

## ZAWARTOŚĆ OŁOWIU I KADMU W GLEBACH UPRAWNYCH GÓR SANOCKO-TURCZAŃSKICH, BESKIDU NISKIEGO I BIESZCZADÓW ZACHODNICH\*

*Jan Gąsior*<sup>1</sup>, *Stanisław Opalka*<sup>2</sup>, *Józef Błażej*<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zakład Chemizacji Produkcji Rolniczej w Rzeszowie, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

<sup>2</sup>Profesjonalna Szkoła Biznesu w Sanoku

<sup>3</sup>Katedra Uprawy i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

### Wstęp

Zawartość metali ciężkich w glebach związana jest z jednej strony z naturalną ich zawartością w skale macierzystej [KABATA-PENDIAS 1981; CZARNOWSKA 1996], z drugiej z szeroko rozumianą działalnością człowieka [TURSKI, BARAN 1976; CHOJNICKI, CZARNOWSKA 1993] i ilością opadów atmosferycznych. Wywołuje to silne zróżnicowanie przestrzenne zanieczyszczenia gleb i całych ekosystemów. Pokrywa glebowa terenów górzystych południowo-wschodniej Polski, leżących w obrębie Gór Sanocko-Turczańskich, Bieszczadów Zachodnich i Beskidu Niskiego, wytworzyła się z bardzo niejednorodnych skał osadowych fliszu karpackiego, odbiegających znacznie swoim składem chemicznym i właściwościami fizycznymi od gleb terenów polodowcowych [OCZOŚ, PARTYKA 1971]. Gleby te wymagają odrębnego traktowania również ze względu na rzeźbę terenu i większe opady atmosferyczne.

Obszar Gór Sanocko-Turczańskich wykazuje rzeźbę gór niskich. Przeważają na nim stoki długie i łagodnie nachylone (10–15°), zwłaszcza w górnych częściach. Gleby uprawne położone są zwykle na wysokości 250–400 m n.p.m. Roczne opady wynoszą 900–1000 mm.

Gleby uprawne Bieszczadów Zachodnich i Beskidu Niskiego występują w większości w dolinach położonych na wysokości 350–550 m n.p.m. i na szerokich łagodnych wzniesieniach o nachyleniu 20 do 25°. Średnie roczne opady przekraczają tam 1100 mm.

Celem podjętych badań była ocena zanieczyszczenia ołowiem i kadmem gleb uprawnych w Górach Sanocko-Turczańskich, Bieszczadach Zachodnich i Beskidzie Niskim.

---

\* Opracowano na podstawie wyników badań Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie.

## Materiały i metodyka

Powierzchnia ogólna i udział użytków rolnych w opisywanych obszarach są różnicowane, jednak ich powierzchnie użytków rolnych są zbliżone i wynoszą około 30 tys. ha.

W latach 1992–1997 wybrano 60 punktów badawczych, po 20 z każdego mezoregionu, rozmieszczonych równomiernie na całej powierzchni uprawnej i pobrano z ich warstwy powierzchniowej (0–25 cm) próby glebowe. Większość gleb należała do autogenicznych, brunatnych i płowych, a 12 do napływowych deluwialnych (tab. 1). Do badań porównawczych pobrano w tych punktach próby z warstwy 35–45 cm, którą na podstawie cech morfologicznych profilu zaliczono w większości do skały macierzystej. Zagęszczono punkty badawcze na dominujących w omawianych terenach glebach – brunatnych kwaśnych wylugowanych i brunatnych kwaśnych typowych [GAŚIOR, PARTYKA 1997]. Pobrano tam dalszych 158 prób glebowych z warstwy 0–25 cm.

