
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. LIV, 19

SECTIO E

1999

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego Akademii Rolniczej w Lublinie
Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych Akademii Rolniczej w Lublinie

ELŻBIETA JOLANTA BIELIŃSKA, JAN MAGIERSKI,
JANUSZ WIŚNIEWSKI

*Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość niektórych metali
ciężkich w glebie pod uprawą tytoniu*

The Effect of Mineral Fertilization on the Content of Some Heavy Metals
in Soil Under Tobacco

Badania dotyczące zanieczyszczenia środowiska glebowego przez pierwiastki śladowe (nazywane popularnie metalami ciężkimi) są coraz bardziej aktualne ze względu na rozwój przemysłu i transportu. Koniecznym warunkiem ochrony ekologicznej gleb jest ograniczenie emisji przemysłowej oraz racjonalna chemizacja rolnictwa. Zróżnicowanie chemiczne właściwości gleb Polski, pogłębiane niewłaściwym nawożeniem, przyczynia się do naruszeń równowagi jonowej w środowisku przyrodniczym (Terela i wsp. 1995). Według Czarnowskiej (1983) najzasobniejsze w niektóre metale ciężkie są gleby wytworzone z bazaltu, a najuboższe rędziny czarnoziemne. Liczne badania (Dudka 1989; Kabata-Pendias i wsp., 1993; Motowicka-Terela i wsp. 1993; Terela i wsp., 1995) dowodzą, że w Polsce przeważają jeszcze gleby o prawie nienaruszonych proporcjach zawartości metali ciężkich. Przekroczenie ich zawartości ponad dopuszczalną granicę wymienieni autorzy stwierdzają jedynie w glebach dużych aglomeracji miejskich oraz w glebach regionów przemysłowych. Badania Lipieckiego (1991) wykazały niski poziom skażeń gleby w rejonie Lublina. Jest to zgodne z wynikami otrzymanymi przez Wojciechowską-Mazurek i wsp. (1995) w województwie lubelskim.

Celem prezentowanych badań była ocena wpływu stosowania nawozu wieloskładnikowego (Flovit^{*}) oraz tradycyjnych nawozów pojedynczych (NPK) na zawartość niektórych metali ciężkich w glebie brunatnoziemnej pod uprawą tytoniu papierosowego.

MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono w warunkach doświadczenia polowego w Kijanach na glebie brunatnoziemnej wytworzonej z utworów lessowatych, zaliczanej do II klasy bonitacyjnej, pod uprawą tytoniu papierosowego jasnego w typie Virginia. Skład granulometryczny badanej gleby przedstawiono w tab. 2. Zgodnie z podziałem fizjograficznym Chałubińskiej i Wilgata teren ten przynależy do rejonu Równiny Łuszczowskiej podrejonu Zachodniego. Doświadczenie założono wiosną 1995 r. Badaniami objęto trzy obiekty doświadczalne: A – gleba nawazona nawozem wieloskładnikowym 700 kg Flovitu ha^{-1} ; B – gleba nawazona 240 kg NPK ha^{-1} w postaci saletry amonowej (30 kg N ha^{-1}), superfosfatu potrójnego (90 kg P_2O_5 ha^{-1}), siarczanu potasu (120 kg K_2O ha^{-1}); K – gleba bez nawożenia mineralnego (obiekt kontrolny).

