

ANNA STRZELEC

WPLYW MIEDZI I CYNKU NA TEMPO ZANIKANIA ATRAZYNY I ROZWÓJ MIKROFLORY GLEBOWEJ

Zakład Mikrobiologii Rolniczej Instytutu Uprawy Nawożenia
i Gleboznawstwa w Puławach

Miedź i cynk są pierwiastkami niezbędnymi dla wszystkich komórek form życia. Wchodzą one bowiem w skład enzymów związanych z procesami oddechowymi żywych organizmów.

Spośród drobnoustrojów szczególnie wrażliwy na niedobór miedzi w glebie jest grzyb *Aspergillus niger*, używany niekiedy jako biologiczny wskaźnik zawartości tego pierwiastka w glebie. Niektóre drobnoustroje tolerują nawet bardzo wysokie stężenie Cu w podłożu, na przykład grzyby rozwijające się w torfach, w których stężenie Cu osiąga 7500 mg/kg [5].

Koncentracja miedzi w glebach mineralnych waha się od 0,1 do ponad 1000 mg/kg, natomiast cynk występuje w glebach w stężeniu od 10 do 1000 mg/kg, przy czym większość gleb zawiera od 10 do 100 mg Cu/kg i od 10 do 300 mg Zn/kg gleby [5].

Dynamiczny rozwój przemysłu, stosowanie preparatów ochrony roślin oraz używanie jako nawozów ścieków zawierających metale ciężkie prowadzi do akumulacji tych metali w glebach, co z kolei może wpływać na rozwój mikroflory glebowej i prowadzone przez nią procesy [4, 9, 11, 13].

Wpływ metali ciężkich na rozwój mikroflory glebowej i aktywność procesów zachodzących w glebie zależy w dużym stopniu od rozpuszczalności i ruchliwości jonów tych metali w środowisku. Na rozpuszczalność i ruchliwość Cu i Zn w glebie wpływa pH roztworu glebowego, zdolność tworzenia kompleksów tych jonów z substancją organiczną gleby i rozmiar ich adsorpcji na koloidach glebowych. Również drobnoustroje mogą oddziaływać na rozpuszczalność związków Cu i Zn w glebie, większość prawdopodobnie przez adsorpcję tych jonów przez komórki mikroorganizmów i tworzenie kompleksu z substancją organiczną produkowaną przez te organizmy lub też przez zmianę pH podłoża [5].

Celem pracy było zbadanie wpływu miedzi i cynku na rozwój mi-

kroflory i zdolność rozkładu przez nią atrazyny w glebie — środowisku, w którym bytują całe zespoły drobnoustrojów i w hodowli *Penicillium citrinum*, grzyba z rodzaju często występującego w naszych glebach i mającego zdolność rozkładu herbicydów chloro-s-triazynowych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w 100-gramowych próbkach powietrznie suchej gleby wytworzonej z piasku słabo gliniastego o pH 7,4, zawierającej 0,14⁰% N i 1,495⁰% C, oraz w hodowlach *Penicillium citrinum* w kolbach Erlenmayera zawierających 50 ml płynnej pożywki Czapeka.

Podłoża te traktowano uprzednio 10 ppm chemicznie czystszej atrazyny, produkcji Ciba-Geigy w Szwajcarii, rozpuszczonej w 1 ml alkoholu etylowego. Kontrolę stanowiły podłoża traktowane jedynie atrazyną. Do pozostałych serii oprócz atrazyny dodawano wodne roztwory soli $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ lub $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ w ilościach odpowiadających 50, 100, 500, 1000 i 5000 mg Cu/kg gleby lub 500, 1000, 5000, 10 000 i 20 000 mg Zn/kg gleby, natomiast w badaniach in vitro — w ilościach odpowiadających 10, 50, 100, 500 i 1000 mg Cu/l pożywki lub 100, 200, 500, 1000 i 2000 mg Zn/l pożywki.

Próbki glebowe po dokładnym wymieszaniu umieszczono w plastikowych doniczkach i po przykryciu folią aluminiową inkubowano w temperaturze pokojowej, utrzymując ich wilgotność na poziomie 50⁰% całkowitej kapilarnej pojemności wodnej. Każda z serii doświadczalnej była założona w 17 powtórzeniach.

