

ANNA TOMKOWIAK, JUSTYNA STARZYK, DONATA KOSICKA-DZIECHCIAREK,
KRZYSZTOF KARWATKA

Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW SYSTEMÓW UPRAWY ROLI NA STAN MIKROBIOLOGICZNY GLEBY

THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS
ON THE MICROBIOLOGICAL CONDITION OF SOIL

Abstrakt

Postęp w agrotechnice nie tylko wpływa na zmianę właściwości gleby, lecz także ma istotne znaczenie w zachowaniu stanu równowagi mikrobiologicznej, prowadząc do poprawy warunków rozwoju roślin uprawnych. Opracowanie jest oceną wpływu wybranych systemów uprawy roli (uprawy tradycyjnej, uprawy bezorkowej i siewu bezpośredniego w mulcz) na aktywność enzymatyczną i rozwój drobnoustrojów w glebie. Zebrano i podsumowano wyniki dotychczasowych badań nad oddziaływaniem różnych technik uprawy roli na rozwój mikroorganizmów w glebie. Obecnie odchodzi się od tradycyjnej uprawy orkowej z uwagi na wiele niekorzystnych zmian generowanych przez ten system uprawy w glebie. Ponadto jest to system negatywnie wpływający na populację drobnoustrojów glebowych. W literaturze naukowej polskiej i zagranicznej można już znaleźć informacje na temat pożądanego wpływu uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego w mulcz na aktywność enzymatyczną większości badanych enzymów (dehydrogenaz, oksydaz, katalazy, fosfatazy kwaśnej i zasadowej, ureazy, proteazy) oraz na rozwój drobnoustrojów w glebie. Korzyści ze stosowania tych systemów uprawy zależą jednak od wielu czynników, m.in. rodzaju uprawianej gleby, jej wilgotności oraz przebiegu warunków pogodowych.

Słowa kluczowe: systemy uprawy roli, uprawa tradycyjna, uprawa bezorkowa, siew bezpośredni, mikroorganizmy glebowe, aktywność enzymatyczna

Wstęp

Zwiększona ilość resztek roślinnych poprawia strukturę i stabilność gleby oraz zawartość węgla organicznego, co z kolei może modyfikować właściwości fizyczne gleby

(Blecharczyk i in., 2007; Małecka i in., 2012; Melero i in., 2011; Raczkowski i in., 2012). Żyjące w glebie mikroorganizmy pełnią ważną rolę jako wskaźniki jej jakości ze względu na swój udział w procesach zachodzących w agroekosystemach (rozkład materii organicznej, obieg pierwiastków w środowisku, wiązanie azotu atmosferycznego, formowanie i stabilizacja agregatów glebowych) (Calderón i in., 2000; Jezierska-Tys i Frąc, 2008). W wyniku działalności drobnoustrojów zachodzą również przemiany związków mineralnych, mające duże znaczenie dla rozwoju roślin zielonych (Kołwzan i in., 2005). Mając na uwadze korzystny wpływ mikroorganizmów glebowych na rozwój roślin uprawnych, coraz częściej w rolnictwie intensywnie poszukuje się metod pozwalających na modyfikację stosowanych systemów uprawy roli i pozwalających na taki jego rozwój, aby było ono ekonomiczne, ekologiczne i społecznie opłacalne (Kaczmarek i in., 2007). Uprawa tradycyjna uznawana jest powszechnie za technikę ograniczającą prawidłowy rozwój mikroorganizmów. Do alternatywnych metod zalicza się uprawę uproszczoną oraz siew bezpośredni. Uzyskane wyniki badań wskazują na pozytywny wpływ tych systemów na rozwój drobnoustrojów w glebie, jednakże informacje te wydają się niewystarczające dla kompleksowej oceny wpływu systemów uprawy roli na stan mikrobiologiczny gleby.

Celem niniejszego opracowania była ocena różnych systemów uprawy roli i ich wpływ na wybrane właściwości mikrobiologiczne gleby.

