

Wpłynęło 15.11.2011 r.
Zrecenzowano 17.01.2012 r.
Zaakceptowano 05.02.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

POTAS W GLEBIE, ROŚLINNOŚCI I PŁYTKICH WODACH GRUNTOWYCH NA TLE ZRÓŻNICOWANEGO UŻYTKOWANIA

Irena BURZYŃSKA^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Laboratorium Badawcze Chemii Środowiska

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanego użytkowania łąki na glebie mineralnej na zawartość potasu w glebie, roślinności łąkowej oraz w płytkich wodach gruntowych. Badania prowadzono na długoletnim doświadczeniu łąkowym założonym w 1981 r. na czarnej ziemi zdegradowanej w Laszczkach, w województwie mazowieckim. W latach 2001–2010 pobierano próbki gleby i płytkich wód gruntowych. Natomiast próbki roślinności łąkowej pobierano w czasie I pokosu w latach 2009–2010. W wyciągu glebowym $0,01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ w wodach gruntowych oraz w roztworach mineralizowanych próbek roślinności łąkowej oznaczono zawartość K metodą płomieniowej spektrometrii atomowej (FAAS).

Długotrwałe nawożenie saletrą wapniową stabilizowało odczyn gleby oraz przeciwdziało stratom łatwo rozpuszczalnego K z gleby łąkowej. Koszenie i usuwanie roślinności z powierzchni poletek przyczyniło się do zmniejszenia zawartości K w glebie, szczególnie w warunkach odczynu umiarkowanie kwaśnego. Stężenie potasu w płytkich wodach gruntowych było uzależnione od sposobu użytkowania łąki. Zaniechanie produkcyjnego użytkowania łąki przyczyniło się do znacznych sezonowych wahań stężenia K w płytkich wodach gruntowych.

Słowa kluczowe: gleba mineralna, potas, płytke wody gruntowe, roślinność łąkowa

WSTĘP

Potas, oprócz m.in. azotu i fosforu, jest pierwiastkiem zaliczanym do grupy najważniejszych makroelementów, niezbędnych do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmów żywych. Potas reguluje gospodarkę wodną oraz uczestniczy m.in. w procesach enzymatycznych. BADORA i FILIPEK [1994]; FILIPEK [1990]

Adres do korespondencji: dr inż. I. Burzyńska, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Laboratorium Badawcze Chemii Środowiska, al. Hrabka 3, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 735-75-68, e-mail: I.Burzynska@itep.edu.pl

oraz RAGÁLYI i KÁDÁR [2005] wykazali, że niedobór potasu w glebie, mimo zasobności gleby w inne składniki, powoduje niewykorzystanie potencjału plonotwórczego roślin. Nadmierne ilości potasu w paszy z użytków zielonych mogą być przyczyną tężyczki pastwiskowej, zwłaszcza w warunkach niskiego poziomu wapnia i magnezu. Natomiast jego niedobór może być przyczyną hypokaliemii [FALKOWSKI i in. 2000]. Potas jest pierwiastkiem o dużej mobilności w przemieszczaniu się z gleby do wód gruntowych [SAPEK 2001]. BURZYŃSKA i PIETRZAK [2010] wykazali, że długoletnie przechowywanie obornika bezpośrednio na gruncie wpływało na zwiększanie się zawartości łatwo rozpuszczalnego potasu w profilu glebowym do 90 cm głębokości. Natomiast BURZYŃSKA [2009] wykazała istotne zależności między zawartością rozpuszczalnego węgla organicznego, a przenikaniem potasu do płytkich wód gruntowych z łąki utrzymanej nieprodukccyjnie. Oprócz azotu i fosforu, potas należy do pierwiastków biogennych, wpływających na proces eutrofizacji wód [OECD 1982].

