

WPLYW NAWOŻENIA FOSFOROWEGO I AZOTOWEGO NA POBRANIE CYNKU PRZEZ ROŚLINY

Zofia Spiak, Joanna Radoła, Magdalena Romanowska

Katedra Chemii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Cynk ze względu na swoje znaczące funkcje w roślinach jest składnikiem dla nich niezbędnym. Pobierany jest przede wszystkim aktywnie, chociaż wzrost zawartości tego pierwiastka w roślinach w zależności od wzrostu koncentracji w glebie, świadczy również o jego biernym transporcie. Pobrany przez korzenie jest łatwo transportowany w organizmie roślinnym i dlatego na terenach, gdzie występują duże jego ilości w glebie, w częściach nadziemnych roślin gromadzi się w dużych ilościach. Proces pobierania tego pierwiastka przez rośliny jest jednak uwarunkowany szeregiem czynników, wśród których nawożenie mineralne uważane jest za bardzo istotne. Najbardziej rozpoznane pod tym względem jest stosowanie nawozów wapniowych, które poprzez zmianę odczynu gleby hamują proces przemieszczania się cynku do części nadziemnych roślin [OLSEN 1972; MOTSURA 1973; MOUSTAONI i in. 1993]. Znane są też przykłady uwsteczniania cynku w glebach zanieczyszczonych tym pierwiastkiem w wyniku nawożenia fosforowego, czy zwiększenie jego aktywności w obecności niektórych form azotu.

Ponieważ w warunkach naturalnych, oprócz ocenianego czynnika, na zachowanie się cynku w systemie gleba-roślina mogą wpływać inne pierwiastki, zwłaszcza te które nagromadzone są w glebie w wyniku emisji w dużych ilościach, np.: siarka, czy inne metale ciężkie, postanowiono ocenić w warunkach doświadczeń wazonowych – czy przy wzrastającym poziomie cynku w glebie, nawożenie fosforem i azotem może wpływać na wielkość jego pobrania przez roślinę?

Materiał i metodyka

Badania prowadzono w hali wegetacyjnej w wazonach typu Mitscherlicha o pojemności 6 kg gleby. Podłożem była gleba średnia o zawartości 33% części spławialnych, o pH oznaczonym w 1 mol KCl-dm⁻³ równym 6,0, zawartości C organicznego – 1,07%, niskiej zasobności w fosfor i potas przyswajalny oznaczony metodą Egnera-Riehma. Zawartość cynku całkowitego wynosiła 61,0 mg·kg⁻¹, a rozpuszczalnego w 1 mol HCl-dm⁻³ – 10,8 mg·kg⁻¹ i nie odbiegała od zawartości występujących na terenach naturalnych.

W doświadczeniach na tle wzrastającej zawartości cynku w glebie stosowano zróżnicowane nawożenie fosforowe w wysokości 0,25, 0,50 i 1,0 g P na wazon,

w postaci $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ w formie stałej, a także w odrębnym schemacie zróżnicowane dawki azotu wynoszące 0,5, 1,0 i 2,0 g N na wazon, podane w postaci wodnego roztworu NH_4NO_3 .

W obu doświadczeniach w plonie głównym uprawiano owies, którego zbioru dokonywano w stadium dojrzałości pełnej, rośliną poplonową była gorczyca, zbierana w pełni kwitnienia. Po zbiorze roślin określono masę plonów, zawartość i pobranie cynku przez oba gatunki roślin oraz przeanalizowano zmiany w składzie chemicznym gleb po zakończeniu doświadczenia.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono dane dotyczące plonowania owsa i gorczycy w wyniku zróżnicowanego nawożenia fosforem przy wzrastającej zawartości cynku w glebie. Wynika z nich, że plony zarówno ziarna, jak i słomy owsa były zróżnicowane w nieznacznym stopniu, przy czym różnice te spowodowane były raczej wysoką koncentracją cynku niż nawożeniem fosforem, gdyż po zastosowaniu 500 mg $\text{Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby plony ziarna owsa były znacznie niższe niż przy zawartości 100 mg $\text{Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby. Przy wyższej zawartości cynku stwierdzono również tendencję do spadku plonowania ziarna owsa wraz ze wzrostem dawki fosforu. Podobne zależności zaobserwowano w przypadku słomy owsa, ale różnice te między poszczególnymi obiektami były mniej widoczne. Inaczej przedstawiało się plonowanie gorczycy, gdyż uzyskana sucha masa była mocno zróżnicowana i zależała wyłącznie od koncentracji cynku w glebie. Różnice te były wysoce istotne, wskazujące na znacznie większą wrażliwość tego gatunku na podwyższoną zawartość cynku w glebie, gdyż już przy zawartości 250 mg $\text{Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby, gorczyca plonowała dwukrotnie słabiej, a przy podwojeniu tej koncentracji uzyskane plony były minimalne. Jedynie przy stężeniu cynku 100 mg $\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby obserwowano nieznaczny wzrost plonów tej rośliny w miarę wzrostu dawki fosforu.

