

DANUTA CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA, ELŻBIETA JANOWSKA

## WPŁYW WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO I NAWODNIENIA NA DYNAMIKĘ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW GLEB UPRAW LEŚNYCH

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

### WSTĘP

Badania nad nawożeniem gleb piaszczystych pod uprawami leśnymi wykazały wyraźną dynamikę różnych składników w okresie wegetacyjnym. Jest to związane z wielkością dawki i terminem zastosowania nawozów mineralnych oraz z potrzebami pokarmowymi roślin [1-3].

Celem niniejszej pracy jest prześledzenie w glebie dynamiki wybranych kationów i anionów w ciągu 7 lat nawożenia mineralnego i nawadniania oraz przez 3 lata po zaprzestaniu zabiegów w celu oceny wpływu następczego.

### OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Doświadczenie przeprowadzono na poletkach o powierzchni 25 m<sup>2</sup>, założonych na glebach rdzawych wytworzonych z piasków słabogliniastych i luźnych na wysokim tarasie rzeki Ner w Puczniewie w Nadleśnictwie Bogdańce. Poziom wody gruntowej występuje na głębokości 7-8 m, średnia roczna temperatura dla tego terenu wynosi 7,6°C, a średnia roczna suma opadów 521,5 mm [2].

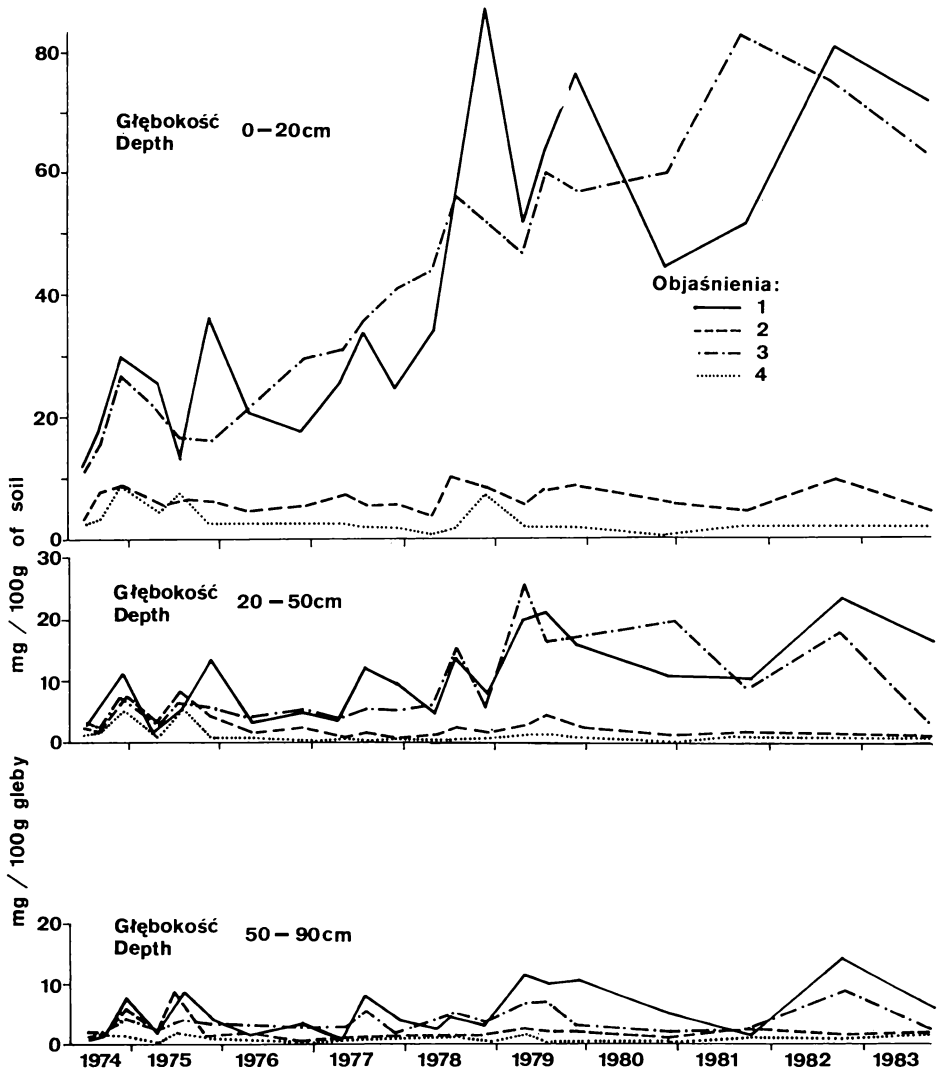
Porównywano gleby z następujących kombinacji w uprawach: topoli (*Populus robusta* Schn.), modrzewia (*Larix decidua* Mill.) i sosny (*Pinus silvestris* L): 1) nawożenie mineralne NPKMg z wodą, 2) nawożenie mineralne NPKMg bez wody, 3) nawodnienie wodą studzienną i 4) kontrolę. W nawożeniu mineralnym klasycznym uwzględniono wymagania pokarmowe poszczególnych gatunków drzew. Dawki roczne w przeliczeniu na 1 ha wynosiły: a) pod topole: 96 kg N, 120 kg P, 140 kg K, 36 kg Mg; b) pod drzewa iglaste: 96 kg N, 108 kg P, 96 kg K i 36 kg Mg.