Celem pracy była ocena wpływu zróżnicowanego użytkowania łąki, usytuowanej na glebie mineralnej, na zawartość potasu w glebie, roślinności łąkowej oraz w płytkich wodach gruntowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na długoletnim doświadczeniu łąkowym, założonym w 1981 r. w Laszczkach, na czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej pylastej. Wierzchnia warstwa gleby do 10 cm charakteryzowała się odczynem kwaśnym (pH w 1 mol $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ – 4,3) oraz zawartości części $<0,02$ mm – 22,4%. Zawartość C_{org} wynosiła – $33,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ i N_{org} – $2,80 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a zawartość K_{og} – $0,98 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Wapnowanie wykonano jednorazowo, na początku doświadczenia, na zadarnioną powierzchnię łąki. Zastosowano węglan wapnia (49,8% CaO) w dwóch dawkach (Ca_1 i Ca_2), według kryterium kwasowości hydrolitycznej: 1 Hh – $3,6 \text{ t CaO ha}^{-1}$ oraz 2 Hh – $7,2 \text{ t CaO ha}^{-1}$ w Laszczkach. Obiekty doświadczałne były jednolicie nawożone fosforem – $34,9 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ i oraz potasem – $149,4 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$, oraz nawożone azotem w dawkach $N_1 = 120$ i $N_2 = 240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie azotem stosowano w formie saletry amonowej (AN), a od 1992 r. na połowę poletka zastosowano saletrę wapniową (CN). Szczegółowy opis doświadczenia zawiera praca SAPKA [1993]. W latach 2004–2008 na doświadczeniu łąkowym utrzymywano stan zaniechania użytkowania produkcyjnego łąki. Zaprzestano nawożenia i zbioru runi łąkowej w pokosach na rzecz systematycznego koszenia i pozostawiania roślinności łąkowej na poletkach. W 2009 r. na tym doświadczeniu wprowadzono trzy obiekty o zróżnicowanym użytkowaniu, tj.:

– dwa obiekty nienawożone: Kp (roślinność systematycznie koszona i pozostawiana na poletku) i Kz (roślinność zbierana w pokosach i wynoszona z poletka);

– jeden obiekt nawożony mineralnie: N120 (120 kg N·ha⁻¹; 80 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 180 kg K₂O·ha⁻¹. Nawożenie azotem stosowano w formie saletry amonowej (AN) i saletry wapniowej (CN).

W latach 2001–2003 w runi łąkowej dominowały następujące gatunki traw, jak: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L. s. str.), życica trwała (*Lolium perenne* L.) i tymotka łąkowa (*Phleum pratense* L.), spośród roślin dwuliściennych najwięcej było mniszka pospolitego (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.). W 2010 r. w runi łąkowej przeważała życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum* Lam.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L. s. str.) i kostrzewa trzciniowata (*Festuca arundinacea* Schreb.).

Wczesną wiosną 2001 r. oraz w latach 2007–2010 pobrano próbki z 5-centymetrowych warstw gleby do 15 cm głębokości. Natomiast roślinność łąkową pobrano po częściowym powrocie do użytkowania produkcyjnego w latach – 2009 i 2010. Ponadto, co miesiąc od marca do grudnia w latach 2001–2010, pobierano próbki gleby z pasa ochronnego oddzielającego bloki doświadczenia oraz płytkich wód gruntowych ze studzienki kontrolnej na wspomnianym pasie ochronnym. Próbki gleby z obiektów doświadczenia, po wysuszeniu do stanu „powietrznie suchego”, odmierzano wagowo a następnie ekstrahowano za pomocą wyciągu 0,01 mol CaCl₂·dm⁻³, według metody HOUBY i in. [1990], a próbki gleby świeżo pobrane z pasa ochronnego, ekstrahowano po zmodyfikowaniu tej metody. Modyfikacja metody polegała na objętościowym odmierzaniu świeżo pobranych próbek gleby z zastosowaniem stałego nacisku 1,3 MPa w specjalnym aparacie. Szczegółowy opis metodyki zawiera praca BURZYŃSKIEJ [2006]. Próbki roślinności łąkowej zmineralizowano w mieszaninie kwasów mineralnych. W otrzymanych roztworach oraz w płytkich wodach gruntowych oznaczono zawartość K metodą płomieniowej spektrometrii emisyjnej (FAAS), za pomocą AA spektrometru firmy Thermo. W wyciągu glebowym zmierzono pH metodą potencjometryczną. Ocenę statystyczną wykonano za pomocą pakietu statystycznego Statistica 7.0. W tym celu wykonano jednoczynnikową analizę wariancji Anova zawartości potasu w glebie i roślinności z doświadczenia łąkowego. Istotność różnic między analizowanymi wartościami średnimi testowano testem RIR (Rozsądnej Istotnej Różnicy) na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

