

**Katarzyna Kantek, Jolanta Korzeniowska**

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
w Puławach*

POTRZEBY NAWOŻENIA ZBÓŻ MIKROELEMENTAMI  
W WOJEWÓDZTWIE DOLNOŚLĄSKIM\*

**Słowa kluczowe:** niedobory mikroelementów, miedź, pszenica, nawożenie, nawozy

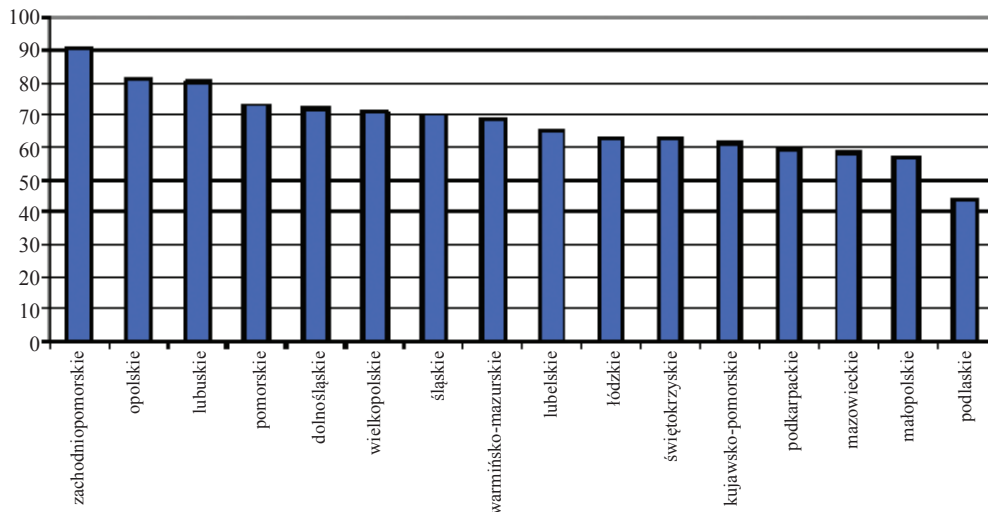
**Wstęp**

Składniki pokarmowe roślin dzielą się na makro i mikroelementy. W skład niezbędnych makroskładników wchodzi dziewięć podstawowych pełniących w roślinie funkcje budulcowe. Zalicza się do nich: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg i S. Pozostałe pierwiastki odpowiedzialne za regulację procesów zachodzących w roślinie zaliczane są do mikroskładników. W skład tej grupy wchodzi: B, Cl, Cu, Mo, Mn, Ni, Fe i Zn biorące udział m.in. w metabolizmie białek i węglowodanów (Cu), rozwoju generatywnym (B), fotosyntezie i tworzeniu chloroplastów (Cu, Mn), oraz syntezie auksyn (Zn) (7, 8, 17, 20). W produkcji roślinnej otrzymanie optymalnego plonu wymaga pełnego zaspokojenia potrzeb pokarmowych roślin uprawnych (21). W przypadku niskich zawartości mikroelementów w glebie konieczne jest uzupełnianie tych składników poprzez stosowanie racjonalnego nawożenia. W województwie dolnośląskim, charakteryzującym się dużym udziałem zbóż w strukturze zasiewów, można spodziewać się potrzeb nawożenia miedzią i manganem. Są to mikroelementy, na których niedobór zboża są szczególnie wrażliwe (10, 21).

