

POZIOM PLONOWANIA KRAJOWYCH UPRAW PRODUKCYJNYCH OWSA A ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W GLEBIE I ROŚLINACH

Stanisław Wróbel

Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia we Wrocławiu,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wstęp

Uzyskiwanie wysokich plonów, cechujących się odpowiednimi parametrami jakościowymi, wymaga zabezpieczenia roślinom warunków rozwoju zbliżonych do optymalnych, w tym zwłaszcza składników pokarmowych w odpowiednich proporcjach. Skutkiem niedostatecznego zaopatrzenia gleb w mikroelementy może być pogorszenie wartości biologicznej uzyskanych produktów i spadki plonowania [KARATHANASIS i in. 1980]. Wyczerpywanie zasobów składników mineralnych z gleby rozpatrywać można również z punktu widzenia degradacji chemicznej gleby [TISDALE i in. 1985; MAZUR 1995]. Celem badań była ocena zaopatrzenia w najważniejsze mikroelementy gleb i roślin w krajowych uprawach owsa, w tym rozpoznanie zakresów i kierunków zmian zawartości tych składników w glebie i roślinach w zależności od poziomu uzyskiwanych plonów w warunkach pól produkcyjnych. Kolejnym zadaniem było stwierdzenie, w jakim stopniu obowiązujące liczby graniczne, oparte na ekstrakcji w 1 mol HCl dm^{-3} , dają wyniki porównywalne z poziomem zaopatrzenia w te składniki części wskaźnikowych owsa.

Materiał i metodyka

Badania przeprowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG), w ramach programu badań nad potrzebami mikroelementowymi roślin uprawnych, w latach 1988-1994. Obiektami badawczymi było 75 pól produkcyjnych owsa, z terenu całego kraju. W stosunku do tych pól stawiano wymóg wyższej od przeciętnej wydajności oraz braku nawożenia mikroelementami w ciągu trzech lat poprzedzających badania. Z każdego pola pobierano próbki gleby z warstwy 0-20 cm oraz części wskaźnikowe roślin (części nadziemne owsa na początku fazy strzelania w źdźbło) i ziarno przy zbiorze. Analizy chemiczne wykonano metodami stosowanymi w Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych [KAMIŃSKA i in. 1972; ANONIM 1985]. W glebie obejmowały one: pH w 1 mol KCl- dm^{-3} , skład granulometryczny, zawartość C organicznego oraz mikroelementów (B, Cu, Fe, Mn, Mo i Zn) rozpuszczalnych w 1 mol HCl- dm^{-3} . Wyniki tych

analiz wyceniono według liczb granicznych opracowanych w IUNG [ANONIM 1990]. W roślinach oznaczono zawartości mikroelementów, które wyceniono według zakresów optymalnych BERGMANNA [1986]. Opracowanie statystyczne obejmowało analizę wariancji oraz korelacji i regresji wielokrotnej krokowej wobec zmiennej zależnej „y” – stanowiącej poziom plonów ziarna owsa.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 zestawiono niektóre cechy fizykochemiczne badanych gleb oraz plonowanie ziarna owsa w grupach wg kategorii agronomicznych (średnie geometryczne). Stwierdzono, że największą grupę stanowiły gleby lekkie (32 pola, tj. 42,7%). Przeciętny udział frakcji < 0,02 mm w tych glebach wskazuje, że należą one do grup granulometrycznych piasków gliniastych mocnych i piasków gliniastych mocnych pylistych. Grupy o zbliżonej liczebności pól stanowiły gleby średnie (19 pól – 25,3%) i gleby bardzo lekkie (17 pól, tj. 22,7% – piaski słabo gliniaste). Grupę o najmniejszej liczebności (7 pól, tj. 9,3%) tworzyły natomiast gleby ciężkie o przeciętnym udziale 44,7% frakcji splotalnych. Spadkowy kierunek zmian w plonowaniu ziarna, w miarę wzrostu zwięzłości gleby, wiązać należy z faktem przeznaczania pod uprawę owsa, gorszych stanowisk na glebach cięższych. Potwierdzają to bardzo małe zmiany w zawartości materii organicznej oraz brak poprawy odczynu w miarę wzrostu udziału frakcji splotalnych i pyłowych.