ODCZYN GLEBY I ZAWARTOŚĆ ROZPUSSZCZALNEGO POTASU W GLEBIE Z OBIEKTÓW DOŚWIADCZALNYCH

Odczyn w wyciągu 0,01 mol CaCl₂·dm⁻³ w glebie doświadczenia łąkowego był różnicowany (tab. 1). Gleba na obiektach nawożonych w przeszłości saletrą amo-

Tabela 1. Wartość odczynu i zawartość rozpuszczalnego potasu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w warstwie gleby do 15 cm na doświadczeniu łąkowym

Table 1. pH and the concentration of soluble forms of potassium ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in the 15 cm soil layer from meadow experiment

Parametr Parameter	Liczba próbek Number of samples	pH _{CaCl2} i zawartość rozpuszczalnego potasu w glebie nawożonej pH _{CaCl2} and dissolved potassium in fertilized soil					
		AN			CN		
		\bar{x}	min.–max.	SD	\bar{x}	min.–max.	SD
Rok Year 2001							
pH _{CaCl2}	72	5,4	3,8–7,1	0,79	6,3	4,8–7,3	0,64
K	72	31,49	8,20–118,6	28,2	24,45	7,92–90,33	21,38
Lata Years 2007–2008							
pH _{CaCl2}	144	5,4	3,8–6,9	0,74	6,3	5,2–7,2	0,41
K	144	38,96	5,11–164,0	30,6	30,65	7,97–112,3	24,61
Lata Years 2009–2010							
pH _{CaCl2}	144	5,3	3,8–6,6	0,60	6,1	5,3–6,8	0,32
K	144	33,47	1,17–144,8	27,4	34,86	2,49–119,1	27,20

Objaśnienia: AN – saletra amonowa, CN – saletra wapniowa, \bar{x} – średnia, SD – odchylenie standardowe.

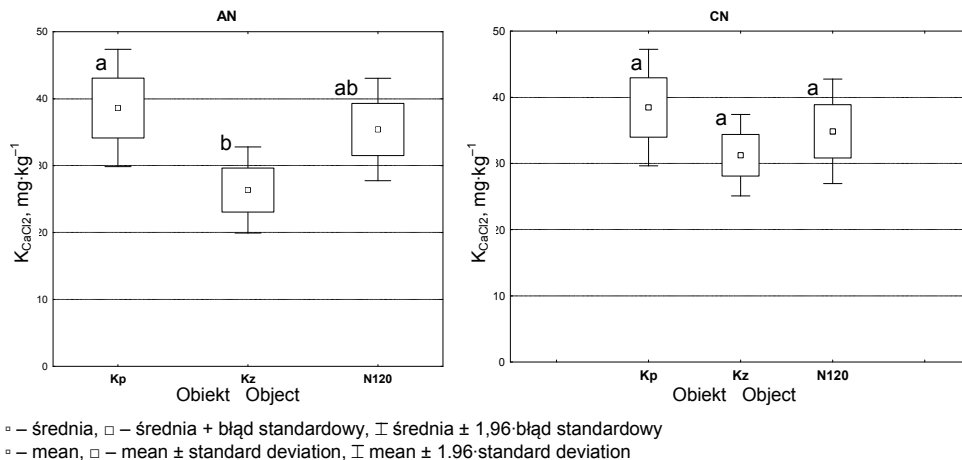
Explanations: AN – ammonium nitrate, CN – calcium nitrate, \bar{x} – mean, SD – standard deviation.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

nową miała odczyn umiarkowanie kwaśny, a z saletrą wapniową – odczyn słabo kwaśny, według wartości pH [SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 1984].

