

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH NA LICZEBNOŚĆ I AKTYWNOŚĆ DROBNOUSTROJÓW GLEBOWYCH

MAŁGORZATA NATYWA¹, MAREK SELWET¹, TOMASZ MACIEJEWSKI²

¹*Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań*

²*Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań*

Synopsis. W pracy przedstawiono wpływ niektórych zabiegów agrotechnicznych (nawożenia organicznego i azotem mineralnym), nawadniania, sposobu uprawy roli i systemu następstw na środowisko mikrobiologiczne gleby. Wykorzystanie wskaźników biologicznych (liczebność drobnoustrojów, aktywność oddechowa i enzymatyczna gleby), pomaga ocenić pod względem ekologicznym stan gleb, dlatego też analiza tych parametrów daje nam wiedzę na temat ich żyzności i urodzajności. Nawożenie gleb ma istotny wpływ na liczebność i selekcję drobnoustrojów, a także na strukturę gleby. Natomiast aktywność dehydrogenaz w glebie jest indukowana nawożeniem organicznym, a hamowana przez nawozy NPK+Ca. Wilgotność gleby ma zasadnicze znaczenie, ponieważ woda określa stan fizjologiczny mikroorganizmów i roślin, a także utrzymuje aktywność enzymów glebowych. Sposób uprawy i następstwo roślin również może wpływać na aktywność mikroflory glebowej. Odnotowano spadek aktywności oddechowej gleb monokulturowych w porównaniu z tymi, na których stosowano płodozmian. Ważnym, zatem wydaje się badanie aktywności biologicznej gleb z punktu widzenia ekologii ekosystemów.

Słowa kluczowe: gleba, mikroorganizmy, enzymy glebowe, aktywność respiracyjna gleby, nawadnianie, nawożenie azotem, nawożenie organiczne, uprawa roli, następstwo

WSTĘP

Rozwój drobnoustrojów w glebie zależy od jej właściwości fizycznych i chemicznych, nawożenia, warunków klimatycznych oraz czynników agrotechnicznych, a zwłaszcza od zasobności w materię organiczną, która jest źródłem energii i składników pokarmowych dla mikroorganizmów [Johansson i in. 1999]. Mikroorganizmy wraz z szatą roślinną określają zarówno kierunek i charakter procesów biochemicznych oraz doprowadzają do powstania pewnego rodzaju równowagi w środowiskach glebowych [Doran i in. 1996]. W glebach agrocenoz nie ma naturalnej homeostazy, ponieważ w warunkach gospodarki rolnej człowiek dąży do pozyskania maksymalnego plonu. Wymusza to stosowanie zespołu zabiegów uprawowych (uprawa mechaniczna, deszczowanie, itd.) i odpowiednio dobranych rodzajów i dawek nawozów, a także środków ochrony roślin. Czynności te wpływają na zwiększenie żyzności gleby, jednak nieprawidłowe ich wykonanie, jak i stosowanie nieracjonalnego nawożenia, może spowodować zaburzenia w funkcjonowaniu całych agrosystemów [Barabasz i Voříšek 2002].