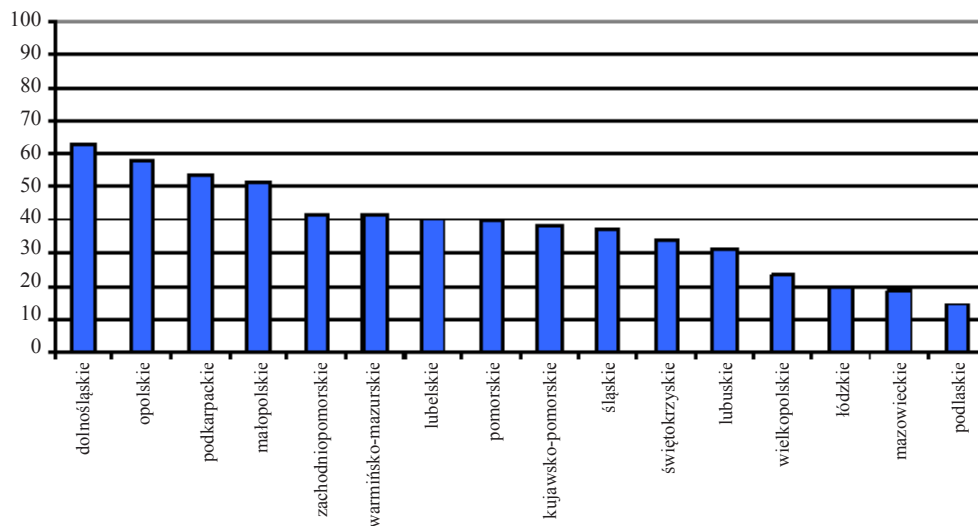
Powierzchnia użytków rolnych w Polsce w 2010 roku wynosiła 15503 tys. ha, z czego 6,2% stanowiły użytki rolne województwa dolnośląskiego (16). Przeszło 72% wysiewanych w tym województwie roślin uprawnych stanowią zboża, co stawia je na piątym miejscu w kraju pod względem udziału zbóż w strukturze zasiewów (rys. 1). Utrzymującą się przez lata tendencją jest przewaga uprawy pszenicy, która stanowi 62,5% (258,4 tys. ha) uprawianych w tym regionie zbóż. Jest to największy w kraju udział uprawy pszenicy w porównaniu do pozostałych województw (rys. 2). Mniejsze powierzchnie zajmują uprawy jęczmienia i żyta, a następnie pszenżyta

\*Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.1 w programie wieloletnim IUNG-PIB

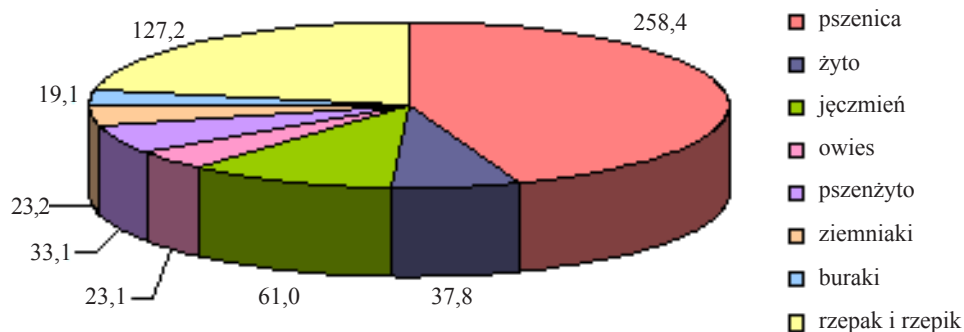
i owsa (rys. 3). W roku 2010 plony ziarna pszenicy w województwie dolnośląskim wyniosły 51,3 dt·ha<sup>-1</sup> i były o 7,4 dt większe od średniego plonu dla Polski (16).



Rys. 1. Procentowy udział zbóż w strukturze zasiewów w poszczególnych województwach w 2010 r.  
Źródło: Rocznik statystyczny województw 2011 (16).



Rys. 2 Procentowy udział pszenicy w ogólnym wysiewie zbóż w poszczególnych województwach w 2010 r.  
Źródło: Rocznik statystyczny województw 2011 (16).



Rys. 3 Struktura zasiewów w województwie dolnośląskim w 2010 roku (tys. ha).

Źródło: Rocznik statystyczny województw, 2011 (16).

Na Dolnym Śląsku produkcja roślinna z przewagą zbóż jest znacznie bardziej rozwiniętym działem rolnictwa niż produkcja zwierzęca. Sytuacja ta jest w znacznej mierze spowodowana warunkami przyrodniczymi regionu. Według opracowanego przez IUNG wskaźnika waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (WWRRP), stosowanego do oceny warunków przyrodniczych dla rolnictwa, dolnośląskie zaraz po województwie opolskim charakteryzuje się najlepszymi warunkami przyrodniczymi. Wskaźnik ten wynosi 74,9 pkt. i jest wyższy od wartości średniej dla terytorium kraju o 8,3 pkt. (11, 22, 23).