Próbki glebowe do analiz pobrano jesienią r. 1997 z trzech warstw: 0-5 cm, 5-15 cm i 15-20 cm. Oznaczono w nich zawartość chromu, cynku, kadmu, manganu, miedzi, niklu, ołowiu i żelaza, stosując metodę spektrometrii emisyjnej ICP przy użyciu aparatu Leeman Labs PS 950. Wstępną mineralizację próbek glebowych przeprowadzono w piecach mikrofalowych Prolabo, stosując mieszaninę kwasu azotowego i nadchlorowego (1:1 v/v). Oznaczono całkowitą zawartość badanych pierwiastków. W badanych próbkach oznaczono ponadto zawartość węgla ogółem metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa, pH w 1 mol KCl potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej i skład granulometryczny metodą areometryczną w modyfikacji Prószyńskiego.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Z danych zamieszczonych w tab. 1 wynika, że zawartość większości analizowanych metali ciężkich w glebie badanych obiektów nie przekraczała wartości uznawanych za naturalne tło (Kabata-Pendias i wsp. 1993). Jedynie zawartość cynku w glebie nawożonej tradycyjnymi nawozami pojedynczymi (240 kg NPK ha^{-1}) przewyższała wartości podawane za przeciętne w piśmiennictwie (Kabata-Pendias i wsp. 1993; Turski i Baran 1995). Zawartość cynku została oceniona jako zawartość podwyższona (stopień I), co oznacza, że gleba ta może być przeznaczona pod wszystkie uprawy polowe, z ograniczeniem warzyw przeznaczonych dla dzieci.

*Flovit – kompletny nawóz mineralny, bezchlorkowy w postaci granulowanej o następującym składzie chemicznym: N – 4%, P_2O_5 – 12%, K_2O – 18%, MgO – 7%, CaO – 10%, B – 0,02%, Zn – 0,10%, Mn – 0,15%, Cu – 0,10%, Mo – 0,002%, Fe – 0,30% (Wiśniewski 1997).

Tab. 1. Zawartość niektórych metali ciężkich w glebie badanych obiektów
Content of some heavy metals of soil in the studied objects

Obiekt	Głębokość (cm)	Cr	Zn	Cd	Mn	Cu	Ni	Pb	Fe
		(mg/kg)							
A	0-5	52,5	206	0,237	346	14,0	13,5	7,3	7340
	5-15	50,9	200	0,077	341	12,3	12,6	6,9	7410
	15-20	47,5	182	0,069	328	11,6	12,4	7,0	7590
	Średnia z obiektu	50,3	196	0,128	338	12,6	12,8	7,1	7447
B	0-5	78,4	305	0,264	326	11,1	11,5	16,5	6720
	5-15	84,2	322	0,282	382	14,5	12,4	19,1	7410
	15-20	86,7	326	0,204	384	8,4	10,7	17,2	7150
	Średnia z obiektu	83,1	318	0,250	364	11,3	11,4	17,6	7110
K	0-5	48,1	179	0,101	390	11,9	13,2	8,2	7410
	5-15	45,6	174	0,082	389	11,1	12,5	7,9	7150
	15-20	45,4	171	0,068	387	7,9	10,8	7,6	6720
	Średnia z obiektu	46,4	175	0,084	389	10,3	12,2	7,9	7093

A – gleba nawożona 700 kg Flovitu ha^{-1} , B – gleba nawożona 240 kg NPK ha^{-1} , K – gleba bez nawożenia mineralnego.

Zawartość badanych pierwiastków w glebie była zróżnicowana w zależności od stosowanego nawożenia i głębokości (tab. 1). Gleba nawożona 240 kg NPK ha^{-1} zawierała ok. dwukrotnie więcej chromu, cynku, kadmu i ołowiu niż gleba nawożona Flovitem. Na podkreślenie zasługuje fakt, że zawartość chromu, cynku i ołowiu w glebie nawożonej nawozem wieloskładnikowym kształtowała się na takim samym poziomie, jak w glebie bez nawożenia mineralnego. Jedynie zawartość kadmu w glebie obiektu kontrolnego była trzykrotnie niższa w porównaniu z glebą nawożoną tradycyjnymi nawozami pojedynczymi. Rodzaj stosowanego nawożenia mineralnego nie wpływał natomiast na zawartość manganu, miedzi, niklu i żelaza w badanej glebie (tab. 1). Uzyskane wyniki świadczą o tym, że tradycyjne pojedyncze nawozy mineralne są zanieczyszczone niektórymi metalami ciężkimi (chromem, cynkiem, kadmem i ołowiem). Kabata-Pendias i Pendias (1993) podkreślają, że znaczącym źródłem pierwiastków śladowych w glebach są nawozy mineralne. Również stosowanie Flovitu przyczyniło się do wzrostu zawartości kadmu w glebie – ok. dwukrotnego w porównaniu z glebą bez nawożenia mineralnego (tab. 1). Według Kabaty-Pendias i Pendiasa (1993) duże ilości kadmu wprowadzane są do gleb łącznie z nawozami fosforowymi i odpadami komunalnymi.

