

ANNA MARIA GAJDA, BARBARA PRZEWŁOKA, KAROLINA GAWRYJOLEK

Zakład Mikrobiologii Rolniczej

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

## OCENA ODDZIAŁYWANIA SYSTEMU UPRAWY ROLI NA ŚRODOWISKO GLEBOWE NA PODSTAWIE ZMIAN PARAMETRÓW MIKROBIOLOGICZNEJ AKTYWNOŚCI GLEBY\*

**Streszczenie.** W pracy badano oddziaływanie stosowanych technologii uprawy: tradycyjnej – pluznej, uproszczonej i siewu bezpośredniego na aktywność mikrobiologiczną gleby o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego pylastego. Zmiany aktywności mikrobiologicznej gleby poddanej różnym technologiom uprawy oznaczono na podstawie zawartości C w biomacie mikroorganizmów, intensywności wydzielania CO<sub>2</sub> z gleby, stosunku liczbowego bakterii do grzybów (B/G) oraz aktywności dehydrogenaz i fosfataz. Specyficzną aktywność respiracyjną gleby ( $q_{CO_2}$ ) określono za pomocą stosunku ilości CO<sub>2</sub>-C uwolnionego z gleby na jednostkę C w biomacie drobnoustrojów w glebie. Badania wykazały pozytywny wpływ stosowania technologii uproszczonej oraz siewu bezpośredniego na aktywność mikrobiologiczną gleby. Uzyskane wyniki wykazały, że wybrane do badań mikrobiologiczne parametry jakości gleby istotnie różniły się w zależności od stosowanych technologii uprawy na glebę i generalnie ich wartości były większe w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii uproszczonej oraz siewu bezpośredniego niż te uzyskane w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej z zastosowaniem orki.

**Słowa kluczowe:** tradycyjna i uproszczona uprawa roli, siew bezpośredni, C w biomacie drobnoustrojów, aktywność dehydrogenaz i fosfataz w glebie

### Wstęp

Jakość gleby zależy od wielu jej fizycznych, chemicznych i mikrobiologicznych właściwości. Ze względu na dynamiczny charakter oraz szybkość reakcji właściwości mikrobiologiczne i biochemiczne są uważane za najbardziej czułe na zmiany zachodzą-

---

\*Badania wykonano w ramach projektu celowego 6 ZR7 2006C/06735, a także programu środowiskowego PIB – zadanie 1.5 oraz sieci naukowej AGROGAS 17/E-184/SN-019/2006.

ce w środowisku glebowym, m.in. także pod wpływem stosowanego systemu uprawy (GAJDA i MARTYNIUK 2005, ACOSTA-MARTINEZ i IN. 2008, GAJDA 2008). Udział drobnoustrojów w kształtowaniu żyzności i zdrowotności gleby jest powszechnie znany. Wiadomo, że 80-90% wszystkich procesów, jakie zachodzą w glebie, odbywa się z udziałem mikroorganizmów, dlatego niezbędne jest poznanie oddziaływania czynników, które wpływają na ich liczebność i aktywność w glebie. To mikroorganizmy glebowe, dzięki procesom degradacji i transformacji materii organicznej, są odpowiedzialne za dostępność składników pokarmowych dla uprawianych roślin, dlatego duża aktywność i różnorodność drobnoustrojów są warunkiem dobrej jakości i produktywności gleby (SMITH i PAUL 1990, DORAN i PARKIN 1994, MARINARI i IN. 2006, MASTO i IN. 2006).

Celem przeprowadzonych badań było określenie oddziaływania na środowisko glebowe uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego na podstawie zmian zawartości C w biomacie mikroorganizmów oraz wybranych parametrów aktywności mikrobiologicznej i biochemicznej gleby w porównaniu z wartościami tych parametrów uzyskanymi w uprawie tradycyjnej – płużnej.