Nawozy stosowano w dwu dawkach na początku sezonu wegetacyjnego. Nawadnianie prowadzono w sezonie wegetacyjnym w 25-mm dawkach tygodniowych, co wynosi 500 mm rocznie, a daje w sumie z opadami około 1000 mm. Używana do nawodnień woda, pochodząca z 40-metrowej studni głębinowej, sięgającej do wapieni

w podłożu, zawierała w 1 dm<sup>3</sup>: 86,2 mg Ca, 1,9 mg Mg, ślady K, 1,3 mg Na, 165,7 mg SO<sub>4</sub> i 17 mg Cl.

Za wskaźniki wpływu powyższych zabiegów na zmiany właściwości gleb przyjęto zawartość w nich zasadowych kationów wymiennych (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> i Na<sup>+</sup>), glinu wymiennego i rozpuszczalnych w wodzie jonów SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> i Cl<sup>-</sup>.

Przemiany gleb badano w ujęciu dynamicznym w warstwie do głębokości 90 cm, kilkakrotnie w ciągu każdego sezonu wegetacyjnego w okresie stosowania zabiegów



Rys. 1. Dynamika zawartości wapnia wymiennego w glebie pod topolą:

1 — nawożenie mineralne klasyczne z wodą, 2 — nawożenie mineralne klasyczne,  
3 — nawadnianie wodą studzienną, 4 — kontrola

Fig. 1. Dynamics of the exchangeable calcium content in the soil under poplar tree at:  
1 — classical mineral fertilization with water, 2 — classical mineral fertilization,  
3 — irrigation with well water, 4 — control

(od 1974 do 1980 r.) oraz jednorazowo przez trzy lata po ich zakończeniu. Analizy gleb wykonano powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie metodami. Zaobserwowane różnice w przemianach gleb pod rozpatrywanymi roślinami były podobne, zostały więc omówione na przykładzie topoli.

## WYNIKI BADAŃ

Dynamika zawartości kationów wymiennych w badanym okresie zależała od stosowanego zabiegu, a intensywność zmian — od różnych głębokości. Największe zmiany właściwości gleb nastąpiły w wierzchniej warstwie do głębokości 20 cm.

Zawartości wapnia wymiennego w glebie kontrolnej były bardzo małe, nie przekraczające w większości przypadków 5 mg/100 g gleby i wykazywały w badanym okresie małą zmienność. Podobną dynamikę, na nieco wyższym poziomie, do 10 mg na 100 g gleby, odnotowano w glebie nawożonej, ale bez nawodnienia (rys. 1). W glebach kombinacji nawadnianych następował systematyczny wzrost zawartości Ca, przy tym wyróżniały się dwa okresy: pierwszy do 1977 r., w którym wahania zawartości mieściły się w granicach od kilkunastu do ok. 40 mg/100 g gleby, i drugi od 1978 r., kiedy stwierdzono większą zawartość Ca, tj. od 40 do 80 mg/100 g gleby.

Wpływ nawożenia i nawodnienia na zawartość magnezu wymiennego w glebie był podobny jak w przypadku wapnia. Dynamikę Mg charakteryzowały jednak większe wahania i to we wszystkich analizowanych warstwach gleby (rys. 2).

Potas wymienny gromadził się w większych ilościach tak w glebach nawożonych i nawadnianych, jak i tylko nawożonych, natomiast w glebie nawadnianej ilości potasu były zbliżone do kontroli. Wahania zawartości potasu w ciągu całego okresu były bardzo duże i to na wszystkich głębokościach oraz we wszystkich kombinacjach łącznie z kontrolą (rys. 3).