Przewaga produkcji roślinnej oraz znaczący udział zbóż w strukturze zasiewów determinują potrzebę uzupełniania składników pokarmowych roślin. Uzyskanie optymalnego plonu wymaga stosowania nawożenia w celu pokrycia zapotrzebowania zarówno na makro- jak i na mikroskładniki (12, 13). W uprawie zbóż, poza stosowaniem nawożenia NPK, ważne jest również nawożenie mikroelementami (4). Największe znaczenie mają miedź i mangan ponieważ pszenica, jęczmień i owies charakteryzują się dużą wrażliwością na niedobory tych pierwiastków (1, 7). Potrzebę nawożenia pszenicy miedzią potwierdza wzrost plonów pszenicy uzyskiwany na skutek nawożenia tym pierwiastkiem (10, 15). Nawożenie manganem wpływa natomiast korzystnie na wielkość i jakość plonów ziarna owsa (13), w których uzyskano 5,5% wzrost zawartości białka w ziarnie owsa po zastosowaniu nawozu azotowego wzbogaconego w mikroelementy w porównaniu z obiektami nawożonymi wyłącznie saletrą amonową. Należy jednak pamiętać, że wpływ mikroskładników na wzrost plonów jest czynnikiem drugiego rzędu. Można go zauważyć jedynie w przypadku gdy niedobory mikroelementów mają charakter limitujący (3). Stosowanie nawozów mikroelementowych nie jest tak oczywiste jak stosowanie makroskładników. Ocena konieczności ich stosowania prowadzona jest w oparciu o testy glebowe lub roślinne (2, 5, 9, 18).

Podstawę do podjęcia decyzji o konieczności nawożenia mikroelementami powinny stanowić wyniki analiz chemicznych materiału glebowego bądź roślinnego w zestawieniu z opracowanymi kryteriami ich oceny. Aktualne wytyczne pozwalające

ocenić zaopatrzenie zbóż, rzepaku i buraków cukrowych w mikroskładniki na podstawie ich składu chemicznego zostały opracowane m. in. przez S c h n u g a i H a n e k l a u s a (19). Określają one krytyczne zawartości mikroelementów w tkankach w kreślonych fazach rozwojowych. Do wyceny zawartości dostępnych dla roślin form składników pokarmowych w glebie stosowane są natomiast liczby graniczne opracowane w IUNG przez zespół prof. G e m b a r z e w s k i e g o (24).

### Stan zaopatrzenia w mikroelementy pszenicy na Dolnym Śląsku

W latach 2010-2011 w IUNG-PIB, przy współpracy z okręgowymi stacjami chemiczno-rolniczymi (OSChR), przeprowadzono badania zawartości mikroelementów w roślinach pszenicy ozimej pochodzącej z pól uprawnych Dolnego Śląska. W tym celu pobrano 36 prób roślinnych z terenu województwa (rys. 4). Punkty poboru były zlokalizowane w średnio intensywnych gospodarstwach rolnych. Rośliny pobierano w fazie początku strzelania w źdźbło/pierwszego kolanka (całe pędy ścinane 2 cm nad ziemią). Każda próbka składała się z min. 80 sztuk pędów ściętych z powierzchni 10 m<sup>2</sup>. We wszystkich pobranych próbach oznaczono zawartość mikroelementów metodą F-AAS, po uprzedniej mineralizacji na sucho (500°C). jako kryterium oceny stanu zaopatrzenia roślin zastosowano wartości opracowane przez S c h n u g a i H a n e k l a u s a (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość krytyczna mikroelementów w tkankach roślin zbożowych w fazie początku strzelania w źdźbło

Mikroelement	Zawartość mg·kg <sup>-1</sup>
B	3
Cu	4
Fe	60
Mn	28
Mo	0,20
Zn	25

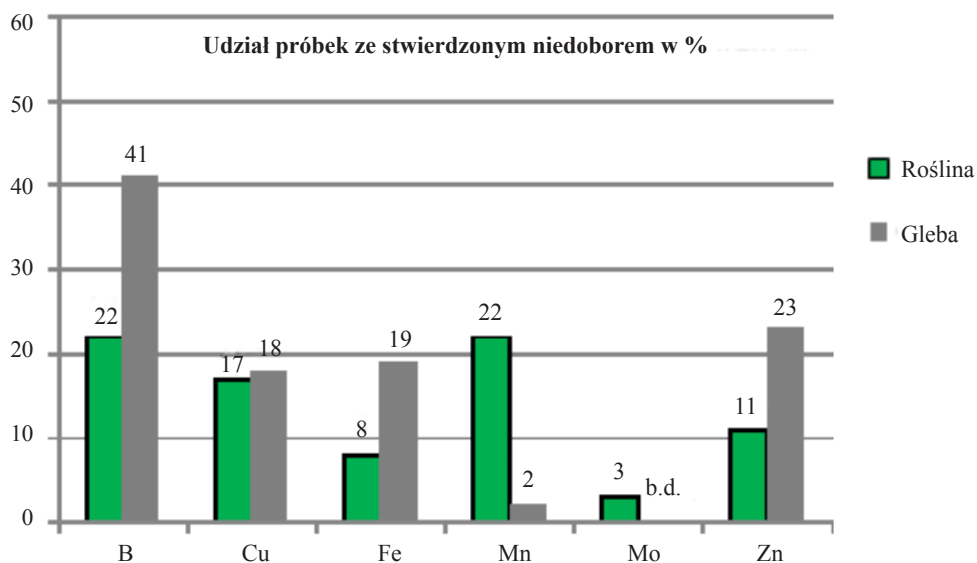
Źródło: Shnug i Haneklaus, 2008 (19).