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: mselwet@jay.au.poznan.pl

WPLYW NAWOŻENIA MINERALNEGO I ORGANICZNEGO NA AKTYWNOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ GLEBY

Spośród wielu czynników antropogenicznych mających duży wpływ na drobnoustroje glebowe jest nawożenie, w tym nawożenie naturalne i azotem mineralnym. Nawożenie azotowe może w istotny sposób przyczynić się do wzrostu plonu roślin, ale też powodować niekorzystne skutki, jak np. spadek produktywności gleby poprzez nadmierną erozję i wymywanie składników pokarmowych oraz pogorszenie właściwości chemicznych gleby. Wieloletnie nawożenie azotem może znacząco wpływać m.in. na odczyn gleby, jakość i ilość glebowej substancji organicznej oraz na obieg składników odżywczych w profilu glebowym [Lalfakzuala i in. 2008]. Wieloletnie badania i efekty praktyki agrotechnicznej wyraźnie wskazują, że nawożenie mineralne ma duży wpływ na kształtowanie się liczebności drobnoustrojów oraz selekcję jakościową całych zespołów mikroorganizmów glebowych [Barabasz i Voříšek 2002]. Nawożenie azotem mineralnym może mieć istotny wpływ na mikroorganizmy glebowe oraz enzymy poprzez wyższy plon roślin, co z kolei wpływa na ilość resztek poźniwnych, a także poprzez kształtowanie pH gleby – w zależności od dawki i rodzaju nawozu [Tabatabai i in. 1992]. Według Vetanovetza i Petersona [1992] nawożenie azotem mineralnym zwiększa populację bakterii, promieniowców i grzybów, jednak zbyt duże dawki mogą doprowadzić m.in. do nagromadzenia toksycznych substancji, np. amoniaku zatruwającego roślinę i ograniczającego rozwój pewnych grup drobnoustrojów oraz obniżenia odczynu gleby. Pod wpływem stosowania zbyt dużych dawek nawozów azotowych modyfikacji ulega skład jakościowy biocenozy – następuje recesja bakterii z rodzajów *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Streptomyces* – dotychczasowych dominantów z grupy mikroflory autochtonicznej, a dominację w mikrobiocenozach przejmują inne gatunki – głównie grzyby z klasy *Deuteromycetes* [Smyk i in. 1989]. Na podstawie badań przeprowadzonych przez Kucharskiego i in. [1996a] stwierdzono, że liczebność i aktywność drobnoustrojów była bardziej związana z kompleksem przydatności rolniczej gleb niż z dawką azotu mineralnego. Autorzy Ci zaobserwowali intensywne namnażanie się bakterii, promieniowców, amonifikatorów oraz drobnoustrojów proteolitycznych i zbiałczających azot w glebie kompleksu żytniego dobrego, natomiast grzybów – w glebie kompleksu żytniego słabego.

Ilość drobnoustrojów glebowych może być też modyfikowana terminem nawożenia (przy czym zaobserwowano większe różnice międzyobiektywne w ryzosferze niż w glebie pozbawionej korzeni) oraz formą nawozu azotowego. W ryzosferze saletra amonowa korzystniej działała niż roztwór mocznika i siarczanu amonu na rozwój bakterii makrotroficznych, oligotroficznych, *Azotobacter* oraz grzybów [Kucharski i in. 1996b]. Kozanecka i in. [1996] zaobserwowali wpływ wysokich dawek saletry amonowej na spadek wartości pH gleby. Niska dawka azotu w formie saletry amonowej ($40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) stymulowała rozwój bakterii, natomiast dawka $240 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ działała hamująco na ich ogólną liczebność w glebie. Działanie wysokiej dawki azotu na liczebność bakterii spowodowana była prawdopodobnie intensywnym zakwaszeniem gleby w wyniku nasilenia procesu nitrifikacji. W badaniach Myśkova [1987] zakwaszenie gleby wywołało niekorzystne zmiany w proporcjach badanych zespołów mikroflory powodując zwiększenie zespołu grzybów w stosunku do zespołu bakterii, a zwłaszcza do promieniowców, co jest zjawiskiem niekorzystnym w glebie z punktu widzenia jej żyzności. Słabszy rozwój grzybów w glebie może być z kolei spowodowany konkurencją z innymi mikroorganizmami o pokarm i wyższym pH gleby. Obniżenie pH gleby wzmacnia rozwój grzybów, w tym także toksynotwórczych, szczególnie z rodzaju *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*, których metabolity odznaczają się szkodliwym wpływem na mikroorganizmy. Niektóre mykotoksyny, m.in. aflatoksyny, dikumarol, rubratoksyny czy rugulozyna odznaczają się wyraźnym działaniem bakteriobójczym i grzybobójczym – niszczą m.in. symbiotyczne i niesymbiotyczne asymilatory