Zawartość łatwo rozpuszczalnego potasu w glebie łąkowej w latach 2001–2010 była zbliżona na obiektach doświadczenia. Średnio najmniej K zanotowano na obiekcie nawożonym saletrą wapniową w 2001 r. a najwięcej tego składnika było w glebie pobranej w latach 2007–2008 z obiektów w przeszłości nawożonych saletrą amonową. Według wyceny zasobności gleby łąkowej w składniki pokarmowe, na podstawie wyciągu $0,01 \text{ mol CaCl}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ z „diagnostycznej” warstwy gleby do 15 cm [BURZYŃSKA 2006], wykazano dobrą zasobność gleby doświadczenia łąkowego w minionym dziesięcioleciu w dostępne dla roślinności łąkowej formy potasu. Na podstawie wstępnie opracowanych liczb granicznych [BURZYŃSKA 2006], mianem dobrej zasobności gleby określono przedział zawartości K od 25,0 do 52,0 $\text{mg K}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Zawartość rozpuszczalnego potasu w glebie doświadczenia łąkowego w latach 2009 i 2010 nie różniła się na obiektach nawożonych w przeszłości saletrą wapniową (rys. 1). Najmniejszą zawartość tego makroelementu zanotowano w glebie na obiekcie Kz – nawożonym saletrą amonową. Koszenie i wynoszenie runi łąkowej z poletek obiektu Kz sprzyjało zmniejszeniu puli rozpuszczalnego K z gleby, w warunkach odczynu umiarkowanie kwaśnego. Na podstawie badań można przypuszczać, że długotrwałe nawożenie saletrą wapniową, stabilizujące odczyn gleby, przeciwdziało wynoszeniu łatwo rozpuszczalnego K z gleby łąkowej.



Rys. 1. Zawartość rozpuszczalnych form potasu w glebie łąkowej na tle zróżnicowanego użytkowania łąki w latach 2009–2010; AN – saletra amonowa, CN – saletra wapniowa, a, b – istotne różnice między średnimi; źródło: wyniki własne

Fig. 1. The content of soluble forms of potassium in meadow soil in relation to different use of the meadow in the years 2009–2010; AN – ammonium nitrate, CN – calcium nitrate, a, b – significant differences between the means; source: own studies

ZAWARTOŚĆ POTASU W ROŚLINNOŚCI ŁĄKOWEJ

Roślinność łąkowa, po kilkuletniej przerwie w użytkowaniu produkcyjnym, charakteryzowała się dobrą zawartością tego makroelementu. Według SAPKA [1979] optymalna zawartość tego makroelementu w paszy z użytków zielonych powinna wynosić w zakresie od 15,0 do 25,0 $\text{g}\cdot\text{K}\cdot\text{kg}^{-1}$, a według DOBOSZYŃSKIEGO [1988] 16,0–27,0 $\text{g}\cdot\text{K}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 2). Nawożenie mineralne potasem w dawce 149,4 $\text{kg}\cdot\text{K}\cdot\text{ha}^{-1}$ na obiekcie N120 zwiększało pobranie tego makroelementu przez roślinność łąkową w porównaniu z obiektem nienawożonym Kz. Pomimo braku nawożenia na wymienionym obiekcie zawartość K w roślinności łąkowej była prawidłowa. Można przypuszczać, że kilkuletnie pozostawianie skoszzonej runi na powierzchni poletek zwiększało pulę glebowego potasu, z której mogła korzystać roślinność łąkowa obiektu Kz. Ponadto roślinność trawiasta wykazuje duże możliwości pobierania potasu z gleby. Na doświadczeniu łąkowym wykazano znaczny udział (ok. 30%) w składzie gatunkowym runi łąkowej gatunku *Dactylis glomerata* L., który według FALKOWSKIEGO i in. [2000] oraz STĘPNIA [1989], jest zaliczany do traw o dużych zdolnościach pobierania potasu nawet z trudno dostępnych form. Długotrwałe nawożenie w przeszłości azotem w formie saletry amonowej i wapniowej nie wpływało na pobranie potasu przez roślinność łąkową.