Badania wykazały, że udział próbek niedoborowych w kolekcji roślinnej pobranych z Dolnego Śląska nie był wysoki i dla żadnego mikroskładnika nie przekraczał 22% (rys. 5). Najczęstsze w województwie były niedobory boru i manganu (po 22%), a następnie miedzi (17%), cynku (11%) i żelaza (8%). W badanych próbkach praktycznie nie wykazano występowania niedoborów molibdenu.



Rys. 4. Lokalizacja poboru próbek pszenicy ozimej.

Źródło: opracowanie własne..



Rys. 5 Niedobory mikroelementów w roślinach pszenicy ozimej i w glebach województwa dolnośląskiego; b.d.- brak danych.

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzone w latach 1994-1999 przez stacje chemiczno-rolnicze badania zawartości mikroelementów w glebach Polski (14) nie w pełni korespondują z przedstawionymi powyżej zawartościami w roślinach (rys. 5). Szczególnie zwracają uwagę częstsze niedobory B (41 wobec 22%) oraz rzadziej odnotowane w glebach niż w roślinach niedobory Mn (2 wobec 22%). Taki brak kompatybilności wskazuje na potrzebę opracowania liczb granicznych do oceny zasobności gleby specjalnie dla potrzeb pszenicy, która jest najważniejszym gatunkiem uprawnym zarówno na Dolnym Śląsku, jak i w całym kraju. Aktualnie istniejące liczby graniczne, wg których dokonano oceny zasobności gleb w latach 1994-1999 są liczbami ujednoczonymi i obowiązują dla wszystkich gatunków roślin uprawnych (6, 24).

Pomimo, że niedobory mikroelementów w uprawach pszenicy ozimej w województwie dolnośląskim nie są zbyt częste, w sytuacji wystąpienia powinny być bezsprzecznie uzupełniane. Dotyczy to przede wszystkim Cu i Mn, na niedobór których pszenica jest szczególnie wrażliwa (tab. 2). Przy podejmowaniu decyzji dotyczącej nawożenia należy pamiętać o wyborze odpowiedniego sposobu aplikacji oraz rodzaju preparatu mikroelementowego, które pozwolą na zaspokojenie potrzeb pokarmowych roślin.

Tabela 2

Wrażliwość zbóż na niedobór mikroelementów

Roślina	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Jęczmień	-	++	+	+	-
Owies	-	++	++	+	-
Pszenica	-	++	++	-	+
Pszenżyto	-	+	+	-	-
Żyto	-	+	+	-	-

- mała, + średnia, ++ duża

Źródło: opracowanie własne.

### Sposoby zapewnienia optymalnego zaopatrzenia zbóż w mikroelementy

Producenci oferują bogaty asortyment nawozów zawierających mikroelementy, różniących się od siebie ilością zawieranych składników, ich formą oraz sposobem stosowania. Są wśród nich zarówno produkty jednoskładnikowe o wysokich procentowych zawartościach mikroelementów, jak i wieloskładnikowe o znacznie niższej koncentracji składników. Nawozy te dostępne są zarówno w formie stałej jak i płynnej, do stosowania doglebowego oraz dolistnego. Oferowane produkty mogą zawierać mikroelementy w formie mineralnej lub chylatowej (połączenie jonu metalu z formą organiczną). Nawozy chylatowe są droższe, ale charakteryzują się lepszą przyswajalnością składników od nawozów zawierających klasyczne formy mineralne.