Tabela 1; Table 1

Średni plon owsa i gorczycy (g s.m. na wazon)
Average oat and mustard yield (g DM per pot)

Nawożenie Fertilizing	Owies; Oat		Gorczyca Mustard
	ziarno; grain	słoma; straw	
0	59,1	68,6	26,6
100 mg Zn*	58,4	67,8	23,6
100 mg Zn + 0,25 g P**	53,1	67,4	27,0
100 mg Zn + 0,5 g P	55,7	69,6	25,6
100 mg Zn + 1,0 g P	52,5	68,2	26,0
250 mg Zn	59,7	72,6	12,9
250 mg Zn + 0,25 g P	51,3	67,6	11,0
250 mg Zn + 0,5 g P	56,4	69,5	14,0
250 mg Zn + 1,0 g P	47,0	65,5	12,2
500 mg Zn	52,9	68,5	0,5
500 mg Zn + 0,25 g P	50,4	68,8	0,4
500 mg Zn + 0,5 g P	48,8	65,7	0,5
500 mg Zn + 1,0 g P	42,6	64,0	0,4
$\text{NIR}_{0,05}$; $\text{LSD}_{0,05}$	2,8	3,6	1,8

* – mg $\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby; mg $\cdot\text{kg}^{-1}$ soil

** – g na wazon; g per pot

W literaturze niewiele jest danych mówiących o wpływie interakcji między cynkiem a fosforem na plonowanie, natomiast szereg autorów, m.in.: BEDNAREK i LIPIŃSKI [1996], BŁAZIAK i in. [1996] oraz FECENKO i LOZEK [1996] podkreśla, że ma ona duże znaczenie w gromadzeniu się tych pierwiastków w roślinach, czy indukowaniu objawów niedoboru lub nadmiaru któregoś z nich.

Dane uzyskane w warunkach badań własnych (tab. 2) wykazują na wyraźne różnicowanie zarówno koncentracji, jak i wielkości pobrania cynku przez oba gatunki roślin, jednak wyraźnie zależne od dodatku cynku do gleby. Wielu autorów [CHAUDHRY, LONERGAN 1972a, 1972b] sugeruje, że wzrost zawartości fosforu w glebie obniża pobieranie cynku przez rośliny, co w przypadku gleb ubogich w fosfor może wywoływać objawy niedoboru tego pierwiastka w roślinach, prowadzące do zaburzeń metabolicznych. W literaturze spotyka się również dane świadczące o wzroście pobrania cynku przez rośliny przy wysokich dawkach nawozów fosforowych [CHAUDHRY, LONERGAN 1970; HILL i in. 1979].