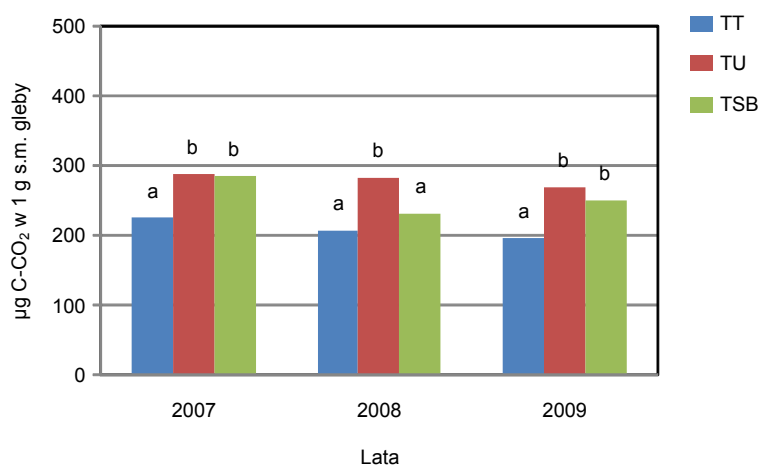
## Material i metody

Badania prowadzono w latach 2007-2009 na podstawie wieloletnich doświadczeń polowych w Stacji Doświadczalnej IUNG – PIB w Baborówku (woj. wielkopolskie) na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego pylastego (pglp) (18% części spławialnych, zawartość materii organicznej (MO) – 1,38%). Pszenicę ozimą uprawiano, stosując technologię tradycyjną – plużną (TT) i konserwującą (TK), czyli uproszczoną (TU) oraz siewu bezpośredniego (TSB). Próbkę glebową z pól doświadczalnych o powierzchni 1 ha pobierano dwa razy w ciągu sezonu wegetacyjnego – w pełni wegetacji roślin i po zbiorach z głębokości 0-25 cm w międzyrzędziach uprawianych roślin. Na każdym polu doświadczalnym wyznaczono trzy punkty pobierania próbek glebowych, stosując technikę GPS. Termin pobierania próbek był uzależniony od przebiegu warunków pogodowych panujących w tym rejonie Polski i uwilgotnienia gleby. Waga reprezentatywnej próbki glebowej pobranej z pola wynosiła około 1500 g. Po pobraniu próbki umieszczano w plastikowych woreczkach i składano do lodówek turystycznych, zapewniając w czasie transportu do laboratorium temperaturę nie wyższą niż 8°C. Analizy parametrów mikrobiologicznych jakości gleb obejmowały oznaczenia: zawartości C w biomacie mikroorganizmów w glebie metodą F-I (fumigacji-inkubacji) (JENKINSON i POWLSON 1976), intensywności uwalniania CO<sub>2</sub> metodą miareczkowania, aktywności dehydrogenaz z zastosowaniem TTC jako substratu (CASIDA i IN. 1964) oraz aktywności fosfataz z użyciem PNP jako substratu (TABATABAI i BREMNER 1969). Wszystkie analizy wykonywano w trzech powtórzeniach. Określono także stosunek liczebności bakterii do grzybów (B/G) w glebie. Specyficzną aktywność respiracyjną gleby ( $qCO_2$ ), czyli wskaźnik aktywności metabolicznej, określono za pomocą stosunku ilości CO<sub>2</sub>-C uwolnionego z gleby na jednostkę C w biomacie drobnoustrojów w glebie. Oznaczono też zawartość C organicznego metodą Tiurina i N ogólnego metodą spektrofotometrii przepływową w certyfikowanym Głównym Laboratorium IUNG – PIB w Puławach. Skład granulometryczny badanego utworu glebowego oznaczono w Zakładzie Gleboznawstwa, Eroзии i Ochrony Gruntów IUNG – PIB w Puławach.

Analizy statystyczne otrzymanych wyników wykonano za pomocą programu ANOVA.