Nawozy mikroelementowe można podzielić wg różnych kryteriów:

- Zawartość składników:
  - jednoskładnikowe
  - wieloskładnikowe
- Forma nawozu:
  - stałe
  - płynne
- Forma mikroelementu:
  - skompleksowane (chelatowe)
  - mineralne

W ramach artykułu, w celu przedstawienia oferty nawozów mikroelementowych na polskim rynku, nawozy zostały podzielone na jednoskładnikowe – czyli takie, które charakteryzują się wysoką koncentracją jednego, określonego w nazwie mikroelementu, oraz nawozy wieloskładnikowe, zawierające więcej niż jeden komponent.

Do nawozów jednoskładnikowych zaliczyć możemy nawozy stałe oraz płynne (tab. 3). W przypadku nawozów stałych najwyższe koncentracje składników zawierają sole chemiczne (do ponad 54% w przypadku molibdenianu amonu), niższe stężenia, sięgające 20%, charakteryzują pozostałe stałe produkty. Niższą zawartością mikroskładników charakteryzują się nawozy płynne – od 3 do 15% w zależności od producenta.

Tabela 3

Oferta dostępnych na rynku jednoskładnikowych nawozów mikroelementowych przeznaczonych pod uprawę zbóż, z uwzględnieniem procentowej zawartości mikroskładników

Producent	Nawozy płynne	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
ANWIL	Symfonia Cu (ch)		10				
	Symfonia Fe (ch)			10			
	Symfonia Mn (ch)				10		
	Symfonia Mo 4					4	
	Symfonia Mo 10					10	
	Symfonia Zn						10
ADOB	ADOB Bor	15					
	ADOB Fe IDHA			3,8			
	ADOB Mo					10	
	ADOB Zn						10
EKOLIST	EKOLIST MONO B	11					
INS Puławy	INSOL B	10					
	INSOL Cu (ch)		5				
	INSOL Mn (ch)				5		
	INSOL Zn						5

Tabela 3 cd.

INTERMAG	MIKROVIT - Cu 80		10				
	MIKROVIT - Fe 75			8,2			
	MIKROVIT- Mn 160				14,9		
	MOLIBDENIT					3	
	MIKROVIT - Zn 112						8,2
Producent	Nawozy stałe	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Keytrade	INKABOR 37	20					
ADOB	Miedź EDTA		15				
	ProFit Fe IDHA			9			
	Żelazo EDTA			13			
	ProFit Mn IDHA				10		
	ProFit Zn IDHA						9
	Cynk EDTA						10
INTERMAG	CHELAT Cu-14		14				
	CHELAT Fe-8			8			
	CHELAT Fe-9			9			
	CHELAT Fe-13			13			
	CHELAT Mn-13					13	
	CHELAT Zn-14						14
Sole tech.	Boraks	12					
	Siarczan(VI)Cu		25,6				
	Siarczan(VI)Fe			20			
	Siarczan(VI)Mn				24,7		
	Molibdenian amonu					54,3	
	Siarczan(VI)Zn						22,7

Źródło: opracowanie własne.

Nawozy wieloskładnikowe charakteryzują się znacznie niższymi, niż jednoskładnikowe, koncentracjami mikroelementów – od 0,002 do 1,68%. W ich obrębie możemy wydzielić nawozy zawierające pełen zestaw makro- oraz mikroelementów (tab. 4), a także nawozy posiadające w swoim składzie tylko jeden mikroelement z domieszką jednego lub więcej makroskładników (tab. 5). W przypadku ostatniej podgrupy w przewadze znajdują się nawozy zawierające bor.

Tak bogata oferta na rynku mikronawozów umożliwia stosowanie mikroelementów według dwóch strategii: nawożenia uzupełniającego i stymulującego. W przypadku stwierdzonych niedoborów i jednoczesnej uprawy roślin wrażliwych (tab. 2) na brak określonego mikroelementu zalecane jest prowadzenie nawożenia uzupełniającego, za pomocą skoncentrowanych nawozów jednoskładnikowych. Zalecane dawki

mikroelementów przedstawiono w tab. 6. Wybór sposobu nawożenia, doglebowo lub dolistnie, jest uzależniony m. im. od rodzaju mikroskładnika. Miedź i cynk należą do pierwiastków trudno wymywanych z gleby. W związku z ograniczoną ruchliwością przy występujących w glebie niedoborach tych składników zalecane jest nawożenie doglebowe – na zapas. Stosowanie dolistne jest najlepszym rozwiązaniem w przypadku takich mikroelementów jak B, Mo, Mn, w związku z możliwością wymycia lub przechodzenia w formy niedostępne dla roślin. Należy jednak mieć świadomość, że zabieg ten przynosi efekt doraźny i musi być powtarzany co roku.