Wpływ systemów uprawy roli na ekosystemy glebowe

Wszystkie organizmy zasiedlające przypowierzchniową część gleby tworzą tzw. edafon. W jego skład wchodzi przede wszystkim mikroorganizmy, ale również mikrofauna reprezentowana przez pierwotniaki, mezofauna, czyli nicienie, roztocze i skoczogonki, oraz typowa fauna glebowa reprezentowana m.in. przez dżdżownice. Biomasa wchodząca w skład edafonu może wynosić od 0,01 do 100 g·m⁻² (Neher i Barbercheck, 1999). Wszystkie organizmy wchodzące w skład edafonu biorą udział w rozkładzie i mineralizacji materii organicznej w glebie, w obiegu pierwiastków, są odpowiedzialne za tworzenie humusu i innych substancji niezbędnych dla wzrostu roślin.

Bujny rozwój drobnoustrojów w glebie utrzymuje żyzność gleby na wysokim poziomie, co sprzyja dobremu wzrostowi roślin uprawnych poprzez dostarczenie mikro- i makroelementów (Szember, 2001). Zmiany w strukturze zespołów mikroorganizmów oraz fauny glebowej mogą być przyczyną istotnych zmian w funkcjonowaniu ekosystemu glebowego (Kennedy, 1999; Neher i Barbercheck, 1999). Zawartość biomasy mikroorganizmów i zawartość labilnej frakcji materii organicznej są jednymi z ważniejszych wskaźników, które określają zmiany zachodzące w glebowej substancji organicznej. Biomasa mikroorganizmów uważana jest za czuły parametr jakości gleby oraz tempa gromadzenia zasobów w niej C i N. Ponadto uznano, że labilna frakcja materii organicznej wykazuje, w porównaniu z całkowitą materią organiczną gleby, znacznie większą wrażliwość na zmiany zachodzące w środowisku glebowym wywołane przez sposób użytkowania gleby, m.in. sposób uprawy (Smagacz, 2013). Intensywny sposób uprawy przyczynia się do zaniku naturalnej homeostazy w glebach agrocenoz. Dążenie do osiągnięcia maksymalnego plonu wymusza stosowanie zespołu zabiegów uprawowych, odpowiednio dobranych rodzajów i dawek nawozów, a także środków ochrony

roślin. Zabiegi agrotechniczne 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). A zatem, sposób uprawy wpływa istotnie na rozwój oraz aktywność mikro- i megafauny glebowej (Hryńczuk i Weber, 2004; Natywa i in., 2014). Korzystne działanie uproszczeń w uprawie roli zaobserwować można zwłaszcza po długoletnim okresie ich stosowania.

Węgiel organiczny i azot są pierwiastkami warunkującymi prawidłowy rozwój mikroorganizmów w glebie. W trakcie stosowania uproszczeń w uprawie roli zaobserwowano zwiększenie puli węgla organicznego i azotu w biomase mikroorganizmów oraz zawartość drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej w glebie. Zwiększenie puli biomasy mikroorganizmów oraz zawartości labilnej frakcji materii organicznej w glebie uprawianej techniką siewu bezpośredniego wskazują na to, że uproszczenia w uprawie roli korzystnie oddziałują na środowisko glebowe przy jednoczesnym niezaburzaniu jego struktury, co zapewnia prawidłowy rozwój mikroorganizmów pełniących istotną rolę w dostarczaniu składników pokarmowych roślinom (Smagacz, 2013). Długoletnia uprawa bezorkowa, w wyniku zwiększonej liczebności oraz różnorodności mikroorganizmów antagonistycznych względem patogenów, ogranicza w znacznym stopniu występowanie chorób roślin. Z kolei pozostawione na powierzchni pola resztki pozbiorowe roślin i tworząca się próchnica stanowią w uprawie bezorkowej doskonałą pożywkę dla rozwoju grzybów i bakterii.

Uprawa bezorkowa i siew bezpośredni przyczyniają się do rozwoju dużej ilości dżdżownic, które w wyniku drażenia pionowych makroporów glebowych poprawiają dodatkowo jej strukturę, a produkty przemiany materii organicznej zwiększają stabilność agregatów glebowych. Stabilne środowisko glebowe, które tworzą dżdżownice, jest dobrym miejscem dla rozwoju mikroorganizmów (Smagacz, 2013).

