

TERESA KOZANECKA*, HANNA REKOSZ-BURLAGA**, STEFAN RUSSEL**

AKTYWNOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA GLEBY W SADZIE JABŁONIOWYM W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU JEJ UTRZYMANIA, NAWOŻENIA AZOTEM I WAPNOWANIA

*Katedra Gleboznawstwa i **Katedra Mikrobiologii Rolniczej
SGGW w Warszawie

WSTĘP

Aktywność mikrobiologiczna gleby jest jednym z podstawowych czynników warunkujących jej żyzność [Alexander 1978]. Organizmy zasiedlające glebę, w tym głównie drobnoustroje, udostępniają roślinom nieprzyswajalne składniki pokarmowe, wpływają na strukturę gleby oraz aktywnie uczestniczą w procesach detoksykacji. Rozwój i aktywność drobnoustrojów zależy od wielu czynników środowiska, takich jak pH, zawartość substancji organicznych i poszczególnych pierwiastków, wilgotności, temperatury, sposobu uprawy i ochrony roślin [Alexander 1978; Dick 1992; Tiema, Wessel 1992; Myśków, Stąsiek, 1976; Gostkowska i in. 1993].

Jedną z podstawowych metod utrzymania gleby w sadach jest ugor herbicydowy w rzędach drzew i murawy w międzyrzędziach. Tego typu metoda stwarza specyficzne problemy związane z biologią gleby. W pasach murawy gleba przeosięta jest korzeniami roślinności trawiastej, co umożliwia rozwój i aktywność mikroflory ryzosfery, natomiast w warunkach ugoru herbicydowego mikroflora modyfikowana jest wieloletnim, kumulatywnym działaniem herbicydów [Ehle, Laermann 1991; Akopyan, Avetisyan 1990].

W nowoczesnym sadownictwie dodatkowymi czynnikami wpływającymi na populacje mikroorganizmów glebowych są: z jednej strony wysokie nawożenie mineralne, z drugiej zaś intensywna ochrona roślin fungicydami [Helweg 1988; Ehle, Laermann 1991].

W niniejszej pracy badano w 16-letnim sadzie jabłoniowym wpływ murawy i ugoru herbicydowego oraz wapnowania i nawożenia azotem na biologiczną aktywność gleby.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w sadzie jabłoniowym w Łyczynie założonym na glebie płowej wytworzonej z gliny lekkiej z poziomem A o uziarnieniu piasku

gliniastego lekkiego. W rzędach drzew założono ugór herbicydowy szerokości ok. 1,5 m, a w międzyrzędziach szerokości około 2,5 m pas murawy, który kilkakrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego koszone, a trawę pozostawiano na miejscu. Ugór herbicydowy utrzymywano stosując simazynę według zaleceń producenta. Stosowano zróżnicowane dawki azotu w formie saletry amonowej, potasu w formie soli potasowej oraz jednakowe nawożenie fosforem (60 kg P_2O_5 /ha) w formie superfosfatu. Połowa badanych obiektów nawozowych była jednorazowo przed siedmioma latami zwapnowana różnymi dawkami $CaCO_3$ określonymi na podstawie kwasowości hydrolitycznej. Po 16 latach nawożenia mineralnego pobrano próby glebowe z poziomu A (0–20 cm) w trzech powtórzeniach z obiektów nie nawożonych i nawożonych azotem w wysokości 40 i 240 kg N/ha w formie saletry amonowej i potasem w wysokości 50 kg K_2O /ha. Próby pobrano z obiektów nie wapnowanych i wapnowanych, oddzielnie z gleby spod murawy i ugoru herbicydowego. Do badań mikrobiologicznych pobierano glebę w następujących terminach: przed zastosowaniem nawożenia azotem, tj. 27 kwietnia i w kolejnych terminach po nawożeniu azotem: 27 maja, 28 czerwca, 23 lipca i 28 września.

W próbach glebowych pobranych przed zastosowaniem nawożenia oznaczono: pH w 1M KCl potencjometrycznie i zawartość węgla organicznego metodą Tiurina.

Ogólną liczbę bakterii i promieniowców określono metodą płytkową na podłożu Bunta i Roviry z dodatkiem 1% skrobi [Bunt, Rovira 1955]. Liczbę grzybów oznaczono metodą płytkową na podłożu Martina [Martin 1950]. Bakterie amonifikacyjne, celulolityczne i nityfikacyjne określono metodą rozcieńczeń według metodyki opisanej przez Girard i Rouquieux [1967], na pożywkach płynnych według Dubos [1928] i Skerman [1967].