azotu atmosferycznego [Barabasz i Smyk 1997]. Zwiększenie ilości masy substancji organicznej powoduje wzrost ogólnej porowatości i to w znacznym stopniu, co pociąga za sobą zmniejszenie gęstości właściwej gleby. Obydwa te elementy ułatwiają drobnoustrojom penetrację środowiska, a przez to samo wykorzystanie bazy pokarmowej, dzięki czemu konkurencja między drobnoustrojami a roślinami jest mniejsza. Gallego i in. [1996] wykazali 7-krotny wzrost wydzielania dwutlenku węgla pod wpływem nawożenia obornikiem. Wnoszenie do gleby biomasy w postaci trawy, koniczyny, słomy, resztek lucerny, owsa i sorga stymulowało aktywność respiracyjną gleby nawet do 5 razy. Również w badaniach Landi i in. [2006] potwierdzono wzrost intensywności oddychania gleby po wprowadzeniu do niej związków organicznych (glukozy i kwasu szczawiowego). Runowska-Hryńczuk [1992] wykazała, że wieloletnie stosowanie wyłącznie nawożenia mineralnego niekorzystnie wpłynęło na biologiczno-chemiczne właściwości gleby, co uwidoczniło się w wyraźnym spadku plonów roślin. Intensywne nawożenie organiczno-mineralne i odpowiednie zmianowanie przyczyniło się z kolei do zwiększenia aktywności biologicznej wydobytej na powierzchnię podornej warstwy piasku. Czującym wskaźnikiem zmian równowagi biologicznej gleby okazała się zdolność respiracyjna, a wielkość tego wskaźnika była dodatnio skorelowana z plonami roślin. Kucharski [1997] donosi, że w przypadku nawożenia mineralnego, zbyt duże dawki azotu ($240 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) prowadzą do znacznego ograniczenia aktywności dehydrogenaz. Uważa się, że nawożenie organiczne wpływa korzystniej na ogólną aktywność biologiczną niż nawożenie mineralne, które poprawiając właściwości fizyko-chemiczne gleby, może wywierać ujemny wpływ na jej aktywność enzymatyczną [Acosta-Martinez i Tabatabai 2000]. Zmniejszenie aktywności dehydrogenaz pod wpływem wysokich dawek azotu zaobserwowali również Myśków i in. [1996] oraz Martyniuk i in. [1997]. Wzrost aktywności dehydrogenaz pod wpływem stosowania nawozów organicznych zaobserwowali w swoich badaniach Koper i in. [2003], Marinari i in. [2000] oraz Kucharski i Niklewska-Larska [1992]. Według tych ostatnich, dodanie do gleby celulozy spowodowało wzrost aktywności dehydrogenaz w glebie lżejszej – 7,5-krotnie, natomiast w glebie cięższej – 4,2-krotnie. W swoich badaniach Koper i Siwik-Ziomek [2006] zaobserwowali stymulujące działanie wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego na aktywność dehydrogenaz w glebie płowej. Według tych samych autorów wieloletnie nawożenie nie zawierające wszystkich składników powoduje wyczerpanie ich zasobów w glebie i nie zapewnia prawidłowego rozwoju mikroorganizmów. Pełne nawożenie mineralne i mineralno-organiczne z dodatkiem wapnia i magnezu przyczyniło się do stworzenia optymalnych warunków dla intensyfikacji biochemicznych możliwości populacji mikroflory glebowej, a wysoka aktywność dehydrogenaz świadczy o korzystnych warunkach w środowisku glebowym, które sprzyjają rozwojowi mikroorganizmów [Siwik-Ziomek i Koper 2006]. Runowska-Hryńczuk [1992] zaobserwowała tendencję do zmniejszenia zawartości substancji organicznej w glebie poletek nienawożonych, względnie nawożonych nawozami mineralnymi. Na tych obiektach obserwowano także mniejszą liczebność i aktywność mikroorganizmów. W badaniach Jezierskiej-Tys [2004] oraz Jezierskiej-Tys i in. [2004] dodanie do gleby substancji organicznej spowodowało podwyższenie aktywności dehydrogenaz. Według Kucharskiego i Wałdowskiej [2001] nawożenie mineralne w mniejszym stopniu stymulowało aktywność enzymatyczną gleby płowej typowej niż nawożenie organiczne, natomiast działało inhibicyjnie na aktywność ureazy, dehydrogenaz i fosfatazy alkalicznej w glebie brunatnej kwaśnej. Gleba płowa typowa ponadto charakteryzowała się wyższą zawartością węgla. W badaniach Ciarkowskiej i Gambusia [2004] stwierdzono, że aktywność dehydrogenaz jest silnie związana z zawartością węgla organicznego i azotu w glebie. Piotrowska i Koper [2007] zaobserwowali największą aktywność dehydrogenaz w glebie nawożonej obornikiem, natomiast brak nawożenia, czy też nawożenie NPK i NPK+Ca zwykle powodowało zmniejszenie aktywności tych enzymów.

