02 mm – 22,4 i C_{org} – 2,93% w s.m. Natomiast doświadczenia w Baniosze, założone w 1981 r. w celu oceny następczego wpływu wapnowania w układzie gleba–roślinność łąkowa (zakończone w 1995 r.) i nawożenia magnezem użytku zielonego (zakończone w 1990 r.), założono na glebie bielcowej o składzie granulometrycznym piasku słabo gliniastego oraz zawartości części < 0,02 mm – 9,0% i C_{org} – 2,16% w s.m. W roślinności łąkowej pobranej w latach 2001–2005 z doświadczeń łąkowych w Falentach, Jankach i Laszczkach dominowały następujące gatunki traw: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) i kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.). Na wyłączonych z użytkowania doświadczeniach w Baniosze roślinność trawiasta stanowiła zaledwie 54,2% (wyczyniec łąkowy – *Alopecurus pratensis* L. i mozga trzecinowata – *Phalaris arundinacea* L.), pozostałe 45,8% stanowiły rośliny dwuliścienne (m.in. krwawnik pospolity – *Achillea millefolium* L. i szczaw polny – *Rumex acetosella* L.).

Średni z lat badań poziom wody gruntowej w okresie wegetacyjnym wynosił: 158 cm (131–190 cm) w Falentach, 117 cm (91–142 cm) w Jankach i 96 cm (45–120 cm) w Laszczkach. Ponadto w latach 2001–2005 mierzono wielkość opadu atmosferycznego i temperatury powietrza (rys. 1).



Rys. 1. Średnie temperatury powietrza (a) i opady atmosferyczne (b) z lat badań (2001–2005) na tle średniej wieloletniej (1980–2004) – stacja meteorologiczna w Falentach

Fig. 1. Mean air temperatures (a) and precipitation (b) from the years 2001–2005 on the background of the mean from the years 1980–2004 – meteorological station in Falenty

Pełny opis doświadczeń zawierają prace BARSZCZEWSKIEGO [1997], CHOROMAŃSKIEJ [1995] i SAPEK [1993].

Próbki wód gruntowych ze studzienek kontrolnych i gleby z warstw 0–10 i 10–20 cm w pobliżu tych studzienek pobierano co miesiąc od marca do grudnia. Próbki gleby ekstrahowano za pomocą $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztworu CaCl_2 wg HOUBY i in. [1990], po zmodyfikowaniu tej metody na potrzeby badań. W tym celu świeżo pobrane próbki o objętości 50 cm^3 , odmierzane metodą objętościową z zastosowaniem nacisku $1,3 \text{ MPa}$ w specjalnym aparacie, przenoszono do butelek, dodając 100 cm^3 roboczego roztworu $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ CaCl_2 . Następnie wytrząsano je przez 30 minut w temperaturze pokojowej. W przygotowanym wyciągu z gleby oraz w wodzie gruntowej mierzono:

- wartość pH – metodą potencjometryczną,
- zawartość RWO i fosforu – metodą kolorymetryczną,
- zawartość potasu – metodą płomieniowej spektrometrii emisyjnej,
- zawartość magnezu, manganu i cynku – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej.

Analizy chemiczne wykonano w Zakładzie Chemii Gleby i Wody przyjętymi metodami analitycznymi [SAPEK, SAPEK, 1997].

Rozkład badanych zawartości składników mineralnych w glebie i wodach gruntowych nie był normalny, dlatego obliczono nieparametryczne współzależności rang Spearmana między $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ oraz zawartością RWO w wyciągu z gleby w $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2 a zawartością fosforu, potasu, magnezu, manganu i cynku w płytkich wodach gruntowych.

WYNIKI BADAŃ

WARTOŚĆ pH I ZAWARTOŚĆ RWO W GLEBIE I WODZIE GRUNTOWEJ

Odczyn badanych gleb był kwaśny – od bardzo kwaśnego w Baniosze do lekko kwaśnego w Laszczkach, natomiast płytkie wody gruntowe, z wyjątkiem doświadczenia w Baniosze ($\text{pH } 5,03$), miały odczyn obojętny (tab. 1, rys. 2).