Tabela 1; Table 1

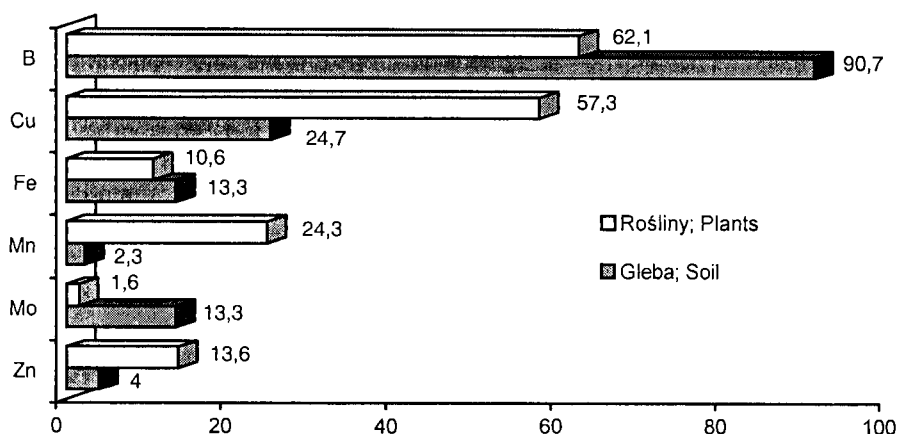
Charakterystyka gleb w grupach według kategorii agronomicznych
The characteristics of soils in groups according to agronomic categories

Kategoria agronomiczna Agronomic category	Liczba pól Number of fields	Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Frakcja Fraction < 0,02 mm	Frakcja Fraction 0,1–0,02 mm	Materia organiczna Organic matter	pH _{KCl}
			%			
Bardzo lekkie Very light	17	3,86 ±0,61	8,4 ±1,4	15,8 ±6,9	2,02 ±0,7	5,55 ±1,1
Lekkie; Light	32	3,71 ±0,90	16,3 ±2,8	26,0 ±6,8	2,10 ±0,9	5,65 ±0,8
Średnie; Medium	19	3,56 ±0,84	27,0 ±4,9	30,1 ±10,9	2,17 ±0,9	5,39 ±1,0
Ciężkie; Heavy	7	3,46 ±0,73	44,7 ±12,5	35,3 ±11,4	2,18 ±0,4	5,66 ±0,9

± – odchylenie standardowe; standard deviation

W celu rozpoznania zakresów występowania niedoborów mikroelementów, wyceniono wyniki analiz gleby według obowiązujących liczb granicznych [ANONIM 1990], a wyniki analiz części wskaźnikowych według zakresów BERGMANNA [1986]. Procentowe udziały próbek wykazujących deficytowe zawartości mikroelementów przedstawiono graficznie na rysunku 1. Na podstawie tych danych uformować można szereg obrazujący stwierdzone zakresy występowania deficytu mikroelementów w warstwie ornej pól (B > Cu > Mo = Fe > Zn > Mn) i w roślinach owsa (B > Cu > Mn > Zn > Fe > Mo) z pól produkcyjnych. Największe zakre-

sy niedoborów dotyczyły boru (90,7% w glebie i 62,1% w roślinach), miedzi (22,7% w glebie i 57,3% w roślinach) oraz manganu w roślinach (24,3%). Widoczna jest reguła większej częstotliwości występowania niedoborów w roślinie niż w glebie mikroelementów o podstawowym znaczeniu dla zbóż jak: miedź, mangan i cynk [RUSZKOWSKA, ŁYSZCZ 1987; GRZEŚKOWIAK 1996]. Odrębne zagadnienie stanowi problem wykazanego bardzo dużego zakresu deficytu boru w glebie, częściowo tylko potwierdzonego analizą roślinną. Znaczne różnice w częstotliwości występowania niedoborów boru gleba/roślina trudno jest wyjaśnić wyłącznie niskimi potrzebami pokarmowymi owsa w odniesieniu do tego mikroelementu. Sytuacja ta sugeruje wadliwość, a więc potrzebę weryfikacji stosowanych testów glebowych