WPLYW NAWADNIANIA NA AKTYWNOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ GLEBY

Spośród czynników plonotwórczych szczególne znaczenie ma zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe, stąd duża rola nawadniania roślin, zwłaszcza na glebach o małej zdolności retencyjnej [Wojtasik 2004]. Deszczowanie zwiększa plon roślin, ale powoduje również zmiany warunków fizycznych gleby. Wilgotność gleby ma zasadnicze znaczenie, ponieważ woda określa stan fizjologiczny mikroorganizmów i roślin, a także jest niezbędna dla podtrzymania w stanie katalitycznie aktywnym enzymów glebowych [Pawluczuk 1998]. Przyjmuje się, że bakterie nie rozwijają się przy mniejszej wilgotności środowiska niż 30%. Grzyby są pod tym względem bardziej wytrzymałe od bakterii, gdyż ich rozwój ustaje przy wilgotności mniejszej niż 15% [Drażkiewicz 1989]. Malicki [1980] twierdzi, że pomimo spadku zawartości tlenu w miarę wzrastania w glebie zawartości wody, wzrasta w niej proporcjonalnie ogólna liczba mikroorganizmów. Według Kobusa [1995] w miarę ubytku O₂ wzrasta ogólna beztlonowość i aktywność dehydrogenaz w glebach nawadnianych. Pawluczuk [1988] oraz Brzezińska i in. [1998] odnotowali obniżenie aktywności dehydrogenaz wraz ze spadkiem zawartości wody glebowej. Wojtasik i Pawluczuk [1988] stwierdzili w świeżo zalanych wodą glebach niższą aktywność dehydrogenazową niż w gruntach ornych, a poziom aktywności obniżał się w tych glebach wraz z głębokością profilu, lecz nie był skorelowany ze stężeniem składników odżywczych ani z zawartością substancji organicznej. Pandey i Singh [2006] również wskazują na zmiany aktywności dehydrogenaz w zależności od nawadniania gleb i stanu ich natlenienia.