## Wyniki

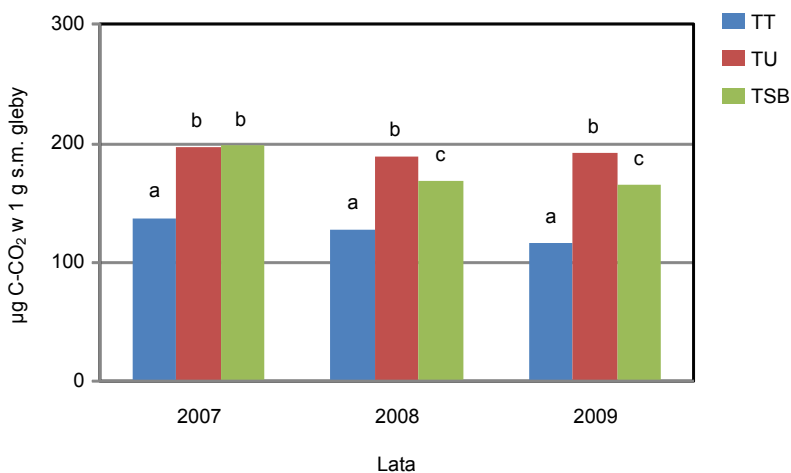
Największe, statystycznie istotne zawartości C w biomase mikroorganizmów oznaczano w glebie pobranej z pól doświadczalnych pod pszenicą ozimą uprawianą w technologii uproszczonej (TU). W porównaniu z zawartością C w biomase mikroorganizmów oznaczoną w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT) pula C w biomase drobnoustrojów w glebie uprawianej w technologii uproszczonej (TU) była większa średnio o 28,0%. Podobnie kształtowała się wielkość puli C w biomase mikroorganizmów w glebie uprawianej w technologii siewu bezpośredniego (TSB). W porównaniu z TT pula C w biomase była większa średnio o 23,0%. W ciągu trzech lat prowadzenia badań nie obserwowano istotnych zmian w puli C w biomase mikroorganizmów w technologii uproszczonej (TU). Podobnie było w TSB z wyjątkiem roku 2008, w którym odnotowano wyraźnie mniejszą zawartość C w biomase mikroorganizmów niż w latach 2007 i 2009. W technologii tradycyjnej (TT) na przestrzeni trzech lat badań zaznaczyła się lekka tendencja spadkowa zawartości C w biomase drobnoustrojów (rys. 1). Analiza statystyczna potwierdziła istotność różnic uzyskanych wyników charakteryzujących wpływ technologii uprawy na zawartość C w biomase mikroorganizmów ( $P \geq 95,0\%$ ).



Rys. 1. Zawartość C w biomase mikroorganizmów w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) w latach 2007-2009 (wartości oznaczone różnymi literami wskazują różnice statystycznie istotne dla  $P \geq 95,0\%$ )

Fig. 1. Microbial biomass C content in soil under winter wheat grown in conventional (TT), reduced (TU) and direct (TSB) sowing system in 2007-2009 (values marked with different letters denote statistically significant differences at  $P \geq 95.0\%$ )

Intensywność uwalniania CO<sub>2</sub> w badanej glebie kształtowała się podobnie jak zawartość C w biomase mikroorganizmów. Istotnie większą intensywność uwalniania CO<sub>2</sub> obserwowano w glebie pobranej z pól doświadczalnych uprawianych w technologii konserwującej – TU i TSB, średnio o 27,0-40,0% w porównaniu z intensywnością uwalniania CO<sub>2</sub> w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT) (rys. 2). Różnice między stosowanymi technologiami uprawy w intensywności uwalniania CO<sub>2</sub> w badanych glebach były statystycznie istotne dla P ≥ 95,0%.

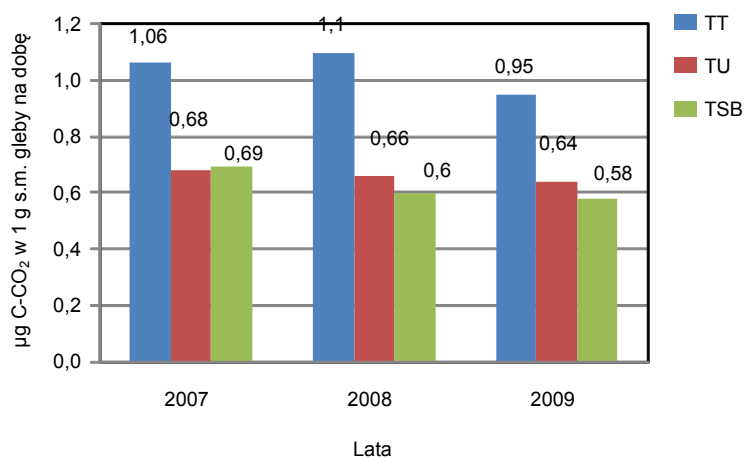


Rys. 2. Oddychanie gleby pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) w latach 2007-2009 (wartości oznaczone różnymi literami wskazują różnice statystycznie istotne dla P ≥ 95,0%)