Tabela 2. Średnia zawartość potasu w roślinności łąkowej I pokosu 2009–2010 z doświadczenia łąkowego

Table 2. Mean content of potassium in meadow vegetation of the 1st cut in the years 2009–2010 in meadow experiment

Obiekt doświadczenia Experimental object	Zawartość potasu, g·kg ⁻¹ s.m. The content of potassium, g·kg ⁻¹ DM					
	AN			CN		
	\bar{x}	min.–max.	SD	\bar{x}	min.–max.	SD
Kz	20,50 a	16,5–32,7	0,29	22,40 a	15,3–28,0	0,85
N120	27,20 b	19,8–32,7	0,39	27,00 b	21,5–33,0	0,35
Średnia Mean		23,86 a			24,68 a	

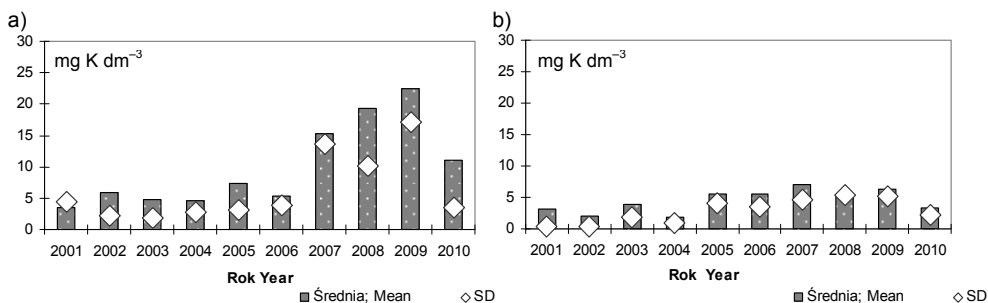
Objaśnienie: a, b – istotne różnice między średnimi; pozostałe objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanation: a, b – significant differences between the means; other explanations as in Tab. 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