Aktywność dehydrogenaz w glebie oznaczono metodą Casida i in. [1964].

WYNIKI

W 16-letnim sadzie jabłoniowym badane obiekty doświadczałne w zależności od sposobu utrzymania gleby (murawa, ugór herbicydowy) oraz wapnowania i zróżnicowanego nawożenia azotem różniły się wartością pH i zawartością węgla organicznego (tab. 1). Obiekty nawozowe, które uprzednio wapnowano, odznaczały się wyższym pH, niezależnie od sposobu utrzymania gleby i stosowanej dawki azotu (40, 240 kg N/ha). Na obiektach nie wapnowanych pH wahało się od 3,6 do 4,7, przy czym nie stwierdzono dużych różnic w wartościach pH gleby pod murawą i ugorze herbicydowym. Natomiast na obiektach wapnowanych niższe pH występowało na ugorze herbicydowym w porównaniu do murawy, niezależnie od dawki azotu. Najniższe pH stwierdzono na obiektach nie wapnowanych i przez 16 lat nawożonych 240 kg N/ha.

Wyższą zawartością C-org. charakteryzowały się obiekty wapnowane. Obiekty nawożone 40 kg N/ha zawierały więcej węgla organicznego w porównaniu z obiektami nie nawożonymi lub nawożonymi 240 kg N/ha. Gleby utrzymywane w ugorze herbicydowym w porównaniu do murawy, niezależnie od tego czy były, czy też nie były wapnowane, odznaczały się wyższą zawartością węgla.

Właściwości fizyczne i chemiczne gleb w sposób widoczny wpłynęły na ich biologiczną aktywność. Wapnowanie spowodowało korzystny wzrost liczebności bakterii w glebach obiektów badawczych (rys. 1). Najmniej bakterii stwierdzono

TABELA 1. Chemiczne właściwości gleby w sadzie jabłoniowym pod murawą i ugorem herbicydowym

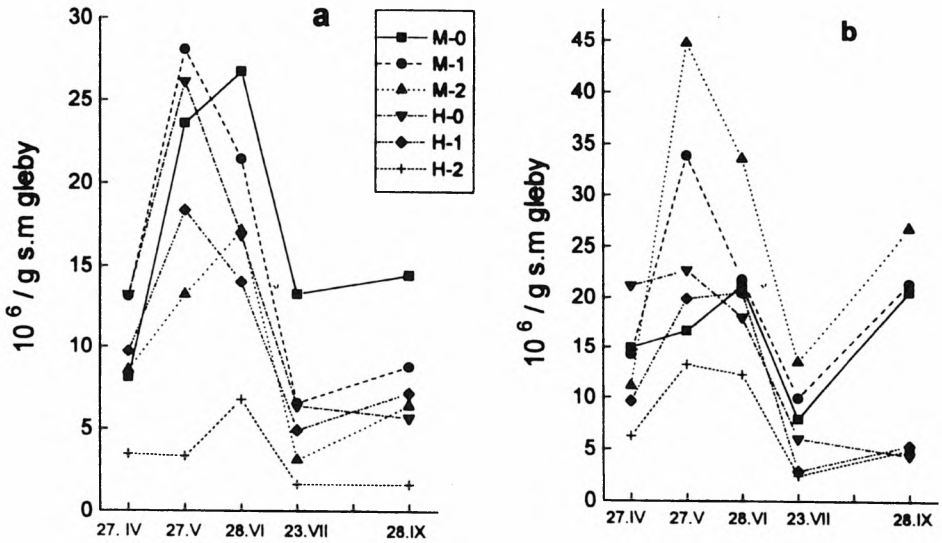
TABLE 1. Chemical characteristics of soil in apple orchard

Obiekty Objects	Sposób utrzymania gleby Treatment	Dawka – Rate N [kg/ha]	pH	C [%]
Nie wapnowane No liming	murawa – sod	0	4,7	0,56
		40	4,5	0,65
		240	3,7	0,49
	ugór herbicydowy herbicide fallow	0	4,5	0,60
		40	4,4	0,88
		240	3,6	0,79
Wapnowane Liming	murawa – sod	0	5,4	0,60
		40	5,3	0,68
		240	4,5	0,65
	ugór herbicydowy herbicide fallow	0	5,2	0,74
		40	4,9	0,88
		240	4,0	0,85