Tabela 1; Table 1

Liczebność prób poszczególnych typów gleb w badanych obszarach górskich  
Sampling frequency test of particular soil types in investigated mountain regions

| Typ, podtyp gleby<br>Soil type, subtype           | Góry Sanocko-Turczańskie | Beskid Niski | Bieszczady Zachodnie | Ogółem<br>Total |
|---|--------------------------|--------------|----------------------|-----------------|
| Płowe; Lessives                                   | 1                        | –            | 3                    | 4               |
| Brunatne właściwe typowe<br>Brown typical         | –                        | –            | 3                    | 3               |
| Brunatne właściwe wylugowane<br>Leached brown     | 11                       | 11           | 4                    | 26              |
| Brunatne kwaśne typowe<br>Acid brown typical      | 5                        | 2            | 3                    | 10              |
| Brunatne kwaśne bielcowe<br>Acid brown podzolized | –                        | 5            | –                    | 5               |
| Deluwialne właściwe<br>Deluvial proper            | 3                        | –            | 3                    | 6               |
| Deluwialne brunatne<br>Deluvial brown             | –                        | 2            | 4                    | 6               |

Wszystkie próby glebowe po wysuszeniu i oddzieleniu szkieletu trawiono na gorąco w stężonym  $\text{HClO}_4$ . W uzyskanych przesączach zawartość ołowiu i kadmu oznaczono metodą ASA. Oznaczenie materii organicznej wykonano metodą Tiurina, odczyn potencjometrycznie, udział frakcji <0,02 mm i <0,002 mm metodą sedymentacyjną wg Prószyńskiego. Wnioskowanie przeprowadzono na podstawie analizy zmienności według modelu kompletnej randomizacji i współczynników korelacji między niektórymi cechami, przy poziomie istotności  $p=0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Wśród gleb Gór Sanocko-Turczańskich dominują wytworzone na głębokiej zwierzelinie fliszowej o uziarnieniu glin średnich, zwykle pylastych i pyłów. W

Bieszczadach Zachodnich i Beskidzie Niskim przeważały gleby o uziarnieniu glin ciężkich i iłów. Odczyn wszystkich badanych gleb w poziomach powierzchniowych wahał się w przedziale 3,7–7,0 pH, przy czym najczęściej było bardzo kwaśnych 51% i kwaśnych 28%.

Zawartość materii organicznej w poziomie orno-próchnicznym mieściła się w przedziale 0,5–4,0%. W Beskidzie Niskim przekraczała ona średnio 3%, a w Bieszczadach Zachodnich i Górach Sanocko-Turczańskich zawartość próchnicy jest mniejsza od 2,5%.

Tabela 2; Table 2

Ogólna zawartość ołowiu i kadmu w poszczególnych typach gleb  
na dwóch głębokościach

Total contents of lead and cadmium in particular soil types on two depths

| Typ, podtyp gleby<br>Soil type, subtype           | Pb   |       |                 | Cd   |       |                 |
|---|------|-------|-----------------|------|-------|-----------------|
|   | 0–25 | 35–45 | średnia<br>mean | 0–25 | 35–45 | średnia<br>mean |
| Płowe; Lessives                                   | 26,0 | 21,4  | 23,7            | 0,50 | 0,40  | 0,45            |
| Brunatne właściwe typowe<br>Brown typical         | 25,8 | 21,1  | 23,4            | 0,48 | 0,39  | 0,43            |
| Brunatne właściwe wylugowane<br>Leached brown     | 27,0 | 22,1  | 24,5            | 0,43 | 0,26  | 0,34            |
| Brunatne kwaśne typowe<br>Acid brown typical      | 22,2 | 20,1  | 21,1            | 0,31 | 0,24  | 0,27            |
| Brunatne kwaśne bielcowe<br>Acid brown podzolized | 33,2 | 24,9  | 29,0            | 0,58 | 0,37  | 0,47            |
| Deluwialne właściwe<br>Deluvial proper            | 23,5 | 19,5  | 21,5            | 0,38 | 0,43  | 0,40            |
| Deluwialne brunatne<br>Deluvial brown             | 39,1 | 27,5  | 33,3            | 0,56 | 0,32  | 0,44            |