UPRAWA ROLI I NASTĘPSTWO ROŚLIN A AKTYWNOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ GLEBY

Sposób uprawy również może wpływać na aktywność mikroflory glebowej i może to być uzależnione od warunków klimatycznych. Hryńczuk i Weber [2004] odnotowali dla naszych warunków klimatycznych wyższe wartości respiracji glebowej przy uprawie orkowej w porównaniu z siewem bezpośrednim, natomiast odmienną tendencję w warunkach klimatu ciepłego, z ograniczoną ilością opadów, zauważyli Alvarez i in. [1995]. Z badań Małeckiej i in. [2012] wynika, że stosowanie uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego stymulowało wzrost liczebności mikroorganizmów oraz aktywność enzymów w glebie, zwłaszcza do głębokości 10 cm. Anderson i Domsch [1990] zaobserwowali spadek intensywności wydzielania dwutlenku węgla w glebach monokulturowych w porównaniu z tymi, na których stosowany był płodozmian. Mogło to być związane z większą zawartością węgla organicznego, co sprzyjało namnażaniu się mikroflory i tym samym zwiększeniu jej aktywności mineralizacyjnej. Kucharski i Niewolak [1996] twierdzą, że aktywność dehydrogenaz może być także modyfikowana gatunkiem uprawianej rośliny i jej udziałem w zmianowaniu. Autorzy Ci zaobserwowali korzystny wpływ uprawy roślin w płodozmianie na aktywność dehydrogenaz w glebie, natomiast w przypadku upraw monokulturowych zanotowali zmniejszenie aktywności tych enzymów o 24% (burak cukrowy) i 21% (peluszką). Koper i Piotrowska [1996] zaobserwowali zmniejszenie aktywności enzymatycznej gleby spod roślin w monokulturze w porównaniu z aktywnością gleb spod upraw ze zmianowaniem. Zwykle uprawa w monokulturze powoduje większe zmiany ilościowe i jakościowe mikroorganizmów glebowych, zwiększając ilość jednych, a ograniczając rozmnażanie się innych. Ma to wpływ na ilość enzymów i poziom ich aktywności. Pawluczuk i Pech [1998] oraz Pawluczuk [1990] donoszą o odmiennym, w zależności od gatunku rośliny, oddziaływaniem na aktywność enzymów i jest to prawdopodobnie związane ze składem

wydzielin korzeniowych roślin, jakością i ilością resztek poźniwnych, głębokością systemu korzeniowego. Przypuszcza się, że obniżona aktywność enzymatyczna może powodować mniejsze ubytki fosforu i siarki niż węgla i azotu w glebach uprawnych w stosunku do gleb nieuprawianych. Może to sugerować, że zabiegi agrotechniczne (m.in. system uprawy roli) wpływają na rozwój mikroorganizmów oraz poziom aktywności enzymów w glebach. Bielińska i Mocek [2003] twierdzą, że oba te czynniki mają wpływ na wielkość biochemicznej mineralizacji związków organicznych i w konsekwencji dostarczanie składników odżywczych dla roślin. W badaniach Turskiego i Wyczółkowskiego [2008] aktywność respiracyjna i dehydrogenaz ulegała obniżeniu w krótkim czasie po zaniechaniu uprawy i była skorelowana z zawartością C_{org} w glebie. Mijangos i in. [2006] oraz Bielińska i Mocek-Płóćiniak [2012] w swoich badaniach zaobserwowali wyższe wartości dehydrogenaz w glebie uprawianej w systemie bezorkowym z nawożeniem organicznym w porównaniu z uprawą konwencjonalną. Natywa i in. [2009] odnotowała natomiast wyższą aktywność tych enzymów w glebie uprawianej tradycyjnie. Mogło to mieć związek z tym, że zabiegi agrotechniczne w uprawie konwencjonalnej prowadzą do polepszenia klimatu glebowego na właściwym poziomie przewodności i wilgotności gleby. Doran [1980] stwierdził, że środowisko biochemiczne pod uprawą uproszczoną jest znacznie mniej natlenione niż przy stosowaniu technik konwencjonalnych. Ograniczenie napowietrzenia gleby przy równoczesnym nasileniu procesu rozkładu materii organicznej prowadzi do zmiany składu jej atmosfery, wyrażającej się, m.in. wzrostem zawartości CO_2 . Konsekwencją uprawy uproszczonej może być też wzrost zakwaszenia gleby, będący wynikiem koncentracji składników nawozowych w powierzchniowej warstwie gleby [Dzienia 1990]. Myśków i in. [1996] stwierdzili dodatnią korelację między aktywnością biologiczną gleb a plonowaniem roślin, co potwierdza słuszność stosowania oznaczeń enzymatycznych gleby jako testów do oceny jej żyzności i urodzajności.

