

**Krzysztof Pulikowski, Stanisław Kostrzewa, Julian Paluch,
Szymon Szewrański**

STĘŻENIE I ŁADUNEK MAGNEZU ORAZ WAPNIA W ODCIEKACH DRENARSKICH

**Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Akademia Rolnicza we Wrocławiu**

WSTĘP

Woda stanowi jeden z najlepszych i najbardziej rozpowszechnionych rozpuszczalników w środowisku. Przemieszczanie się wody przez profil glebowy powoduje uruchamianie (wymywanie) z niego różnorodnych substancji w niej rozpuszczalnych. Główną masę stanowią makroelementy (szczególnie wapń) niezbędne do prawidłowego rozwoju roślin. Woda jest koniecznym czynnikiem umożliwiającym roślinom pobieranie składników pokarmowych wymaganych do prawidłowego rozwoju. Jeżeli występuje w nadmiarze, obniża zasobność gleby, ponieważ jej odprowadzaniu nierozłącznie towarzyszy odpływ składników nawozowych. Wyjątek stanowi przemywanie profilu glebowego, np. w celu zmniejszenia zasolenia gleby (KELLEINERS i in. 2000), usunięcia substancji toksycznych.

Magnez wchodzi w skład chlorofilu oraz odgrywa rolę aktywatora w wielu reakcjach enzymatycznych. Stanowi od 0,06 do 1,2% (1 800 – 36 000 kg Mg·ha⁻¹) ogólnej masy gleby. Jony magnezu są znacznie łatwiej wymywane z profilu glebowego niż jony wapnia, ponieważ mogą być wypierane z kompleksu sorpcyjnego przez jony H⁺, szczególnie na glebach lekkich (DOBRAŃSKI, ZAWADZKI 1981). Rośliny pobierają z plonem rocznie od 10 do 40 kg MgO·ha⁻¹ (6-24 kg Mg·ha⁻¹) (CZUBA 1996).

dr hab. inż. Krzysztof Pulikowski, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza, pl. Grunwaldzki 24, 50 - 363 Wrocław, e-mail: pulik@miks.ar.wroc.pl
W pracy wykorzystano wyniki badań wykonanych w ramach projektów badawczych nr 5 P06H 006 11 oraz 5 P06H 045 17 finansowanych przez komitet Badań Naukowych

Wapń jest pobierany przez rośliny w postaci jonu Ca^{++} . W roślinie inkrustuje on błony komórkowe, wpływa na odkładanie szczawianów i regulację gospodarki wodnej oraz przebieg procesów metabolicznych. W glebach zawartość wapnia wynosi od 0,07 do 3,6% (2100–108 000 kg $\text{Ca} \cdot \text{ha}^{-1}$), sprzyja on również tworzeniu się struktury gruzelkowej, ponieważ powoduje koagulację koloidów glebowych (DOBRZAŃSKI, ZAWADZKI 1981).

Celem pracy jest ocena zawartości magnezu i wapnia w odciekach drenarskich oraz wyznaczenie ilości tych składników wynoszonych wraz z odpływem drenarskim na wybranych obiektach doświadczalnych położonych na Dolnym Śląsku.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Pomiary ilości wód odprowadzanych systemami drenarskim i zawartości w nich magnezu oraz wapnia prowadzono w latach hydrologicznych 1996/1997–2001/2002 na trzech zróżnicowanych, pod względem fizjograficznym i meteorologicznym, obiektach położonych na Dolnym Śląsku.

Obiekt w Bogaczowicach jest położony na pograniczu Pogórza Bolkowsko-Wałbrzyskiego i Gór Wałbrzyskich. Stanowią go zdrenowane w 1990 r. grunty orne o łącznej powierzchni 14,47 ha, podzielonej na 5 działów drenarskich o powierzchni od 1,08 do 8,85 ha. Na tym obiekcie występują gleby pseudobielicowe, na ogół o składzie granulometrycznym glin średnich i ciężkich z dużą zawartością szkieletu. Kolejny obiekt badawczy – Henrykowice jest położony w dolinie Baryczy. Badaniami objęto trzy działy drenarskie o łącznej powierzchni 2,7 ha (powierzchnia poszczególnych działów wynosi od 0,73 do 1,13 ha). Gleby obiektu w Henrykowicach zaliczają się do zespołu nadbaryckiego. Są to gleby bardzo lekkie i lekkie wytworzone z piasków gliniastych i pylastych oraz z gliny średniej w głębszych warstwach. Poniżej poziomu założenia rurociągów drenarskich stwierdzano również obecność iłów. Trzeci obiekt jest położony w miejscowości Szewce na Nizinie Śląskiej. Obejmuje on grunty orne, które są odwadniane za pomocą drenowania o łącznej powierzchni 39,8 ha, podzielonej na 4 działy drenarskie o powierzchni od 7,65 do 14,71 ha. Na obiekcie występują gleby brunatne o składzie granulometrycznym glin lekkich i średnich, a także gliny ciężkie i niewielkie ilości dobrze rozłożonych torfów (PULIKOWSKI 2004).