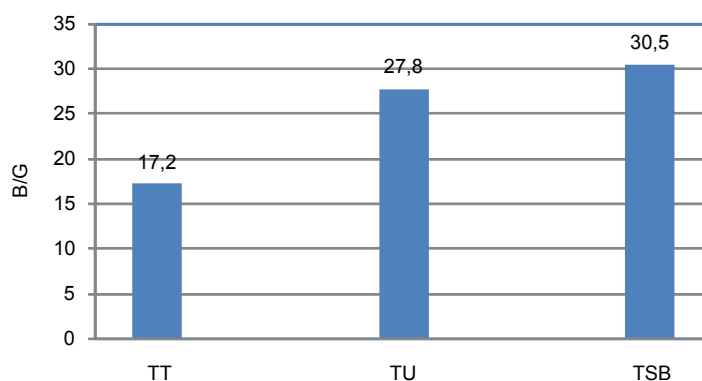
Fig. 2. The rate of CO<sub>2</sub> evolution in soil under winter wheat grown in conventional (TT), reduced (TU) and direct (TSB) sowing system in 2007-2009 (values marked with different letters denote statistically significant differences at P ≥ 95.0%)

Specyficzną aktywność respiracyjną gleby, czyli wskaźnik aktywności metabolicznej ( $qCO_2$ ), określono za pomocą stosunku ilości CO<sub>2</sub>-C uwolnionego z gleby na jednostkę C w biomase drobnoustrojów w glebie (Biom-C) (rys. 3). W naszych badaniach wskaźnik  $qCO_2$  osiągnął największe wartości w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT) (0,95-1,10). Najmniejsze wartości wskaźnik ten uzyskał w glebie pod pszenicą w TSB (0,58-0,69). Małe wartości  $qCO_2$  w porównaniu z tymi uzyskanymi w technologii tradycyjnej (TT) charakteryzowały też glebę w technologii uproszczonej (TU) (0,64-0,68) (rys. 3).

Rysunek 4 przedstawia średnie wartości liczbowe stosunku bakterii do grzybów (B/G) w glebie. I tak, największe wartości B/G uzyskano w glebie pod pszenicą w technologii uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB), średnio 30,5 i 27,8, natomiast najmniejsze wartości B/G uzyskano w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), średnio 17,2.



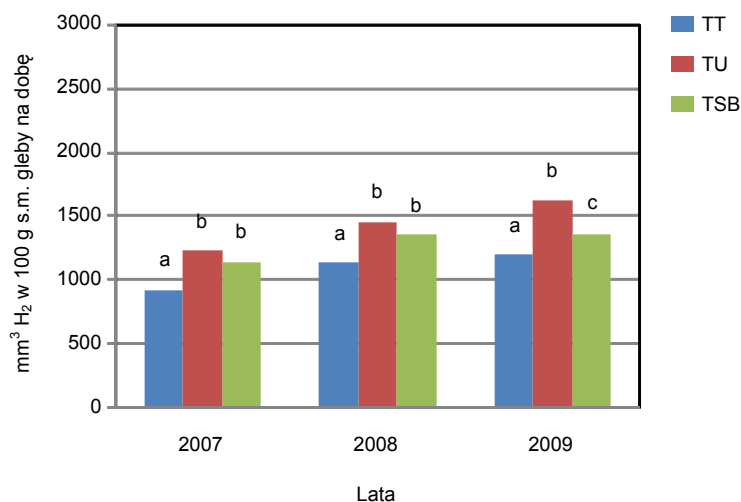
Rys. 3. Współczynnik aktywności metabolicznej ( $qCO_2$ ) drobnoustrojów w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) w latach 2007-2009  
 Fig. 3. Calculated metabolic activity quotient  $qCO_2$  for soil under winter wheat grown in conventional (TT), reduced (TU) and direct (TSB) sowing system in 2007-2009



Rys. 4. Stosunek liczebności bakterii do grzybów (B/G) w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) w latach 2007-2009  
 Fig. 4. Calculated values of the bacteria to fungi (B/F) ratio for soil under winter wheat grown in conventional (TT), reduced (TU) and direct (TSB) sowing system in 2007-2009

Aktywność biochemiczną gleby poddanej różnym technologiom uprawy określano na podstawie aktywności enzymów pochodzenia drobnoustrojowego, czyli aktywności dehydrogenaz oraz fosfataz – fosfatazy kwaśnej i fosfatazy zasadowej. W ciągu trzech lat trwania badań największą aktywność dehydrogenaz obserwowano w glebie uprawia-