STĘŻENIE POTASU GLEBIE Z PASA OCHRONNEGO ORAZ W PŁYTKICH WODACH GRUNTOWYCH

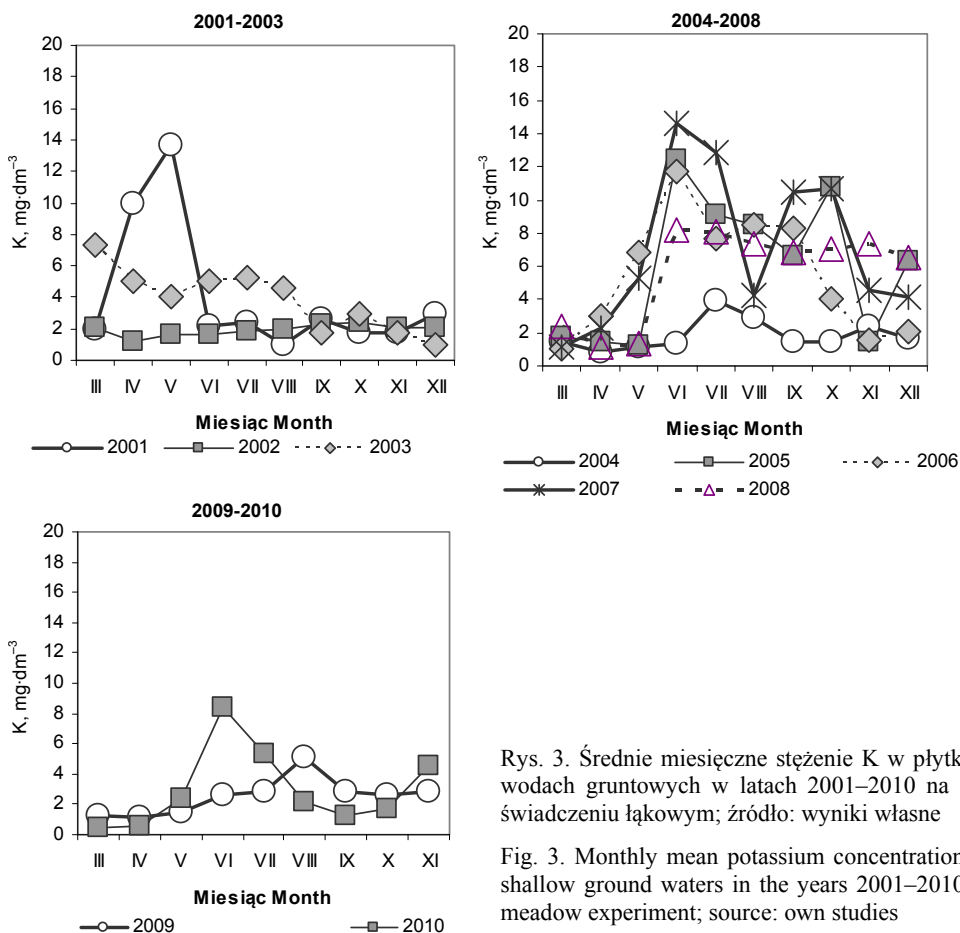
Zawartość potasu w glebie z pasa ochronnego, oddzielającego bloki doświadczenia, w ciągu minionego dziesięciolecia była zróżnicowana (rys. 2). W latach 2001–2006 zawartość tego makroelementu była stosunkowo mała – od 4,5 do 6 mg K·dm⁻³ w świeżej masie gleby. Natomiast w latach 2007–2010 zawartość K była 2–3-krotnie większa w porównaniu z latami wcześniejszymi. Średnio najwięcej tego makroelementu zanotowano w 2009 r., a w 2010 r. zanotowano znaczne zmniejszenie zawartości tego makroelementu w glebie (rys. 2a). Kilkuletnie pozostawianie skoszonej roślinności na powierzchni poletek zwiększało również zawartość K w glebie pasa ochronnego, oddzielającego bloki doświadczenia łąkowego.



Rys. 2. Średnia zawartość K w glebie z pasa ochronnego (a) oraz stężenia tego składnika w płytkich wodach gruntowych (b) w latach 2001–2010 z doświadczenia łąkowego; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Mean potassium content in soil from buffer strips (a) and the concentration of this macronutrient in shallow ground waters (b) in the year 2001–2010 in meadow experiment; source: own studies

Średnie roczne wartości stężeń K w płytkich wodach gruntowych, pobranych w latach 2001–2010, były mało zróżnicowane – od 2,5 do 8,0 mg K·dm⁻³ (rys. 2b). Oceniając stężenie tego makroelementu w wodach gruntowych, warto nadmienić, że w polskim ustawodawstwie brak standardów, dotyczących stężenia potasu w wodzie do picia i celów gospodarczych. Również ostatnia nowelizacja rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [Rozporządzenie MZ... 2010], nie zawiera informacji o wartości stężenia K. Natomiast wspomniany składnik jest uwzględniany w przepisach Unii Europejskiej [Council Directive 80/778/EEC], według których największe dopuszczalne stężenie K w wodach przeznaczonych do spożycia przez ludzi nie powinno przekraczać 12 mg K·dm⁻³. Mimo że stężenie K w płytkich wodach gruntowych było stosunkowo małe w skali rocznej, to w skali miesięcznej, od marca do grudnia 2001–2010, jednak znacznie się zmieniało i było ściśle związane ze sposobem użytkowania łąki na doświadczeniu (rys. 3).