W dwutygodniowych odstępach czasu oznaczono w średniej próbce zawsze z tych samych doniczek: pH metodą elektrometryczną, ogólną liczebność w glebie bakterii i promieniowców na pożywce z wyciągiem glebowym i K_2HPO_4 , liczebność grzybów na pożywce Martina, liczebność azotobaktera na pożywce bezazotowej oraz liczebność mikroflory celulolitycznej na pożywce mineralnej z krążkiem bibuły. Ponadto każdorazowo z każdej serii przeznaczono po dwie doniczki na analizę w nich pozostałości atrazyny. W tym celu zawartość doniczki zalewano metanolem, wytrząsano, a następnie sączono. Przesącz ekstrahowano chloroformem, a fazę chloroformową odparowywano do sucha na rotacyjnej wyparce próżniowej. Pozostałość rozpuszczano w benzenie.

W 1 μl tak przygotowanej próbki oznaczano ilość atrazyny przy użyciu chromatografu gazowego firmy Varian-Areograf, model 2440, wyposażonego w AFID i szklane kolumny wypełnione 1,5⁰% OV-17 na chromosorbie W. Temperatura kolumny wynosiła +150⁰C, temperatura detektora +220⁰C. Każdą próbkę zaznaczano dwukrotnie. Wyniki podano jako średnią z dwu próbek.

W badaniach in vitro pożywki szczepiono 1 ml homogennej zawiesiny 7-dniowej hodowli *Penicillium citrinum* na płynnej pożywce Cza-

peka. Hodowle inkubowano w temperaturze $\pm 28^{\circ}\text{C}$. Co dwa tygodnie oznaczano w dwu kolbkach z każdej serii suchą masę grzybni, a w płynie pohodowlanym — pozostałość atrazyny. W tym celu każdą z hodowli zalewano alkoholem metylowym i po 24 godzinach sączono przemywając grzybnię na sączku metanolem. Z uzyskanym w ten sposób przesączem postępowano podobnie jak z przesączem z próbek glebowych.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zarówno siarczan miedzi, jak i siarczan cynku wprowadzone do gleby lub do płynnej hodowli *Penicillium citrinum* na pożywce Czapeka obniżały pH tych podłoży (tab. 1, 2) i wpływały na rozwój w nich mikroflory (rys. 1, 2).

Tabela 1

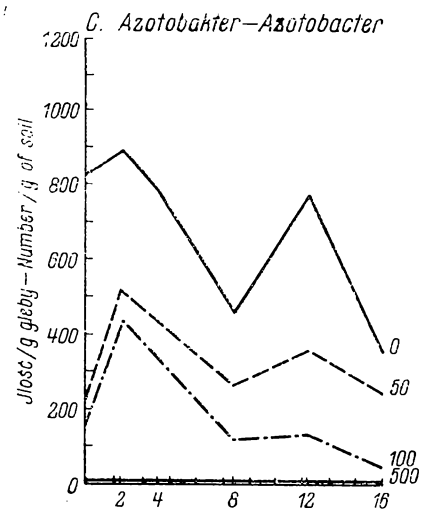
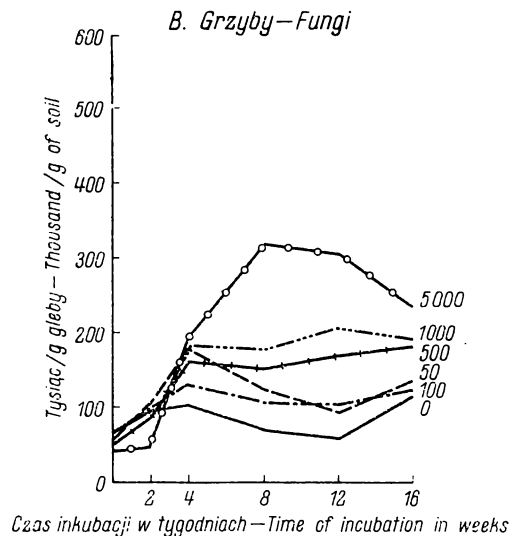
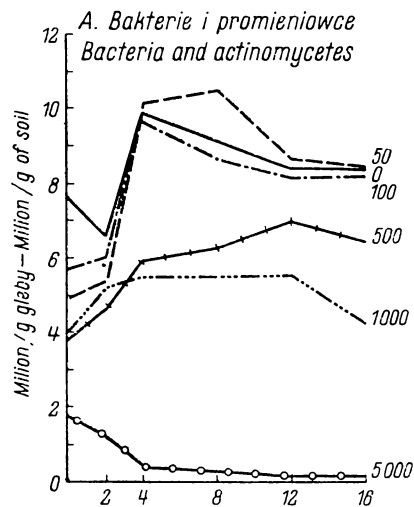
Wpływ siarczanów miedzi i cynku na zmiany pH gleby
Influence of copper and zinc sulphates on pH changes in soil