Stosowanie uprawy płóźnej zakłóca ustaloną równowagę fizjologiczną drobnoustrojów w niszach ekologicznych oraz sprzyja przemieszczaniu się materii organicznej do głębszych warstw gleby, powodując straty łatwo przyswajalnych przez mikroorganizmy składników pokarmowych i źródła energii, co ogranicza ich liczebność i aktywność w glebie, a tym samym może wpływać na zmniejszenie plonu roślin uprawnych (Gajda i in., 2010). Sprawdzono tę zależność, porównując wpływ orki i siewu bezpośredniego po wysiewie międzyplonu ścierniskowego pod uprawę pszenicy jarej na liczebność i aktywność enzymatyczną (aktywność dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i zasadowej oraz proteazy). Wyniki wskazywały na korzystne działanie siewu bezpośredniego w porównaniu z uprawą płóźną (Pociejowska i in., 2013).

W uprawie uproszczonej następuje inkorporacja resztek roślinnych w powierzchniowej warstwie gleby. Część resztek poźniwnych pozostaje na powierzchni, dzięki temu mikroorganizmy mają łatwiejszy dostęp do składników pokarmowych, które warunkują ich procesy rozwojowe. Z kolei siew bezpośredni zwiększa możliwości pozyskiwania przez organizmy pokarmu z glebowych resztek pozbiorowych pozostawionych na powierzchni gleby. Minimalne wzruszanie gleby w połączeniu ze stałym dostarczaniem resztek poźniwnych również sprzyja bytowaniu organizmów glebowych i naziemnych (Lenart i Sławiński, 2010; Małecka i in., 2012; Melero i in., 2011; Qin i in., 2010) oraz chroni materię organiczną przed szybką mineralizacją (López-Fando i Pardo, 2009; Małecka i in., 2012).

Wpływ systemów uprawy roli na liczebność mikroorganizmów w glebie

Rozmieszczenie drobnoustrojów w glebie nie jest jednorodne. Najwięcej jest ich wokół korzeni roślin, w tzw. ryzosferze, oraz w warstwie próchnicznej. Główna masa mikroorganizmów gromadzi się na głębokości 5–20 cm powierzchniowej warstwy gleby (Szember, 2001). Około 80–90% wszystkich procesów, jakie zachodzą w glebie, odbywa się z udziałem mikroorganizmów, dlatego niezbędne jest poznanie wpływu czynników, które decydują o ich liczebności i aktywności.

Czynnikiem silnie modyfikującym rozwój mikroorganizmów glebowych jest sposób uprawy roli, który różnicuje właściwości mikrobiologiczne gleby.

Do zabiegów zwiększających aktywność biologiczną gleb należy stosowanie międzyplonów, resztek poźniwnych, nawozów naturalnych i organicznych oraz wdrażanie uproszczeń w zabiegach agrotechnicznych (Augustyniuk-Kram, 2012). Wiarygodne wyniki dotyczące stosowania uproszczeń w uprawie roli można uzyskać jedynie w doświadczeniach wieloletnich, gdyż w krótkim czasie brak jest możliwości uchwycenia skutków przejścia z systemu orkowego-płużnego na system uprawy uproszczonej (Augustyniuk-Kram, 2012). Potwierdzeniem są m.in. badania Małeckiej i in. (2012), z których wynika, że stosowanie uproszczeń w uprawie roślin sprzyja zwiększeniu liczebności mikroorganizmów w warstwie powierzchniowej gleby (do 10 cm) oraz stymuluje wzrost aktywności enzymatycznej. Pocięjowska i in. (2013) zaobserwowali zwiększenie liczebności analizowanych grup mikroorganizmów w glebie uprawianej w systemie siewu bezpośredniego w porównaniu z glebą uprawianą tradycyjnie (2013). W badaniach często wykorzystuje się wskaźnik zawartości węgla organicznego w celu oznaczenia stanu ilościowego biomasy mikroorganizmów i ich aktywności. Gajda i in. (2010) na podstawie zawartości węgla w biomase mikroorganizmów oznaczyli zmiany aktywności mikrobiologicznej gleby, w różnych technologiach uprawy. Stwierdzono większą zawartość puli C w glebie uprawianej w technologii uproszczonej oraz siewu bezpośredniego niż w glebie uprawianej technologią tradycyjną. Stosowanie orki – poprzez straty wody, dekompozycję składników pokarmowych, przemieszczanie materii organicznej w głębsze warstwy profilu glebowego – zaburza równowagę fizjologiczną mikroorganizmów w niszach ekologicznych, tym samym zmniejsza ilość energii dostępnej dla drobnoustrojów, co może być przyczyną zmniejszenia ich liczebności i aktywności w glebie (Gajda i in., 2010). Melero i in. (2009), badając krótko- i długoterminowy wpływ uprawy konserwującej na właściwości gleby, m.in. zawartość biomasy drobnoustrojów w glebie, aktywnego węgla oraz aktywność enzymatyczną, zauważyli wzrost zawartości aktywnego węgla, biomasy mikroorganizmów oraz aktywności wybranych enzymów pod uprawą konserwującą w porównaniu z uprawą tradycyjną. Melero i in. (2009) uważają, że uprawa konserwująca wpływa pozytywnie na jakość gleby, zwiększenie aktywności metabolicznej mikroorganizmów glebowych oraz materii organicznej, zwłaszcza w dłuższej perspektywie.