PODSUMOWANIE

W zespole czynników mających duży udział w kształtowaniu parametrów biologicznych w glebie mają zabiegi agrotechniczne (prawidłowo wykonana uprawa mechaniczna, optymalne nawożenie, odpowiedni dobór roślin, deszczowanie, itp.), które warunkują tworzenie się korzystnych właściwości gleby, czego konsekwencją jest dobre plonowanie roślin uprawnych. Dynamika procesów katalizowanych przez drobnoustroje i ich enzymy zależy w pierwszym rzędzie od zasobności gleby w przyswajalne formy węgla i azotu oraz od panujących w niej warunków hydrotermicznych. Wskaźniki mikrobiologiczne (liczebność i aktywność drobnoustrojów) stosowane w ocenie środowiska glebowego pomagają określić jej żyzność i produktywność. Poza tym są one bardziej czułe i lepiej opisują stan środowiska glebowego niż właściwości fizyko-chemiczne. Utrzymywanie gleb uprawnych w ich optymalnym stanie równowagi biologicznej zawsze powinno być celem współczesnych metod agrotechnicznych związanych z intensyfikacją rolnictwa.

PIŚMIENNICTWO

- Acosta-Martinez V., Tabatabai M.A. 2000. Enzyme activities in a limed agricultural soil. *Biol. Fert. Soils* 31: 85–91.
- Alvarez R., Raul A., Diaz M., Barbero N., Oscar J., Santanatoglia O.J., Blotta L. 1995. Soil carbon microbial biomass and CO_2 -C production from three tillage systems. *Soil Till. Res.* 33: 17–28.

- Anderson T.H., Domsch K.H. 1990. Application of eco-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from of soils from different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.* 22: 251–255.
- Barabasz W., Voříšek K. 2002. Bioróżnorodność mikroorganizmów w środowiskach glebowych. W: Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach. Barabasz W. (red.). Wyd. AR Kraków: 22–30.
- Barabasz W., Smyk B. 1997. Mikroflora gleb zmęczonych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 452: 37–50.
- Bielińska E.J., Mocek A. 2003. Aktywność enzymatyczna gleby użytkowanej sadowniczo jako wskaźnik stanu środowiska wywołany stosowaniem ściółek z tworzyw sztucznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 492: 25–37.
- Bielińska E.J., Mocek-Płóćiniak A. 2012. Wpływ systemu uprawy na aktywność enzymatyczną gleby. *Arch. Environ. Protect.* 38(1): 75–82.
- Ciarkowska K., Gambuś F. 2004. Aktywność dehydrogenaz w glebach zanieczyszczonych metalami ciężkimi w rejonie Olkusza. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 501: 79–85.
- Doran J.W. 1980. Soil microbial biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 766–771.
- Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. 1996. Soil health and sustainability. *Adv. Agron.* 56: 1–54.
- Drażkiewicz M. 1989. Relacje pomiędzy stałą fazą gleby a mikroorganizmami. *Post. Mikrobiol.* 28(2/4): 161–172.
- Dzienia S. 1990. Wpływ międzyplonów na niektóre właściwości gleby i plonowanie roślin. *Mat. Sem. „Międzyplony we współczesnym rolnictwie”*. Szczecin, 5 kwietnia 1990: 27–34.
- Gallego S.M., Benavides M.P., Tomaro M.L. 1996. Effect of heavy metal ion excess on sunflower leaves: evidence for involvement of oxidative stress. *Plant Sci.* 121: 151–159.
- Hryńczuk B., Weber R. 2004. Wpływ sposobu uprawy roli na intensywność przemian mikrobiologicznych w glebie i plonowanie roślin. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 59(2): 639–648.
- Jezierska-Tys 2004. Aktywność respiracyjna i dehydrogenazowa oraz liczebność mikroorganizmów proteolitycznych w glebie zanieczyszczonej siarką i wzbogaconej osadem ścieków komunalnych. *Acta Agrophys.* 3(3): 1–8.
- Jezierska-Tys S., Frąć M., Fidecki M. 2004. Wpływ nawożenia osadem ściekowym na aktywność enzymatyczną gleby brunatnej. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 59(3): 1175–1181.
- Johansson M., Stenberg B., Torstensson L. 1999. Microbiological and chemical changes in two arable soils after long-term sludge amendments. *Biol. Fert. Soils* 30: 160–167.
- Kobus J. 1995. Biologiczne procesy a kształtowanie żyzności gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a: 209–220.
- Koper J., Piotrowska A. 1996. Aktywność enzymatyczna gleby płowej w zależności od uprawy roślin w zmianowaniu i monokulturze. *Rocz. Glebozn.* 47(3/4): 89–100.
- Koper J., Siwik-Ziomek A. 2003. Następce oddziaływanie monokultury i zmianowania tradycyjnego na aktywność amylaz i dehydrogenaz glebowych na tle właściwości fizykochemicznych gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 493: 637–643.
- Koper J., Siwik-Ziomek A. 2006. Wpływ wieloletniego nawożenia na aktywność dehydrogenaz w glebie oraz zawartość węgla organicznego i azotu ogółem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 515: 197–202.
- Kozanecka T., Rokosz-Burlaga H., Russel S. 1996. Aktywność mikrobiologiczna w sadzie jabłoniowym w zależności od sposobu jej utrzymania, nawożenia azotem i wapnowania. *Rocz. Glebozn.* 47, Supl.: 75–84.
- Kucharski J. 1997. Relacje między aktywnością a żyznością gleby. W: *Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie*. Barabasz W. (red.). Wyd. AR Kraków: 327–348.
- Kucharski J., Ciećko Z., Niewolak T., Niklewska-Larska T. 1996a. Aktywność drobnoustrojów w glebach zaliczanych do różnych kompleksów przydatności rolniczej nawożonych azotem mineralnym. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 514, *Agricultura* 62: 25–36.
- Kucharski J., Niewolak T. 1996. Wpływ uprawy roślin zbożowych w zmianowaniu i monokulturze na przemiany mocznika i siarczanu amonu w glebie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 440: 207–215.
- Kucharski J., Niklewska-Larska T. 1992. Wpływ substancji organicznej i niektórych grup drobnoustrojów na liczebność i aktywność mikroorganizmów glebowych: III. Aktywność enzymów. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 426, *Agricultura* 54: 33–42.