Rys. 1. Procentowy udział próbek gleb i roślin niedostatecznie zaopatrzonych w mikroelementy

Fig. 1. Percentage of the micronutrient-deficient soil and plant samples

Plony owsa mieściły się w zakresie 2,5–5,5 ton z hektara (średnio 3,68 t z ha). Zgodnie z założeniami projektu badań, ten zbiór danych podzielono na 3 grupy, o zbliżonej liczebności, według poziomów plonowania (w t·ha⁻¹):

- Grupa I (n = 27): 2,5–3,0; średnio – 2,84 t·ha⁻¹,
- Grupa II (n = 25): 3,2–4,0; średnio – 3,67 t·ha⁻¹,
- Grupa III (n = 23): 4,2–5,5; średnio – 4,69 t·ha⁻¹.

Średnie plony z grupy I, stanowiące poziom odniesienia w badaniach, przewyższały o 0,1 t·ha⁻¹ (3,6%) średnią krajową z lat, w których pobierano próbki do badań chemicznych, wynoszącą 2,74 t·ha⁻¹ [ANONIM 1990–1994]. Plony z grup II i III przewyższały średnią krajową odpowiednio o 33,9% i 71,2%. Średnie plony w grupach plonowania były istotnie zróżnicowane pod względem statystycznym (tab. 2).

Średnie zawartości przyswajalnych dla roślin form badanych mikroelementów oraz pH gleby, w trzech grupach według plonowania owsa, zestawiono w tabeli 2. Wyraźna poprawa odczynu gleb w III grupie plonowania (o 1,3 jednostki

pH w stosunku do I grupy i 0,9 w stosunku do II grupy) wskazuje pośrednio na poprawę żyzności gleb [FOTYMA, MERCIK 1995]. Wzrost poziomu plonowania wiązał się również z istotnymi statystycznie przyrostami zawartości w glebie przyswajalnych form boru i miedzi, a także mniej regularnie molibdenu, wskazującymi na plonotwórczy wpływ tych mikroelementów. Zależności te potwierdzają istotne korelacje uzyskane w odniesieniu do poziomów plonowania: dla pH ($r = 0,537$, $\alpha = 0,0002$), boru ($r = 0,588$, $\alpha = 0,03$) oraz molibdenu ($r = 0,398$, $\alpha = 0,01$).

Tabela 2; Table 2

Zasobność gleb w mikroelementy w grupach według poziomów plonowania owsa
Soil micronutrient resources in groups according to oat yielding levels

Grupy plonowania Yielding groups	Średni plon Mean yield (t·ha ⁻¹)	pH _{KCl}	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
			średnia zawartość; mean content (mg·kg ⁻¹)					
I	2,8 (2,5–3,0)	5,0	0,43	2,37	1537	180	0,106	10,0
II	3,7 (3,2–4,0)	5,4	0,67	2,50	1433	122	0,104	7,7
III	4,7 (4,2–5,5)	6,3	0,65	3,15	1862	198	0,199	9,0
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,883	1,21	0,21	0,76	r.n.	r.n.	0,89	r.n.