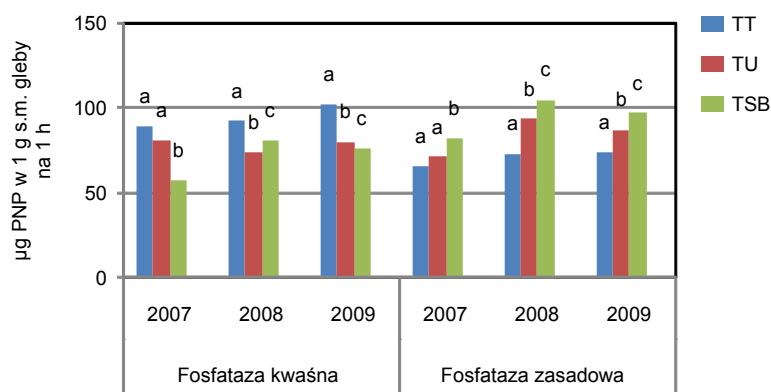
nej w technologii uproszczonej (TU). W porównaniu z aktywnością dehydrogenaz oznaczaną w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT) ich aktywność w glebie uprawianej w technologii uproszczonej (TU) była średnio o 18,0-28,0% większa. Podobnie kształtowała się aktywność dehydrogenaz w glebie uprawianej w technologii siewu bezpośredniego (TSB). Uzyskane w tej technologii wartości aktywności systemu dehydrogenaz były większe średnio o 13,0-17,0% w porównaniu z technologią tradycyjną (TT) (rys. 5). Jeśli chodzi o aktywność fosfataz, to w ciągu trzech lat badań aktywność fosfatazy kwaśnej była większa w glebach uprawianych w technologii tradycyjnej (TT) niż w technologii uproszczonej (TU) czy siewu bezpośredniego (TSB) średnio o 20,0% i 26,0%. Nieco inaczej było w przypadku fosfatazy zasadowej. Oznaczenia jej aktywności osiągały największe wartości w glebie uprawianej w TU i TSB i były większe od aktywności tego enzymu w glebie uprawianej w TT średnio o 18,0% oraz 30,0% (rys. 6). Różnice w aktywności dehydrogenaz i fosfataz były statystycznie istotne dla  $P \geq 95,0\%$ .



Rys. 5. Aktywność dehydrogenaz w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) w latach 2007-2009 (wartości oznaczone różnymi literami wskazują różnice statystycznie istotne dla  $P \geq 95,0\%$ )

Fig. 5. The dehydrogenase system activity in soil under winter wheat grown in conventional (TT), reduced (TU) and direct (TSB) sowing system in 2007-2009 (values marked with different letters denote statistically significant differences at  $P \geq 95.0\%$ )

Wyniki uzyskane z trzech lat badań wybranych mikrobiologicznych parametrów jakości gleby wykazały dużo większe ich zróżnicowanie w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT) niż w tej uprawianej w technologii uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB).



Rys. 6. Aktywność fosfataz w glebie pod pszenicą uprawianą w technologii tradycyjnej (TT), uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) w latach 2007-2009 (wartości oznaczone różnymi literami wskazują różnice statystycznie istotne dla  $P \geq 95,0\%$ )

Fig. 6. The dehydrogenase system activity in soil under winter wheat grown in conventional (TT), reduced (TU) and direct (TSB) sowing system in 2007-2009 (values marked with different letters denote statistically significant differences at  $P \geq 95.0\%$ )

## Dyskusja

Jednym z najlepszych parametrów określających biologiczną aktywność gleby jest zawartość w niej biomasy mikroorganizmów. W naszych badaniach nad oddziaływaniem systemów uprawy na mikrobiologiczne i biochemiczne właściwości gleby, prowadzonych już od kilku lat w optymalnych warunkach pogodowych, uzyskujemy zwykle większą zawartość puli C w biomacie mikroorganizmów w glebie uprawianej w technologii uproszczonej (TU) oraz siewu bezpośredniego (TSB) w porównaniu z glebą uprawianą technologią tradycyjną (TT). Stosowanie zabiegu orki ogranicza zachwaszczenie na polach uprawnych, ale z drugiej strony przyczynia się do strat wody w glebie oraz najcenniejszych cząstek glebowych. Zakłóca także ustaloną równowagę fizjologiczną drobnoustrojów w niszach ekologicznych oraz sprzyja przemieszczaniu się materii organicznej do głębszych warstw gleby, powodując straty łatwo przyswajalnych przez drobnoustroje składników pokarmowych i źródła energii dla nich, co może ograniczać ich liczebność i aktywność w glebie oraz wpływać na zmniejszenie plonu roślin uprawnych. DORAN i IN. (1998), LIEBIG i DORAN (1999), GAJDA i IN. (2000), BULLUCK i IN. (2002), MARINARI i IN. (2006), FIEBBACH i IN. (2007), ACOSTA-MARTINEZ i IN. (2008) oraz GAJDA (2008) także uzyskali większe wartości pomiarów wielkości puli C w biomacie mikroorganizmów w glebie poddanej uprawie uproszczonej czy bezorkowej niż w glebie poddanej uprawie płużnej.