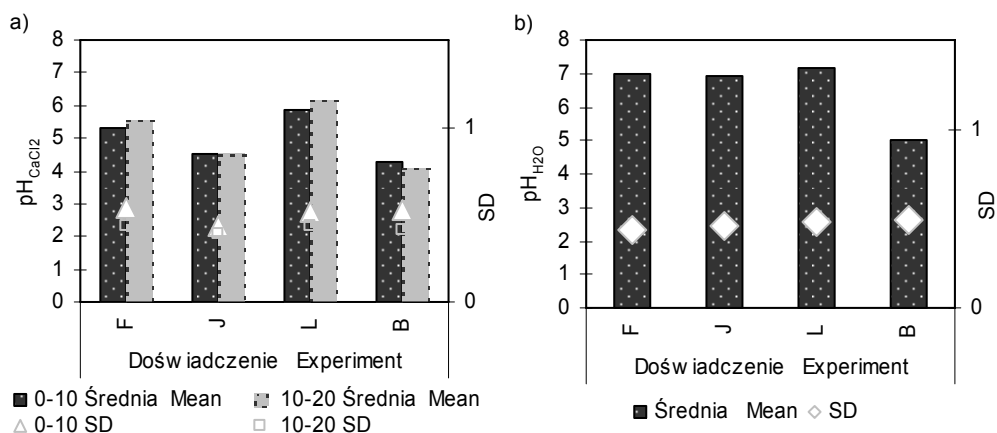
Tabela 1. Średnie zawartości składników mineralnych w wyciągu z gleby w $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2 i w płytkich wodach gruntowych z pasów ochronnych doświadczeń łąkowych w latach 2001–2005

Table 1. Mean content of mineral elements in $0.01 \text{ mol CaCl}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ soil extract and their concentration in shallow ground waters taken from buffer strips of meadow experiments (2001–2005)

Wartość Value	Warstwa gleby Soil layer cm	$\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$	Zawartość składnika, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Content of element, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$					
			RWO DOC	P	K	Mg	Mn	Zn
			Wyciąg z gleby w $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2			0.01 M CaCl_2 soil extract		
<i>X</i>	0–10	5,0	31,40	0,570	20,660	25,23	1,840	0,902
Min.		3,5	5,06	0,010	0,900	0,12	0,001	0,001
Max.		7,0	85,56	5,414	117,500	153,00	22,300	24,470
<i>SD</i>		0,8	17,67	0,816	17,080	14,75	3,357	2,215
<i>X</i>	10–20	5,1	21,48	0,227	8,137	16,67	0,735	0,485
Min.		3,5	1,04	0,010	0,782	0,16	0,001	0,001
Max.		7,1	57,80	6,111	64,910	154,00	8,875	19,100
<i>SD</i>		0,8	12,43	0,553	9,296	13,05	1,432	1,536
			Płytkie wody gruntowe		Shallow ground waters			
<i>X</i>	–	6,7	5,88	0,266	3,366	9,20	0,054	0,231
Min.		4,2	0,15	0,010	0,001	0,10	0,001	0,001
Max.		8,1	24,79	6,970	35,000	22,90	3,690	14,200
<i>SD</i>		0,8	4,12	0,621	3,317	5,38	0,235	1,334

Liczoność próbek w badaniach RWO $n = 144$, w pozostałych $n = 277$.