Wpływ systemów uprawy roli na aktywność enzymatyczną gleby

Poddawanie drobnoustrojów częstym presjom przyrodniczym czy agrotechnicznym powoduje w krótkim czasie negatywny wpływ na ich populację. Wyrażna antropopresja może zdegradować naturalną homeostazę gleby. Wynikiem zaburzenia równowagi w ekosystemie glebowym jest zmiana aktywności enzymatycznej przy niezmienionej ilości badanych drobnoustrojów (Szember, 2001).

Enzymy glebowe, będące podstawowym wyznacznikiem procesów zachodzących w środowisku naturalnym, często służą jako wskaźnik oceny jakości gleby. Wydzielane są do środowiska przez mikroorganizmy (m.in. bakterie, grzyby), podziemne części roślin oraz faunę glebową. Uważa się, że enzymy są dobrymi wskaźnikami potencjału mineralizacji materii organicznej oraz aktywności biologicznej gleby. Ponadto należą do najwcześniej wykrytych białek występujących w glebie (Bielińska i in., 2014; Januszek, 1999; Kieliszewska-Rokicka, 2001). Aktywność enzymów w glebie informuje o obecnym oraz przeszłym stanie biologicznym gleby ze względu na długotrwałą ich akumulację w kompleksach próchnicznych. Z uwagi na pełnione funkcje białka enzymatyczne dzieli się na klasy (oksydoreduktazy, transferazy, hydrolazy, liazy, izomerazy, ligazy), podklasy oraz podpodklasy grupujące enzymy katalizujące reakcje poszczególnych grup substratów i akceptorów (Murray i in., 1995). Do najważniejszych funkcji pełnionych w środowisku przez białka enzymatyczne należą m.in.: katalizowanie przemian związków z przeniesieniem protonów, elektronów i tlenu, rozkład wiązań z użyciem cząsteczki wody lub odłączenie grup od substratu bez udziału wody, wewnątrzcząsteczkowe przemiany oksydoredukcyjne i przenoszenie grup czy też wytwarzanie wiązań.

Z uwagi na rolę pełnioną w środowisku za najważniejsze uznaje się **odksooreduktazy** (dehydrogenazy, katalaza, oksydaza p-difenolowa) oraz **hydrolazy** (fosfatazy kwaśna i alkaliczna, ureaza, arylosulfataza, β -glukozydaza). Istotą wyszczególnionych enzymów jest bezpośredni udział w biogeochemicznym obiegu węgla, azotu, fosforu i siarki w glebie. Najistotniejszą rolę w transformacji organicznych związków węgla odgrywają dehydrogenazy, a ich aktywność jest wykorzystywana do oznaczenia wskaźnika ekotoksykologicznego. Istotą katalazy jest chronienie komórek przed toksycznym działaniem nadtlenu wodoru. Oksydaza p-difenolowa katalizuje proces utleniania związków fenolowych, który stanowi istotny etap humifikacji gleby, oraz bierze udział w rozkładzie lignin. Fosfatazy kwaśne i alkaliczne stymulują w glebie przemiany organicznych związków fosforu w nieorganiczne fosforany, katalizują hydrolizę estrów i bezwodników kwasu ortofosforowego, tym samym są dobrym wskaźnikiem potencjału mineralizacji fosforu organicznego i aktywności biologicznej. Za pomocą określania aktywności ureazy ocenia się stopień antropogenizacji środowiska glebowego. Dodatkowo ureaza katalizuje hydrolizę mocznika do dwutlenku węgla i amoniaku oraz przyczynia się do intensywności przemian związków azotu w glebie. Arylosulfataza jest odpowiedzialna za mineralizację związków organicznych, m.in. siarki w glebie, jest wskaźnikiem dostępności tego pierwiastka dla roślin. β -Glukozydaza ma wpływ na rozkład celobiozy do glukozy oraz posiada zdolność odszczepiania cząsteczki glukozy, prowadząc do powstania nieredukcyjnych celooligosacharydów. Proteazy, wykazując zdolność hydrolizy wiązań peptydowych, są wykorzystywane w ocenie potencjalnego tempa mineralizacji organicznych połączeń azotu w glebie (Bielińska i in., 2014).