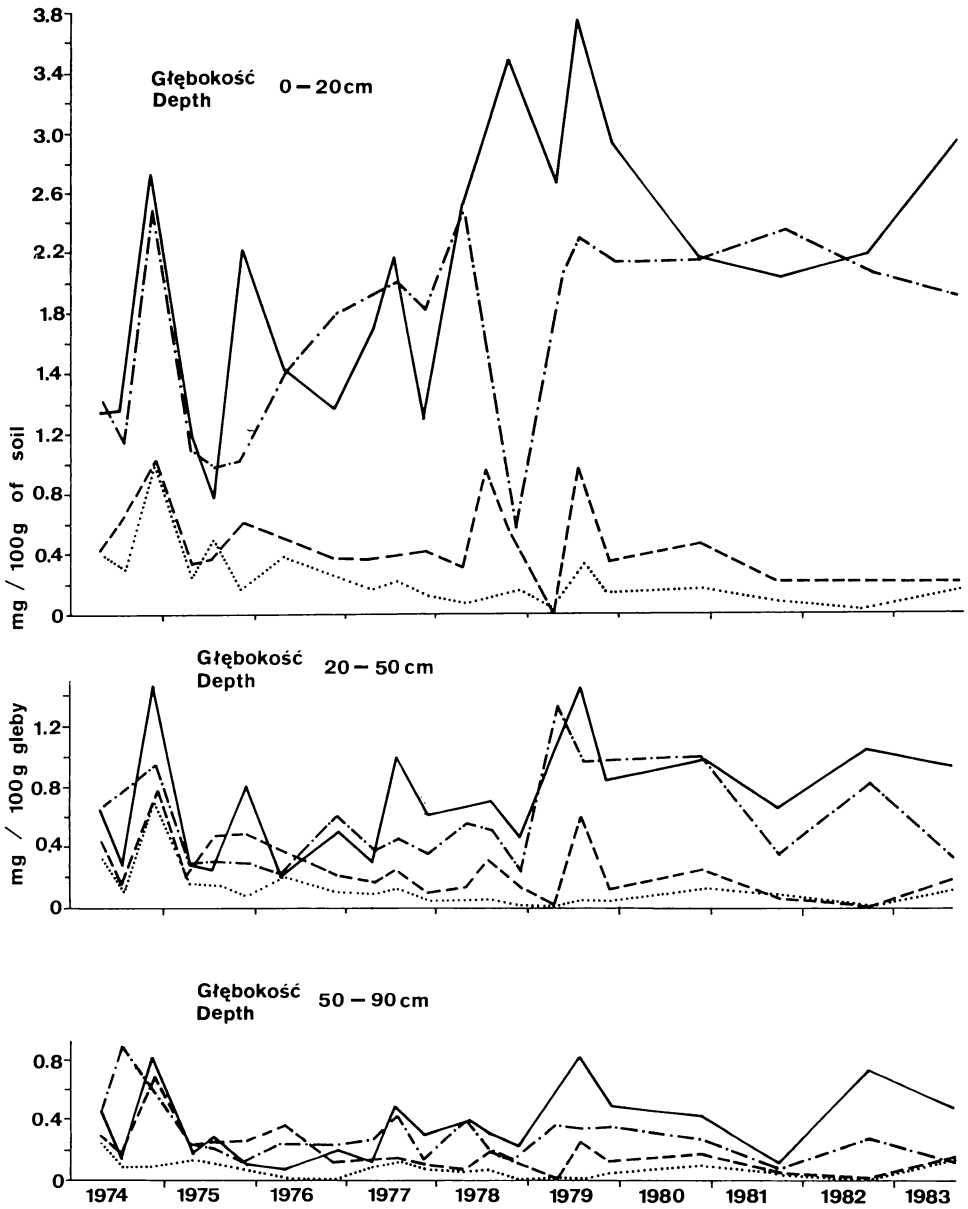
Sód był wprowadzany tylko z wodą w małych ilościach, nastąpiło zatem niewielkie wzbogacenie gleby w sód, zaznaczające się do głębokości 50 cm w przypadku kombinacji nawadnianych (rys. 4).

Po zaprzestaniu zabiegów stwierdzono niewielki systematyczny spadek zawartości Ca, Mg i Na w glebach oraz tendencję do obniżania się zawartości potasu.

Jak wykazano w poprzedniej pracy [3], w miarę wzrostu zawartości kationów zasadowych w glebach nawożonych z nawodnieniem i nawadnianych zwiększyło się 2-3-krotnie wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami oraz znacznie obniżyła się kwasowość gleb. W glebach nawożonych bez nawodnienia niewielki wzrost zasobności gleb w kationy zasadowe nie zrekompensował wzrastającego zakwaszenia. Na kombinacjach tych, podobnie jak i w glebach kontrolnych, stopień wysycenia zasadami zmniejszył się, a kwasowość gleby nieznacznie wzrosła.