Tabela 2; Table 2

Zawartość i pobranie cynku przez owies i gorczycę
Zinc content and uptake by oat and mustard

Nawożenie Fertilizing	Owies; Oat				Gorczyca; Mustard	
	ziarno; grain		słoma; straw		zawartość mg·kg ⁻¹ s.m. content mg·kg ⁻¹ DM	pobranie mg na wazon uptake mg per pot
	zawartość mg·kg ⁻¹ s.m. content mg·kg ⁻¹ DM	pobranie mg na wazon uptake mg per pot	zawartość mg·kg ⁻¹ s.m. content mg·kg ⁻¹ DM	pobranie mg na wazon uptake mg per pot		
0	43,7	2,6	83,2	5,6	192,0	5,1
100 mg Zn*	81,2	4,7	250,0	16,9	625,0	14,7
100 mg Zn + 0,25 g P**	91,5	4,8	165,0	11,1	710,0	19,1
100 mg Zn + 0,5 g P	87,5	4,9	165,0	11,5	790,0	20,2
100 mg Zn + 1,0 g P	79,0	4,1	165,0	11,2	750,0	19,5
250 mg Zn	131,2	7,8	832,0	60,4	2165,0	27,9
250 mg Zn + 0,25 g P	131,2	6,7	625,0	42,2	2312,5	25,4
250 mg Zn + 0,5 g P	131,0	7,4	625,0	43,4	1980,0	27,7
250 mg Zn + 1,0 g P	100,0	4,7	460,0	30,1	2102,0	25,6
500 mg Zn	208,0	11,0	1665,0	114,0	6340,0	3,1
500 mg Zn + 0,25 g P	187,7	9,5	1460,0	100,4	5660,0	2,3
500 mg Zn + 0,5 g P	212,0	10,3	1625,0	106,7	6100,0	3,0
500 mg Zn + 1,0 g P	112,0	4,8	1762,0	112,7	5566,7	2,2

* - mg·kg⁻¹ gleby; mg·kg⁻¹ soil

** - g na wazon; g per pot

W badaniach własnych (tab. 2) znaczne obniżenie koncentracji i równocześnie pobrania cynku stwierdzono w przypadku owsa, ale dopiero w warunkach wysokiej zawartości cynku w glebie i przy wysokim nawożeniu fosforem. W przypadku gorczycy zmiany te były nieznaczne, niezależne od warunków doświadczenia.

Autorzy [CHAUDHRY, LONERGAN 1972a; BEDNAREK, LIPIŃSKI 1996; FECENKO, LOZEK 1996] twierdzą, że najbardziej widoczne zależności między cynkiem a fosforem w glebie mają miejsce wtedy, gdy zawartość obu z nich jest albo bardzo niska, albo bardzo wysoka. Wówczas dodatek fosforu powoduje wzrost plonowania,

a tym samym rozcieńczenia koncentracji cynku w roślinach do poziomu, który indukuje objawy jego niedoboru. W nielicznych przypadkach wzrost zawartości fosforu w glebie powoduje znacznie większe obniżenie koncentracji cynku w roślinach, niż wynikałoby to z efektu rozcieńczenia. CHAUDHRY i LONERGAN [1972b], BEDNAREK i LIPIŃSKI [1996], BŁAZIAK i in. [1996] uważają, że w tej sytuacji fosfor wpływa na obniżenie absorpcji cynku przez korzenie roślin i zahamowanie przemieszczania się do ich poszczególnych organów. Natomiast w warunkach bardzo wysokiej zawartości cynku, fosfor może go uwstecznić w korzeniach poprzez tworzenie nierozpuszczalnych związków. Badania własne w pewnym stopniu zdają się potwierdzać te informacje, gdyż jedynie przy wysokiej zawartości obu pierwiastków w glebie fosfor wyraźnie zmniejsza pobieranie cynku przez rośliny.

Wzrost pobierania cynku w warunkach wysokiej zawartości w glebie tłumaczony jest natomiast najczęściej wzrostem zakwaszenia w strefie korzeniowej [CHAUDHRY, LONERGAN 1970], bądź stosowaniu nawozów fosforowych znacznie zanieczyszczonych cynkiem [HILL i in. 1979].

Sole azotowe mogą zarówno zmniejszać, jak i zwiększać objawy niedoboru cynku w roślinach. Wynika to głównie z plonotwórczego działania azotu oraz wpływu na zmianę pH w strefie korzeniowej roślin. Ponieważ azot w największym stopniu limituje plonowanie roślin, w literaturze spotkać można szereg doniesień dotyczących pozytywnych interakcji między wzrastającym nawożeniem azotem a zawartością cynku w roślinach, ale także negatywnych.