Zróznicowane procesy chemiczne i biologiczne zachodzące w glebie, częstotliwość zmian czynników środowiskowych oraz właściwe zarządzanie glebą mają ogromny wpływ na aktywność enzymów w ekosystemie. Reagują one wyraźnie na działanie czynników stresowych, przy czym większość zmian jest ściśle związana z natężeniem ich występowania (Bielińska i in., 2014). Udowodniono, że aktywność enzymów zależy od zmian użytkowania gleb, wahań temperatury, wilgotności gleby i natlenienia. W literaturze istnieją liczne dane przedstawiające zależność pomiędzy aktywnością enzymów a stanem zerodowania gleby, szatą roślinną i mezofauną, składem gatunkowym i ilością drobnoustrojów zasiedlających strefę korzeniową (tzw. ryzosferę) roślin (Adams, 1992; Clarholm, 1993; Iglík, 2009).

Wiele doniesień naukowych wskazuje na fakt, że uprawa, płodozmian oraz sposób nawożenia gleby wpływają na aktywność enzymów w glebie (Bielińska, 1999; Dick, 1994; Farrell i in., 1994; Kucharski, 1997; Pawluczuk i Pech, 1993).

Częste zmiany aktywności enzymów glebowych są skutkiem ingerencji w strukturę profilu glebowego, dlatego należy skupić się na tych systemach upraw, które przyczyniają się do zwiększenia aktywności enzymatycznej gleby.

Liczne badania wskazują na korzystny wpływ uprawy uproszczonej na aktywność enzymatyczną gleby. W czasie delikatnego zmuszania ziemi struktura gleby zostaje jedynie delikatnie naruszona, dzięki czemu nie powstają zbyt duże straty w funkcjonowaniu ekosystemu, przy czym w głąb dostaje się znaczna ilość tlenu. Dostępność tlenu wpływa pozytywnie na aktywność enzymatyczną, jak i na biomasę drobnoustrojów (Bielińska i in., 2014; Curci i in., 1997). Korzystny wpływ uproszczonej uprawy roli na aktywność enzymów zaznacza się najwyraźniej w powierzchniowej warstwie gleb ze względu na jej dużą zasobność w mikroorganizmy, materię organiczną oraz aktywny węgiel (Bielińska i in., 2008).

Melero i in. (2009) w trakcie badań krótko- i długoterminowych aktywności enzymów dehydrogenaz, oksydazy o-difenolowej i β -glukozydazy stwierdzili zwiększenie ich aktywności w warunkach siewu bezpośredniego w porównaniu z uprawą tradycyjną. Potwierdzają to badania innych autorów, którzy uzyskali podobne efekty, oznaczając aktywność dehydrogenaz, oksydaz i β -glukozydazy, proteaz i hydrolaz (Eivazi i in., 2003; de la Horra i in., 2003).

Majchrzak i in. (2014) ocenili wpływ sposobu uprawy roli na aktywność dehydrogenaz w uprawie jęczmienia jarego uprawianego w systemie konwencjonalnym oraz siewu bezpośredniego. Uzyskane wyniki wskazywały na większą aktywność dehydrogenaz w glebie w technice siewu bezpośredniego i w fazie krzewienia jęczmienia jarego.