Zmiany zawartości badanych metali ciężkich w glebie wraz z głębokością były zróżnicowane w zależności od stosowanego nawożenia (tab. 1). W glebie nawożonej nawozem wieloskładnikowym oraz w glebie obiektu kontrolnego zawartość większości metali ciężkich zmniejszała się wraz z głębokością. Według Kabaty-

Tab. 2. Ogólne właściwości gleby badanych obiektów
General properties of soil in the studied objects

Obiekt	Głębokość (cm)	Skład granulometryczny (%)			Węgiel ogółem (%)	pH_{KCl}
		mm				
		1,0-0,1	0,1-0,02	< 0,02		
A	0-5	24	41	34	0,98	5,05
	5-15	23	40	37	1,08	5,15
	15-20	22	40	39	0,91	5,32
B	0-5	23	43	34	0,72	4,12
	5-15	22	41	35	0,81	4,36
	15-20	24	39	34	0,78	4,40
K	0-5	25	39	36	0,89	4,88
	5-15	27	38	34	0,88	4,68
	15-20	21	39	34	0,73	4,74

Objaśnienia jak w tab. 1.

-Pendias i wsp. (1993) pierwiastki śladowe zatrzymywane są w powierzchniowej warstwie gleby, a ich przemieszczanie jest bardzo powolne. Substancja organiczna gleb tworzy dosyć trwałe wiązania z niektórymi metalami ciężkimi i dlatego następuje ich akumulacja w powierzchniowych poziomach gleb mineralnych (Kabata-Pendias i Pendias 1993). Wyjątek stanowiło żelazo, jego zawartość rosła w głębszych warstwach gleby; podobną prawidłowość stwierdzili inni autorzy (Ligocki i wsp. 1988; Lipicki 1991). Natomiast w glebie nawożonej tradycyjnymi nawozami pojedynczymi odnotowano wzrost zawartości badanych metali ciężkich w głębszej warstwie gleby (5-15 cm) w porównaniu z warstwą powierzchniową (0-5 cm). Współczynnik zmienności mieścił się w granicach 5-15%, z wyjątkiem miedzi (23% – tab. 1). Przyczyną tego zjawiska mogła być degradacja chemiczna gleby omawianego obiektu, spowodowana silnym jej zakwaszeniem oraz zmniejszeniem zawartości węgla ogółem (tab. 2). Zarejestrowane obniżenie odczynu gleby pod wpływem stosowania tradycyjnych nawozów pojedynczych wynosiło ok. jednostki pH , zaś spadek zawartości węgla ogółem w glebie wynosił ok. 25% w stosunku do gleby nawożonej nawozem wieloskładnikowym i gleby bez nawożenia mineralnego. Sugestia ta znajduje potwierdzenie w wynikach badań Jackowskiej (1997), która stwierdziła, że wzrost kwasowości gleby prowadził do uruchamiania jonów metali ciężkich. Zawartość substancji organicznej w glebie decyduje również w znacznym stopniu o mobilności pierwiastków śladowych w środowisku glebowym (Jackowska 1995; Kabata-Pendias i wsp. 1993). Rozpuszczalność metali ciężkich często jest przedstawiana jako funkcja

odczynu gleb w nawiązaniu do ilości i jakości substancji organicznej (Kabata-Pendias i Pendias 1993). W literaturze naukowej poglądy na temat uruchamiania pierwiastków śladowych w glebie i ich przemieszczania się w profilach glebowych są rozbieżne. Według Mc Grath i Lane (1989) oraz Williamsa i wsp. (1987) pierwiastki śladowe nie przemieszczają się poniżej warstwy ornej nawet w warunkach znacznego ich wprowadzenia do gleby (np. w formie osadów ściekowych), natomiast inni autorzy (Ręczyński-Dutka 1991; Ruszkowska i wsp. 1995; Sykut 1993) dowiedli, że pierwiastki te mogą być transportowane nawet do wód podziemnych.