Rys. 3. Średnie miesięczne stężenie K w płytkich wodach gruntowych w latach 2001–2010 na doświadczeniu łąkowym; źródło: wyniki własne

Fig. 3. Monthly mean potassium concentration in shallow groundwaters in the years 2001–2010 in meadow experiment; source: own studies

W latach użytkowania produkcyjnego łąki (2001–2003) stężenie K w płytkich wodach gruntowych w okresie od marca do grudnia było stabilne. Wyjątkiem jest okres wiosenny od marca do czerwca 2002 r., kiedy stężenie K w wodzie osiągnęło wartość $14 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$. Zaniechanie produkcyjnego użytkowania łąki i pozostawianie skoszonych i rozdrobnionej runi na powierzchni poletek w latach 2004–2008, przyczyniło się do znacznych sezonowych zmian stężenia K w płytkich wodach gruntowych. Największe stężenie K w wodach gruntowych było w czerwcu 2007 r. ($16,0 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$). Częściowy powrót do użytkowania produkcyjnego w latach 2009–2010 w znacznym stopniu spowodował ponowną stabilizację wahań sezonowych stężenia potasu w płytkich wodach gruntowych.

Sposób użytkowania łąki w znaczny sposób wpływa na obieg potasu w środowisku glebowym, m.in. na gromadzenie rezerw glebowych tego składnika, jego pobranie przez roślinność łąkową oraz przenikanie do płytkich wód gruntowych.

WNIOSKI

1. Bez względu na sposób użytkowania łąki zawartość łatwo rozpuszczalnego potasu w glebie była dobra. Zabieg koszenia i usuwania roślinności z powierzchni poletek na obiekcie Kz zmniejszał zawartość potasu w glebie, zwłaszcza w warunkach odczynu umiarkowanie kwaśnego.

2. Długotrwałe stosowanie w przeszłości nawożenia saletrą wapniową stabilizowało odczyn gleby oraz przeciwdziałało stratom łatwo rozpuszczalnego K z gleby łąkowej.

3. Roślinność łąkowa, po kilkuletniej przerwie w użytkowaniu produkcyjnym, charakteryzowała się dobrą zawartością potasu. Nawożenie mineralne potasem w dawce $149,4 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ na obiekcie N120 istotnie zwiększało pobranie tego makroelementu przez roślinność łąkową w porównaniu z obiektem nienawożonym Kz.

4. Stężenie potasu w płytkich wodach gruntowych było uzależnione od sposobu użytkowania łąki. Zaniechanie produkcyjnego użytkowania łąki przyczyniło się do znacznych sezonowych wahań stężenia K w płytkich wodach gruntowych.

5. Sposób użytkowania łąki w znacząco wpływa na obieg potasu w środowisku glebowym, m.in. na gromadzenie rezerw glebowych tego składnika, jego pobranie przez roślinność łąkową oraz przenikanie do płytkich wód gruntowych.

LITERATURA

- BADORA A., FILIPEK T. 1994. Reakcja zbóż na silne zakwaszenie gleb. Cz. II. Wpływ silnego zakwaszenia gleb na skład mineralny pszenicy w fazie kłoszenia. Roczniki Gleboznawcze. T. XII. Nr 1/2 s. 77–83.
- BURZYŃSKA I. 2006. Zastosowanie testu 0,01 mol chlorku wapnia w ocenie zasobności gleby łąkowej i jakości wód gruntowych. Falenty. ITP. Rozprawa doktorska. Maszyn. ss. 76.