Dawki metalu Doses of metals mg/kg	pH gleby na początku i po zakończeniu doświadczenia pH of soil at the beginning and the end of the experiments	
	miedź - copper	cynk - zinc
0	7,4 - 7,4	7,4 - 7,2
50	7,3 - 7,4	-
100	7,1 - 7,2	-
500	6,8 - 7,1	6,8 - 6,6
1000	6,5 - 7,1	6,5 - 6,3
5000	5,7 - 5,7	6,1 - 5,7
10000	-	5,9 - 5,4
20000	-	5,8 - 5,3

Tabela 2

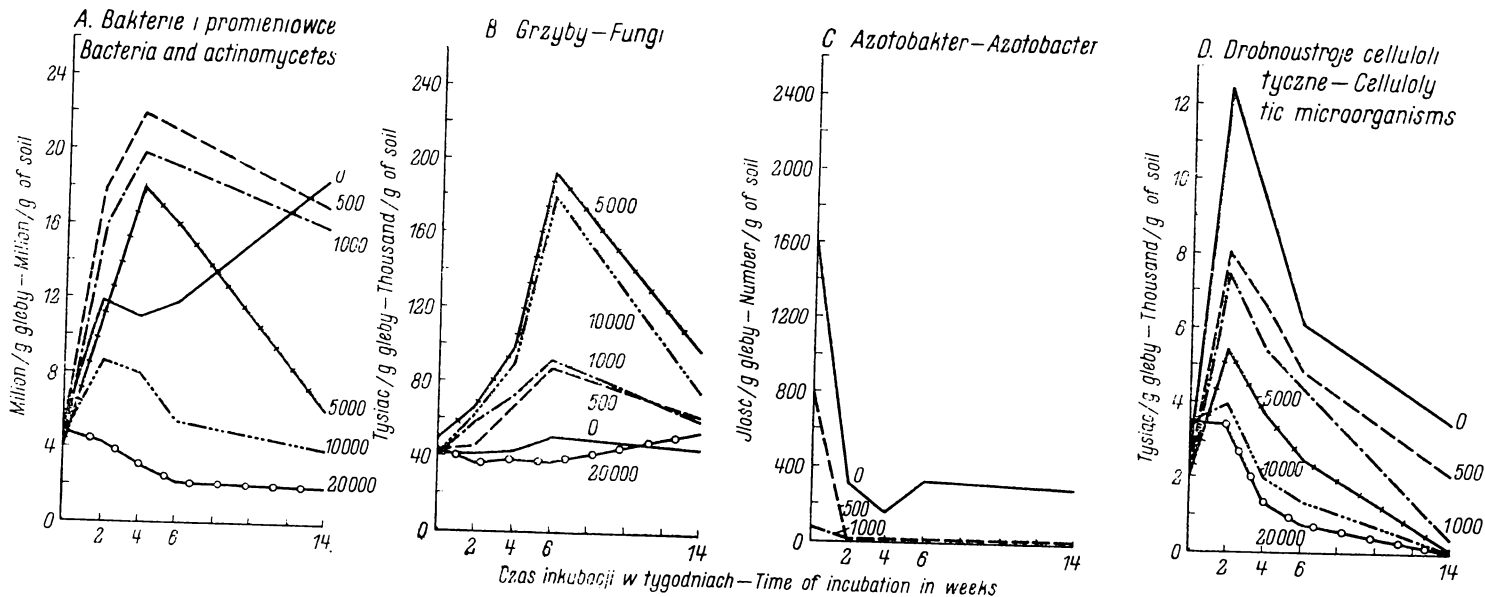
Wpływ siarczanu miedzi i cynku na zmiany pH hodowli *Penicillium citrinum*
Influence of copper and zinc sulphates on pH changes of *Penicillium citrinum* cultures

Dawka Cu lub Zn Doses of metals mg/l	Miedź - Copper	Cynk - Zinc
	zmiany pH w czasie inkubacji changes of pH during the time of incubation	pH po 12 tygodniach inkubacji pH after 12 weeks of incubation
0	7,1 - 7,7	7,0
10	6,7 - 6,3	-
50	6,6 - 6,8	-
100	6,5 - 7,5	7,0
200	-	7,0
500	6,0 - 6,2	7,0
1000	5,7 - 6,2	7,0
2000	-	5,0



Rys. 1. Wpływ miedzi na liczebność drobnoustrojów w glebie traktowanej atrazyną (koncentracja metalu w mg Cu/kg gleby)

Influence of copper on numbers of microorganisms in soil treated with atrazine (concentration of metal — mg Cu/kg of soil)



Rys. 2. Wpływ cynku na liczebność drobnoustrojów w glebie traktowanej atrazyną (koncentracja cynku w mg Zn/kg gleby)
Influence of zinc on numbers of microorganisms in soil treated with atrazine (concentration of metal — mg Zn/kg of soil)

Siarczan miedzi dodany do gleby traktowanej atrazyną na ogół hamował rozwój w niej bakterii i promieniowców oraz azotobaktera, natomiast stymulował rozwój grzybów (rys. 1A, 1B, 1C).