Zakres badań był identyczny na wszystkich obiektach. Pomiary ilości odcieków drenarskich wykonywano metodą naczynia podstawionego; w zależności od wielkości odpływu stosowano naczynia o pojemności od 0,5 dm³ do 4,0 dm³, a przy szczególnie dużych odpływach 10 dm³. Wodę do analiz chemicznych pobierano bezpośrednio z naczynia służącego do pomiaru objętości odpływu, 1-2 razy w miesiącu w okresie występowania odpływów. W przypadku obiektu położonego w Bogaczowicach praktycznie przez cały rok.

Oznaczenia zawartości magnezu i wapnia wykonano metodą „wersenianową” (HERMANOWICZ i in. 1999) w Laboratorium Wód i Ścieków Instytutu Kształtowania i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Stężenia ww. pierwiast-

ków dla całego obiektu wyliczono jako średnią ze wszystkich analiz dla wszystkich działów danego obiektu.

Do wyznaczenia dobowego ładunku magnezu i wapnia wynoszonego przez systemy drenarskie wykorzystano codzienne pomiary odpływów oraz wyniki analiz ich zawartości w odciekach drenarskich. W związku z tym, że analizy chemiczne wykonywano 1–2 razy w miesiącu, dla okresów między kolejnymi terminami, w których pobrano próbki, dokonano interpolacji liniowej. W celu wyznaczenia sumarycznego ładunku \bar{L} odpływającego w okresie roku hydrologicznego z powierzchni 1 ha poszczególnych działów zsumowano ładunki dobowe w czasie od 1 listopada do 31 października roku następnego (PULIKOWSKI 2004):

$$\bar{L} = \sum_{t=1}^{t=365(366)} (\bar{Q}_t \cdot C_t^I),$$

gdzie:

\bar{Q}_t – średnia dobowo wielkość przepływu, $\text{dm}^3 \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$;

C_t^I – średnia dobowo wartość stężenia danego składnika z okresu między wykonaniem 2 kolejnych analiz wyznaczona za pomocą interpolacji liniowej, $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$;

t – kolejne doby.

Po obliczeniu rocznego ładunku magnezu i wapnia odpływającego z powierzchni 1 ha każdego działu, obliczono średni ładunek tych składników wynoszonych z 1 ha obiektu w okresie roku hydrologicznego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Roczna suma opadów z wielolecia dla Bogaczowic wynosi 655 mm. W okresie badań występowały znacznie wyższe opady, nawet 1 044 mm (tab. 1). Największą dobową sumę opadów zanotowano 31 sierpnia 2002 r. (179 mm), również miesięczna suma opadów w tym miesiącu była rekordowo wysoka – 348 mm. Dla obiektu położonego w Henrykowicach średni opad z wielolecia wynosi 563 mm. W okresie dwóch lat badań opady roczne przewyższały średnią wieloletnią. Rekordowo wysokie opady zanotowano w lipcu 1997 r. (220 mm), jednakże z powodu bardzo niskich opadów w miesiącach zimowych suma roczna była nieznacznie wyższa od wartości wieloletniej, i wynosiła 573 mm (tab.1). Nieco inaczej układały się roczne sumy opadów na trzecim obiekcie. W Szewcach, w pierwszym roku badań, wystąpiły niższe opady w porównaniu ze średnią wieloletnią wynoszącą w tym przypadku 587 mm, natomiast następny rok był bardzo mokry, a w ostatnim wystąpiły opady zbliżone do średniej wieloletniej (tab. 1). Średnie opady dla całych okresów badawczych, na wszystkich obiektach, były znacznie wyższe od średnich z wielolecia.