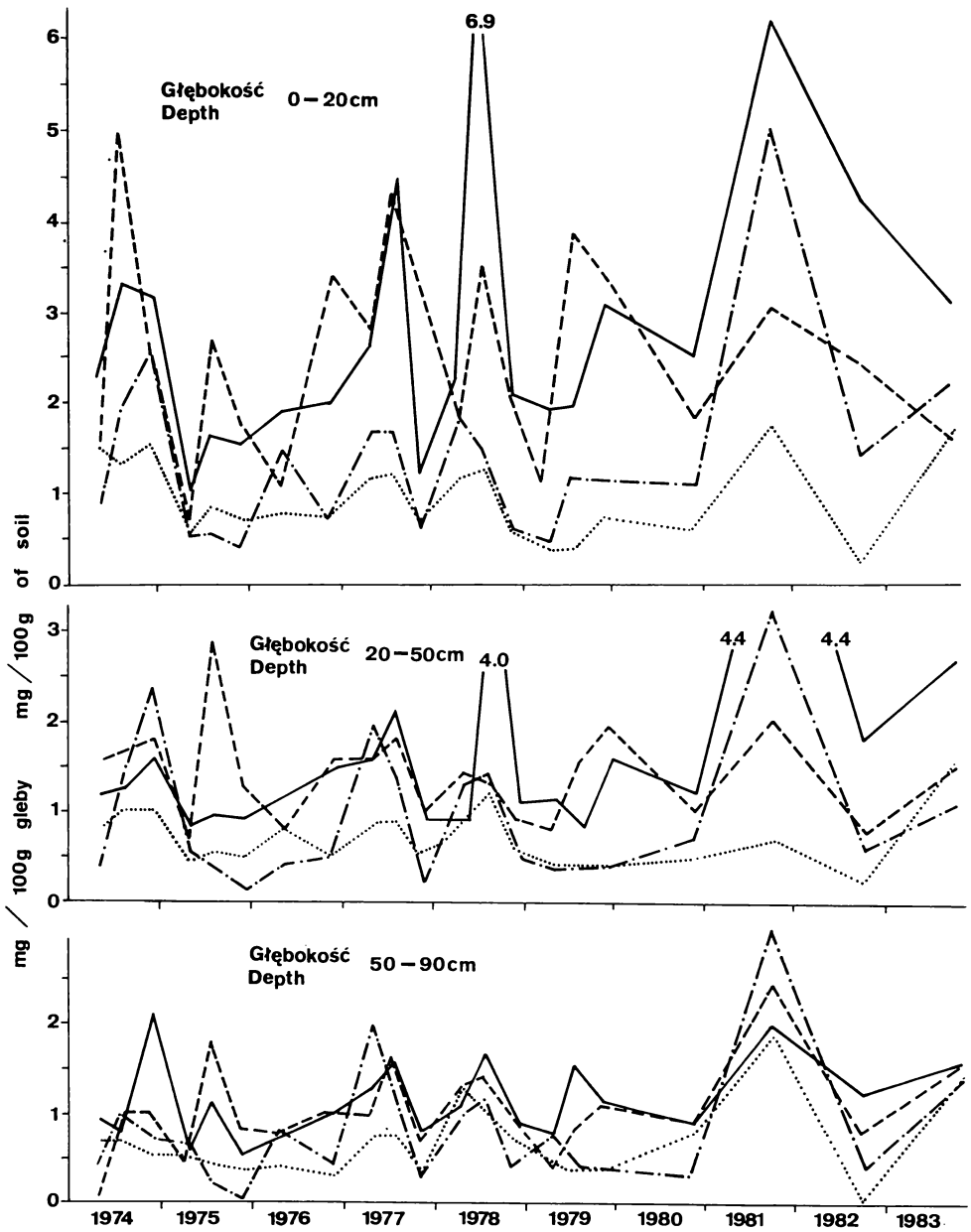
Nawożenie i nawadnianie spowodowały lepszy wzrost roślin w porównaniu z kontrolą. Optymalne warunki wzrostu zapewniało jednak nawożenie w połączeniu z nawodnieniem. Topola silniej reagowała na brak wody (kontrolne rośliny wypadły w 1978 r.), modrzew zaś bardziej reagował na nawożenie (rys. 7). Sosna, jako gatunek najmniej wymagający, miała mało zróżnicowany wzrost na poszczególnych kombinacjach [5].