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 3; Table 3

Zawartość mikroelementów w roślinach owsa według poziomów plonowania
Micronutrient concentration in the oats according to yielding levels

Średni plon i zakres Mean yield and the range (t·ha ⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	mg·kg ⁻¹					
Części wskaźnikowe; Test parts						
2,8 (2,5–3,0)	6,1	5,0	274	104,4	0,63	38,8
3,7 (3,2–4,0)	7,0	5,2	245	108,0	0,79	39,6
4,7 (4,2–5,5)	7,9	7,0	389	92,0	0,89	41,3
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	1,592	1,567	r.n.	r.n.	0,156	2,333
Optimum Bergmanna Bergmann's optimum	6–12	6–12	96–100	40–100	0,2–0,4	25–70
Ziarno; Grain						
2,8 (2,5–3,0)	1,1	3,9	72,6	56,8	0,38	35,6
3,7 (3,2–4,0)	2,1	3,9	72,9	70,4	0,45	39,1
4,7 (4,2–5,5)	1,8	4,8	80,9	74,4	0,45	49,2
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	0,582	0,823	r.n.	11,823	r.n.	11,908
Dane porównawcze* Comparative data*	0,95	4,49	76,3	66,0	0,39	41,20

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

* – według KAMIŃSKIEJ i in. [1976]; according to KAMIŃSKA et al. [1976]

W analogicznym układzie w tabeli 3 zestawiono średnie zawartości mikroelementów w częściach wskaźnikowych oraz w ziarnie owsa. W tabeli zamieszczono również dane porównawcze: zakresy optymalne wg BERGMANNA [1986] – dla części wskaźnikowych oraz przeciętne zawartości dla ziarna owsa, opracowane w IUNG na podstawie wyników analiz z terenu całego kraju w latach 1966–1971 KAMIŃSKA i in. [1976]. Z zestawienia wynika, że występowały dodatnie zależności pomiędzy zawartością boru, miedzi, molibdenu i cynku w tkankach liści w fazie strzelania w źdźbło a poziomem plonowania ziarna owsa, w wyniku czego najwyższą zawartością tych mikroelementów cechowały się rośliny grupy III. Dotyczy to również, wycenionej jako wysoka, zawartości Mo, co sugeruje wyższe wymagania roślin i ewentualną potrzebę korekty liczb BERGMANNA [1986]. Podobny kierunek zmian zawartości mikroelementów stwierdzony w ziarnie potwierdza ważną rolę tych składników w formowaniu plonów. Wielu autorów wskazuje na doniosłą rolę takich mikroelementów jak: miedź, mangan, cynk czy molibden w plonowaniu owsa [FOTYMA, MERCIK 1995; GRZEŚKOWIAK 1996; BUDZYŃSKI, SZEMPLIŃSKI 1999]. Rola boru w uprawach roślin zbożowych nie była dotychczas uwzględniana z uwagi na niewielkie zapotrzebowanie zbóż na ten mikroelement. Badania ostatnich lat coraz częściej wskazują jednak na znaczenie boru w uprawach zbożowych [FABER 1992; BENEDYCKA, KOZIKOWSKI 1996; YAU 2000]. Z wyjątkiem miedzi (grupy I i II), zawartość mikroelementów w tkankach liści mieściła się, względnie przewyższała poziom zawartości optymalnej BERGMANNA [1986]. Niepokój budzić mogą natomiast niższe od przeciętnych z lat wcześniejszych zawartości w ziarnie owsa miedzi, manganu i cynku, w grupach niżej plonujących. Można więc sądzić, że niedostatki tych mikroelementów były jedną z przyczyn niskich plonów. Istotny wzrost ich zawartości (powyżej danych porównawczych) związany był ze wzrostem plonowania. Podobne tendencje (nieudowodnione statystycznie) dotyczyły zawartości molibdenu i żelaza. Niezależnie od wpływu na poziom uzyskiwanych plonów, niskie zawartości tych mikroelementów (np. miedzi i cynku) oznaczać mogą pogorszenie wartości konsumpcyjnej i paszowej ziarna owsa z uwagi na ich ważne funkcje fizjologiczne w organizmach ludzkich i zwierzęcych [MIELCARZ i in. 1996]. W świetle przedstawionych wyników badań, stwierdzić można, że spośród rozpoznanych niedoborów najbardziej negatywne skutki w uprawach owsa wywierać mogą niedostatki miedzi. Wnioskowanie takie znajduje uzasadnienie w świetle innych prac nad zaopatrzeniem zbóż w mikroelementy [GEMBARZEWSKI i in. 1996; GEMBARZEWSKI, OBOJSKI 1996; WRÓBEL 1999]. Nie potwierdziły się natomiast wykazane analizą gleby bardzo częste niedostatki boru przyswajalnego w warstwie ornej. Wprawdzie częstotliwość występowania zbyt niskich zawartości boru w częściach wegetatywnych roślin była dość duża (62,1% dla całego zbioru, największa w I grupie plonowania – około 80%), jednakże średnie dla grup plonowania zawartości tego mikroelementu, nawet w grupie plonów najniższych, mieściły się w granicach optimum Bergmanna. Wynikało to z faktu, że stwierdzone deficyty tego składnika w roślinach były stosunkowo płytkie. Wyższe od danych porównawczych były również średnie zawartości boru w ziarnie (tab. 3). Sytuacja ta wskazuje dość jednoznacznie na nieprawidłowości w systemie oceny deficytów glebowych tego mikroskładnika. Krytyczne uwagi pod adresem obowiązujących liczb granicznych zawartości w glebie mikroelementów (w tym zwłaszcza boru) w literaturze [GORLACH 1991; FABER 1992] znajdują więc uzasadnienie w prezentowanych wynikach badań.