Szczególnie wrażliwy na obecność w glebie siarczanu miedzi okazał się azotobakter (rys. 1C). Już koncentracja 50 i 100 mg Cu/kg gleby powodowała silne zahamowanie rozwoju tej bakterii. Wyższe dawki wpływały toksycznie na azotobaktera. W glebie zawierającej więcej niż 100 mg Cu/kg nie stwierdzono obecności komórek tej bakterii. Hamujący wpływ siarczanu miedzi na rozwój w badanej glebie bakterii i promieniowców uwidocznił się podobnie jak w przypadku azotobaktera już bezpośrednio po założeniu doświadczenia. W późniejszym okresie jedynie dawka odpowiadająca 50 mg Cu/kg gleby lekko stymulowała rozwój tej grupy drobnoustrojów, gdy tymczasem dawki 500 i 1000 mg Cu/kg wyraźnie go hamowały, a dawka 5000 mg Cu/kg gleby okazała się dla tych drobnoustrojów toksyczna (rys. 1A).

Siarczan miedzi wpływał natomiast bardzo korzystnie na mnożenie się w glebie grzybów. Ich ogólna liczebność wzrastała wraz ze wzrostem stężenia Cu w glebie, co szczególnie wyraźnie obserwowano po 2 miesiącach inkubacji próbek glebowych.

O wpływie miedzi na rozwój mikroflory glebowej donosi również Maliszewska [8]. W przeprowadzonych przez nią badaniach miedź dodana do gleby nawet w niewielkich koncentracjach (10–100 ppm) w formie siarczanu miedzi wpływała wyraźnie hamująco na rozwój bakterii i promieniowców, azotobaktera i drobnoustrojów celulolitycznych, natomiast, podobnie jak w naszych badaniach, stymulowała rozwój grzybów.

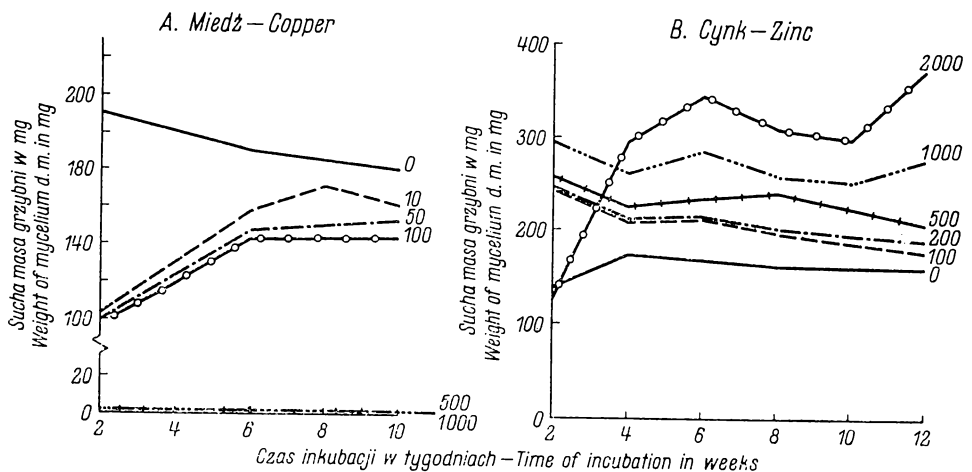
Również siarczan cynku powodował w glebie zmiany liczebności bakterii i promieniowców, grzybów, azotobaktera i mikroflory celulolitycznej (rys. 2). Działanie tej soli było jednak znacznie słabsze niż działanie siarczanu miedzi. Dawki 500, 1000 i 5000 mg Zn/kg gleby w pierwszych 6 tygodniach inkubacji stymulowały rozwój bakterii i promieniowców. Pod koniec okresu inkubacji największą liczebność tych drobnoustrojów stwierdzono jednak w próbkach gleby nie traktowanej siarczanem cynku. Dawka 20 000 mg Zn/kg gleby była toksyczna dla bakterii i promieniowców podczas całego okresu inkubacji gleby (rys. 2A). Siarczan cynku, podobnie jak siarczan miedzi, wpływał bardzo korzystnie na rozwój grzybów glebowych (rys. 2B). Szczególnie dużo tych drobnoustrojów znaleziono po 6 tygodniach inkubacji gleby z dodatkiem 5000 i 10 000 mg Zn/kg. W późniejszym jednak okresie w seriach tych nastąpił gwałtowny spadek liczebności grzybów, mimo to w dalszym ciągu było ich znacznie więcej niż w pozostałych kombinacjach. Dopiero koncentracja 20 000 mg Zn/kg gleby powodowała nieznaczne zahamowanie rozwoju tych mikroorganizmów. Bardzo wrażliwa na obecność w glebie siarczanu cynku okazała się mikroflora celulolityczna oraz azotobakter (rys. 2C).