Tabela 1
Table 1

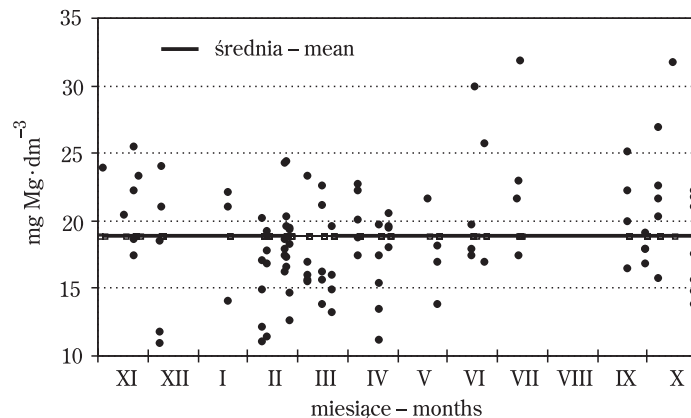
Maksymalny dobowy odpływ jednostkowy (q_{\max}), wskaźnik odpływu (H),
suma opadów (P) i współczynnik odpływu (α) wg PULIKOWSKIEGO (2004)
The maximum daily runoff yield (q_{\max}), runoff depth (H), total precipitation (P)
and runoff coefficient (α) acc. PULIKOWSKI (2004)

Obiekt Object	Lata Years	q_{\max} ($\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$)	H (mm)	P (mm)	$\alpha = \frac{H}{P}$ (%)
Bogaczowice	1999/2000	0.98	158	738	21
	2000/2001	2.83	243	874	28
	2001/2002	3.83	156	1 044	15
	średnio mean	–	186	885	21
Henrykowice	1996/1997	0.81	69	573	12
	1997/1998	0.26	104	616	17
	średnio mean	–	86	595	15
Szewce	1999/2000	0.82	26	562	4.6
	2000/2001	2.02	40	714	5.6
	2001/2002	0.72	86	586	15
	średnio mean	–	51	621	8.4

Prawie we wszystkich latach średnia roczna temperatura powietrza na trzech obiektach przewyższała średnią wieloletnią, nawet o $1,8^{\circ}\text{C}$ – rok 1999/2000 w Szewcach. Wyjątek stanowił rok 1996/1997 w Henrykowicach, wtedy średnia roczna temperatura była niższa od wartości wieloletniej zaledwie o $0,1^{\circ}\text{C}$.

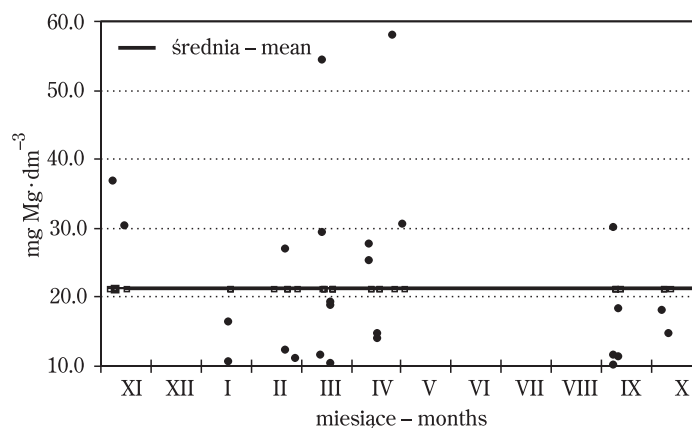
Zawartość magnezu w wodach drenarskich pochodzących z trzech różnych obiektów była zbliżona, mimo bardzo różnych typów gleb i zdecydowanie różniących się rocznych sum opadów. Średnia zawartość magnezu wynosiła od $18,9 \text{ mg Mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ na obiekcie w Bogaczowicach do $21,6 \text{ mg Mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w Szewcach. Również zakres zmienności stężenia był podobny na wszystkich obiektach – od kilku do ponad $30 \text{ mg Mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (rys. 1, 2, 3), wyjątek stanowił jeden wynik ($58,1 \text{ mg Mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), uzyskany na obiekcie w Henrykowicach, który można uznać za przypadkowy. Średnie stężenia magnezu na obiektach Dolnego Śląska są ok. 2-krotnie wyższe od uzyskanych na Równinie Sępoleńskiej, gdzie występują gleby zasobne w ten pierwiastek (SZYMCZYK, CYMES 2005). Znacznie więcej (ok. $15 \text{ mg Mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) magnezu zawierały odcieki drenarskie odprowadzane do starorzecza Łyny (KOBUS, GLIŃSKA-LEWCZUK 2005).