Niezależnie od tego, stwierdzić jednak należy, że zbliżone do dolnych wartości optimum Bergmanna zawartości boru w roślinach owsa z I grupy plonowania wskazują na możliwość wystąpienia głębszych niedoborów w niesprzyjających warunkach dostępności boru, np. susza lub wapnowanie gleby.

Uzyskano następujące korelacje pomiędzy poziomem plonowania a zawartościami mikroelementów w roślinach, potwierdzające opisane zależności: w liściach – dla Cu ($r = 0,424$, $\alpha = 0,01$), dla Fe ($r = 0,326$, $\alpha = 0,05$), dla Mo ($r = 0,275$, $\alpha = 0,05$), w ziarnie – dla B ($r = 0,357$, $\alpha = 0,038$), dla Mn ($r = 0,368$, $\alpha = 0,03$) oraz dla Zn ($r = 0,415$, $\alpha = 0,0006$).

W wyniku przeprowadzonego rachunku regresji wielokrotnej krokowej, uwzględniającej wyniki analiz gleby, uzyskano równanie ujmujące około 35% badanej zmienności plonów:

$$y = 1,368 + 0,443 \text{ pH} + 0,098 \text{ Cu} - 0,039 \text{ Zn}; \quad R^2 = 0,348; \quad \alpha = 0,05,$$

gdzie:

y = plon ziarna w $t \cdot \text{ha}^{-1}$,
 pH – średnia wartość pH w 1 mol KCl $\cdot \text{dm}^{-3}$,
 Cu i Zn – zawartości przyswajalnych form miedzi i cynku ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Równanie potwierdza plonotwórczy wpływ poprawy odczynu oraz zawartości miedzi przyswajalnej. Znak ujemny w przypadku Zn oznacza, że gleby pól wysoko plonujących cechował pewien niedostatek cynku przyswajalnego.

Uwzględniając wyniki analizy roślinnej uzyskano równanie opisujące ponad 30% zmienności plonowania:

$$y = 1,687 + 0,518 \text{ Mo} + 0,025 \text{ Zn} + 0,006 \text{ Mn} + 0,06 \text{ B}; \quad R^2 = 0,315; \quad \alpha = 0,05,$$

gdzie:

y = plon ziarna ($t \cdot \text{ha}^{-1}$),
 Cu, B, Mo, Zn, Mn – zawartości tych mikroelementów w tkankach części nadziemnych owsa na początku fazy strzelania w źdźbło ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.).

Równania potwierdzają plonotwórcze znaczenie badanych mikroelementów i wskazują, że uzyskiwanie wysokich plonów owsa związane było z dobrym zaopatrzeniem roślin w te składniki.