Pomiar intensywności uwalniania  $\text{CO}_2$  z gleby pozwala określić poziom aktywności drobnoustrojów zasiedlających glebę. Takie pomiary umożliwiają szybką i w miarę precyzyjną ocenę kierunku i siły oddziaływania czynników naturalnych czy antropogenicznych (np. sposobu użytkowania gleby) na populację drobnoustrojów glebowych.

W naszych badaniach pomiary intensywności uwalniania CO<sub>2</sub> miały istotnie większe wartości w glebie poddanej technologii uprawy uproszczonej (TU) czy siewu bezpośredniego (TSB) w porównaniu z technologią tradycyjną (TT). Także DORAN i PARKIN (1994), DILLY (2005), MARINARI i IN. (2006) oraz GAJDA (2008) obserwowali bardziej intensywne tempo wydzielania CO<sub>2</sub> z gleby poddanej technologii uprawy uproszczonej w porównaniu z technologią tradycyjną.

Specyficzną aktywność respiracyjną gleby można określić za pomocą wskaźnika aktywności metabolicznej ( $q_{CO_2}$ ), czyli stosunku ilości CO<sub>2</sub>-C uwolnionego z gleby na jednostkę C w biomacie drobnoustrojów w glebie. Wskaźnik ten, zaproponowany w ostatnich dekadach, jest wskaźnikiem stanu fizjologicznego mikroorganizmów w glebie oraz ich składu gatunkowego, a także zmian zachodzących w ekosystemie pod wpływem różnych czynników. W naszych badaniach większe jego wartości charakteryzowały glebę uprawianą w technologii tradycyjnej (TT) w porównaniu z wartościami uzyskanymi w glebach uprawianych w technologii tradycyjnej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB), co świadczy o niekorzystnych dla wzrostu i rozwoju drobnoustrojów warunkach panujących w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej. Najczęściej jest to spowodowane niedoborem składników pokarmowych, niedostateczną ilością tlenu czy obecnością metali ciężkich lub innych substancji toksycznych. Podobne wyniki uzyskali WARDLE i IN. (1999), BÖHME i IN. (2005), DILLY (2006) oraz GAJDA (2008).

Jednym z szeroko stosowanych wskaźników biologicznej aktywności gleby jest też oznaczenie poziomu jej aktywności enzymatycznej. Aktywność enzymatyczną gleb uprawianych w badanych systemach uprawy roli określono na podstawie oznaczenia aktywności dehydrogenaz i fosfataz – fosfatazy kwaśnej i fosfatazy zasadowej. Określając aktywność dehydrogenaz, uzyskujemy relatywną informację o poziomie biologicznej aktywności gleby, wielkości populacji drobnoustrojów zasiedlających glebę oraz o szybkości procesów oksydacyjnych substancji organicznej w glebie (CASIDA i IN. 1964). W naszych badaniach obserwowaliśmy również zróżnicowaną aktywność dehydrogenaz w glebie pod pszenicą w zależności od technologii uprawy. W porównaniu z pomiarami aktywności dehydrogenaz w glebie w technologii tradycyjnej (TT) większe wartości pomiarów aktywności tej grupy enzymów uzyskiwano w glebie w technologii uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB). Podobne rezultaty uzyskali GAJDA i IN. (2000), MARTYNIUK i IN. (2001) oraz MARINARI i IN. (2006). Autorzy ci również obserwowali większą aktywność dehydrogenaz w glebie w warunkach uprawy konserwującej niż w warunkach uprawy płużnej. Aktywność enzymów z grupy fosfataz jest niezwykle ważna w przemianach P w glebie (JUMA i TABATABAI 1978, DICK 1984). W ciągu trzech lat naszych badań większe wartości pomiarów aktywności fosfatazy kwaśnej uzyskiwano w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT) niż w glebie uprawianej w technologii uproszczonej (TU) czy siewu bezpośredniego (TSB). Odwrotnie było w przypadku pomiarów aktywności fosfatazy zasadowej. W porównaniu z wartościami pomiarów aktywności tego enzymu w glebie w technologii tradycyjnej (TT) gleba uprawiana w technologii uproszczonej (TU) i siewu bezpośredniego (TSB) wykazywała większą aktywność fosfatazy zasadowej. Najprawdopodobniej było to związane z odczynem pH gleby, którego wartości w warunkach stosowania technologii uprawy tradycyjnej oraz nawożenia mineralnego zmniejszały się. Podobne relacje zaobserwowali TABATABAI i BREMNER (1969), JUMA i TABATABAI (1978) oraz MYŚKÓW i IN. (1996) i GAJDA i IN. (2004).