Number of samples in studies of DOC $n = 144$, in the others $n = 277$

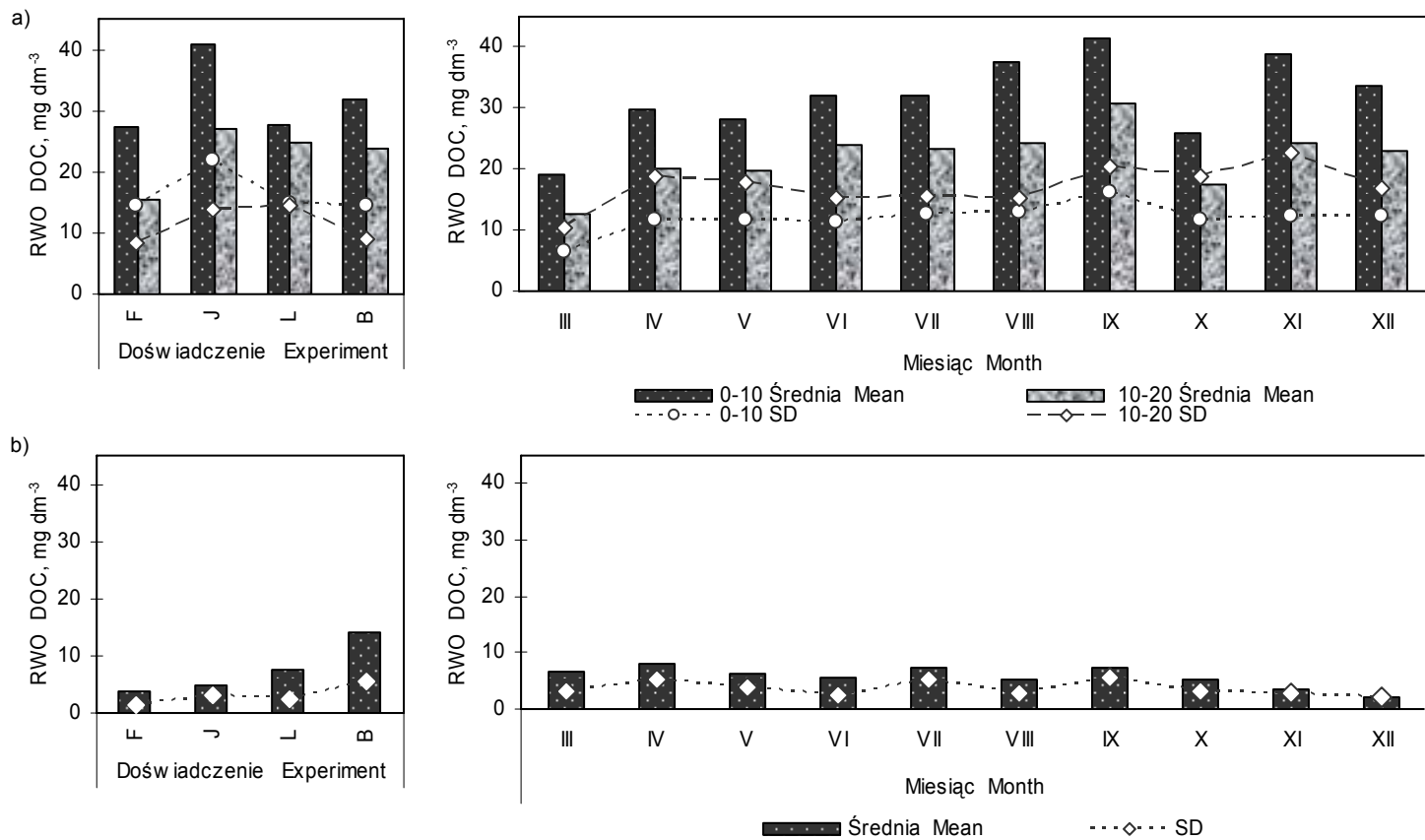


Rys. 2. Średnie wartości pH wyciągu z gleb łąkowych w $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2 (a) i płytkich wód gruntowych (b) w latach 2001–2005; doświadczenia: F – Falenty, J – Janki, L – Laszczki, B – Baniocha

Fig. 2. Mean pH of 0.01 M CaCl_2 soil extract from meadow soil (a) and pH of shallow ground waters (b) in the years 2001–2005; experiments: F – Falenty, J – Janki, L – Laszczki, B – Baniocha

Zawartość rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) w wyciągu z gleby z badanych warstw wyniosła od $1,04$ do $85,56 \text{ mg RWO} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Średnio najwięcej tego składnika zawierała gleba doświadczenia w Jankach ($40,69 \text{ mg RWO} \cdot \text{dm}^{-3}$), a najmniej – w Falentach ($15,53 \text{ mg RWO} \cdot \text{dm}^{-3}$) (rys. 3a). Stężenie badanego składnika w płytkich wodach gruntowych było wielokrotnie mniejsze niż w glebie ($0,15$ – $24,79 \text{ mg RWO} \cdot \text{dm}^{-3}$) (tab. 1). Średnio najwięcej RWO przenikało do wody gruntowej spod doświadczenia w Baniosze, którego gleba była najbardziej przepuszczalna (rys. 3b).