Średnie stężenie wapnia w odciękach drenarskich wykazywało znacznie większe zróżnicowanie w zależności od obiektu – od $52 \text{ mg Ca} \cdot \text{dm}^{-3}$ na obiekcie



Rys. 1. Stężenie magnezu w odciekach drenarskich na obiekcie w Bogaczowicach

Fig. 1. Magnesium concentration in drainage water at Bogaczowice study site

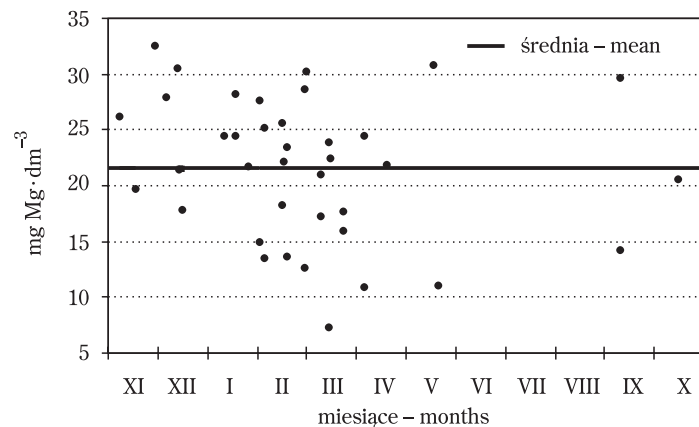


Rys.. 2. Stężenie magnezu w odciekach drenarskich na obiekcie w Henrykowicach

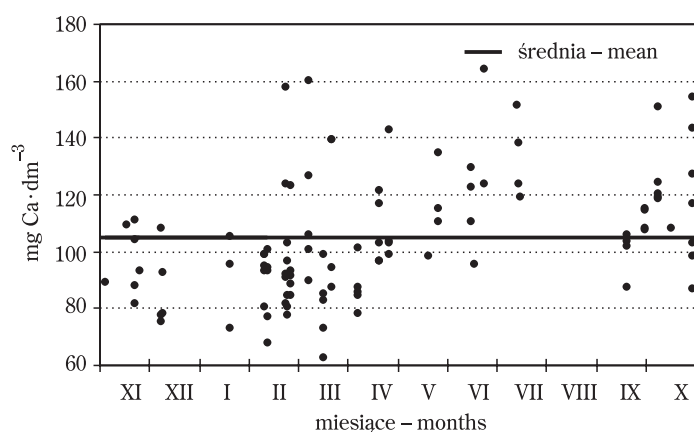
Fig. 2. Magnesium concentration in drainage water at Henrykowice study site

w Henrykowicach do $169 \text{ mg Ca} \cdot \text{dm}^{-3}$ na obiekcie w Szewcach (rys. 4, 5, 6). Niska zawartość wapnia w wodzie odprowadzanej siecią drenarską na obiekcie w Henrykowicach jest, najprawdopodobniej, związana z małą zawartością tego pierwiastka w występujących tam glebach. Średnia zawartość wapnia na obiekcie w Bogaczowicach była zbliżona do wyników uzyskiwanych na innych obiektach (SZYMCZYK, CYMES 2005).

Stosunek średniego stężenia wapnia do magnezu zmieniał się w bardzo szerokich granicach – od 2,4 do 7,6; może to świadczyć, że intensywność wymywania wapnia w znacznym stopniu zależy od rodzaju gleb. Analiza samych stężeń jest niewystarczająca, ponieważ ilość odprowadzanej wody z obiektu w Bogaczowicach była ponad 3-krotnie większa niż na obiekcie w Szewcach (tab. 1).

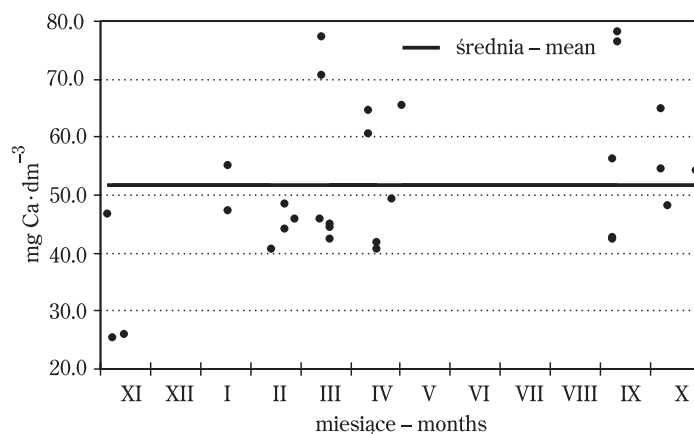


Rys. 3. Stężenie magnezu w odciekach drenarskich na obiekcie w Szewcach
 Fig. 3. Magnesium concentration in drainage water at Szewce study site