Wzrastające dawki azotu przy różnym poziomie zawartości cynku w glebie w warunkach badań własnych (tab. 3) nie wpłynęły istotnie na wielkość uzyskanych plonów owsa. Zaobserwowano jedynie tendencję spadku plonowania w miarę wzrostu koncentracji cynku. Podobnie jak w doświadczeniu z fosforem, różnice w plonowaniu gorczycy były istotne, przy czym oprócz tego, że wraz ze zwiększaniem się stężenia cynku w glebie, plonowanie jej było coraz słabsze. Stwierdzono, że przy jednakowym poziomie tego pierwiastka nawożenie azotem nieznacznie stymulowało wzrost plonów.

Tabela 3; Table 3

Średni plon owsa i gorczycy (g s.m. na wazon)
Average oat and mustard yield (g DM per pot)

Nawożenie Fertilizing	Owies; Oat		Gorczyca Mustard
	ziarno; grain	słoma; straw	
0	58,3	77,7	31,2
100 mg Zn*	56,1	81,2	29,8
100 mg Zn + 0,5 g N**	58,5	58,5	30,5
100 mg Zn + 1 g N	60,0	83,0	31,0
100 mg Zn + 2 g N	65,4	88,2	32,4
250 mg Zn	57,5	85,7	10,5
250 mg Zn + 0,5 g N	60,1	91,8	16,8
250 mg Zn + 1 g N	57,8	85,7	22,0
250 mg Zn + 2 g N	63,7	79,3	25,0
500 mg Zn	42,0	75,0	–
500 mg Zn + 0,5 g N	61,6	95,0	0,4
500 mg Zn + 1 g N	55,0	85,2	0,5
500 mg Zn + 2 g N	60,1	78,2	0,3
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	5,6	4,1	2,9

* – mg·kg⁻¹ gleby; mg·kg⁻¹ soil

** – g na wazon; g per pot

Inaczej niż w przypadku nawożenia fosforem przedstawia się zawartość i pobranie cynku w obu gatunkach roślin doświadczalnych pod wpływem wzrastającego nawożenia saletrą amonową (tab. 4). Niezależnie od poziomu cynku w glebie, każdy dodatek azotu w postaci NH_4NO_3 powodował wzrost koncentracji cynku w największym stopniu w słomie owsa, w nieco mniejszym w gorczycy zebraanej w okresie kwitnienia i w ziarnie owsa.

Pobranie cynku uzależnione było głównie od wielkości uzyskanego plonu, mimo że zastosowany azot nie wywarł istotnego wpływu na plonowanie roślin, to zwiększał pobranie i kumulację cynku w roślinach doświadczalnych.

Brak danych dotyczących stężenia i ilości pobrania cynku przez gorczycę (tab. 4), przy najwyższej jego dawce, spowodowane zostało tak wysoką redukcją plonów, która uniemożliwiła analizę chemiczną roślin.

Tabela 4; Table 4

Zawartość i pobranie cynku przez owies i gorczycę
Zinc content and uptake by oat and mustard

Nawożenie Fertilizing	Owies; Oat				Gorczyca; Mustard	
	ziarno; grain		słoma; straw		zawartość mg·kg ⁻¹ s.m. content mg·kg ⁻¹ DM	pobranie mg na wazon uptake mg per pot
	zawartość mg·kg ⁻¹ s.m. content mg·kg ⁻¹ DM	pobranie mg na wazon uptake mg per pot	zawartość mg·kg ⁻¹ s.m. content mg·kg ⁻¹ DM	pobranie mg na wazon uptake mg per pot		
0	50,0	2,9	108,8	8,3	325,0	10,1
100 mg Zn*	60,0	3,4	300,0	24,0	855,0	25,4
100 mg Zn + 0,5 g N**	71,0	4,1	420,0	24,5	730,0	22,2
100 mg Zn + 1,0 g N	77,5	4,6	525,0	43,5	940,0	29,1
100 mg Zn + 2,0 g N	81,5	5,3	330,0	29,1	1100,0	35,6
250 mg Zn	96,0	5,5	800,0	68,5	1950,0	24,0
250 mg Zn + 0,5 g N	100,0	6,0	960,0	88,1	1160,0	19,4
250 mg Zn + 1,0 g N	108,0	6,2	1120,0	95,9	1540,0	33,8
250 mg Zn + 2,0 g N	116,0	7,4	1270,0	100,7	1540,0	38,5
500 mg Zn	750,0	3,1	1550,0	132,8	-	-
500 mg Zn + 0,5 g N	1670,0	10,2	1325,0	125,8	-	-
500 mg Zn + 1,0 g N	3750,0	206,2	5800,0	494,1	-	-
500 mg Zn + 2,0 g N	3875,0	232,9	7150,0	559,1	-	-