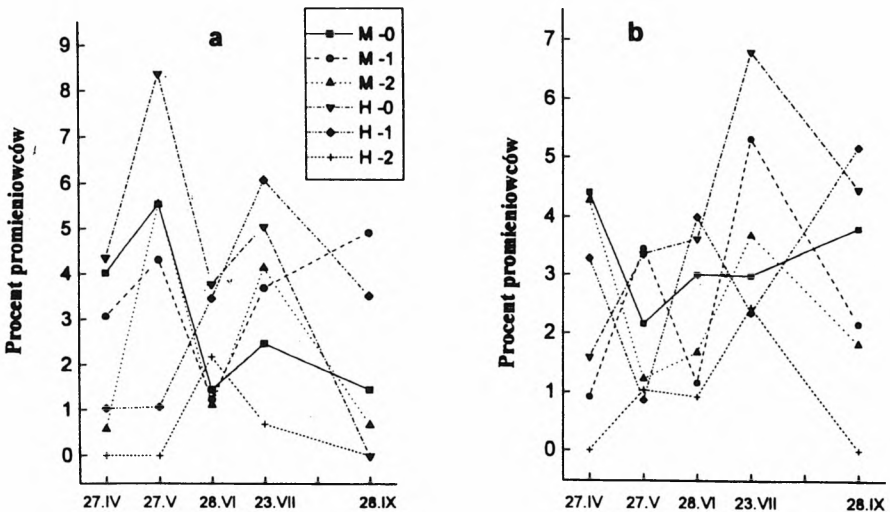
w glebach pod ugorem herbicydowym nawożonych 240 kg N/ha zarówno w obiektach wapnowanych jak i nie wapnowanych. Natomiast na obiektach wapnowanych utrzymywanych pod murawą obserwowano dodatni wpływ nawożenia azotem na zespół bakterii glebowych. W tych warunkach najwyższą liczebność bakterii odnotowano w glebie nawożonej dawką 240 kg N/ha. Analiza regresji wykazała istotny wpływ dawki azotu na liczebność bakterii w glebach utrzymywanych pod murawą i ugorem herbicydowym zarówno w kombinacjach wapnowanych, jak i nie wapnowanych. Na obiektach nie wapnowanych większą liczebność drobnoustrojów stwierdzono w glebach pod murawą niż pod ugorem herbicydowym, zarówno nawożonych dawką 40 kg N/ha (współczynnik regresji $R^2 = 0,9948$), jak i dawką 240 kg N/ha (współczynnik regresji $R^2 = 0,8200$). W kombinacjach wapnowanych bardzo istotny wpływ na większą liczebność bakterii w glebie pod murawą miało nawożenie 40 kg N/ha (współczynnik regresji $R^2 = 0,7174$) i 240 N/ha ($R^2 = 0,5524$). W kombinacjach nie nawożonych azotem nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności drobnoustrojów w glebach utrzymywanych pod murawą i ugorem herbicydowym, wapnowanych i nie wapnowanych.

Ogólna liczebność drobnoustrojów w glebach badanych obiektów zależała od terminu pobrania próbek gleby. Przed rozsianiem nawozów (27 kwietnia) populacja drobnoustrojów glebowych była niższa niż w dwóch następnych terminach.

Niezależnie od sposobu utrzymania gleby w sadzie i nawożenia mineralnego dynamika rozwoju promieniowców (rys. 2) przedstawiała się różnie w poszczególnych terminach w ciągu sezonu wegetacyjnego. Najniższy procentowy udział tych organizmów stwierdzono w glebie pod ugorem herbicydowym, nawożonej 240 kg N/ha. Na obiektach nie wapnowanych nie stwierdzono istotnego wpływu stosowanych dawek azotu na liczebność promieniowców w glebach spod ugoru herbicydowego i spod murawy. W tych warunkach istotne różnice w liczebności promieniowców ($R^2 = 0,6765$) występowały tylko między glebami kontrolnymi. Dynamika rozwoju grzybów glebowych (rys. 3) w sezonie wegetacyjnym była