Przebieg procesów chemicznych i biologicznych i ich stabilność w środowisku glebowym jest zagadnieniem złożonym i zależy od wielu czynników, w tym najsilniej od: rodzaju skały macierzystej, uziarnienia, materii organicznej i odczynu [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. Na dużą rolę próchnicy w adsorpcyjnym i jonowymiennym wiązaniu pierwiastków zwracał uwagę już MUSIEROWICZ [1933], a prace POKOJSKIEJ [1992] i DZIADOWIEC [1993] potwierdziły tę zdolność próchnicy również w stosunku do kationów metali ciężkich. We wszystkich 60 punktach badawczych średnie zawartości ołowiu w warstwie orno-próchnicznej gleb różnych typów są wyraźnie wyższe w porównaniu z warstwą 25–35 cm (tab. 2). Gleby Gór Sanocko-Turczańskich i Bieszczadów Zachodnich zawierają mniejsze ilości ołowiu w obu poziomach w porównaniu do gleb Beskidu Niskiego (tab. 3). Zawartość kadmu w poziomach powierzchniowych omawianych gleb waha się od 0,13 do 0,66 mg·kg<sup>-1</sup> i jest przeciętnie o 1/3 wyższa w porównaniu do zawartości w warstwie 35–45 cm. Duża zmienność zawartości ołowiu i kadmu w warstwie 0–25 i 35–45 cm o różnych typologicznie glebach i mezoregionach znajduje potwierdzenie także w pracach innych autorów [DOBRAŃSKI, GLIŃSKI 1970; NIEMYSKA-ŁUKASZUK 1993].

Tabela 3; Table 3

Zawartość ogólnych form metali z grupy nieżelaznych w różnych typach gleb w zależności od regionu (R) i głębokości pobrania próby (G) w mg·kg<sup>-1</sup>

Total content of metals from non-iron group in different soil types depending on the region (R) and depth of sampling (G) in mg·kg<sup>-1</sup>

| Rejon<br>Region                           | Typ, podtyp gleby<br>Soil type, subtype            | Pb   |       |                 | Cd   |       |                 |
|---|--|------|-------|-----------------|------|-------|-----------------|
|   |  | 0-25 | 35-45 | średnio<br>mean | 0-25 | 35-45 | średnio<br>mean |
| Góry<br>Sanocko-<br>Turczańskie           | płowe; lessives                                    | 26,2 | 26,0  | 26,1            | 0,48 | 0,45  | 0,46            |
|   | brunatne właściwe wylugowane<br>leached brown      | 21,3 | 20,8  | 21,0            | 0,45 | 0,27  | 0,36            |
|   | brunatne kwaśne typowe<br>acid brown typical       | 23,1 | 18,5  | 20,8            | 0,30 | 0,26  | 0,28            |
|   | deluwialne właściwe<br>deluvial proper             | 25,0 | 22,2  | 23,6            | 0,36 | 0,49  | 0,43            |
|   | średnio; mean                                      | 23,9 | 21,9  | 22,9            | 0,40 | 0,37  | 0,38            |
| Beskid Niski                              | brunatne właściwe wylugowane<br>leached brown      | 32,6 | 23,6  | 28,1            | 0,47 | 0,30  | 0,38            |
|   | brunatne kwaśne typowe<br>acid brown typical       | 20,6 | 17,6  | 19,1            | 0,20 | 0,24  | 0,22            |
|   | brunatne kwaśne bielicowe<br>acid brown podzolized | 33,2 | 24,9  | 29,0            | 0,58 | 0,38  | 0,47            |
|   | deluwialne brunatne<br>deluvial brown              | 41,0 | 31,0  | 36,0            | 0,60 | 0,34  | 0,47            |
|   | średnio; mean                                      | 31,8 | 24,3  | 28,0            | 0,46 | 0,31  | 0,38            |
| Bieszczady<br>Zachodnie                   | płowe; lessives                                    | 25,8 | 16,9  | 21,3            | 0,52 | 0,36  | 0,44            |
|   | brunatne właściwe typowe<br>brown typical          | 25,8 | 21,1  | 23,4            | 0,48 | 0,39  | 0,43            |
|   | brunatne właściwe wylugowane<br>leached brown      | 27,2 | 21,9  | 24,6            | 0,36 | 0,22  | 0,29            |
|   | brunatne kwaśne typowe<br>acid brown typical       | 23,0 | 24,1  | 23,5            | 0,44 | 0,23  | 0,38            |
|   | deluwialne właściwe<br>deluvial proper             | 22,0 | 20,5  | 21,3            | 0,41 | 0,37  | 0,39            |
|   | deluwialne brunatne<br>deluvial brown              | 37,2 | 24,1  | 30,6            | 0,51 | 0,30  | 0,40            |
|   | średnio; mean                                      | 26,8 | 21,4  | 24,1            | 0,45 | 0,31  | 0,38            |
| Średnio; Mean                             | 27,5   | 22,5 | 25,0  | 0,44            | 0,33 | 0,38  |                 |
| NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub> | R  | 2,8  |       |                 | r.n. |       |                 |
|   | G  | 2,9  |       |                 | 0,06 |       |                 |
|   | RxG  | r.n. |       |                 | r.n. |       |                 |