Zawartość glinu wymiennego (rys. 5) jest zróżnicowana w zależności od kombinacji oraz od głębokości pobrania próbki. W dwuletnich badaniach nie stwierdzono



Rys. 2. Dynamika zawartości magnezu wymiennego w glebie pod topolą. Obj. jak na rys. 1  
 Fig. 2. Dynamics of the exchangeable magnesium content in the soil under poplar tree.

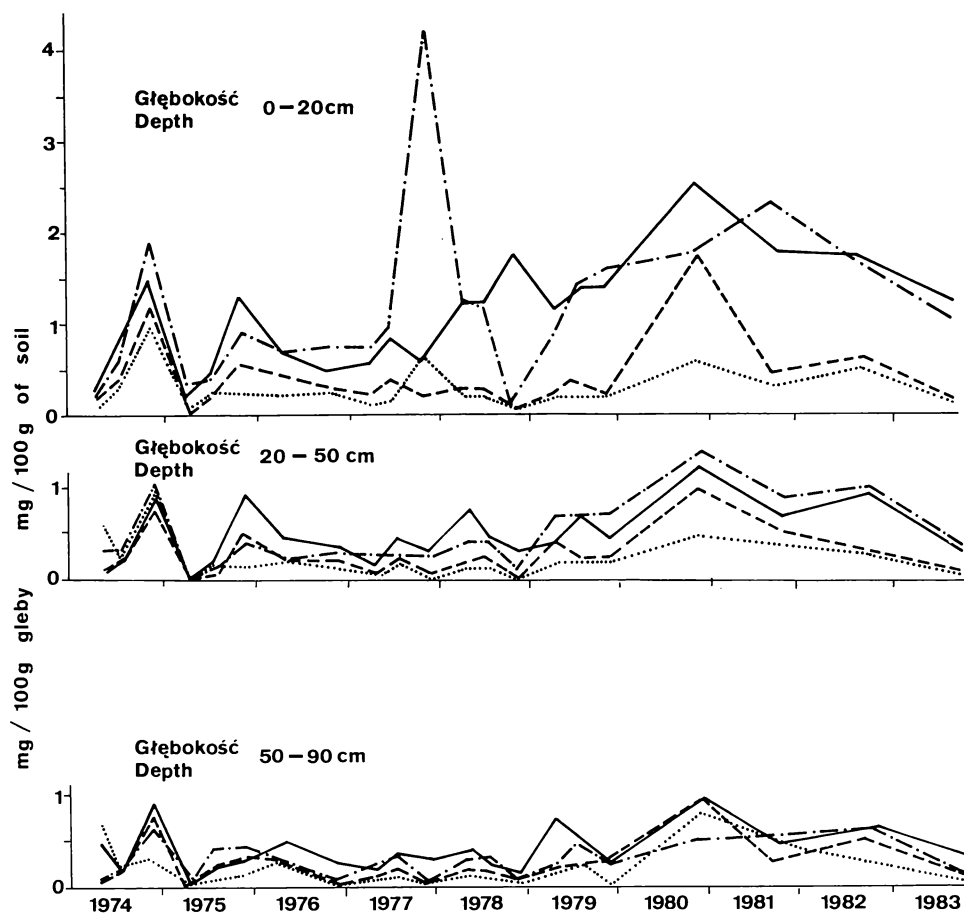
Explanations — s. Fig. 1



Rys. 3. Dynamika zawartości potasu wymiennego w glebie pod topolą. Obj. jak na rys. 1.

Fig. 3. Dynamics of the exchangeable potassium content in the soil under poplar tree.

Explanations — s. Fig. 1



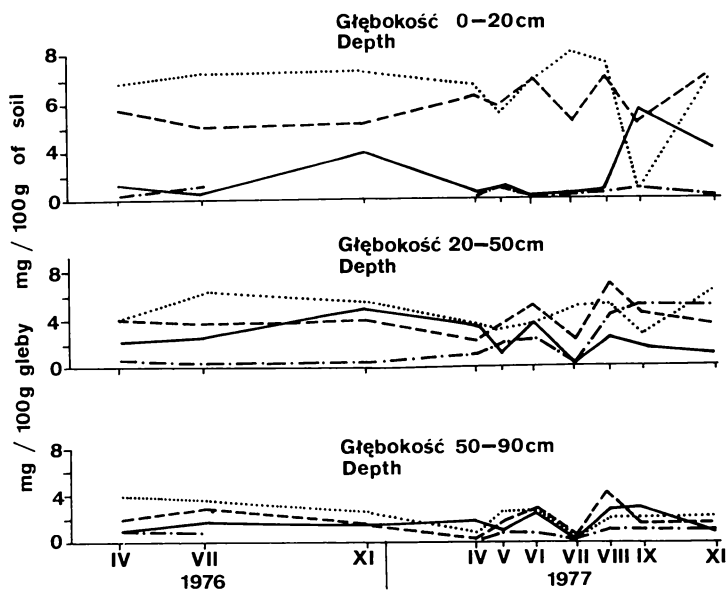
Rys. 4. Dynamika zawartości sodu wymiennego w glebie pod topolą. Obj. jak na rys. 1

Fig. 4. Dynamics of the exchangeable sodium content in the soil under poplar tree.