i D). Liczebność drobnoustrojów celulolitycznych wyraźnie malała wraz ze wzrostem stężenia cynku w podłożu (rys. 2D). Jeszcze wrażliwszy okazał się azotobakter. Obecność tej bakterii stwierdzono oprócz serii kontrolnych jedynie w próbach z dodatkiem 500 i 1000 mg Zn/kg gleby i to tylko bezpośrednio po założeniu doświadczenia (rys. 2C). Również badania De Levala i Demonty [4] wykazały, że wzrost koncentracji Zn w glebie powodował wyraźne zmniejszenie jej aktywności biologicznej.

Porównując wpływ siarczianu miedzi i cynku na rozwój badanych przez nas grup drobnoustrojów obserwowano na ogół podobne zależności. Hamujące działanie siarczianu miedzi było jednak dużo silniejsze, co potwierdziły również prace Maliszewskiej [8].

Badając wpływ soli miedzi i cynku na rozwój *Penicillium citrinum* stwierdzono różną reakcję tego grzyba na obecność tych soli w podłożu.

Siarczan cynku wyraźnie stymulował wzrost grzybni *Penicillium citrinum*. Jej sucha masa wzrastała wraz ze wzrostem koncentracji Zn w



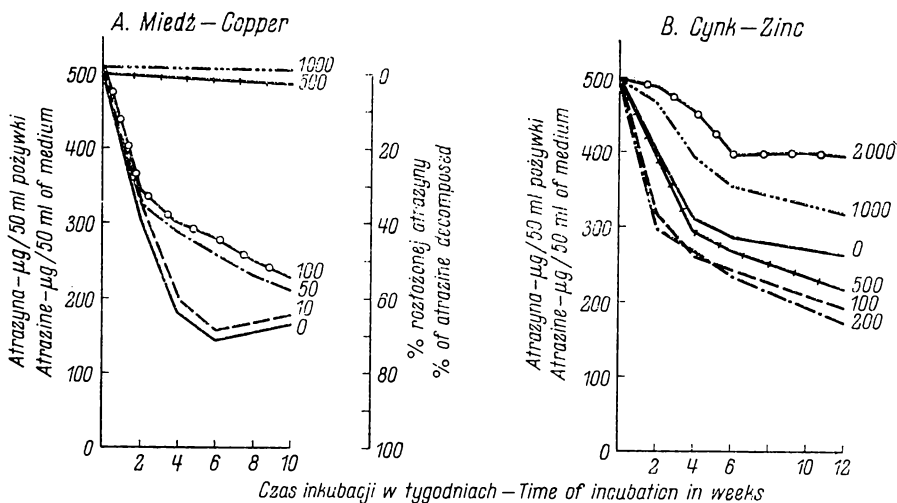
Rys. 3. Wpływ miedzi i cynku na wzrost *Penicillium citrinum* (koncentracja metalu — mg/l pożywki)
Influence of copper and zinc on growth of *Penicillium citrinum* (concentrations of metals — mg/l of medium)

podłożu (rys. 3B). W hodowli zawierającej 1000 i 2000 mg Zn/l następował intensywny wzrost grzybni, ale zahamowane zostało wytwarzanie zarodników.

Natomiast miedź hamowała rozwój *Penicillium citrinum*. Niższe dawki — 10, 50 i 100 mg Cu/l pożywki — hamowały częściowo wzrost grzybni, natomiast dawki 500 i 1000 mg Cu/l pożywki okazały się dla tego grzyba toksyczne i hamowały całkowicie jego wzrost (rys. 3A).

Metale ciężkie wskutek oddziaływania na aktywność enzymów wytwarzanych przez mikroflorę glebową wpływają również na intensywność procesów zachodzących w glebie. Wyniki badań przeprowadzonych przez Tylera [13] wykazały na przykład, że zarówno miedź, jak i cynk wyraźnie zmniejszały aktywność enzymatyczną i oddechową gleby.