WNIOSKI

1. Zawartość większości analizowanych metali ciężkich (Cr, Cd, Mn, Cu, Ni, Pb i Fe) w glebie badanych obiektów nie przekraczała wartości uznawanych za tło naturalne. Jedynie zawartość cynku w glebie nawożonej tradycyjnymi nawozami pojedynczymi ($240 \text{ kg NPK ha}^{-1}$) została oceniona jako zawartość podwyższona (stopień I).

2. Gleba nawożona $240 \text{ kg NPK ha}^{-1}$ zawierała ok. dwukrotnie więcej chromu, cynku, kadmu i ołowiu niż gleba nawożona Flovitem, co dowodzi, że tradycyjne pojedyncze nawozy mineralne są zanieczyszczone tymi pierwiastkami.

3. Stosowanie Flovitu przyczyniło się do wzrostu zawartości kadmu w glebie – ok. dwukrotnego w porównaniu z glebą bez nawożenia mineralnego.

4. W glebie nawożonej tradycyjnymi nawozami pojedynczymi odnotowano wzrost zawartości badanych pierwiastków śladowych wraz z głębokością.

5. W glebie nawożonej nawozem wieloskładnikowym oraz w glebie obiektu kontrolnego zawartość większości metali ciężkich (poza żelazem) zmniejszała się wraz z głębokością.

6. Otrzymane wyniki badań wskazują na to, że stosowanie nawozu wieloskładnikowego zmniejszyło ilość wprowadzonych do gleby metali ciężkich oraz ograniczyło ich migrację w głąb profilu.

PIŚMIENNICTWO

1. Czarnowska K.: Wpływ skały macierzystej na zawartość metali ciężkich w glebach. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 242, 51-61, 1983.
2. Dudka S.: Naturalne zawartości kadmu i cynku w glebach Polski i w wybranych roślinach jednoliściennych. Pam. Puł., 95, 207-214, 1989.
3. Jackowska I.: Uruchamianie jonów metali ciężkich w materiale lessowym pod wpływem wodnych roztworów HCl i zmiany temperatury. Rozprawy Naukowe AR w Lublinie, 199, 1997.

4. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1993.
5. Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H., Witek T.: Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Wyd. IUNG Puławy, P53, 1-20, 1993.
6. Ligocki P., Olszewski T., Słowik K.: Heavy Metal Content of the Soils, Apple Leaves, Spurs and Fruit from Three Experiment Orchards. I. Soils. II. Leaves, Spurs and Fruit. III. Changes in the Heavy Metal Content of Apple Plant Material as Influenced by Cultivar and Years. Fruit Science Reports, 15(1): 27-52, 1988.
7. Lipiecki J.: Zawartość niektórych metali ciężkich i mikroelementów w sadzie w Felinie. Materiały Sesji Metale ciężkie w środowisku przyrodniczym Lublin, Towarzystwo Wolnej Wszechnicy Polskiej, 31-34, 1991.
8. McGrath S. P., Lane P. W.: An Explanation for the Apparent with Sewage Sludge. Environ. Pollution 60, 235-256, 1989.
9. Motowicka-Terelak T., Dudka S.: Degradacja chemiczna gleb zanieczyszczonych siarką i jej wpływ na rośliny uprawne. Wyd. IUNG Puławy, R284, 1-95, 1983.
10. Ręczyński A., Dudka M.: Modification of Heavy Metals Concentrations in Ground Waters by the Soils Profile. Pol. Arch. Hydrob. 3/4, 347-359, 1991.
11. Ruszkowska M., Kusio M., Sykut S.: Zawartość pierwiastków śladowych w przesączach glebowych i wodach opadowych w warunkach doświadczenia lizymetrycznego. Prace Instytutów i Lab. Badawczych Przem. Spoż., 50 55-64, Warszawa 1995.
12. Starska K., Ćwiek-Ludwicka K., Brulińska-Ostrowska E.: Zawartość ołowiu, kadmu, rtęci, cynku i miedzi w owocach z różnych regionów Polski. Roczn. PZH, 46(3) 223-238, 1995.
13. Sykut S.: Dynamika procesu wymywania składników mineralnych z gleb w doświadczeniu lizymetrycznym. II. Kationy. Pam. Puł., 103, 37-56, 1993.
14. Terelak H., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T., Wojciechowska-Mazurek M., Zawadzka T., Karłowski K., Budzyńska K.: Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 45-60, 1995.
15. Turski R., Baran S.: Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, 1995.
16. Williams D.E., Vlamiš J., Pukite A.H., Corey J.E.: Metal Movement in Sludge-Amended Soils: A Nine-Year Study. Soil Sci., 143/2: 124-131, 1987.
17. Wiśniewski K.: Poradnik nawożenia i ochrony roślin. Agrochem, SITR, Warszawa 1997.