Explanations — s. Fig. 1

zmienności uwarunkowanej terminem pobrania próbek. Największe ilości glinu wymiennego występują w poziomach powierzchniowych gleb nie nawożonych i nie nawadnianych, co świadczy o intensywnych procesach wietrzenia w glebach zawierających dużą ilość szkieletu [2]. Gleby nawożone z nawadnianiem i nawadniane zawierają znacznie mniej Al wymiennego (rys. 5). Glin w tych kombinacjach może być unieruchomiony na skutek wprowadzenia dużych ilości wapnia z wodą studzienną z Puczniewa. W warstwach głębszych uwalniają się mniejsze ilości glinu, obserwuje się również kompensacyjny wpływ przemieszczonego wapnia w glebach nawożonych z nawadnianiem i nawadnianych, które zawierają najmniej glinu.

Zawartość glinu stwierdzona w badanych glebach może mieć ujemny wpływ na wzrost roślin przy stosowaniu nawozów bez nawadniania i na kontroli oraz w niektórych przypadkach przy nawożeniu klasycznym z wodą. Jak podają niektórzy autorzy



Rys. 5. Dynamika zawartości glinu ruchomego w glebie pod topolą. Obj. jak na rys. 1  
 Fig. 5. Dynamics of the exchangeable aluminium content in the soil under poplar tree.  
 Explanations — s. Fig. 1

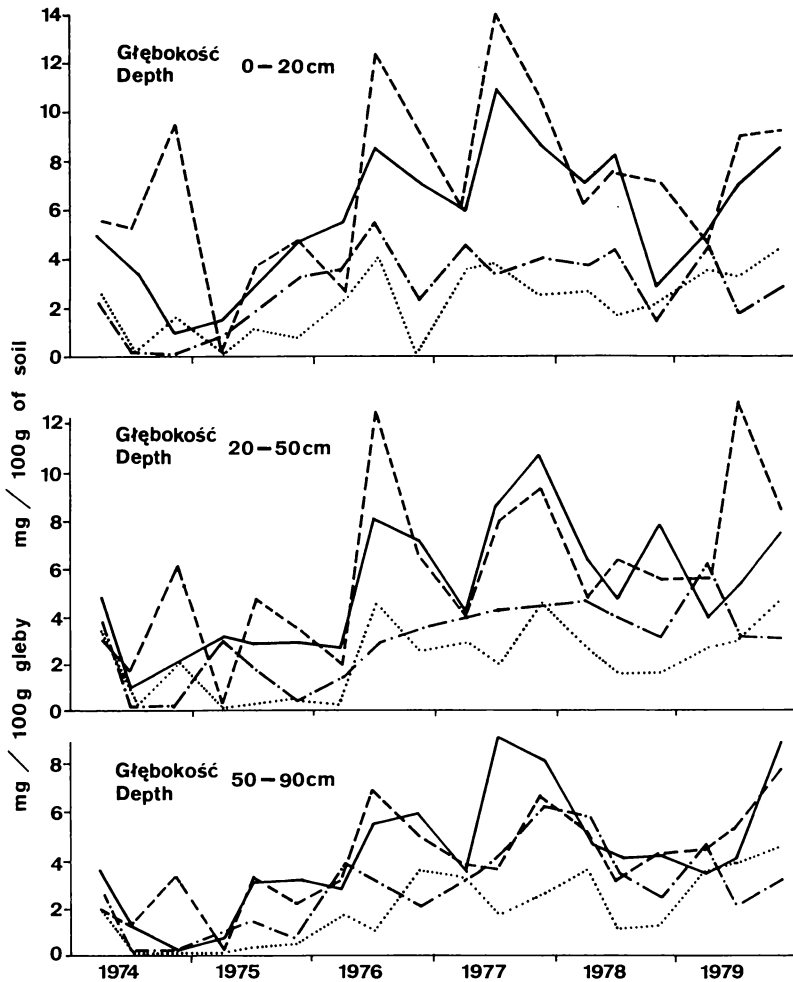
[4, 6], koncentracja  $Al_{wym.}$  powyżej 1,5 mg/100 g gleby wskazuje na potrzebę wapnowania, aby nie dopuścić do uruchomienia glinu w glebach.