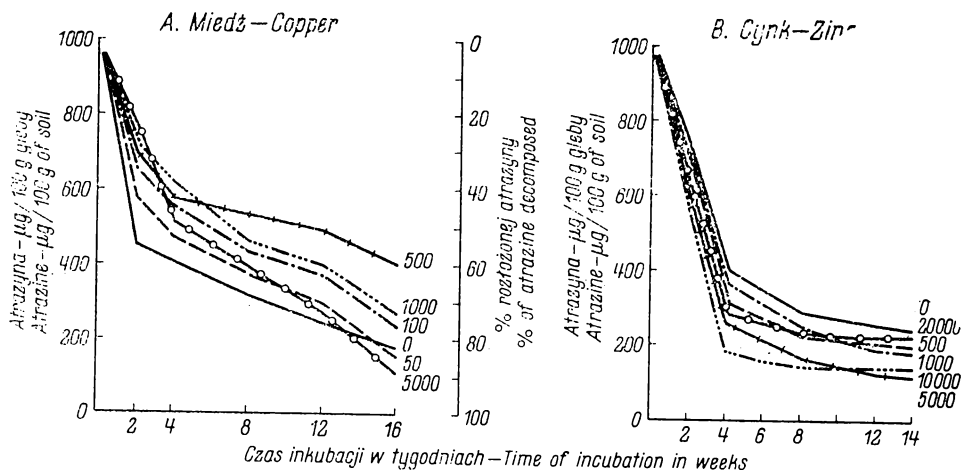
W badaniach naszych stwierdziliśmy, że miedź i cynk wpływały na tempo zanikania atrazyny zarówno z gleby, jak i z płynnej hodowli *Penicillium citrinum* (rys. 4A i B, 5A i B).



Rys. 4. Wpływ miedzi i cynku na tempo zanikania atrazyny z gleby (koncentracja metali w mg/kg gleby)

Influence of copper and zinc on rate of atrazine disappearance from soil (concentrations of metals — mg/kg of soil)

Siarczan miedzi hamował tempo tego procesu w obu podłożach. W glebie w pierwszych 12 tygodniach jej inkubacji najszybsze tempo rozkładu atrazyny notowano w próbkach kontrolnych, nie traktowanych siarczanem miedzi, i tylko nieco wolniejsze w glebie traktowanej 50 mg Cu/kg. Duża koncentracja miedzi (5000 i 1000 mg Cu/kg gleby) silnie hamowały w pierwszym miesiącu inkubacji tempo rozkładu atrazyny. Natomiast w późniejszym terminie obserwowano znaczny jego wzrost, szczególnie w serii z 5000 mg Cu/kg gleby, w której po 16 tygodniach inkubacji znaleziono nieco mniej atrazyny niż w próbkach kontrolnych. Było to niewątpliwie związane z silnym namnożeniem się w tym czasie grzybów glebowych. W badaniach in vitro wpływ miedzi na tempo rozkładu atrazyny był dużo silniejszy. Już koncentracja 10 mg Cu/l pożywki lekko hamowała tempo tego procesu. Natomiast w hodowlach na pożywkach z dodatkiem 500 i 1000 mg Cu/l pożywki, w których rozwój *Penicillium citrinum* był całkowicie zahamowany, nie stwierdzono roz-



Rys. 5. Wpływ miedzi i cynku na zanikanie atrazyny z hodowli (*Penicillium citrinum*) (koncentracja metali w mg/l pożywki)

Influence of copper and zinc on disappearance of atrazine from cultures of *Penicillium citrinum* (concentrations of metals — mg/l of medium)

kładu atrazyny. Po 10 tygodniach inkubacji w hodowlach kontrolnych *Penicillium citrinum* oraz w hodowlach z dodatkiem 10 mg Cu/l pożywki obserwowano wzrost ilości atrazyny. Było to przypuszczalnie spowodowane starzeniem się grzybni, jej lizą i uwalnianiem zasorbowanej przez nią atrazyny. Przypuszczenie to potwierdza zmniejszenie się w tym czasie suchej masy grzybni (rys. 3A).

W przeciwieństwie do siarczanu miedzi siarczan cynku zwiększał w obu podłożach tempo zanikania atrazyny. Wpływ cynku był podobnie jak wpływ miedzi znacznie silniejszy w badaniach *in vitro* niż w glebie (rys. 4B, 5B). W doświadczeniu z glebą atrazyna zanikała najwolniej z gleby nie traktowanej cynkiem. Rozkład tego preparatu przez *Penicillium citrinum* był natomiast wyraźnie stymulowany przez niższe dawki cynku (100, 200 i 500 mg/l) i hamowany przez wysokie dawki (1000 i 2000 mg Zn/l).