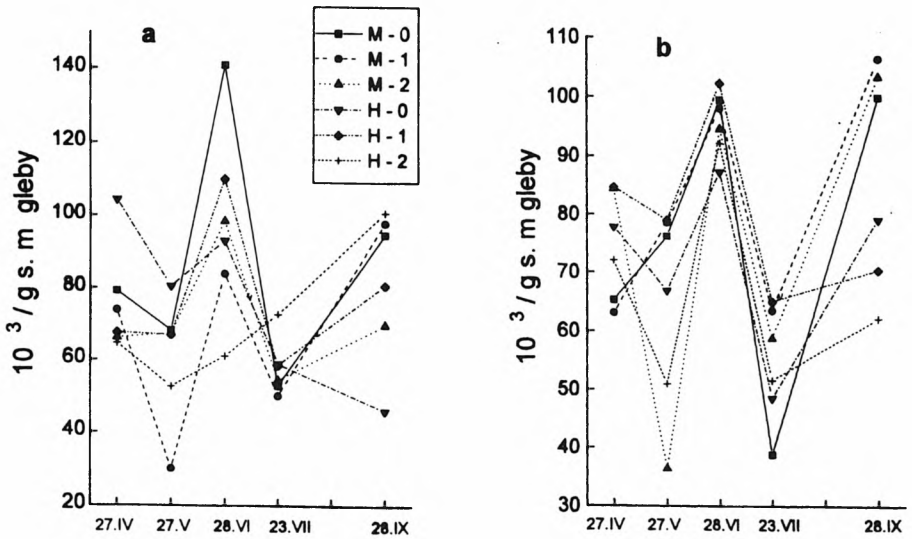


RYSUNEK 1. Ogólna liczba bakterii w glebie sadu jabłoniowego, pod murawą i ugorem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania; objaśnienia: a – obiekty nie wapnowane, b – obiekty wapnowane, M – murawa, H – ugór herbicydowy, 0 – kontrola, 1 – 40 kg i 2 – 240 kg N/ha
 FIGURE 1. Total number of bacteria in apple orchard soil under sod and herbicide fallow, depending on the N fertilization and liming; legend: a – no liming treatment, b – liming, M – sod, H – herbicide fallow, 0 – control, 1 – 40 kg N/ha, 2 – 240 kg N/ha

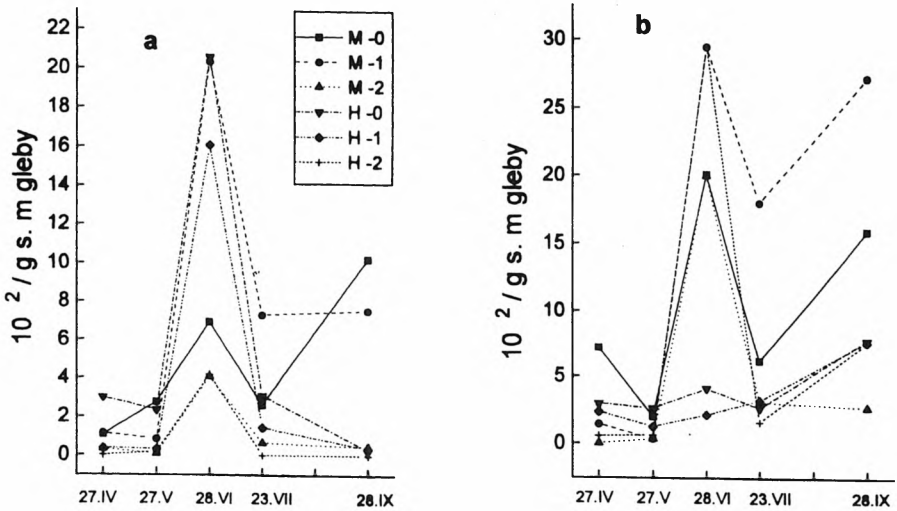


RYSUNEK 2. Liczebność promieniowców w glebie sadu jabłoniowego, wyrażona w procentach w stosunku do ogólnej liczby bakterii, pod murawą i ugorem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania, objaśnienia jak w rys. 1