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Większe ilości ołowiu i kadmu w poziomach orno-próchnicznych mogą wskazywać na ich zanieczyszczenie występujące w ostatnim okresie. Mieszczą się one w granicach norm podawanych w literaturze dla gleb niezanieczyszczonych [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993; Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska 1995], są jednak podwyższone w stosunku do średnich tła geochemicznego gleb terenów polodowcowych [CZARNOWSKA 1996].

Analiza zawartości ołowiu i kadmu w 194 próbach glebowych z poziomu orno-próchniczego gleb brunatnych kwaśnych typowych i właściwych wylugowanych pozwala na prześledzenie ich zanieczyszczenia w omawianych obszarach.

Poziom zanieczyszczenia ołowiem gleb brunatnych kwaśnych typowych był podobny na całym obszarze badań (tab. 4), zaś brunatne właściwe wylugowane w Górach Sanocko-Turczańskich były nieco mniej zanieczyszczone – 24,2 mg·kg<sup>-1</sup> w porównaniu do Bieszczadów Zachodnich i Beskidu Niskiego – 28,4 i 31,3 mg·kg<sup>-1</sup>.

Tabela 4; Table 4

Zawartość ogólnych form ołowiu i kadmu w warstwie 0–25 cm  
w zależności od typu gleb (T)

Total contents of lead and cadmium in 0–25 cm layer depending on soil type (T)

| Pierwiastek<br>Element   | Typ gleby*<br>Soil type | Góry Sanocko-<br>Turczańskie | Bieszczady<br>Zachodnie | Beskid Niski | Średnio<br>Mean |
|--|-------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|
| Ołów<br>Lead   | A                       | 21,2                         | 22,9                    | 22,7         | 22,3            |
|  | B                       | 24,2                         | 28,4                    | 31,3         | 28,0            |
|  | średnio; mean           | 22,7                         | 25,6                    | 27,0         | 25,1            |
| NIR dla R=2,2, NIR dla T=1,5, NIR dla RxT=2,6, NIR dla TxR=3,1<br>LSD for R=2.2, LSD for T=1.5, LSD for RxT=2.6, LSD for TxR=3.1         |                         |                              |                         |              |                 |
| Kadm<br>Cadmium  | A                       | 0,34                         | 0,43                    | 0,36         | 0,38            |
|  | B                       | 0,42                         | 0,42                    | 0,49         | 0,45            |
|  | średnio; mean           | 0,38                         | 0,42                    | 0,43         | 0,41            |
| NIR dla R=0,04, NIR dla T=0,03, NIR dla RxT=0,05, NIR dla TxR=0,06<br>LSD for R=0.04, LSD for T=0.03, LSD dla RxT=0.05, LSD dla TxR=0.06 |                         |                              |                         |              |                 |