Tabela 4

Oferta dostępnych na rynku wieloskładnikowych nawozów mikroelementowych – nawozy wielomikroelementowe z makroelementami – przeznaczonych pod uprawę zbóż, z uwzględnieniem procentowej zawartości mikroskładników

	Nawozy płynne	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
ANWIL	Sonata zboże					+		0,08	0,8	0,6	0,9	0,01	0,6
INS Puławy	INSOL 3	+				+		0,28	0,56	1,2	1,68	0,01	1,12
	INSOL 36 Tytan	+								0,02	0,01		0,004
	INSOL J Tytan	+							0,13	0,1	0,13		
INTERMAG	PLONVIT Z	+				+	+		0,9	0,8	1,1	0,005	1
	MIKROVIT 1					+	+	0,2	0,4	0,6	0,6	0,02	0,4
	MAKROVIT OPTY	+	+	+				0,01	0,004	0,03	0,01	0,001	0,005
	MAKROVIT PHOSPHO	+	+	+				0,01	0,004	0,03	0,01	0,001	0,005
	MAKROVIT KALI	+	+	+				0,01	0,004	0,03	0,01	0,001	0,005
EKOLIST	STAND	+		+		+	+	0,41	0,41	0,08	0,04	0,002	0,24
	MAKRO 35+Mg	+				+	+	0,02	0,2	0,02	1	0,005	0,01
	MAKRO 12+4+7	+	+	+		+	+	0,02	0,01	0,02	0,01	0,005	0,005
	MIKRO U	+				+	+	0,56	0,6	0,67	1	0,004	0,6
	MIKRO Z	+				+	+	0,16	0,35	1	0,98	0,005	0,9
	Nawozy stałe	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
ADOB	ProFit NPK+mikro	+	+	+		+	+	0,05	0,1	0,05	0,1	0,01	0,1
	ProFit 18+18+18+mikro	+	+	+		+	+	0,05	0,1	0,05	0,1	0,01	0,1
	ProFit 4+12+38+mikro	+	+	+		+	+	0,05	0,1	0,05	0,1	0,01	0,1
	ProFit 10+40+8+mikro	+	+	+		+	+	0,05	0,1	0,05	0,1	0,01	0,1
	Basfoliar 34	+							0,128		0,128	0,65	
INTERMAG	PLONVIT OPTY	+	+	+			+	0,03	0,03	0,15	0,07	0,002	0,07
	PLONVIT PHOSPHO	+	+	+			+	0,03	0,03	0,15	0,07	0,002	0,07
	PLONVIT KALI	+	+	+			+	0,03	0,03	0,15	0,07	0,002	0,07

Tabela 4 cd.

SIARKOPOL	Tarnogran K	+	+	+	+	+	+	+	0,1					0,3
Tarnobrzeg	WapMag z MIKRO				+	+	+		0,1	0,1			0,012	0,1
LUVENA	Lubofoska pod zboża	+	+	+	+	+	+			0,1		0,2		
Z.Ch. POLICE	Polimag S	+	+	+		+	+		0,1	0,1		0,2		0,5

+ - obecność składnika pokarmowego w nawozie

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5

Oferta dostępnych na rynku wieloskładnikowych nawozów mikroelementowych – nawozy jednomikroelementowe z makroelementami - przeznaczonych pod uprawę zbóż, z uwzględnieniem procentowej zawartości mikroskładników

Producent	Nawozy płynne	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
ADOB	ADOB Cu IDHA	+							6				
	ADOB Mn	+				+					14		
EKOLIST	EKOLIST MONO ŻELAZO	+					+			9,7			
	EKOLIST MONO MANGAN	+					+				11		
	EKOLIST MONO CYNK	+					+						8
<b>Nawozy stałe</b>													
„SIARKOPOL”	Tranogran R z B	+	+	+	+	+	+	0,1					
ADOB	ProFit Cu IDHA	+							10				
	Mangan EDTA	+									13		
ALWERNIA Ciech	MagPlon NPK (5-9-23) z B	+	+	+				0,1					
AZOTY Tarnów	Saletrzak z B 27 makro	+			+	+		0,02					
	Saletrzak z B 27 standard	+				+		0,02					
Fosfan S.A.	SuproFoska 20B		+	+	+	+	+	0,2					
ZAK S.A.	Salmag z borem	+			+	+		0,2					
FOSFORY Grupa Puławy	Amonofoska NPK+B	+	+	+				0,1					
	Amonofoska NPKMg+B	+	+	+		+		0,1					
Z.Ch. POLICE S.A.	Polifoska PetroPlon	+	+	+		+	+	0,1					

+ - jak w tabeli 3.