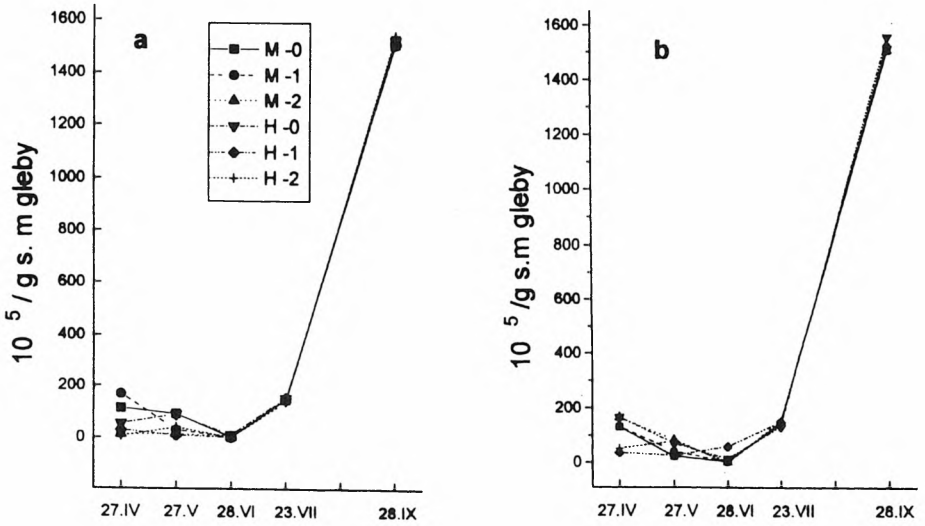
FIGURE 2. Number of actinomycetes in apple orchard soil expressed as a percent of total number of bacteria under sod and herbicide fallow, depending on the N fertilization and liming; legend as of Fig. 1



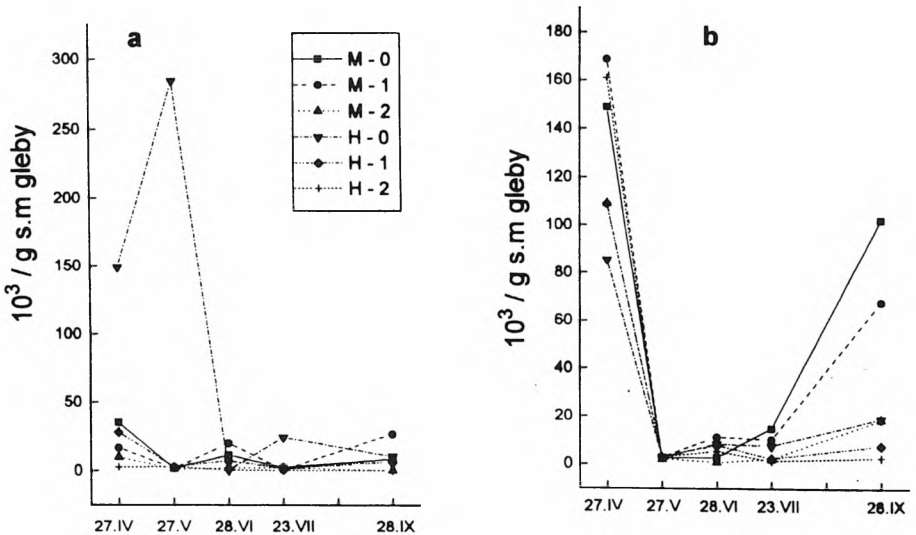
RYSUNEK 3. Liczebność grzybów w glebie sadu jabłoniowego, pod murawą i ugorem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania; objaśnienia jak w rys. 1
 FIGURE 3. Number of fungi in apple orchard soil under sod and herbicide fallow, depending on the N fertilization and liming; legend as of Figure 1