Średnie zawartości RWO, zarówno w glebie, jak i w płytkich wodach gruntowych, podlegały sezonowym zmianom (rys. 3). W okresie od marca do września obserwowano zwiększanie się jego zawartości w glebie i w płytkich wodach gruntowych, a od października – nagłe jej obniżenie. Oceniając ilość opadów atmosferycznych w badanym okresie można przypuszczać, że zmiany zawartości RWO w glebie są z nimi związane (rys. 1b i rys. 3b). Statystycznie istotną dodatnią wartość współczynnika korelacji między zawartością RWO w wyciągu z gleby w $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2 , a jego stężeniem w płytkich wodach gruntowych otrzymano jedynie dla próbek pobranych w lipcu (tab. 2).



Rys. 3. Średnie zawartości RWO w wyciągu z gleb łąkowych 0,01 mol dm⁻³ roztworze CaCl₂ (a) i jego stężenie w płytkich wodach gruntowych (b) w latach 2001–2005

Fig. 3. Mean content of DOC in 0.01 M CaCl₂ soil extract from meadow soil (a) and its concentration in shallow ground waters (b) from the years 2001–2005

Tabela 2. Istotne statystycznie współczynniki korelacji rang Spearmana między zawartością RWO w wyciągu z gleby w $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2 , a stężeniem składników mineralnych w płytkich wodach gruntowych w latach 2001–2005

Table 2. Significant Spearman correlations between the content of DOC in 0.01 M CaCl_2 soil extract and concentration mineral elements in the shallow ground waters were taken from control wells in years 2001–2005

Warstwa gleby Soil layer cm	Składnik mineralny Mineral element	Współczynniki korelacji rang Spearmana r w miesiącu Spearman correlation coefficient r in month					
		IV	V	VI	VII	XI	XII
10–20	RWO DOC	–	–	–	0,62**	–	–
0–10	P	0,42*	–	–	–	–	–
10–20		–	–	–	–0,43*	–	–
10–20	K	–	–0,51*	–	–	–	–
0–10	Mg	–	–	–0,44*	–	–0,53*	–0,70**
10–20	Mn	–	–0,69**	–	–	–	–
10–20	Zn	–	–0,47*	–	–	–	–

* statystycznie istotne, gdy $\alpha = 0,05$; ** statystycznie istotne, gdy $\alpha = 0,01$.

* statistically significant at $\alpha = 0,05$; ** statistically significant at $\alpha = 0,01$.

Liczoność próbek $n = 14$ –32. Number of samples $n = 14$ –32.

ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W GLEBIE I WODZIE GRUNTOWEJ

Zawartość rozpuszczalnych form fosforu w wyciągu z badanych gleb była stosunkowo mała ($0,01$ – $6,90 \text{ mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$), a stężenie tego pierwiastka w płytkich wodach gruntowych było zbliżone do jego zawartości w wyciągu z gleby (tab. 1). Statystycznie istotne nieparametryczne współzależności rang Spearmana między zawartością RWO w wyciągu z gleby w $0,01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ roztworze CaCl_2 , a stężeniem fosforu w płytkich wodach gruntowych otrzymano dla próbek pobranych w kwietniu i w lipcu (tab. 2). Natomiast współzależności między wartością pH gleby a stężeniem fosforu w płytkich wodach gruntowych występowały w ciągu całego cyklu badań od kwietnia do listopada z wyjątkiem czerwca i sierpnia (tab. 3).

Zakres zawartości potasu w wyciągu z badanych gleb był stosunkowo szeroki – od $0,782$ do $117,5 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$, przy czym wierzchnia warstwa gleby była znacznie zasobniejsza w ten składnik niż warstwa 10 – 20 cm (tab. 1). Stężenie potasu w płytkich wodach gruntowych wynosiło od $0,01$ do $35,0 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$. Statystycznie istotną ujemną wartość współczynnika korelacji rang Spearmana między zawartością RWO w wyciągu glebowym, a stężeniem potasu w płytkej wodzie gruntowej otrzymano w maju (tab. 2). Ujemna wartość tego współczynnika może świadczyć o pobraniu potasu przez roślinność łąkową w okresie jej intensywnego wzrostu i rozwoju, a tym samym o zmniejszeniu ryzyka przemieszczania się tego pierwiastka do wód gruntowych.