* - mg·kg⁻¹ gleby; mg·kg⁻¹ soil

** - g na wazon; g per pot

CHAUDHRY i LONERGAN [1972a] podają, że przy dobrej żyzności gleb, a niskiej zawartości cynku, nawozy azotowe mogą zmniejszać objawy niedoboru cynku poprzez zwiększanie jego absorpcji w wyniku zmian pH gleby. Podobnie VIETS i in. [1957] zmniejszenie objawów niedoboru cynku u jęczmienia nawożonego azotem w formie NH_4^+ razem z siarczanem cynku, w odróżnieniu od stosowania tylko ZnSO_4 , gdzie objawy te nie zostały zlikwidowane, tłumaczą efektem zakwaszenia gleby w wyniku stosowania amonowej formy azotu.

Jak podaje HILL i in. [1979], NOWAK i MIKOŁAJCZAK [1996] oraz PODLEŚNA i WOJCIESKA-WYSKUPAJTYS [1996] procesy przemieszczenia się cynku z gleby do roślin w wyniku nawożenia azotem mogą przebiegać w dwojaki sposób. W początkowym okresie wzrostu roślin sole azotowe, zawierające kation NH_4^+ , zmniejszają

absorpcję cynku na drodze wiązania go poprzez białka i aminokwasy. Stopień tego obniżenia może być nawet silniejszy niż w przypadku obecności kationów ziem alkalicznych w glebie lub roztworze glebowym, ale w miarę upływu czasu bezpośredni wpływ kationu NH_4^+ na absorpcję cynku przez rośliny znika wraz z postępującą nityfikacją i w konsekwencji zakwaszeniem gleby. Potwierdza to również CHAUDHRY i LONERGAN [1972b].

Sugestie, że azot może indukować niedobór cynku poprzez hamowanie transportu do części nadziemnych roślin [CHAUDHRY, LONERGAN 1970; HILL i in. 1979] nie zostało potwierdzone przez CHAUDHRY i LONERGAN [1970], którzy w swoich doświadczeniach wykazali, że saletra amonowa istotnie zwiększała zawartość cynku w roślinach. Obserwowano również, że nawożenie azotem powodowało gromadzenie się cynku w młodych liściach roślin, a następnie przemieszczanie się tego pierwiastka wraz z azotem do liści starszych [HILL i in. 1979].

Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych, chociaż według danych najnowszej literatury, aby uzyskać ostateczną odpowiedź na pytania postawione w celu pracy, badania w tym zakresie należałoby rozszerzyć o różne formy azotu w nawozach i różne systemy nawożenia azotem.

Wnioski

1. Nawożenie fosforem zmniejszyło, a azotem zwiększyło plonowanie roślin w warunkach podwyższonej zawartości cynku w glebie. Plonowanie owsa i gorczycy w tych warunkach uzależnione było jedynie od zawartości cynku w glebie.
2. Nawożenie fosforem w postaci rozpuszczalnego w wodzie $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ wpłynęło na zmniejszenie pobierania cynku przez owies, przy czym w większym stopniu przy średniej koncentracji tego metalu w glebie.
3. Nawożenie azotem w postaci saletry amonowej było czynnikiem powodującym wzrost akumulacji cynku w tkankach zarówno roślin uprawianych w plonie głównym, jak i poplonowych.