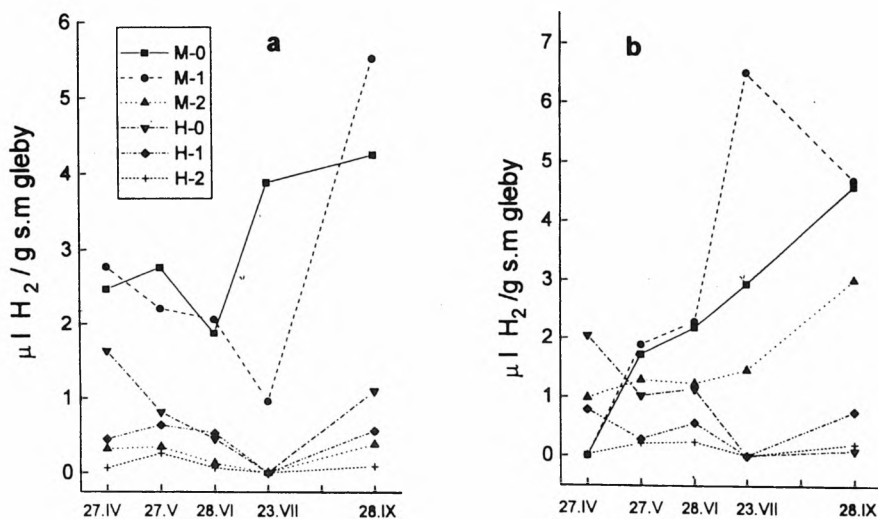
RYSUNEK 4. Liczebność bakterii nityfikacyjnych w glebie sadu jabłoniowego, pod murawą i ugorem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania; objaśnienia jak w rys. 1
 FIGURE 4. Number of nitrifying bacteria in apple orchard soil under sod and herbicide fallow, depending on the N fertilization and liming; legend as of Figure 1



RYSUNEK 5. Liczebność bakterii amonifikacyjnych w glebie sadu jabłoniowego, pod murawą i ugo-
rem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania; objaśnienia jak w rys. 1
FIGURE 5. Number of amonifying bacteria in apple orchard soil under sod and herbicide fallow, de-
pending on the N fertilization and liming, legend as of Figure 1



RYSUNEK 6. Liczebność bakterii celuloitycznych w glebie sadu jabłoniowego, pod murawą i ugo-
rem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania; objaśnienia jak w rys. 1
FIGURE 6. Number of cellulolytic bacteria in apple orchard soil under sod and herbicide fallow, de-
pending on the N fertilization and liming; legend as of Figure 1



RYSUNEK 7. Aktywność dehydrogenazy w glebie sadu jabłoniowego, pod murawą i ugorem herbicydowym w zależności od nawożenia azotem i wapnowania; objaśnienia jak w rys. 1

FIGURE 7. Dehydrogenase activity of apple orchard soil under sod and herbicide fallow, depending on the N fertilization and liming; legend as of Figure 1

podobna na wszystkich badanych obiektach i zależała od terminu pobrania próbek gleby. Jedyne na obiektach kontrolnych wapnowanych stwierdzono istotnie wyższą liczebność grzybów w glebie pod murawą niż pod ugorem herbicydowym ($R^2 = 0,7640$).

Liczebność bakterii nityfikacyjnych (rys. 4) w kwietniu i maju nie wykazywała dużych różnic we wszystkich badanych obiektach. W późniejszych terminach największą liczebność tych bakterii stwierdzono w glebie pod murawą, wapnowaną i nawożoną 40 kg N/ha. Na ogół wapnowanie wpływało korzystnie na rozwój bakterii nityfikacyjnych. Istotne różnice w liczebności nityfikatorów obserwowano między obiektami wapnowanymi i nie wapnowanymi, na korzyść obiektów wapnowanych, utrzymywanych pod murawą i ugorem herbicydowym, nawożonymi 240 kg N/ha. Liczebność bakterii nityfikacyjnych pod murawą była wyższa niż pod ugorem herbicydowym w glebach wapnowanych i nawożonych wysoką dawką azotu ($R^2 = 0,8665$).

We wszystkich badanych obiektach nawozowych praktycznie nie stwierdzono różnic w występowaniu bakterii amonifikacyjnych (rys. 5), natomiast jesienią stwierdzono gwałtowny rozwój tej grupy mikroorganizmów. Dynamika rozwoju bakterii celulolitycznych zależała w dużej mierze od terminu pobrania próbek gleby (rys. 6). Analiza regresji wykazała pewne zahamowanie rozwoju tej grupy bakterii w glebie pod murawą wapnowaną i nawożoną 240 kg N/ha w stosunku do ugoru herbicydowego ($R^2 = 0,9732$).

Aktywność dehydrogenaz w badanych próbkach gleby, określano w różnych terminach sezonu wegetacyjnego (rys. 7). Stwierdzono hamujący wpływ herbicydów i wysokich dawek nawozów azotowych na aktywność tych enzymów.