Zawartości siarczanów wykazują dużą zmienność w sezonie wegetacyjnym z tendencją do maksimum w środku lata. Najwięcej siarczanów (rys. 6) występuje w poziomach 0-20 cm gleb nawożonych mineralnie z wodą i bez nawodnienia. Ulegają one wyraźnemu przemieszczaniu w głąb profilu. Gleby kontrolne zawierają również pewne ilości siarczanów, jednak nie przekraczające 4 mg/100 g gleby. W glebach nawadnianych wodą studzienną występuje więcej anionów siarczanowych niż w glebie z kontroli. Od lipca 1976 r. obserwuje się tendencję do wzrostu ilości siarczanów w profilu gleb z wszystkich kombinacji.

Jony chloru, którego źródłem mogło być nawożenie (KCl), pojawiały się tylko okresowo w środku sezonu wegetacyjnego w glebach nawożonych bez nawadniania oraz nawożonych z wodą i były wymywane poza profil do listopada [5]. W latach o mniejszej ilości opadów (1976 i 1979) zanotowano małe ilości chlorków (od 0,4 do 1,3 mg/100 g gleby) pod sosną i modrzewiem także w listopadzie, które do kwietnia roku następnego zostały również wymyte. Wpływu następczego po zaprzestaniu nawożenia i nawodnienia nie badano.

## WNIOSKI

1. Składniki pokarmowe wprowadzane z nawozami i z wodą są absorbowane w glebach piaszczystych głównie w warstwie wierzchniej o dużej pojemności sorpcyjnej warunkowanej obecnością próchnicy.



Rys. 6. Dynamika zawartości jonów siarczanowych w glebie pod topolą. Obj. jak na rys. 1  
 Fig. 6. Dynamics of the content of sulphate ions in the soil under poplar tree. Explanations — s. Fig. 1

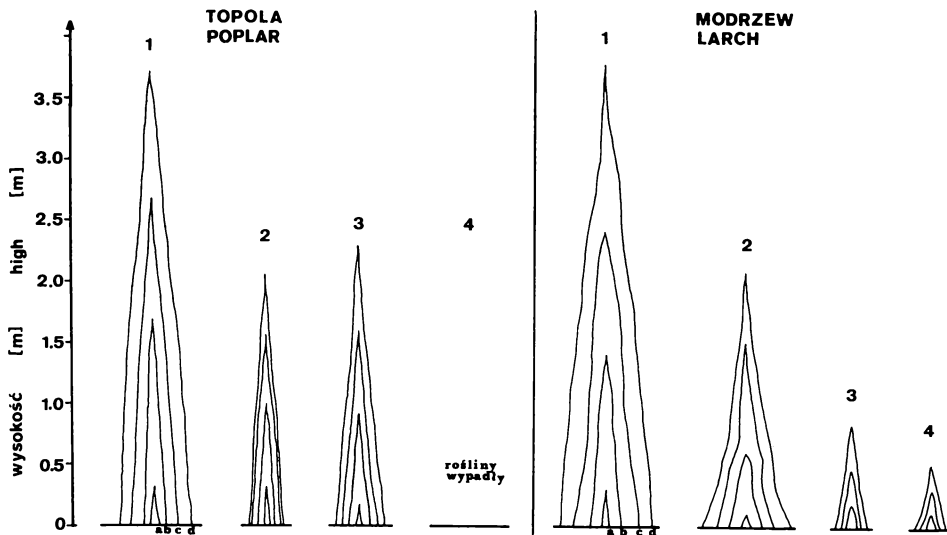
2. Dynamika wapnia, magnezu i sodu wymiennego w dużym stopniu zależy od nawodnienia wodą studzienną z Puczniewa; natomiast dynamika potasu wymiennego związana jest głównie z nawożeniem.

3. Osiągnięta w wyniku nawożenia i nawadniania większa zasobność gleb w kationy wymienne utrzymuje się po zaprzestaniu zabiegów, chociaż w ciągu trzech lat zaznacza się tendencja do spadku zawartości badanych kationów.

4. W badanych glebach obserwuje się kompensacyjny wpływ wprowadzanego z wodą wapnia na zawartość glinu wymiennego.

5. Stwierdzone ilości chlorków i siarczanów nie wpływają szkodliwie na rośliny.





Rys. 7. Dynamika przyrostu pędu głównego topoli i modrzewia na grubość i wysokość według Ważyńskiej i Bogacińskiego [5]. Obj. 1, 2, 3, 4 jak na rys. 1, a — 1973 r., b — 1975 r., c — 1977 r., d — 1979 r.