Literatura

- BEDNAREK W., LIPIŃSKI W. 1996. Występowanie manganu i cynku w glebie poddanej działaniu nawożenia mineralnego i wapnowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 469–476.
- BŁAZIAK J., ŁABUDA S., CHWIL S. 1996. Wpływ zróżnicowanego nawożenia na zawartość mikroelementów w zbożach jarych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 434: 263–269.
- CHAUDHRY F.M., LONERGAN J.F. 1970. Effect of nitrogen, copper and zinc fertilizers on the copper and zinc nutrition of wheat plants. Aust. J. Agric. Res. 21: 865–879.
- CHAUDHRY F.M., LONERGAN J.F. 1972a. Zinc absorption by wheat seedlings. Cz. I. Inhibition by macronutrient ion in short – term experiments and it's relevance to long – term zinc nutrition. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36: 323–327.
- CHAUDHRY F.M., LONERGAN J.F. 1972a. Zinc absorption by wheat seedlings and the nature of it's inhibition by alkaline earth cation. J. Exp. Bot. 23: 552–560.

- FECENKO J., LOZEK O. 1996. *Agronomical efficiency of nitrogen – zinc fertilizer*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 129–133.
- HILL J., ROPSON A.D., LONERGAN J.F. 1979. *The effect of copper supply on the senescence and the retranslocation of nutrient of the oldest leaf of wheat*. Ann. Bot. 44: 279–287.
- MOTSURA M.R. 1973. *On the effect of phosphorus on zinc uptake by barley*. Plant and Soil 38: 381–392.
- MOUSTAONI D., VERLOO N., PAUWELLS J. 1993. *Phosphorus – zinc interaction*. Pedologie. 42(3): 251–261.
- NOWAK W., MIKOŁAJCZAK Z. 1996. *Wpływ różnych nawozów azotowych na zawartość mikroelementów w glebie i w kępce pospolitej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 531–537.
- OLSEN S.R. 1972. *Micronutrient interactions. Micronutrient in Agriculture*. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin: 243–264.
- PODLEŚNA A., WOJCIESKA-WYSKUPAJTYS U. 1996. *Dynamika pobierania mikrośladników przez groch w zależności od nawożenia azotem*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 13–19.
- VIETS F.G., BOAWN L.C., CRAWFORD C.I. 1957. *The effect of nitrogen and types of nitrogen carrier on plant uptake of indigenous and applied zinc*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 197–201.

Słowa kluczowe: nawożenie mineralne, pobieranie cynku, toksyczność cynku, interakcje między składnikami, uwstecznianie metali ciężkich

Streszczenie

W ścisłych doświadczeniach wazonowych przeprowadzonych na glebie średniej stosowano nawożenie fosforowe i azotowe w celu wykazania jego wpływu na pobieranie cynku przez owies i gorczycę w warunkach podwyższonej jego zawartości w glebie. Stwierdzono, że mimo braku istotnego wpływu na plonowanie roślin fosfor ograniczał pobieranie cynku. Było ono tym większe, im większa była koncentracja cynku w glebie i wyższa dawka stosowanego $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Nawożenie azotem było natomiast czynnikiem powodującym wzrost gromadzenia tego pierwiastka w obu gatunkach roślin doświadczalnych.

EFFECT OF PHOSPHORUS AND NITROGEN FERTILIZATION ON ZINC UPTAKE BY THE PLANTS

Zofia Spiak, Joanna Radola, Magdalena Romanowska

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University, Wrocław

Key words: mineral fertilization, zinc uptake, zinc toxicity, interaction between elements, inhibition of heavy metals

Summary

Phosphorus and nitrogen fertilization was applied in the exact pot experiments conducted on medium soil to study their influence on zinc uptake by oat and buckwheat from the soil with high level of zinc concentration. It was found that phosphorus fertilization did not significantly influence the yield, but limited Zn uptake by plants. The higher were zinc concentration in soil and applied $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ doses, the stronger was the limitation of Zn uptake by plants. However nitrogen fertilization was the factor increasing of accumulation of this element in both species of experimental plants.

Prof. dr hab. Zofia **Spiak**
Katedra Chemii Rolniczej
Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53
53-357 WROCŁAW