Tabela 3. Istotne statystycznie współczynniki korelacji rang Spearmana między wartością $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ gleby a stężeniem składników mineralnych w płytkich wodach gruntowych w latach 2001–2005

Table 3. Significant Spearman correlations between $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ of the soil and concentration of mineral elements in shallow ground waters from control wells situated in buffer strips of meadow experiments in the years 2001–2005

Warstwa gleby Soil layer cm	Składnik mineralny Mineral element	Współczynniki korelacji rang Spearmana r w miesiącu Spearman correlation coefficient r in month							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0–10	P	0,37*	–	–	0,56**	–	–	0,45*	0,44*
10–20		–	0,38*	–	0,55**	–	0,61**	–	–
0–10	Mg	–	–	–	0,40*	0,41*	0,54**	0,51**	–
10–20		0,38*	0,51**	–	0,45*	0,54**	0,39*	0,47*	0,47*
0–10	Mn	–0,56**	–	–0,39*	–	–	–	–	–
10–20		–0,51**	–	–0,38*	–	–	–	–	–
0–10	Zn	–	–	–	–0,38*	–0,50**	–0,55**	–	–0,44*
10–20		–	–	–	–0,40*	–0,55**	–0,40*	–0,49**	–0,49**

Objaśnienia jak pod tabelą 2. Explanations as in Tab. 2

Zawartość magnezu w wyciągu z badanych gleb wynosiła od 0,12 do 154,0 mg $\text{Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 1). W płytkich wodach gruntowych stężenie magnezu było stosunkowo małe. Według Rozporządzenia MŚ z 11 lutego 2004 r. należały one do I klasy czystości. Statystycznie istotne ujemne wartości współczynników korelacji między zawartością RWO w wyciągu z gleby a stężeniem magnezu w płytkich wodach gruntowych otrzymano w czerwcu, listopadzie i grudniu (tab. 2). Dodatkowo wartości tych współczynników otrzymano dla zależności między wartością pH w wyciągu z gleby a stężeniem tego składnika w płytkich wodach gruntowych od kwietnia do listopada, z wyjątkiem czerwca (tab. 3).

ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W GLEBIE I WODZIE GRUNTOWEJ

Zawartość rozpuszczalnych form manganu w wyciągach z badanych gleb wynosiła od 0,01 do 22,30 mg $\text{Mn}\cdot\text{dm}^{-3}$ i była dwukrotnie większa w wierzchniej warstwie gleby, niż w warstwie położonej głębiej (tab.1). Stężenie manganu w płytkich wodach gruntowych było znacznie mniejsze niż jego zawartość w wyciągu z gleby (0,001–3,69) (tab. 1). Znaczna większość badanych próbek wody wg Rozporządzenia MŚ z 11 lutego 2004 r. należała do I i II klasy czystości. Otrzymano ujemne wartości współczynników korelacji między zawartością RWO oraz pH wyciągu glebowego, a stężeniem manganu w płytkich wodach gruntowych pobranych w maju (tab. 2, 3).

Zawartość cynku w wyciągach z badanych gleb wynosiła od 0,001 do 24,47 mg $\text{Zn}\cdot\text{dm}^{-3}$, a jego stężenie w płytkich wodach gruntowych było znacznie mniejsze – od 0,001 do 14,20 mg $\text{Zn}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Otrzymano statystycznie ujemną wartość współczynnika korelacji rang Spearmana między zawartością RWO w wyciągu glebowym, a stężeniem cynku w płytkej wodzie gruntowej pobranej w maju (tab. 2). Otrzymano także ujemne wartości tego współczynnika między $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ a stężeniem tego pierwiastka w płytkich wodach gruntowych w okresie od lipca do listopada (tab. 3).