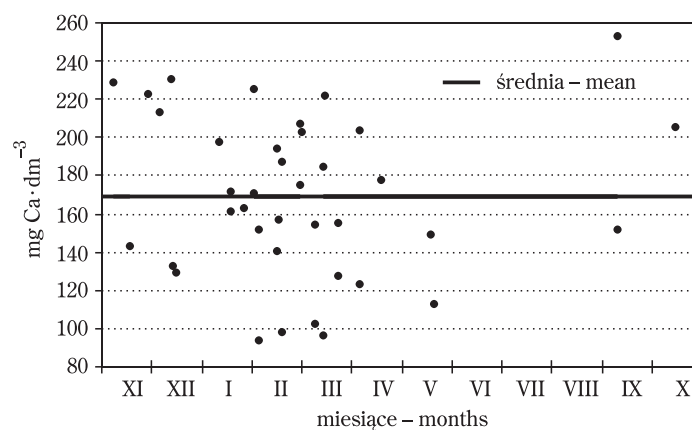


Rys. 4. Stężenie wapnia w odciekach drenarskich na obiekcie w Bogaczowicach
 Fig. 4. Calcium concentration in drainage water at Bogaczowice study site

W celu wyznaczenia ilości magnezu i wapnia, o jakie zubażana jest gleba w wyniku odwodnienia za pomocą sieci drenarskiej, wyznaczono ładunki tych składników odpływające z obiektów w poszczególnych latach okresu badawczego (tab. 2, 3). Ilość wynoszonego magnezu w okresie roku hydrologicznego była bardzo zróżnicowana – od 5,4 do 45,6 kg Mg·ha⁻¹·rok⁻¹. Ilość odprowadzanego magnezu jest podobna do wartości prezentowanych w literaturze (TERELAK, PONDEL 1990, SZYMCZYK, CYMES 2005), jedynie wartości uzyskane dla obiektu w Bogaczowicach można uznać za wysokie, ale wynika to bezpośrednio z ilości wody odprowadzanej z tego obiektu. Analizując wartości uzyskane dla poszczególnych obiektów w kolejnych latach badawczych oraz średnie dla całych obiektów, stwier-



Rys.. 5. Stężenie wapnia w odciekach drenarskich na obiekcie w Henrykowicach
 Fig. 5. Calcium concentration in drainage water at Henrykowice study site



Rys.. 6. Stężenie wapnia w odciekach drenarskich na obiekcie w Szewcach
 Fig. 6. Calcium concentration in drainage water at Szewce study site

dzono bezpośredni związek między ładunkiem odprowadzanego magnezu a wielkością wskaźnika odpływu. Potwierdza to tezę, że ładunek odprowadzany siecią drenarską zależy od ilości odpływającej wody, a udział stężenia jest drugorzędny. Uzyskane wyniki nie potwierdzają bezpośredniej zależności ładunku od wysokości opadów, jaką uzyskali SZYMCZYK i CYMES (2005), ponieważ o ilości odprowadzanej wody (ładunku) decyduje opad nie tylko w danym roku, ale również poprzedzającym (PULIKOWSKI 2004). Na Równinie Sępolskiej rok bardzo wilgotny był poprzedzony rokiem wilgotnym, natomiast na Dolnym Śląsku – średnio suchym lub normalnym.