Wnioski

1. Badania przeprowadzone w uprawach owsa na polach produkcyjnych wskazują, że wzrost poziomu plonowania związany jest z poprawą zaopatrzenia gleby i/lub roślin w bor, miedź, mangan, molibden i cynk. Reguła ta wskazuje jednocześnie na gorszą jakość biologiczną niskich plonów (niższa zawartość mikroelementów).

2. W podziale na grupy płonowania ziarna owsa najbardziej niekorzystna sytuacja pod względem zaopatrzenia roślin w mikroskładniki dotyczyła miedzi w grupach płonów niższych (I i II). Z uwagi na ważne funkcje fizjologiczne tego pierwiastka w organizmach ludzkich i zwierzęcych zalecenia kierowane do praktyki rolniczej uwzględniać powinny konieczność diagnozowania potrzeb nawożenia tym mikroelementem.
3. Ocena zasobności gleb w bor przy użyciu obowiązujących kryteriów wykazała bardzo dużą częstotliwość deficytów boru przyswajalnego w warstwie ornej, co znalazło tylko częściowe potwierdzenie w analizie roślinnej. Sytuacja ta upoważnia do wnioskowania o potrzebie weryfikacji obowiązujących testów glebowych.
4. Stosunkowo liczne przypadki zbyt niskich zawartości boru w roślinach oraz potwierdzona statystycznie zależność pomiędzy zawartością tego składnika w roślinach owsa a poziomem uzyskiwanych płonów, wskazują na konieczność podjęcia odrębnych badań nad znaczeniem tego mikroelementu w uprawach zbóż.
5. Wykazane wysokie potrzeby owsa w odniesieniu do molibdenu wskazują na celowość badań nad potrzebami nawożenia roślin zbożowych molibdenem i przydatnością liczb granicznych Bergmanna do oceny zaopatrzenia roślin w ten składnik.

Literatura

- ANONIM 1985. *Metody oznaczania ruchomych form mikroelementów w glebie do rutynowych oznaczeń w stacjach chemiczno-rolniczych (wspólna ekstrakcja 1 M HCl)*. Materiały IUNG, Oddział we Wrocławiu, niepublikowane: 29 ss.
- ANONIM 1990. *Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów*. Wyd. IUNG, Puławy, Ser. P(44): 26 ss.
- ANONIM 1990–1994. *Roczniki statystyczne 1990–1994*. GUS Warszawa.
- BENEDYCKA Z., KOZIKOWSKI A. 1996. *Wrażliwość wybranych odmian jęczmienia jarego na zwiększoną koncentrację boru w glebie*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 37–42.
- BERGMANN W. 1986. *Bemerkungen und Tabellen zur analytischen Pflanzendiagnose der Pflanzen oder Blattanalyse*. VEB Fischer Verlag, Jena: 25.
- BUDZYŃSKI W., SZEMPLIŃSKI W. 1999. *Rośliny zbożowe*, w: *Szczegółowa uprawa roślin*. Praca zbiorowa pod red. prof. Z. Jasińskiej i prof. A. Koteckiego. T. I, Wyd. AR Wrocław: 33–254.
- FABER A. 1992. *Bezpośrednie i następcze działanie nawożenia borem, miedzią, molibdenem i cynkiem w zmianowaniu czteropolowym*. Wyd. IUNG Puławy, H(2): 78 ss.
- FOTYMA M., MERCIK S. 1995. *Chemia rolna*. Wydawnictwo Naukowe PWN: 242–245.
- GEMBARZEWSKI H., OBOJSKI J. 1996. *Stan zaopatrzenia w składniki pokarmowe gleby i roślin żyta z pól kontrolnych*. Roczn. Nauk Rol., Ser. A 112(1–2): 9–18.