Źródło: opracowanie własne.

W sytuacji średnich zasobności mikroelementów i jednoczesnej uprawy gatunków wrażliwych na niedobory możemy stosować nawożenie stymulujące z wykorzystaniem nawozów wieloskładnikowych. Strategia ta jest polecana przy prowadzeniu intensywnej produkcji rolnej, nastawionej na uzyskiwanie wysokich plonów. Nawożenie stymulujące ma jedynie charakter kondycjonujący uprawy, nie powodując uzupełnienia rzeczywistych niedoborów mikroskładników.

Należy podkreślić, że przy stwierdzonych niedoborach stosowanie nawozów wieloskładnikowych zawierających pełen zestaw zarówno makro- jak i mikro-składników jest nieuzasadnione, ponieważ zalecane przez producenta dawki nie zaspokajają potrzeb pokarmowych roślin. Potwierdza to przytoczony w tab. 7 przykład obrazujący możliwość zaspokojenia potrzeb nawożenia roślin miedzią przy użyciu dostępnych na rynku nawozów wieloskładnikowych.

Tabela 6

Zalecane dawki mikroelementów przy stwierdzonym ich niedoborze

Mikroelement	Dawka doglebowa [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Dawka dolistna [g·ha <sup>-1</sup> ]
Mo	x	40
B	2,5-3	200-400
Cu	6-10	300
Zn	8-12	600
Mn	x	1200

Źródło: Stanisławska-Głubiak, Korzeniowska, 2007 (8).

Tabela 7

Porównanie nawozów mikroelementowych jedno i wieloskładnikowych pod względem zaspokojenia potrzeb nawozowych miedzią (zalecana dawka Cu: 300 mg·ha<sup>-1</sup>)

Nazwa nawozu	Zawartość Cu w nawozie (%)	Dawka zalecana przez producenta	Zalecana przez producenta ilość oprysków	Dawka wprowadzona w 1 oprysku (g)	Producent
<b>NAWOZY JEDNOSKŁADNIKOWE</b>					
Nawozy stałe					
Siarczan(VI)Cu	25,6	X	X	X	Sole tech.
Maiedź EDTA	15	0,6 kg/ha	3	90	ADOB
CHELAT Cu-14	14	0,8 kg/ha	3	112	INTERMAG
Nawozy płynne					
Symfonia Cu (ch)	10	0,75 kg/ha	3	80	ANIWIL
MIKROVIT -Cu 80	10	2 l/ha	X	61,5	INS Puławy
INSOL Cu (ch)	5	1,4 kg/ha	3	188,5	INTERMAG
<b>NAWOZY WIELOSKŁADNIKOWE</b>					
MAKROVIT OPTY	0,004	9 l/ha	5	4,5	INTERMAG
ProFit 18+18+18 +mikro	0,1	6 kg/ha	X	6	ADOB
Sonata zboże	0,8	1,5 l/ha	2	122	ANIWIL

Źródło: opracowanie własne.

## Podsumowanie

Województwo dolnośląskie charakteryzuje się sprzyjającymi w uprawie zbóż warunkami przyrodniczymi. Wskaźnik waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej dla regionu został określony na prawie 75 pkt., co pozwala na sklasyfikowanie go na drugim miejscu w kraju. Tak korzystne warunki znajdują odzwierciedlenie w prowadzonych uprawach. W skali kraju największy areał uprawy występuje właśnie w tym województwie. W produkcji roślinnej niezwykle istotne jest uzyskanie wysokich, optymalnej jakości plonów, co pozwala na zaspokojenie potrzeb pokarmowych ludzi i zwierząt. Aby osiągnąć ten cel konieczne jest zapewnienie roślinom uprawnym optymalnego zaopatrzenia we wszystkie składniki pokarmowe, zarówno makro- jak i mikroelementów.

W związku z zanotowanymi w województwie niedoborami mikroskładników występującymi zarówno w glebach jak i w roślinach, wskazane byłoby na części upraw pszenicy prowadzenie nawożenia uzupełniającego wysoko skoncentrowanymi nawozami jednoskładnikowymi. Dotyczy to zwłaszcza manganu i miedzi, w przypadku których zanotowano niedobory w próbkach pszenicy ozimej i w stosunku do których roślina ta charakteryzuje się największą wrażliwością na niedobór. Ponadto w gospodarstwach prowadzących intensywną uprawę towarową korzystne byłoby stosowanie nawożenia stymulującego przy użyciu mniej skoncentrowanych nawozów wieloskładnikowych.