Tabela 2
Table 2

Miesięczny i roczny ładunek magnezu wynoszonego wraz z odpływem drenarskim (kg Mg·ha⁻¹·rok⁻¹)
The monthly and annual magnesium load in drainage runoff (kg Mg·ha⁻¹·year⁻¹)

Obiekt Object	Lata Years	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok Year
Bogaczowice	1999/2000	0.2	0.4	0.0	9.0	12.1	1.2	0.1	0.1	2.4	1.4	1.3	0.2	28.4
	2000/2001	0.1	0.1	0.3	1.9	11.4	5.4	0.6	1.6	15.0	4.8	3.1	1.3	45.6
	2001/2002	1.3	1.2	8.2	3.6	1.7	1.1	0.6	0.5	0.2	5.6	3.1	2.0	29.1
	średnio mean	0.5	0.6	2.8	4.8	8.4	2.6	0.4	0.7	5.9	3.9	2.5	1.2	34.4
Henrykowice	1996/1997	0.3	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3	0.3	0.0	5.7	4.3	2.7	1.0	15.9
	1997/1998	1.0	2.3	3.7	4.3	5.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	21.2
	średnio mean	0.7	1.2	1.9	2.3	3.2	0.8	0.2	0.0	2.9	2.2	1.4	2.2	18.6
Szewce	1999/2000	0.0	0.0	0.3	2.1	2.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
	2000/2001	0.0	0.2	0.3	0.5	2.6	1.7	0.3	0.0	0.1	0.3	2.6	1.2	9.8
	2001/2002	1.2	0.4	0.6	3.6	7.3	3.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9
	średnio mean	0.4	0.2	0.4	2.1	4.1	2.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.9	0.4	10.7

Tabela 3
Table 3

Miesięczny i roczny ładunek wapnia wynoszonego wraz z odpływem drenarskim (kg Ca · ha⁻¹ · rok⁻¹)
The monthly and annual calcium load in drainage runoff (kg Ca · ha⁻¹ · year⁻¹)

Obiekt Object	Lata Years	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok Year
Bogaczowice	1999/2000	0.8	1.7	0.0	48.9	56.0	5.2	0.3	0.3	10.8	6.5	6.2	0.6	134.8
	2000/2001	0.5	0.7	1.4	10.9	65.9	36.6	4.7	10.9	95.8	30.4	17.7	8.2	282.5
	2001/2002	6.7	6.1	45.2	18.8	11.3	7.0	3.7	3.2	1.2	36.3	19.8	12.4	158.9
	średnio mean	2.7	2.8	15.5	26.2	44.4	16.3	2.9	4.8	35.9	24.4	14.6	7.1	192.1
Henrykowice	1996/1997	0.3	0.0	0.0	0.3	1.3	1.0	0.3	0.0	12.0	10.7	6.3	2.0	34.2
	1997/1998	2.3	5.3	10.3	9.0	14.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	13.3	59.9
	średnio mean	1.3	2.7	5.2	4.7	8.0	2.4	0.2	0.0	6.0	5.4	3.8	7.7	47.1
Szewce	1999/2000	0.1	0.1	2.0	15.0	18.4	5.6	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	41.6
	2000/2001	0.0	0.2	0.8	1.7	3.4	23.2	13.2	1.5	0.0	0.7	2.0	23.4	70.1
	2001/2002	12.0	3.0	4.6	27.4	56.2	28.8	2.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	135.0
	średnio mean	4.0	1.1	2.5	14.7	26.0	19.2	5.3	0.6	0.1	0.2	0.7	7.9	82.2

Wapń jest pierwiastkiem, który decyduje o ogólnej masie makroelementów wynoszonych z terenów użytkowanych rolniczo. Niewielkie ilości tego składnika odpływały z obiektu w Henrykowicach, gdzie zawartość wapnia w wodach drenarskich była 2-3-krotnie niższa niż na dwóch pozostałych obiektach, i wyjątkowo to stężenie zdecydowało o wielkości ładunku. Zdecydowanie najwięcej wapnia odpłynęło z obiektu w Bogaczowicach, średnio $192,1 \text{ kg Ca} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, a maksymalny ładunek wykazano w roku 2000/2001, i wyniósł on aż $282,5 \text{ kg Ca} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ (tab. 3). Średnie zużycie nawozów wapniowych w okresie objętym badaniami wynosiło w Polsce zaledwie ok. 94 kg czystego składnika na 1 ha (*Ochrona Środowiska* 2004), więc było ponad 2-krotnie mniejsze niż ilość tego składnika odpływającego siecią drenarską w warunkach podgórskich. Również wysokie ładunki wapnia, przekraczające $200 \text{ kg Ca} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, uzyskali SZYMCZYK i CYMES (2005).

WNIOSKI

1. Zawartość magnezu w odciekach drenarskich zmienia się w niewielkich granicach, natomiast stężenie wapnia wykazuje znaczne zróżnicowanie, nawet wartości średnie dla poszczególnych obiektów różnią się 2-3-krotnie. Stężenie magnezu w odciekach drenarskich nie wykazuje związku z rodzajem gleb.