\* Typ A – brunatne kwaśne typowe; Type A – acid brown typical  
Typ B – brunatne właściwe wylugowane; Type B – leached brown

R – Region

Gleby brunatne właściwe wylugowane we wszystkich mezoregionach zawierały przeciętnie o około 5 g mg Pb·kg<sup>-1</sup> więcej w porównaniu do brunatnych kwaśnych typowych. Gleby Gór Sanocko-Turczańskich były mniej zanieczyszczone kadmem (tab. 4). W obrębie tego obszaru oraz Beskidu Niskiego zanieczyszczenie gleb brunatnych kwaśnych typowych było wyraźnie niższe. Zanieczyszczenie kadmem gleb brunatnych właściwych wylugowanych w Beskidzie Niskim przewyższało pozostałe obszary.

Z obliczonych zależności wynika, że zawartość ołowiu w glebach uprawnych omawianych mezoregionów koreluje z zawartością części spławialnych i materii organicznej w glebie i nie zależy od odczynu (tab. 5). Natomiast zawartość kadmu w glebach wytworzonych z utworów fliszowych nie jest związana z ilością zawartej w nich próchnicy i udziałem części spławialnych, koreluje zaś z odczynem i udziałem frakcji iltu koloidalnego.

Tabela 5; Table 5

Współczynniki korelacji liniowej między niektórymi cechami gleby z poziomu 0–25 cm a zawartością ołowiu i kadmu

Coefficients of linear correlation between some properties of soil from 0–25 cm horizon and lead and cadmium contents

| Pierwiastek<br>Element | Odczyn gleby<br>Soil pH | % próchnicy<br>Humus % | Procentowa zawartość frakcji o $\emptyset$<br>The percentage of the particle fractions of $\emptyset$ |           |
|------------------------|-------------------------|------------------------|---|-----------|
|                        |                         |                        | <0,02 mm  | <0,002 mm |
| Ołów; Lead             | r.n.                    | 0,262**                | 0,296**   | r.n.      |
| Kadm; Cadmium          | 0,268**                 | r.n.                   | r.n.  | -0,148*   |

\* istotność przy  $p=0,05$ ; significance at  $p=0.05$

\*\* istotność przy  $p=0,01$ ; significance at  $p=0.01$

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

### Wnioski

1. W poziomie orno-próchnicznym gleb Gór Sanocko-Turczańskich, Bieszczadów Zachodnich i Beskidu Niskiego ilość ołowiu wynosi średnio 27,5  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  i jest nieco wyższa od jego ilości w warstwie 35–45 cm – 22,5  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Zawartość kadmu wynosi odpowiednio 0,44 dla poziomów B<sub>1</sub> i 0,33  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  dla poziomów iluwialnych.
2. Zawartość ołowiu i kadmu w poziomie ornym gleb uprawnych mieści się w granicach norm dla gleb niezanieczyszczonych.
3. Poziom zawartości kadmu w glebach uprawnych jest podobny w badanych obszarach, zawartość ołowiu jest niższa w Górach Sanocko-Turczańskich.
4. Gleby brunatne właściwe wylugowane w omawianych rejonach zawierają więcej ołowiu i kadmu niż gleby brunatne kwaśne typowe.
5. Zawartość ołowiu w glebach wytworzonych z fliszu karpackiego zależy od jego zawartości w zwietrzelinie oraz od próchnicy i części spławialnych, zaś kadmu od frakcji łu koloidalnego i odczynu.

### Literatura

CHOJNICKI J., CZARNOWSKA K. 1993. Zmiany zawartości fosforu ogółem oraz Zn, Cu, Pb i Cd w glebach intensywnie użytkowanych rolniczo. Roczn. Gleb. 44(3/4): 99–111.

CZARNOWSKA K. 1996. Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych jako tło geochemiczne gleb. Roczn. Gleb. 47, supl.: 43–50.

DOBZAŃSKI B., GLIŃSKI J. 1970. Występowanie mikroelementów w glebach Bieszczadów. Roczn. Gleb. 21(2): 365–375.