DYSKUSJA

Sposób utrzymania gleby w 16-letnim sadzie jabłoniowym, wapnowanie i zróżnicowane nawożenie azotem w znacznym stopniu wpływały na właściwości fizykochemiczne i biologiczne gleby. Zmiany te dotyczyły wartości pH, zawartości węgla organicznego oraz liczebności i aktywności biochemicznej wybranych grup drobnoustrojów.

Badania wpływu wieloletniego nawożenia oraz sposobu utrzymania gleby w sadzie jabłoniowym na niektóre jej właściwości prowadzone były przez Kozanecką i in. [1989]. Zaobserwowali oni wpływ wysokich dawek saletry amonowej i ugoru herbicydowego na spadek wartości pH gleby. Wapnowanie natomiast oraz murawa powodowały podwyższenie wartości pH.

Liczebność bakterii glebowych w badanych obiektach nawozowych zależała w dużej mierze od wartości pH. Wapnowanie, niezależnie od sposobu utrzymania gleby w sadzie, powodowało wzrost liczebności bakterii w stosunku do obiektów nie wapnowanych. Istotny wpływ pH na rozwój drobnoustrojów glebowych jest ogólnie znany [Alexander 1978].

Liczebność bakterii w glebach badanych obiektów doświadczalnych zależała również od dawki saletry amonowej oraz od stosowanych herbicydów. Niska dawka azotu (40 kg N/ha) stymulowała rozwój bakterii, natomiast dawka 240 kg N/ha działała hamująco na ich ogólną liczbę w glebie. Działanie wysokiej dawki azotu na liczebność bakterii spowodowana była prawdopodobnie intensywnym zakwaszeniem gleby w wyniku nasilenia procesów nityfikacji [Alexander 1978]. Hamowanie biologicznej aktywności gleby przez wieloletnie stosowanie herbicydów dość powszechnie opisywane jest w literaturze przedmiotu [Kraus, Szuster 1987; Akopyan, Avetisyan 1990]. Analiza regresji wykazała, że większość badanych wskaźników biologicznej aktywności gleby była wyższa w glebach spod pasów murawy niż ugoru herbicydowego. Wysokie dawki saletry amonowej zwiększały ujemne działanie herbicydów.

Stosunkowo małe różnice, porównując wszystkie badane obiekty doświadczalne, stwierdzano w liczebności bakterii amonifikacyjnych.

Bakterie celulolityczne natomiast pozytywnie reagowały w większości przypadków na niższą dawkę azotu oraz wapnowanie. Ścisłą zależność między pH gleby i wysokością nawożenia azotowego a aktywnością celulolityczną drobnoustrojów glebowych obserwowali również Akopyan i Avetisyan [1990].

Aktywność biologiczna gleby zależy też od zawartości w niej substancji organicznych. W glebie obiektów utrzymywanych pod murawą stwierdzano jednak mniej węgla organicznego niż w glebie obiektów utrzymywanych w ugorze herbicydowym. Wynikało to prawdopodobnie ze zwiększenia intensywności procesów mineralizacji substancji organicznej w pasach murawy wskutek intensywniejszego rozwoju mikroflory.

Aktywność dehydrogenaz w glebie jest uważana za jeden z najlepszych wskaźników biologicznej aktywności i żyzności gleby [Ehle, Laermann 1991]. Najwyższą aktywność dehydrogenaz stwierdzono w glebie pod murawą nie nawożoną lub nawożoną niską dawką azotu. Wapnowanie wpływało korzystnie na aktywność dehydrogenaz, natomiast wysokie dawki saletry amonowej, szczególnie w glebie utrzymywanej w ugorze herbicydowym, hamowały aktywność dehydrogenaz glebowych. Aktywność tych enzymów w dużej mierze korelowała

z liczebnością drobnoustrojów, co potwierdzają prace innych badaczy [Casida i in. 1964; Gostkowska i in. 1993].

WNIOSKI

1. Stosowanie wapnowania w sadzie jabłoniowym zwiększa aktywność biologiczną gleby zarówno pod ugiem herbicydowym, jak i murawą.

2. W glebie spod ugiu herbicydowego i murawy stwierdzono mniejsze zróżnicowanie w liczebności grzybów, bakterii amonifikacyjnych i celulolitycznych

3. Utrzymywanie ugiu herbicydowego w sadzie jabłoniowym w porównaniu do murawy hamuje aktywność biologiczną gleby, mierzoną liczebnością bakterii, promieniowców, bakterii nitryfikacyjnych i aktywnością dehydrogenaz. Stosowana dawka 240 kg N/ha stymuluje ujemny wpływ ugiu herbicydowego na biologiczną aktywność gleby.