2. Wraz z odciekami drenarskich odpływa z gleby od $10,7$ do $34,4 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ oraz od $47,1$ do $192,1 \text{ kg Ca} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, a o wielkości strat tych makroelementów decyduje, w głównej mierze, ilość wody odprowadzanej siecią drenarską.

3. Gleby intensywnie odwadniane są narażone na duże straty magnezu i wapnia. W celu zachowania w nich niezbędnej zawartości tych makroelementów, ich odczynu oraz pożądanych właściwości mechanicznych, wymagają wyższego nawożenia tymi składnikami.

PIŚMIENNICTWO

CZUBA R. (red.) 1996. *Nawożenie mineralne roślin uprawnych*. Zakłady Chemiczne „Police” S.A., Police, ss. 413.

DOBRAŃSKI B. (red), ZAWADZKI S. (red.). 1981. *Gleboznawstwo*. PWRiL, Warszawa, ss. 613.

HERMANOWICZ W., DOJLIDO J., DOŻAŃSKA W., KOZIOROWSKI B., ZERBE J. 1999. *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*. Arkady, Warszawa, ss. 555.

KELLEENERS T.J., KAMRA S.K., JHORAR R.K. 2000. *Prediction of long term drainage water salinity of pipe drains*. J. Hydrol., 234: 249-236.

KOBUS Sz. GLIŃSKA-LEWCZUK K. 2005. *Wpływ użytkowania doliny rzecznej na migrację składników mineralnych na przykładzie środkowej Łyny*. Cz. II. Wapń i magnez. Inż. Ekol., 12: 39-40.

Ochrona Środowiska 2004. GUS. www.stat.gov.pl

- PULIKOWSKI K. 2004. *Zanieczyszczenia obszarowe w małych zlewniach rolniczych*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Rozpr. CCXI, 479: 137.
- SZYMCZYK S., CYMES I. 2005. *Wpływ ilości opadów i sposobu użytkowania terenu na odpływ sodu, wapnia i magnezu siecią drenarską z gleb ciężkich*. J. Elementol., 10(2): 395:401.
- TERELAK H., PONDEL H. 1990. *Wpływ nawozowej chemizacji rolnictwa na wymywanie składników mineralnych z gleb okolic Puław*. W: *Ochrona wód przed wpływem zanieczyszczeń obszarowych*. Mat. Sem. 27, Falenty, ss. 131-141.

Krzysztof Pulikowski, Stanisław Kostrzewa, Julian Paluch, Szymon Szewrański

STĘŻENIE I ŁADUNEK MAGNEZU ORAZ WAPNIA W ODCIEKACH DRENARSKICH

Słowa kluczowe: magnez, wapń, stężenie, ładunek, drenowanie.

Abstrakt

W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości magnezu i wapnia w odciekach drenarskich. Stężenie magnezu zmienia się w niewielkich granicach, natomiast wapnia wykazuje znaczne zróżnicowanie, nawet wartości średnie dla poszczególnych obiektów różnią się 2-3-krotnie.

Wraz z odciekami drenarskimi z gleby odpływa od 10,7 do 34,4 kg Mg·ha⁻¹·rok⁻¹ oraz od 47,1 do 192,1 kg Ca·ha⁻¹·rok⁻¹, a o wielkości strat tych makroelementów w głównej mierze decyduje ilość wody odprowadzanej siecią drenarską. Gleby intensywnie odwadniane są narażone na duże straty magnezu i wapnia, w związku z tym wymagają wyższego nawożenia tymi składnikami.

CONCENTRATION AND LOAD OF MAGNESIUM AND CALCIUM IN DRAINAGE WATERS

Key words: magnesium, calcium, concentration, load, draining.

Abstract

Research results on magnesium and calcium contents in drainage waters are presented in this paper. Magnesium concentration varied within a small range. Regarding calcium, there was more diversity – the mean concentration values, recorded at the study sites, differed 2- to 3-fold.

Every year, between 10.7 to 34.4 kg of Mg·ha⁻¹ as well as 47.1 to 192.1 kg of Ca·ha⁻¹ leach from soils. Loss of macroelements is determined by amounts of waters transported within a drainage system. Soils intensively drained are vulnerable to magnesium and calcium loss, so consequently they need higher rates of Mg and Ca fertilizers.