- Kucharski J., Panak H., Sienkiewicz S., Niewolak T. 1996b. Aktywność mikroorganizmów glebowych w zależności od form, terminów i sposobów stosowania nawozów azotowych. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 514, *Agricultura* 62: 37–47.
- Kucharski J., Wałdowska E. 2001. Biological results of long-term fertilization with slurry. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 476: 197–204.
- Lalfakzuala R., Kayang H., Dkhar M.S. 2008. The effects of fertilizers on soil microbial components and chemical properties under leguminous cultivation. *Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 3: 314–324.
- Landi L., Valori F., Ascher J., Renella G., Falchini L., Nannipieri P. 2006. Root exudate effects on the bacterial communities, CO₂ evolution, nitrogen transformations and ATP content of rhizosphere and bulk soils. *Soil Biol. Biochem.* 38: 509–516.
- Malicki J. 1980. Fizyczne właściwości gleb a ich mikrobiologiczna analiza. *Post. Nauk Rol.* 3: 45–67.
- Małecka I., Swędrzyńska D., Blecharczyk A., Dytman-Hagedorn M. 2012. Wpływ systemów uprawy roli pod groch na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. *Fragm. Agron.* 29(4): 106–116
- Marinari S., Masciandaro G., Ceccanti B., Grego S. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technol.* 72: 9–17.
- Martyniuk S., Stachyra A., Wróblewska B., Zięba S. 1997. Związki pomiędzy mikrobiologicznymi i enzymatycznymi właściwościami gleby a plonami ziemniaków. W: *Drobnoustroje w środowisku. Występowania, aktywność, znaczenie.* Barabasz W. (red.). Wyd. AR Kraków: 439–447.
- Mijangos I., Pérez R., Albitu I., Garbisu C. 2006. Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters. *Enzyme Microbiol. Tech.* 40: 100–106.
- Myśków W. 1987. Wpływ głębokiej uprawy i zmianowania roślin na właściwości biologiczne gleby. *Pam. Puł.* 90: 7–23.
- Myśków W., Kobus J. 1986. Międzynarodowe sympozjum na temat biologii gleby i ochrony biosfery (Sopron. 1985). *Post. Mikrobiol.* 25: 243–255.
- Myśków W., Stachyra A., Zięba S., Masiak D. 1996. Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. *Rocz. Glebozn.* 47(1/2): 89–99.
- Natywa M., Majchrzak L., Sawicka A. 2009. Wpływ sposobu uprawy roli na aktywność enzymatyczną gleby i plon kukurydzy. *Ekol. Tech.* 17(4): 171–177.
- Pandey S., Singh D.K. 2006. Soil dehydrogenase, phosphomonoesterase and arginine deaminase activities in an insecticide treated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) field. *Chemosphere* 63: 869–880.
- Pawłuczuk Z. 1998. Wpływ uwilgotnienia i temperatury na enzymatyczną aktywność gleb. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 145, *Rol.* 25: 19–30.
- Pawłuczuk Z., Pech K. 1988. Aktywność enzymatyczna gleby pod roślinami uprawianymi w monokulturze. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz* 145, *Rol.* 24: 39–49.
- Piotrowska A., Koper J. 2007. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na aktywność enzymów oksydoredukcyjnych i hydrolitycznych w glebie spod pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 520: 669–673.
- Runowska-Hryńczuk B. 1992. Przydatność wskaźników aktywności biologicznej gleby do oceny stanu jej żyzności. *Pam. Puł.* 100: 187–199.
- Siwik-Ziomek A., Koper J. 2006. Kształtowanie aktywności dehydrogenaz w glebie płowej po zmianie nawożenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 512: 521–527.
- Smyk B., Czachor M., Awiz N.H. 1989. Występowanie grzybów toksynotwórczych w glebach i ich wpływ na produktywność biologiczną agrosystemów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 380: 143–150.
- Tabatabai M.A., Fu M.H., Basta M.T. 1992. Effect of cropping systems on nitrification in soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23: 1885–1891.
- Turski M., Wyczółkowski A. 2008. Wpływ zróżnicowanego użytkowania gleb wytworzonych z lessu na aktywność respiracyjną i dehydrogenaz. *Acta Agrophys.* 12(3): 801–811.
- Vetanovetz R., Peterson J. 1992. Effect of carbon source and nitrogen on urease activity in a sphagnum peat medium. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23: 379–388.