Fig. 7. Dynamics of the main shoot increment of the poplar and larch trees on their thickness and height after Ważyńska and Bogaciński [5]. Explanations of 1, 2, 3 and 4 — s. Fig. 1, a — 1973, b — 1975, c — 1977, d — 1979

LITERATURA

[1] Białkiewicz F., Dobrzański B., Konecka-Betley K. (red.) Leśne oczyszczanie i wykorzystanie ścieków w aspekcie ochrony środowiska przyrodniczego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1978, 204: 61-109, 165-299.

[2] Konecka-Betley K., Białkiewicz F., Czępińska-Kamińska D., Janowska E. Wpływ nawodnienia ściekami komunalnymi na właściwości gleb piaszczystych w doświadczeniach leśnych. Roczn. Glebozn. 1980, 31, 2: 151-173.

[3] Konecka-Betley K., Czępińska-Kamińska D., Janowska E. Dynamika fizykochemicznych właściwości gleb nawadnianych ściekami komunalnymi. Pr. IBL 1991, 692-709, 699: 89-115.

[4] Matzner E., Hetsch W. Beitrag zum Elementaustausch mit dem Sickerwasser unter verschiedenen Ökosystemen im nordwestdeutscher Flachland. Z. Pflanzenernährung Bodenkd. 1981, 144, 1: 64-73.

[5] Praca zbiorowa „Badania wpływu melioracji wodnych na właściwości fizykochemiczne gleby oraz na niektóre procesy fizjologiczne roślin drzewiastych”. Synteza badań za okres 1973-1980 (maszynopis). Kat. Gleboznawstwa SGGW, Warszawa.

[6] Stahlberg S. Estimation of the requirement of liming by determination of exchangeable soil aluminium. A trial application in Swedish cultivated soils. Acta Agric. Scand. 1982, 32, 4: 357-367.

Д. ЧЕМПИНЬСКА-КАМИНЬСКА, Э. ЯНОВСКА

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И ОРОШЕНИЯ НА ДИНАМИКУ  
ВЫБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Кафедра почвоведения Варшавской сельскохозяйственной академии

Резюме

Представлены результаты несколькихлетних исследований по влиянию удобрения и орошения на динамику обменных форм Ca, Mg, K, Na, Al и водорастворимых анионов SO<sub>4</sub> и Cl в

песчаной почве под лиственницей, топодем и сосной в деляночном опыте. Установлено повышение содержания питательных веществ в почвах с минеральным удобрением и орошением, а также лучший рост растений. Применяемые классические дозы удобрений учитывающие питательные требования растений не вызвали загрязнения глубинных вод. Бивалентные катионы более сильно связанные в сорбционном комплексе удерживались в почвах на высшем уровне на протяжении трех лет после прекращения мероприятий, тогда как содержание унивалентных катионов систематически снижалось.

Не были установлены вредные количества сульфатов и хлоридов. Минеральное удобрение в сочетании с орошением и орошение колодезной водой компенсирует мобилизуемый обменный алюминий.

D. CZEPIŃSKA-KAMIŃSKA, E. JANOWSKA

## EFFECT OF SEVERAL-YEAR MINERAL FERTILIZATION AND IRRIGATION ON THE DYNAMICS OF SELECTED ELEMENTS IN FOREST SOILS

Department of Soil Science, Agricultural University of Warsaw

### Summary

Results of several-year investigations concerning the effect of fertilization and irrigation on the dynamics of exchangeable forms of Ca, Mg, K, Na and Al and water-soluble SO<sub>4</sub> and Cl anions under larch, poplar and pine in the plot experiment are presented. An increase of the content of nutrients in soils with mineral fertilization and irrigated as well as better growth of plants were observed. Classical fertilizer rates in accordance with plant requirements in nutrients did not cause any contamination of ground waters. A higher level of bivalent cations maintained in the sorption complex after discontinuation of the above measures, although a decreasing tendency in the content of univalent cations was marked within 3 years.

No harmful amounts of sulphates and chlorides in soil have been found. The mineral fertilization jointly with irrigation as well as irrigation with well water result in compensation of the mobilized exchangeable aluminium.

*Dr D. Czepińska-Kamińska*

*Katedra Gleboznawstwa*

*SGGW w Warszawie*

*02-528 Warszawa, Rakowiecka 26/30*

*Praca wpłynęła do redakcji w lutym 1991 r.*