DYSKUSJA WYNIKÓW

Zagadnieniem stężenia węgla organicznego w wodach gruntowych zajmowali się m.in. NADANY i SAPEK [2004], JASZCZYŃSKI [2006], SAPEK [2005] i BURZYŃSKA [2004]. Wspomniani autorzy wykazali głównie pozytywny wpływ zawartości RWO w glebie na stężenie składników w wodach gruntowych z gospodarstw demonstracyjnych.

W literaturze brak jest prac dotyczących związku między zawartością RWO w glebie a stężeniem składników mineralnych w wodach gruntowych spod łąk. Na podstawie wykonanych badań wykazano istotny wpływ wartości pH oraz zawarto-

ści RWO w glebie łąkowej na przemieszczanie się rozpuszczalnych form składników mineralnych do płytkich wód gruntowych. Na uwagę zasługują otrzymane, głównie ujemne, wartości współczynników korelacji między zawartością RWO w glebie łąkowej a stężeniem badanych składników w płytkich wodach gruntowych. Należy przypuszczać, że trwała okrywa roślinna, w znaczny sposób ogranicza przemieszczanie składników mineralnych do wód gruntowych, zwłaszcza w okresie jej intensywnego wzrostu i rozwoju. Jak wykazali RYSZKOWSKI, ŻY-CZYŃSKA-BAŁONIAK i SZPAKOWSKA [1996], roślinność łąkowa stanowi bardzo skuteczną barierę biochemiczną w ograniczaniu migracji składników mineralnych wypłukiwanych z pól.

Na podstawie badań wykazano także wpływ odczynu gleby na uwalnianie składników mineralnych do płytkich wód gruntowych. Wraz ze zmianą wartości pH w kierunku odczynu obojętnego do wód gruntowych przenikało więcej fosforu i magnezu, a mniej manganu i cynku.

WNIOSKI

1. Otrzymano głównie ujemne wartości współczynników korelacji między zawartością RWO w wyciągu glebowym i stężeniem składników w płytkich wodach gruntowych w okresie od kwietnia do grudnia, jednak dla największej liczby składników współzależności te wystąpiły w okresie intensywnego wzrostu i rozwoju roślinności łąkowej.

2. Roślinność łąkowa w znaczny sposób wpływa na tworzenie kompleksów składników mineralnych z RWO w glebie, tym samym skutecznie ograniczając ich migrację do wód gruntowych.

3. Stężenie fosforu i magnezu w płytkich wodach gruntowych zwiększało się wraz ze zmniejszaniem kwasowości gleby, natomiast manganu i cynku – wraz z jej zwiększaniem.

4. Z otrzymanych współzależności wynika, że łagodny roztwór ekstrakcyjny $0,01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ jest przydatny do oceny związku między badanymi właściwościami gleby a stężeniem składników w płytkich wodach gruntowych.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., 1997. Zachowanie się potasu, wapnia i magnezu w układzie gleba–roślinność łąki trwałej deszczowanej. Falenty: IMUZ rozpr. dokt. maszyn. ss. 40.
- BURZYŃSKA I., 2004. Współzależność między zawartością RWO w roztworze ekstrakcyjnym $0,01 \text{ mol CaCl}_2$ a wybranymi składnikami mineralnymi w wodach gruntowych. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 4 z. 2a (11) s. 525–535.