LITERATURA

- AKOPYAN E.A., AVETISYAN M.ZH. 1990: Effect of succesive application of simazine and dalapon on the biological activity of orchard soils. *Biologicheskii Zhurnal Armenii*, 43, 12: 1025–1027.
- ALEXANDER M. 1978: Introduction to soil microbiology. Ed. J. Wiley Eastern Limited. New York.
- BUNTY S., ROVIRA A.D. 1955: Microbiological studies of some subarctic soils. *J. Soil Sci.* 6: 119–128.
- CASIDA L.E., KLEIN J.D., SATORO T. 1964: Soil dehydrogenase activity. *Soil Sci.* 98, G: 371–376.
- DICK R.P. 1992: A review: longterm effect of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. *Agriculture, Ecosystems and Enviroment*, 40: 1–4: 25–36.
- DUBOS R.J. 1928: The decomposition of cellulose by aerobic bacteria. *J. Bacteriol.* 15, 4: 223–234.
- EHLE H., LAERMANN H.T. 1991: Testing the effects of pesticides on activities of the soil microflora during the authorization procedure. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutz Zolnster*, 43, 6: 116–118.
- GOSTKOWKA K., DOMŻAŁ H., FURCZAK J., BIELIŃSKA J. 1993: Effect of differentiated long-term agricultural utilization of brown soil on its microbiological and biochemical properties. *Pol. J. Soil Sci.* 26: 1, 67–75.
- GIRARD H., ROUGIEUX R. 1967: Techniques de microbiologie agricole. Dunod. Paris. R.J. 1928: The decomposition of cellulose by aerobic. *J. Bacteriol.* 15. 4: 223–234.
- HELWEG A. 1988: Microbial activities in soil from orchards regularly treated with pesticides compared to the activity in soils without pesticides (organically cultivated). *Pedobiologia* 32: 273–281.
- KOZANECKA T., KEPKA M., SADOWSKI A. 1989: Właściwości chemiczne gleby w sadzie jabłoniowym w zależności od wapnowania, sposobu utrzymywania i nawożenia azotem i potasem. *Rocz. Glebozn.* 40, 1: 53–65.
- KRAUS A., SZUSTER E. 1987: The effects of a plant protection spraying programme in fruit growing orchards on biological activity of the soil. *Mitteilungen Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 55: 2–10.
- MARTIN J.P. 1950: Use of acid rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.* 69: 215–233.
- MYŚKÓW W., STĄSIEK S. 1976: Wpływ wieloletniego nawożenia na aktywność biologiczną i substancję organiczną gleby. Symp. Nauk.: Skutki wieloletniego stosowania nawozów. Puławy 16–17 XI 1976.
- SKERMAN V.B.D. 1967: A guide to the indentification of the genera of bacteria. 2nd ed. Williams and Wilkins Book Co. Baltimore.
- TIEMA A., WESSEL W.W. 1992: Gross nitrogen transformations in the organic layer of acid forest ecosystems subjected to increased atmospheric nitrogen input. *Soil Biol. Biochem.* 24, 10: 943–950.

TERESA KOZANECKA, HANNA REKOSZ-BURLAGA, STEFAN RUSSEL

EFFECT OF APPLE ORCHARD SOIL MANAGEMENT
SYSTEM, LIMING AND NITROGEN FERTILIZATION
IN BIOLOGICAL ACTIVITY

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

The influence of long-term of nitrogen fertilization and liming and soil management system (sod and herbicide fallow) on biological activity and chemical properties of soil in apple orchard was studied. The nitrogen fertilization was applied in the form of ammonium nitrate in the doses: 0, 40 and 240 kg/ha at the spring. The microbiological analysis were done 5-time during the vegetation period.

It was found that herbicide fallow and the higher dose of nitrogen inhibited the bacteria, actinomycetes, nitrifying bacteria and nitrogenase activity in the investigated soil samples. However, in the same experimental combinations the increment of organic carbon was noted. The soil management system both sod and herbicide fallow does not effect on ammonifying and cellulolytic bacteria in the soil. It was also established that liming stimulated biological activity of the soil.

Dr Teresa Kozanecka

Katedra Gleboznawstwa SGGW

02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30