SUMMARY

The studies which examined the effect of using a multicomponent fertilizer (Flovit) and traditional one-component fertilizers (NPK) on the content of some heavy metals in the brown soil under tobacco cultivation were conducted in the conditions of a field experiment at Kijany. The investigated object is located on the area belonging to the region of the Łuszczów Plain, which is a sub-region of the Lublin Upland.

It follows from the investigations that the content of the majority of the analyzed heavy metals (Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Fe) in the soil did not exceed the values considered as the natural background.

Only the content of zinc in the soil fertilized with traditional one-component fertilizers ($240 \text{ kg PK ha}^{-1}$) was estimated as increased (degree I). The soil fertilized with $240 \text{ kg NPK ha}^{-1}$ contained about twice as much chromium, zinc, cadmium and lead as the soil fertilized with Flovit, which indicates that traditional one component mineral fertilizers are contaminated with those elements. At the same time this soil showed an increased content of trace metals in the deeper layer (5-15 cm) as compared to the surface layer (0-5 cm). On the other hand, in the soil fertilized with multi-component fertilizer the content of most heavy metals (except iron) decreased together with the depth. The results point out that the use of multi-component decreased the quantity of heavy metals introduced to the soil as well as it limited their migration deeper into the soil profile.

JADWIGA FURCZAK, CZESŁAW SZEWCZUK, MARIA FLIS-BUJAK

*Badania nad przydatnością niektórych testów
mikrobiologicznych i biochemicznych
do oceny biologicznej aktywności gleb w chmielakach*

*Studies on the Usefulness of Certain Microbiological and Biochemical
Tests for Biological Estimation of Soil Activity in Hop Gardens*

Jedną z upraw, która może prowadzić do degradacji gleby w wyniku metabolicznej inoksytacji oraz wzrostu gęstości środowiska glebowego, jest monokultura chmielu (15, 16). Z badań G o s t k o w s k i e j i w s p. (8, 9) oraz D o m s a l a i w s p. (5), prowadzonych w glebie wieloletniego sadu (zgodnie herbicydowy) wynika, że określone testy wykrywcze i biochemiczne mogą być wczesnymi, czułym sygnałem zmian degradacyjnych zaistniałych w tych warunkach. Cytowani autorzy wykazali, że założenia wiążące testy mikrobiologiczne i biochemiczne gleby pod wpływem herbicydów zamykały się zdecydowanie silniej niż właściwości chemiczne. W dalszym ciągu prace nad znalezieniem nowych informacji o aktywności biologicznej gleby chmielaków. Dotyczyły one jedynie wpływu sposobu uprawy tej rośliny, na skład ilościowy i jakościowy niektórych grup drobnoustrojów saprofitycznych, z uwzględnieniem populacji bakterii heterotycznych dla grupów fermentacyjnych (13, 14).

Niniejsze badania miały na celu sprawdzenie, w jakim stopniu testy mikrobiologiczne i biochemiczne mogą być wykorzystywane do oceny degradacji środowiska pod uprawą chmielu, czy zmiany w składzie gatunkowym i wielkości populacji