DIADOWIEC H. 1993. Ekologiczna rola próchnicy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 441: 269–282.

GAŠIOR J., PARTYKA A. 1997. Gleby południowo-wschodniej Polski leżące w obrębie Euroregionu Karpackiego. Zesz. Nauk. PTIE i PTG w Rzeszowie Nr 2: 85–95.

- KABATA-PENDIAS A. 1981. *Zawartość metali ciężkich w glebach uprawnych Polski*. Pam. Puł. 74: 101–111.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa: 363 ss.
- MUSIEROWICZ A. 1933. *Adsorbcyjne własności torfów*. Roczn. Nauk Rol. i Leśnych, T XXIX: 329–360.
- NIEMYSKA-ŁUKASZUK J. 1993. *Formy cynku, ołowiu i kadmu w glebach wybranych regionów Karpat Zachodnich*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy 187: 60 ss.
- OCHOŹ Z., PARTYKA A. 1971. *Rolnicza przydatność gleb Polski*. Woj. rzeszowskie, IUNG Puławy: 105 ss.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. 1995. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb*. PIOŚ, Warszawa: 46 ss.
- POKOJSKA U. 1992. *Adsorpcja i wymiana kationów w próchnicach leśnych*. Uniw. M. Kopernika. Rozprawy 138: 69 ss.
- TURSKI R., BARAN S. 1976. *Zawartość Pb, Zn, Cu, Mn, S i Sr w różnych typach gleb w rejonie oddziaływania huty cynku „Miasteczko Śląskie”*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 179: 575–582.

**Słowa kluczowe:** mikroelementy, zanieczyszczenie gleby, teren górski

### Streszczenie

Zawartość kadmu i ołowiu były zróżnicowane w poszczególnych mezoregionach i zależały od typu gleby. Oba elementy pojawiały się w niższych ilościach w płytszym 0–25 cm poziomie, tylko typowe gleby deluwialne z gór Sanocko-Turczańskich i typowe gleby brunatne Beskidu Niskiego zawierały więcej kadmu w głębszym 35–45 cm poziomie. Wyższa zawartość ołowiu w głębszym poziomie była tylko zanotowana w typowych glebach brunatnych obszaru Bieszczadów Zachodnich. Większe ilości obu elementów w płytszych poziomach są niewątpliwie związane z czynnikami antropogenicznymi. Wpływ tych czynników był silniejszy na kadm niż ołów. Wyższe stężenie wspomnianych metali nie stanowi dowodu na istotne skażenie gleby.

### CONTENTS OF CADMIUM AND LEAD IN ARABLE SOILS OF SANOK-TURCZA MOUNTAINS OF BESKID NISKI AND WESTERN BIESZCZADY

Jan Gąsior<sup>1</sup>, Stanisław Opalka<sup>2</sup>, Józef Błażej<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemization of Agricultural Production in Rzeszów,  
Agricultural University, Kraków

<sup>2</sup>Professional Business Schol, Sanok

<sup>3</sup>Department of Plant Cultivation and Breeding,  
Agricultural University, Kraków

**Key words:** trace elements, soil pollution, mountain ground

### Summary

Cadmium and lead contents were diversified at particular mesoregions and depended on soil-type. Both elements occurred mostly in greater amounts in shallow 0–25 cm horizon, only typical deluvial soils of Sanok-Turcza mountains and typical brown acid soils of Beskid Niski area contained more cadmium in deeper, 35–45 cm horizon. Higher lead content in deeper horizon was noted only in typical brown acid soils of Bieszczady Zachodnie area. Greater quantities of both elements in shallow horizons are undoubtedly connected with anthropogenic factors. The influence of such factors was stronger on cadmium than on the lead. Higher concentration of mentioned metals doesn't make evidence of significant soil pollution.

Dr inż. Jan **Gąsior**  
Zakład Chemizacji Produkcji Rolniczej w Rzeszowie  
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie  
ul. M. Ćwiklińskiej 2  
35-601 RZESZÓW