M. NATYWA, M. SELWET, T. MACIEJEWSKI

**EFFECT OF SOME AGROTECHNICAL FACTORS ON THE NUMBER
AND ACTIVITY SOIL MICROORGANISMS**

Summary

The paper presents the influence of some agrotechnical factors (organic and nitrogen fertilization, irrigation, cropping systems and tillage) on soil microbiological environment. The use of biological indicators (number of soil microorganisms, respiratory and enzymatic activity) helps to assess the ecological status of the soil, therefore the analysis of these parameters gives us knowledge about their fertility. Fertilization of soil has an important impact on the number and selection of microorganisms, as well as the structure of the soil. In contrast, the activity of dehydrogenases in soil organic fertilization is induced and inhibited by NPK+Ca. Soil moisture is essential, because the water determines the physiological state of microorganisms and plants, and maintains the activity of soil enzymes. The process sequence of the plant cultivation and can also affect the activity of the soil microorganisms. There has been a decline in respiratory activity of soil monoculture compared with those which were used crop rotation. Important, therefore, seems to be testing the biological activity of soils from the point of view of ecology ecosystems.

Key words: soil, microorganisms, soil enzymes, soil respiration activity, irrigation, nitrogen fertilization, organic fertilization, tillage, cropping

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 30.01.2014

Do cytowania – *For citation*:

Natywa M., Selwet M., Maciejewski T. 2014. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragm. Agron.* 31(2): 56–63.