Wpływ systemów uprawy roli na aktywność enzymów w glebie został ponadto udowodniony w licznych badaniach wykonanych przez Bielińską i in. (2008), które wykazały, że aktywność badanych enzymów (dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej, fosfatazy alkalicznej, ureazy i proteazy) była istotnie mniejsza w glebach po orce niż w glebach uprawianych systemem uproszczonym. W uprawie bezorkowej zaobserwowano wzrost aktywności badanych enzymów: dehydrogenaz o 50–70%, fosfatazy kwaśnej i ureazy o 30–40%, fosfatazy alkalicznej o 30–50%, a proteazy o 25–35% w stosunku do gleby uprawianej klasycznie.

Podsumowanie

Stosowanie poprawnej agrotechniki na gruntach ornych wpływa na zwiększenie biomasy mikroorganizmów w glebie oraz aktywność enzymatyczną, co ma bezpośredni związek ze zwiększeniem plonów i urodzajnością gleb oraz poprawą funkcjonowania ekosystemu glebowego. W doborze odpowiedniej technologii uprawy roli, prócz zwrócenia uwagi na aspekt ekonomiczny, czasowy, ekologiczny, ograniczenie zachwaszczenia i obecność gryzoni, należy dążyć do zachowania dużej różnorodności mikroorganizmów glebowych oraz zwiększenia aktywności enzymatycznej gleby.

Analiza dotychczasowych badań wskazuje na wiele zalet stosowania uprawy uproszczonej (bezorkowej). W aspekcie mikrobiologicznym uprawa uproszczona stymuluje zwiększenie liczebności mikroorganizmów w glebie oraz ich aktywności metabolicznej.

Literatura

- Adams, M. A. (1992). Phosphatase activity and phosphorus fractions in Karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) forest soils. *Biol. Fertil. Soils*, 14, 3, 200–204. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00346061>
- Augustyniuk-Kram, A. (2012). Rolnictwo ekologiczne a właściwości gleby i jej różnorodność biologiczna. *Stud. Ecol. Bioeth.*, 10, 1, 45–63.
- Barabasz, W., Voříšek, K. (2002). Bioróżnorodność mikroorganizmów w środowiskach glebowych. W: W. Barabasz (red.), *Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach* (s. 22–30). Kraków: Wyd. AR.
- Bielińska, E. J. (1999). Aktywność enzymatyczna jako wskaźnik rekultywacji gleby zdegradowanej intensywnym użytkowaniem sadowniczym. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. EEE*, 7, 4, 21–29.
- Bielińska, E. J., Futa, B., Mocek-Płóćiniak, A. (2014). Enzymy glebowe jako bioindykatory jakości i zdrowotności gleby. Lublin: Libropolis.
- Bielińska, E. J., Mocek, A., Paul-Lis, M. (2008). Impact of the tillage system on the enzymatic activity of typologically diverse soils. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 53, 3, 10–13.
- Blecharczyk, A., Małecka, I., Sierpowski, J. (2007). Wpływ wieloletniego oddziaływania systemów uprawy roli na fizyko-chemiczne właściwości gleby. *Fragm. Agron.*, 24, 93, 1, 7–13.
- Calderón, F. J., Jackson, L. E., Scow, K. M., Rolston, D. E. (2000). Microbial responses to simulated tillage in cultivated and uncultivated soils. *Soil Biol. Biochem.*, 32, 11–12, 1547–1559. [https://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00067-5](https://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00067-5)
- Clarholm, M. (1993). Microbial biomass P, labile P, and acid phosphatase activity in the humus layer of a spruce forest, after repeated additions of fertilizers. *Biol. Fertil. Soils*, 16, 4, 287–292. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00369306>
- Curci, M., Pizzigallo, M. D. R., Crecchio, C., Mininni, R., Ruggiero, P. (1997). Effect of conventional tillage on biochemical properties of soils. *Biol. Fertil. Soils*, 25, 1, 1–6. <http://dx.doi.org/10.1007/s003740050271>
- Dick, R. P. (1994). Soil enzyme activities as indicators of soil quality. W: J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, B. A. Stewart (red.), *Defining soil quality for a sustainable environment*. *Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. Ser.*, 35, 107–124.
- Eivazi, F., Bayan, M. R., Schmidt, K. (2003). Selected soil enzyme activities in the historic Sanborn Field as affected by long-term cropping systems. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 34, 15–16, 2259–2275. <https://dx.doi.org/10.1081/CSS-120024062>