- BURZYŃSKA I., 2006a. Wpływ terminu pobrania próbek gleby na współzależność między zawartością P, K i Mg w wyciągu $0,01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ z gleby i ich stężeniem w płytkich wodach gruntowych. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 6 z. 1 (16) s. 77–87.
- BURZYŃSKA I., 2006b. Zastosowanie testu $0,01 \text{ M}$ chlorku wapnia w ocenie zasobności gleby łąkowej i jakości wód gruntowych. *Falenty: IMUZ rozpr. dokt. maszyn.* ss. 76.
- CHOROMAŃSKA D., 1995. Zmiany odczynu i zawartości magnezu w glebach łąkowych pod wpływem wieloletniego nawożenia magnezem. *Wiad. IMUZ* t. 18 z. 3 s. 53–67.
- HOUBA V.J.G., NOVOZAMSKI I., LEXMOND TH., VAN DER LEE J., 1990. Applicability of 0.01 M CaCl_2 as single extraction solution for the assessment of the nutrient status of soil and other diagnostic purposes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 21 s. 19–20.
- JASZCZYŃSKI I., 2006. Stężenie rozpuszczalnego węgla organicznego w wodzie gruntowej pod lasem i łąką na glebie torfowej. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 6 z. 2 (18) s. 99–109.
- KIRYLUK A., WIATER J., 2004. Stężenie składników pokarmowych w wodach odpływających z ekstensywnych ekosystemów łąkowych. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 4 z. 2a (11) s. 445–453.
- KOC J., SZYMCZYK S., WOJNOWSKA T., SZYPEREK U., SKWIERAWSKI A., IGNACZAK S., SIENKIEWICZ S., 2002. Wpływ różnych sposobów konserwacji gleby na jakość wód gruntowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 484 s. 265–274.
- NADANY P., SAPEK A., 2004. Zróżnicowanie stężenia węgla organicznego w wodzie gruntowej w różnych użytkowanych glebach torfowych. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* z. 4 z. 2b (12) s. 281–289.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. *Dz. U.* 2004 nr 32 poz. 284.
- RYSZKOWSKI L., ŻYCZYŃSKA-BALOŃIAK I., SZPAKOWSKA B., 1996. Wpływ barier biogeochemicznych na ograniczenie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń obszarowych. *W: Oczyszczalnie hydrobotaniczne. Pr. zbior. Red. M. Kraska, R. Błażejewski.* 2 Międzyn. Konf. Nauk.-Tech. 2–3 września 1996 s. 147–156.
- SAPEK A., SAPEK B., 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. *Mater. Instr.* nr 115. *Falenty: Wydaw. IMUZ* ss. 78.
- SAPEK B., 1993. *Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej.* *Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ* s. 11–93.
- SAPEK B., 2005. Potassium concentration in ground water from under the farmstead and vicinity. *Nawozy Nawożenie* nr 3/2005 s. 219–229.

Irena BURZYŃSKA

THE EFFECT OF SELECTED SOIL FEATURES ON LEACHING OF SOLUBLE FORMS MINERAL ELEMENTS TO SHALLOW GROUND WATERS

Key words: 0.01 M CaCl₂ soil extract, dissolved organic carbon (DOC), meadow soil, shallow ground waters, soluble forms of macro- and micronutrients

S u m m a r y

The study consisted in estimating the effect of soil features such as pH and dissolved organic carbon (DOC) content in 0.01 M CaCl_2 soil extract on leaching of soluble forms of mineral elements to shallow ground waters. In the years 2001–2005 monthly soil samples were taken from soil layers: 0–10 and 10–20 cm and shallow ground waters were taken from control wells situated in buffer strips

of the long-term meadow experiments in Janki, Laszczki, Falenty and Baniocha in Masovian Province. Positive statistically significant correlations of Spearman between $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ and the concentration of macro- and micronutrients in shallow ground waters were found for P, Mg and negative correlations for Mn and Zn. Negative statistically significant were also found between the content of DOC and concentration of these elements in shallow ground waters.

Recenzenci:

prof. dr hab. Tadeusz Filipek

prof. dr hab. Roman Łyszczarz

Praca wpłynęła do Redakcji 11.05.2007 r.