- GEMBARZEWSKI H., OBOJSKI J., STRĄCZYŃSKI S. 1996. Stan zaopatrzenia w mikroelementy pszenżyta na polach wysokoprodukcyjnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 434: 347–352.
- GORLACH E. 1991. Potencjalne i aktualne możliwości gleby zaopatrzenia roślin w mikroelementy. Mat. VI Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”. 9–10. IX. 1987 r.: 15–24.
- GRZEŚKOWIAK A. 1996. Nawozy mineralne we współczesnym rolnictwie, w: Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Praca zbiorowa pod red. prof. R. Czuby. Wyd. Zakłady Chemiczne „Police”: 44–45.
- KAMIŃSKA W., KARDASZ T., STRAHL A., BAŁUKA T., WALCZYK K. 1972. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. Wyd. IUNG Puławy, R(44): 97 ss.
- KAMIŃSKA W., KARDASZ T., STRAHL A., SZYMBORSKA H. 1976. Skład chemiczny roślin uprawnych i niektórych pasz pochodzenia roślinnego. Wyd. IUNG Puławy: 76 ss.
- KARATHANASIS A., JOHNSON V., PETERSON G., SANDER D., OLSON R. 1980. Relation of soil properties and other environmental factors to grain yield and quality of winter wheat grown at international sites. Agron. J. 72: 329–336.
- MAZUR T. 1995. Rozważania o degradacji gleb w wyniku nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 418: 25–36.
- MIELCARZ G., HOWARD A., PATELSKI J. 1996. Stężenia miedzi, cynku i cholesterolu w plaźmie u czterech populacji o różnej śmiertelności z powodu niewydolności sercowo-naczyniowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 629–634.
- RUSZKOWSKA M., ŁYSZCZ S. 1987. Zawartość mikroelementów w roślinach jako wskaźnik stanu ich zaopatrzenia w te składniki. Prace Komisji Naukowych PTG, 99: 44–51.
- TISDALE S.L., NELSON W.L., BEATON J.D. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Company, New York: 350–671.
- WRÓBEL S. 1999. Ocena zaopatrzenia kontrolnych upraw produkcyjnych jęczmienia jarego w makro i mikroelementy. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis 195, Agricultura 74, Wyd. AR Szczecin: 255–262.
- YAU S.K. 2000. Soil boron affects straw quality and other agronomic traits in two cultivars of barley. Communications in soil science and plant analysis. 31(5–6), New York, Basel: 591–614.

Słowa kluczowe: uprawy owsa, poziom plonowania, zawartość mikroelementów

Streszczenie

Przeprowadzono badania nad zaopatrzeniem upraw produkcyjnych owsa w mikroelementy w odniesieniu do trzech poziomów plonowania ziarna. Wykazano statystycznie istotną zależność pomiędzy zawartością B, Cu, Mo i Zn w częściach wegetatywnych roślin a poziomem uzyskiwanych plonów ziarna. Niska zawartość miedzi w roślinach z grup niżej plonujących pogarsza wartość żywieniową ziarna owsa. Zalecenia dla praktyki dotyczyć powinny konieczności diagnozowania po-

trzeb nawożenia miedzią w oparciu o analizę chemiczną gleby i roślin. Bardzo duża częstotliwość stwierdzonych przypadków deficytu boru przyswajalnego w glebie wskazuje na potrzebę weryfikacji stosowanych testów glebowych.

YIELDING LEVEL OF DOMESTIC OAT FIELDS AND MICRONUTRIENT CONCENTRATION IN SOIL AND PLANTS

Stanisław Wróbel

Department of Soil Cultivation and Fertilization Techniques in Wrocław
Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Puławy

Key words: oat fields, yielding level, micronutrient content

Summary

A study on micronutrient concentration in soil and plants was carried out on oat farm fields with reference to three yielding levels of the grain. Statistically significant dependence between B, Cu, Mo and Zn concentration in vegetative parts of crops and grain yielding level has been proved. Low copper content in plants from lower yielding groups deteriorates the nutritive quality of oat grain. The recommendation for practice should concern the necessary diagnosis of copper fertilization needs on the basis of soil and plant chemical analysis. Very high frequency of available boron deficiency stated in soil, indicates the necessity to verify the current soil test procedures.

Dr inż. Stanisław **Wróbel**

Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia we Wrocławiu

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

Plac Świętego Macieja 5

50-244 WROCLAW