- Farrell, R. E., Gupta, V. V. S. R., Germida, J. J. (1994). Effects of cultivation on the activity and kinetics of arylsulfatase in Saskatchewan soils. *Soil Biol. Biochem.*, 26, 8, 1033–1040. [https://dx.doi.org/10.1016/0038-0717\(94\)90118-X](https://dx.doi.org/10.1016/0038-0717(94)90118-X)
- Gajda, A. M., Przewłoka, B., Gawryjolek, K. (2010). Ocena oddziaływania systemu uprawy roli na środowisko glebowe na podstawie zmian parametrów mikrobiologicznej aktywności gleby. *Nauka Przyr. Technol.*, 4, 6, #76.
- de la Horra, A. M., Conti, M. E., Palma, R. M. (2003). β -Glucosidase and proteases activities as affected by long-term management practices in a typic argiudoll soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 34, 17–18, 2395–2404. <https://dx.doi.org/10.1081/CSS-120024775>
- Hryńczuk, B., Weber, R. (2004). Wpływ sposobu uprawy roli na intensywność przemian mikrobiologicznych w glebie i plonowanie roślin. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E*, 59, 2, 639–648.
- Iglik, I. (2009). Wpływ stanu zerodowania gleby płowej wytworzonej z lessu na aktywność biologiczną i plonowanie roślin. *Maszynopis*. Lublin: Instytut Agrofizyki PAN.
- Januszek, K. (1999). Aktywność enzymatyczna wybranych gleb leśnych Polski południowej w świetle badań polowych i laboratoryjnych. *Zesz. Nauk. AR Krak. Rozpr.*, 250.
- Jeziarska-Tys, S., Frać, M. (2008). Microbiological indices of soil quality fertilized with dairy sewage sludge. *Int. Agrophys.*, 22, 3, 215–219.
- Kaczmarek, Z., Owczarzak, W., Mrugalska, L., Grzelak, M. (2007). Wpływ efektywnych mikroorganizmów na wybrane właściwości fizyczne i wodne poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 52, 3, 73–77.
- Kennedy, A. C. (1999). Microbial diversity in agroecosystem quality. W: W. W. Collins, C. O. Qualset (red.), *Biodiversity in agroecosystems* (s. 1–17). Boca Raton: CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/9781420049244.ch1>
- Kieliszewska-Rokicka, B. (2001). Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby. W: H. Dahm, A. Pokojska-Burdziej (red.), *Drobnoustroje środowiska glebowego: aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne* (s. 37–47). Toruń: Marszałek.
- Koźwzan, B., Adamik, W., Grabas, K., Pawełczyk, A. (2005). *Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska*. Wrocław: Ofic. Wyd. PWr.
- Kucharski, J. (1997). Relacje między aktywnością a żyznością gleby. W: W. Barabasz (red.), *Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie* (s. 327–348). Kraków: Wyd. AR.
- Lenart, S., Sławiński, P. (2010). Wybrane właściwości gleby oraz występowanie dżdżownic w warunkach siewu bezpośredniego i płużnej uprawy roli. *Fragm. Agron.*, 27, 4, 86–93.
- López-Fando, C., Pardo, M. T. (2009). Changes in soil chemical characteristics with different tillage practices in a semi-arid environment. *Soil Till. Res.*, 104, 2, 278–284. <https://dx.doi.org/10.1016/j.still.2009.03.005>
- Majchrzak, L., Niewiadomska, A., Natywa, M. (2014). Ocena aktywności dehydrogenaz w uprawie jęczmienia jarego w zależności od sposobu uprawy roli, przedplonu i rodzaju pozostawionej biomasy. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E*, 69, 4, 103–111.
- Małecka, I., Swędrzyńska, D., Bleharczyk, A., Dytman-Hagedorn, M. (2012). Wpływ systemów uprawy roli pod groch na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. *Fragm. Agron.*, 29, 4, 106–116.
- Melero, S., López-Garrido, R., Murillo, J. M., Moreno, F. (2009). Conservation tillage: short- and long-term effects on soil carbon fractions and enzymatic activities under Mediterranean conditions. *Soil Till. Res.*, 104, 2, 292–298. <https://dx.doi.org/10.1016/j.still.2009.04.001>
- Melero, S., Panettieri, M., Madejón, E., Gómez Macpherson, H., Moreno, F., Murillo, J. M. (2011). Implementation of chiselling and mouldboard ploughing in soil after 8 years of no-till management in SW, Spain: effect on soil quality. *Soil Till. Res.*, 112, 2, 107–113. <https://dx.doi.org/10.1016/j.still.2010.12.001>

- Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rodwell, V. W. (1995). *Biochemia Harpera*. Warszawa: PZWL.
- Natywa, M., Selwet, M., Maciejewski, T. (2014). Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Fragm. Agron.*, 31, 2, 56–63.
- Neher, D. A., Barbercheck, M. E. (1999). Diversity and function of soil mesofauna. W: W. W. Collins, C. O. Qualset (red.), *Biodiversity in agroecosystems* (s. 27–47). Boca Raton: CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/9781420049244.ch3>
- Pawluczuk, Z., Pech, K. (1993). Wpływ roślin uprawianych w monokulturze i zmianowaniu na aktywność enzymatyczną warstwy uprawianej gleby. *Zesz. Nauk. AR Krak.*, 277, Ses. Nauk., 37, 1, 143–152.
- Pociejowska, M., Natywa, M., Majchrzak, L., Cłapa, T., Selwet, M. (2013). Wpływ sposobu przygotowania stanowiska pod pszenicę jarą na liczebność mikroorganizmów i aktywność biochemiczną gleby. *Pol. J. Agron.*, 15, 21–26.
- Qin, Sh., He, X., Hu, Ch., Zhang, Y., Dong, W. (2010). Responses of soil chemical and microbial indicators to conservation tillage versus traditional tillage in the North China Plain. *Eur. J. Soil Biol.*, 46, 3–4, 243–247. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ejsobi.2010.04.006>
- Raczkowski, C. W., Mueller, J. P., Busscher, W. J., Bell, M. C., McGraw, M. L. (2012). Soil physical properties of agricultural systems in a large-scale study. *Soil Till. Res.*, 119, 50–59. <https://dx.doi.org/10.1016/j.still.2011.12.006>
- Smagacz, J. (2013). Uprawa roli – aktualne kierunki badań i najnowsze tendencje. W: R. Hołownicki, M. Kuboń (red.), *Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania* (s. 287–329). Kraków: Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej.
- Szember, A. (2001). *Zarys mikrobiologii rolniczej*. Lublin: Wyd. AR.

THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON THE MICROBIOLOGICAL CONDITION OF SOIL

Abstract

Advancement in agrotechnology not only changes soil properties, but it is also important for maintaining microbial balance and improving the conditions of development of crops. The study assesses the impact of selected tillage systems (conventional tillage, free tillage and direct sowing into mulch) on the enzymatic activity and development of microorganisms (proteolytic, cellulolytic, oligotrophic, copiotrophic, nitric, actinomycetes, fungal and other bacteria) in soil. The results of previous studies concernig the impact of applied tillage techniques on the development of microorganisms in soil were collected and summarised. At present, traditional cultivation is being abandoned due to many unfavourable changes in soil caused by this system. Apart from that, this system adversely affects the population of soil microorganisms. Due to the favourable influence of soil microorganisms on the development of crops there is an increasing tendency to research and transform agrotechnology so as to optimise the conditions of development of microorganisms. Polish and foreign scientific literature provides reports on the beneficial influence of simplified and direct sowing into mulch on the activity of most enzymes (dehydrogenases, oxidases, catalase, acid and alkaline phosphatases, urease, protease) and microbial growth in soil. The benefits of these cultivation systems depend on many factors, including the soil type, humidity and weather conditions.

Keywords: tillage systems, traditional cultivation, free tillage, direct sowing, soil microorganisms, enzymatic activity

Tomkowiak, A., Starzyk, J., Kosicka-Dziechciarek, D., Karwatka, K. (2017). Wpływ systemów uprawy roli na stan mikrobiologiczny gleby. *Nauka Przyr. Technol.*, 11, 4, 355–364. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00213>

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Anna Tomkowiak, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: tomkowiak_anna@wp.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

16.10.2017

Do cytowania – For citation:

*Tomkowiak, A., Starzyk, J., Kosicka-Dziechciarek, D., Karwatka, K. (2017). Wpływ systemów uprawy roli na stan mikrobiologiczny gleby. *Nauka Przyr. Technol.*, 11, 4, 355–364. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00213>*