- BURZYŃSKA I. 2009. Wpływ zaniechania nawożenia oraz zbioru runi łąkowej na zawartość RWO oraz rozpuszczalnych form potasu i magnezu w glebie i w płytkich wodach gruntowych. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 9. Z. 3 (27) s. 19–28.
- BURZYŃSKA I., PIETRZAK S. 2010. Ocena zawartości rozpuszczalnych form potasu i RWO w warstwie gleby stanowiącej podłoże długoletniego składowania obornika. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 10. Z. 4 (32) s. 23–32.
- Council Directive of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption. (80/778/EEC) OJL 229/11.
- DOBOSZYŃSKI L. 1988. Nawożenie i pielęgnowanie użytków zielonych. W: Przewodnik łąkarski. Warszawa. PWRiL s. 364–417.
- FALKOWSKI M., KUKUŁA I., KOZŁOWSKI S. 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Poznań. Wydaw. AR. ISBN 83-71602-26-X ss. 132.
- FILIPEK T. 1990. Kształtowanie się równowagi jonowej w życie w zależności od wysycenia gleb kationami. Roczniki Gleboznawcze. T. XII. Nr 1/2 s. 133–143.
- HOUBA V. J. G., NOVOZAMSKI I., LEXMOND TH., VAN DER LEE J. 1990. Applicability of 0.01 M CaCl₂ as single extraction solution for the assessment on the nutrient status of soil and other diagnostic purposes. Communications in Soil Science and Plant Analysis. Vol. 21 s. 19–20.
- OECD 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring of assessment and control. Final Report. Paris. Environmental Directorate OECD ss. 154.
- RAGÁLYI P., KÁDÁR I. 2005. Long term effects of mineral nutrition on the yield and element content in grass. Nawozy i Nawożenie. Nr 5 s. 395–400.
- MASTALERCZUK G., STYPIŃSKI P. 2005. Wpływ intensywności użytkowania i uwilgotnienia gleby na zawartość, pobieranie i rozmieszczenia potasu w roślinności łąkowej. Nawozy i Nawożenie. Nr 5 s. 384–394.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2010 nr 72 poz. 466.
- SAPEK A. 1979. Metody analizy chemicznej roślinności łąkowej, gleby i wody. Cz. 1. Analiza chemiczna roślinności łąkowej. Falenty. IMUZ s. 14–15.
- SAPEK B. 1993. Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej. Rozprawa habilitacyjna. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-85735-04-6 ss. 93.
- SAPEK B. 2001. Zagadnienia potasu w świetle oddziaływania rolnictwa na środowisko. Zeszyty Problemy Postępów Nauk Rolniczych. Z. 476 s. 281–292.
- SCHAEFFER F., SCHACHTSCHABEL P. 1984. Lehrbuch der Bodenkunde. 11. Auflage Stuttgart. Enke Verlag s. 104.
- STĘPIEŃ W. 1989. Działanie potasu w zależności od stopnia jego nagromadzenia w glebie w wyniku wieloletniego nawożenia. Roczniki Gleboznawcze. T. XL. Nr 1 s. 129–145.

Irena BURZYŃSKA

POTASSIUM IN SOIL, PLANTS AND SHALLOW GROUND WATERS IN RELATION TO DIFFERENT MEADOW UTILISATION

Key words: meadow vegetation, mineral soil, potassium, shallow ground water

Summary

The aim of this study was to assess the effect of diversified use of a meadow on potassium content in the soil, meadow vegetation and in shallow ground waters. The studies were carried out in

a long-term grassland experiment initiated in 1981 in Laszczki in the Masovian Province. Samples of soil and shallow ground water from control wells were collected in 2001–2010. Plant samples were taken during the first cut in the years 2009–2010. Potassium content was measured with the flame atomic absorption spectrophotometry in $0.01 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ soil extracts, in ground waters and in the samples of meadow vegetation after their mineralisation.

Long-term fertilisation with calcium nitrate stabilized soil pH and counteracted the losses of easily soluble K from meadow soil. Mowing and removal of meadow vegetation from the surface of plots reduced K content in the soil, especially under moderately acidic soil pH. Potassium concentration in shallow ground water depended on the way the meadow was used. The abandonment of productive use of the meadow contributed to substantial seasonal variations of K concentration in shallow ground waters.