## Literatura

1. Barczak B., Kozera W., Nowak K., Majcherczak E: Wpływ nawożenia saletrą amonową z mikroelementami na plon ziarna i białka owsa odmiany Komes. Biul. Inst. Hod. Aklimaty. Roś., 2006, **239**:19-20.
2. Chilimba A. D. C., Mughogho S. K., Wendt J.: Mehlich 3 or modified Olsen for soil testing in Malawi. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 1999, **30(7-8)**: 1231-1250.
3. Czuba R.: Celowość i możliwość uzupełniania niedoborów mikroelementów u roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **434**: 54-63.
4. Domská D., Wojtkowiak K.: Wpływ techniki nawożenia na plonowanie i jakość ziarna pszenżyta. Cz. II. Skład i zawartość białka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2004, **502**: 51-59
5. Garcia A., De Iorio A. F., Barros M., Bargiella A. M., Redina A.: Comparison of soil tests to determine micronutrients status in Argentina soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 1997, **28(19-20)**: 1777-1792.
6. Gembarzewski H., Korzeniowska J.: Wybór metody ekstrakcji mikroelementów z gleby i opracowanie liczb granicznych przy użyciu regresji wielokrotnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 1996, **434**: 353-364.
7. Grzyś E.: Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2004, **521**: 89-99.
8. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych, PWN, Warszawa, 1999, 397.
9. Khan M. A. R., Bolan N. S., Mackay A. D.: Soil test to predict the copper availability in pasture soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 2005, **36(17-18)**: 2601-2624.

10. Korzeniowska J.: Potrzeby nawożenia pszenicy cynkiem, miedzią i borem w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Monografie i Rozprawy Naukowe, IUNG-PIB, 2008, **20**: 7-106.
11. Korzeniowska J.: Rolnictwo województwa dolnośląskiego na tle kraju. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, **15**: 81-95
12. Korzeniowska J., Stanisławska-Głubiak E.: The effect of forliar application of copper on content of this element in winter wheat grain. Pol. J. Agr., 2011, **4**: 3-6.
13. Kozera W., Barczak B.: Zawartość i skład frakcyjny białka ziarna owsa nawożonego dolistnie wybranymi mikroelementami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2004, **502**: 173-179.
14. Kucharzewski A., Dębowski M.: Odczyn i zawartość mikroelementów w glebach Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2000, **471**: 627-635.
15. Potarzycki J.: Rola miedzi w nawożeniu pszenicy ozimej. Cz. I. Plon i jakość ziarna. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 2004, **502**: 953-959.
16. Rocznik statystyczny województw 2011, GUS. 2011. Warszawa.
17. Ruszkowska M., Wojcieszka-Wyskupajtyś U.: Mikroelementy – fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **434**: 1-11.
18. Sarto M.V.M., Steiner F., Laa M.C.: Assessment of micronutrient extractants from soils of Paraná. Brazil. R. Bras. Ci. Solo., 2011, **35**: 2093-2103.
19. Schnug E., Haneklaus S.: Evaluation of the relative significance of sulfur and other essential mineral elements in oilseed rape, cereals, and sugar beet production. In: Sulfur: A missing link between soils, crops, and nutrition. J. Jez (Ed), CSSA-ASA-SSSA Publishing, Madison, 2008. WI: 219-233.
20. Spiak Z.: Mikroelementy w rolnictwie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **471**: 29-34
21. Stanisławska-Głubiak E., Korzeniowska J.: Zasady nawożenia mikroelementami roślin uprawnych. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, **8**: 99-110.
22. Stuczyński T., Budzyńska K., Gawrysiak L., Zawilski A.: Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Biul. Inf. IUNG, 2000, **12**: 4-17.
23. Witk T. i in.: Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. IUNG. 1981. Puławy. A(4).
24. Zalecenia nawozowe. Cz.I.: Liczby graniczne do wyceny zawartych w glebach makro- i mikroelementów. IUNG. 1985. Puławy.

---

Adres do korespondencji:

*mgr inż. Katarzyna Kantek*  
*Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli*  
*IUNG-PIB*  
*ul. Orzechowa 61*  
*50-540 Wrocław*  
*tel.: 71 363 87 07 w. 108*  
*e-mail.: k.kantek@iung.wroclaw.pl*