Wpływ Cu i Zn na tempo zanikania atrazyny można tłumaczyć oddziaływaniem jonów tych metali zarówno na właściwości cząsteczek herbicydu, jak i ich wpływem na rozwój i aktywność mikroflory biorącej udział w jego rozkładzie. Stwierdzono bowiem, że herbicydy w obecności jonów niektórych metali mogą ulegać protonacji lub tworzyć z nimi kompleksy koordynacyjne (Asthon [1], Bailey i in. [2], Cruz i in. [3], Russell i in. [10], Sund [12]).

Właściwości metalu tworzącego kompleks koordynacyjny z cząsteczką herbicydu mogą decydować, czy cząsteczka organiczna, jaką jest herbicyd, będzie, czy też nie będzie degradowana [1, 12].

Zdolność tworzenia kompleksów koordynacyjnych oraz rozmiar pro-

tonacji cząsteczek herbicydu zależą od rodzaju kationów wysycających kompleks sorpcyjny i znajdujących się w roztworze glebowym [1, 10, 12]. Obydwa te zjawiska odgrywają niewątpliwie ważną rolę w przemianach pestycydów w glebie wpływając między innymi na rozmiar ich adsorpcji przez koloidy glebowe. Mogą one tym samym decydować o fitotoksyczności herbicydów i o tempie ich rozkładu zarówno w wyniku działania procesów mikrobiologicznych, jak i chemicznych [6, 7].

W związku z tym zagadnienia dotyczące wpływu zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi na zachowanie się herbicydów w glebie powinny być przedmiotem dalszych badań.

WNIOSKI

1. Miedź i cynk wprowadzone do gleby pseudobielicowej wytworzonej z piasku słabo gliniastego lub do hodowli *Penicillium citrinum* na płynnej pożywce Czapeka traktowanych atrazyną (10 ppm) wpływały na rozwój drobnoustrojów w tych podłożach. Reakcja badanych grup drobnoustrojów zależała od ich rodzaju oraz rodzaju jonu metalu i jego koncentracji w podłożu.

2. Wpływ cynku na rozwój mikroflory był znacznie słabszy niż wpływ miedzi.

3. Zarówno miedź, jak i cynk wpływały na tempo zanikania atrazyny z badanych podłoży. Miedź hamowała, natomiast cynk zwiększał tempo tego procesu w obu podłożach.

4. W badaniach *in vitro* stwierdzono znacznie silniejszy wpływ obu metali niż w doświadczeniu z glebą.

LITERATURA

- [1] Asthon W. M.: Fate of amitrole in soil. *Weeds* 11, 1963, 167.
- [2] Bailey G. W., Payne W. R., Buxton K. W.: A spectroscopic study of s-triazine montmorillonit interactions. Cyt. za Bailey G. W. White w *Res. Rev. New York, Heidenerg, Berlin*, 32, 1970, 59.
- [3] Cruz M., White J. L., Russell J. D.: Montmorillonite — s-triazine interactions. *Israel J. Chem.* 6, 1968, 315.
- [4] De Level J., Demonty J.: *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 9, 1972, 2, 491-504.
- [5] Ehrlich H. L.: Biogeochemistry of the minor elements in soil. W *Soil Biochemistry* t. 2, New York 1971.
- [6] Frissel M. J.: The adsorption of some organic compounds, especially herbicides, on clay minerals. *Verslag Landbouwk. Onderzoek* 76, 1961, 3.
- [7] Frissel M. J., Bolt G. H.: Interactions between certain ionizable organic compounds (herbicides) and clay minerals. *Soil Sci.* 94, 1964, 284.
- [8] Maliszewska W.: Influence of industrial pollutions (Pb, Zn, Cu, As and Hg) on soil microflora. Sprawozdania z tematu prowadzonego w ram. wsp. z USA (1975-1979) — materiały nie publikowane.
- [9] Premi P. R., Cornfield A. H.: Effekt of copper, manganese, zinc and chromium compounds on ammonification and nitrification during incubation of soil. *Pl. Soil* 31, 1969, 345-352.

- [10] Russell J. D., Cruz M. I., Bailey G. W., Payne W. R., Pope J. D., Teasley J. I.: Mode of chemical degradation of s-triazines by montmorillonite. Science 1961, 1968, 1340.
- [11] Strzelec A.: Wpływ ołowiu na rozwój mikroflory glebowej i tempo znikania атразина. Mat. I Kraj. Konf.: Wpływ zanieczyszczeń pierwiastkami śladowymi na przyrodnicze warunki rolnictwa. Cz. I. Пулавы 1978, 151-161.
- [12] Sund K. A.: Residual activity of 3-amino-1,2,4-triazol in soils. J. Agr. Food Chem. 4, 1956, 57.
- [13] Tyler G.: Heavy metal pollution and soil enzymatic activity. Plant a. Soil. 41, 1974, 2, 303-311.