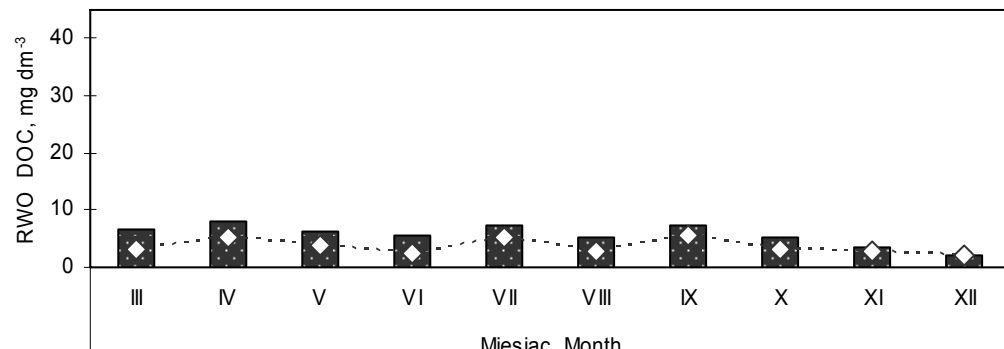
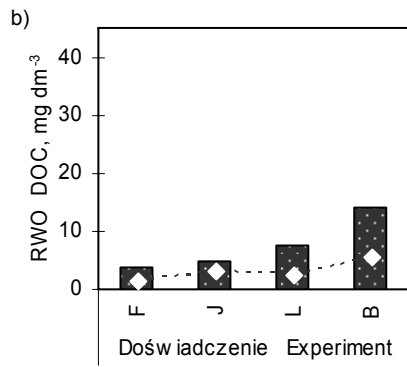
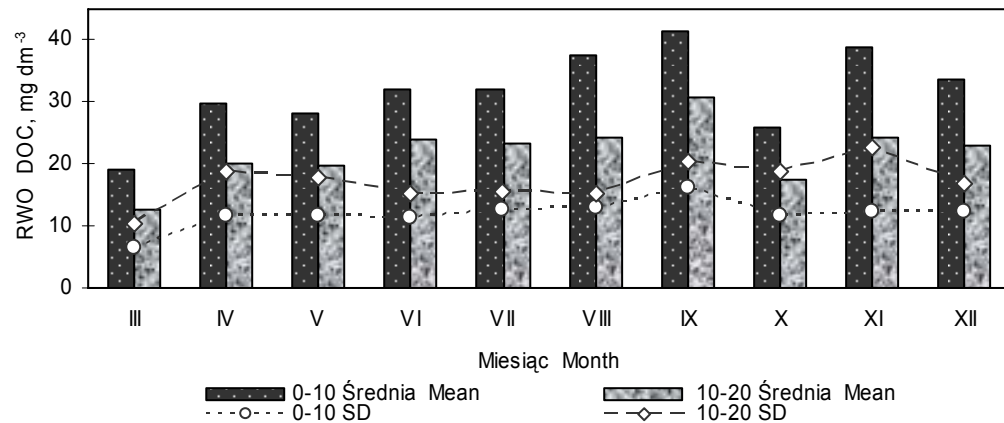
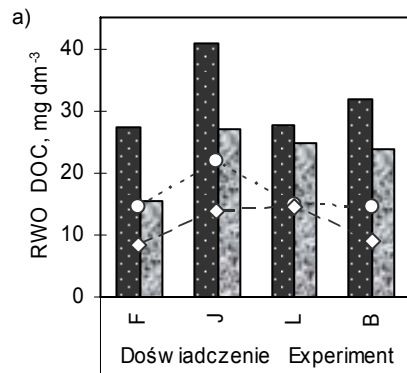


Tabela 3. Istotnie statystycznie współczynniki korelacji rang Spearmana między wartością $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ gleby a stężeniem składników mineralnych w płytkich wodach gruntowych w latach 2001–2005

Table 3. Significant Spearman correlations between $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ of the soil and concentration of mineral elements in shallow ground waters from control wells situated in buffer strips of meadow experiments in the years 2001–2005

Warstwa gleby Soil layer cm	Składnik mineralny Mineral element	Współczynniki korelacji rang Spearmana r w miesiącu Spearman correlation coefficient r in month							
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
0–10	P	0,37*	–	–	0,56**	–	–	0,45*	0,44*
10–20		–	0,38*	–	0,55**	–	0,61**	–	–
0–10	Mg	–	–	–	0,40*	0,41*	0,54**	0,51**	–
10–20		0,38*	0,51**	–	0,45*	0,54**	0,39*	0,47*	0,47*
0–10	Mn	–0,56**	–	–0,39*	–	–	–	–	–
10–20		–0,51**	–	–0,38*	–	–	–	–	–
0–10	Zn	–	–	–	–0,38*	–0,50**	–0,55**	–	–0,44*
10–20		–	–	–	–0,40*	–0,55**	–0,40*	–0,49**	–0,49**

Objaśnienia jak pod tabelą 2. Explanations as in Tab. 2