А. СТЖЕЛЕЦ

ВЛИЯНИЕ МЕДИ И ЦИНКА НА ТЕМП ИСЧЕЗНОВЕНИЯ АТРАЗИНА И РАЗВИТИЕ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ.

Отделение сельскохозяйственной микробиологии,
Институт агротехники, удобрения и почвоведения в Пулавах.

Резюме

В лабораторных опытах изучали влияние меди и цинка вносимых в почву, образованную из слабо глинистой супеси (рН 7,4, 0,14% N, 1,49% C), а также в питательный раствор Чапека при выращивании *Penicillium citrinum*, на развитие в этих субстратах микроорганизмов и темп исчезновения в них атразина (10 ppm).

Сульфат меди внесённый в почву обработанную атразином в общем подавлял развитие в ней бактерий и актиномицетов, а также азотобактера, оказавшегося особенно чувствительным к присутствию в почве Cu.

Сульфат цинка тоже влиял на численность в почве микроорганизмов. Очень чувствительными оказались бактерии из вида азотобактер и микрофлора разлагающая целлюлозу. Однако тормозительное действие сульфата цинка было заметно слабее от действия сульфата меди. Сульфат цинка отчётливо побуждал рост *Penicillium citrinum*. Вес сухого вещества этого гриба повышался с ростом концентрации Zn в субстрате. Высокая концентрация Zn подавляла образование спор гриба. Медь в концентрации до 100 мг Cu на литр питательного раствора тормозила развитие названного гриба, тогда как более высокие концентрации (500 и 1000 гм Cu на литр) оказались уже токсичными.

Как медь, так и цинк оказывали влияние на скорость исчезновения атразина в испытуемых субстратах. Медь снижала скорость этого процесса, при чём это влияние было заметно сильнее в исследованиях *in vitro*. Наблюдаемый рост количеств атразина в контрольных культурах и с добавкой 10 мг Cu на литр после 10 — недельной инкубации совпадал с уменьшением веса сухой массы мицелия. Это было вызвано устареванием мицелия, лизисом его клеток и освобождением поглощённого ими атразина.

В противоположность меди, под влиянием цинка наблюдалось повышение скорости исчезновения атразина как в почве, так и в культурах *Penicillium citrinum*.

A. STRZELEC

INFLUENCE OF COPPER AND ZINC ON THE RATE OF ATRAZINE
DEGRADATION AND SOIL MICROFLORA DEVELOPMENT

Department of Agricultural Microbiology,
Institute of Soil Science and Cultivation of Plants at Puławy

Summary

The influence of copper and zinc added to the soil developed from slightly loamy sand (pH 7.4, N — 0.14%, C — 1.49%) and to the *Penicillium citrinum* culture on the Czapek medium on the development of microorganisms in these media and on the rate of atrazine degradation in them was investigated in laboratory experiments.

Copper sulphate added to soil treated with atrazine inhibited in general the development of bacteria and actinomycetes and of azotobacter, the latter being particularly sensitive to the Cu content in soil. Copper stimulated the development of fungi. Their numbers increased together with an increase of the Cu concentration in the soil.

Also zinc sulphate affected the numbers of microorganisms in soil. Particularly sensitive appeared to be bacteria from the azotobacter genus and the cellulose-decomposing microflora. The zinc sulphate effect was, however, much weaker than that of copper sulphate.

Zinc sulphate stimulated markedly the *Penicillium citrinum* growth. The dry matter weight of this fungus increased together with an increase of the Zn concentration in the nutrient medium. A high Zn concentration inhibited only the production of spores by the fungus. On the contrary Cu in concentration up to 100 mg Cu per 1 litre of the nutrient medium inhibited the development of this fungus, whereas, higher concentrations (500 and 1000 mg Cu per 1 litre) proved to be toxic.

Both copper and zinc affected the disappearance rate of atrazine from both soil and *Penicillium citrinum* cultures. Copper inhibited the rate of the process, however, this effect was much stronger in the experiments in vitro. After 10 weeks of incubation an increase of the atrazine amount in the control cultures and in cultures on medium with 10 mg Cu per 1 litre was observed. This phenomenon coincided with a decrease of the weight of mycelium dry matter. Probably it was caused by ageing of the mycelium, as well as by its lysis and release of atrazine absorbed by it.

In contrast to copper, under the influence of zinc an increase of the rate of atrazine disappearance was observed both in soil and *Penicillium citrinum* cultures.

Dr Anna Strzelec
Osada Patacowa — IUNG
24-100 Puławy