Jednym z lepszych wskaźników określających jakość i żyzność gleby jest także stosunek liczebności bakterii do grzybów (B/G) (MYŚKÓW i ZIĘBA 1997). Większe wartości tego wskaźnika informują o stosunkowo słabszym rozwoju grzybów, natomiast mniejsze świadczą o ich silniejszym rozwoju. W naszych badaniach większe wartości tego wskaźnika były charakterystyczne dla gleby pod pszenicą uprawianą w technologii siewu bezpośredniego (TSB) i w technologii uproszczonej (TU), a mniejsze – w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej (TT). Ze względu na fitopatogenne i toksynotwórcze właściwości grzybów ich wzmożony rozwój jest zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia żyzności i urodzajności gleb (WIELGOSZ i SZEMBER 2006).

## Wnioski

Technologia uproszczona oraz technologia siewu bezpośredniego wywierały pozytywny wpływ na stan biologicznej aktywności badanej gleby.

2. Generalnie gleba pod pszenicą uprawianą w technologii uproszczonej oraz siewu bezpośredniego wykazywała większe wartości badanych parametrów aktywności mikrobiologicznej, takich jak: wielkość puli C w biomase drobnoustrojów, intensywność oddychania mierzona ilością uwolnionego CO<sub>2</sub>, wartości wskaźnika aktywności metabolicznej  $q\text{CO}_2$ , aktywność dehydrogenaz, fosfatazy zasadowej oraz wartości stosunku liczbowego bakterii do grzybów (B/G) niż gleba uprawiana w technologii tradycyjnej – płuznej.

3. Większą aktywność fosfatazy kwaśnej oznaczano w glebie pod pszenicą ozimą uprawianą w technologii tradycyjnej – płuznej niż w glebie uprawianej w technologii uproszczonej czy technologii siewu bezpośredniego, natomiast większa aktywność fosfatazy zasadowej była charakterystyczna dla gleby uprawianej w technologii uproszczonej oraz technologii siewu bezpośredniego w porównaniu z glebą uprawianą w technologii tradycyjnej, co było związane z odczynem gleby.

4. Badane parametry mikrobiologicznej aktywności gleby istotnie różnicowały oddziaływanie badanych technologii uprawy na glebę i potwierdziły swoją przydatność jako wskaźników w ocenie jakości gleby w różnych warunkach jej użytkowania.

## Literatura

- ACOSTA-MARTINEZ V., ACOSTA-MERCADO D., SOTOMAYOR-RAMIREZ D., CRUZ-RODRIGUEZ L., 2008. Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils. *Appl. Soil Ecol.* 38: 249-260.
- BÖHME L., LANGER U., BÖHME F., 2005. Microbial biomass, enzyme activities and microbial community structure in two European long-term field experiments. *Agric. Ecosyst. Environ.* 109: 141-152.
- BULLUCK L.R., BROSIUS M., EVANOYLO G.K., RISTAINO J.B., 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Appl. Soil Ecol.* 19: 147-160.
- CASIDA L.E. JR., KLEIN D.A., SANTORO T., 1964. Soil dehydrogenase activity. *Soil Sci.* 98: 371-376.

- DICK W.A., 1984. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 569-577.
- DILLY O., 2005. Ratios of microbial biomass estimates to evaluate microbial physiology in soil. *Biol. Fertil. Soils* 42: 241-246.
- DILLY O., 2006. Microbial energetics in soils. W: *Microorganisms in soils: roles in genesis and functions*. Red. F. Buscot, A. Varna. Springer, Berlin: 123-138.
- DORAN J.W., ELLIOTT E.T., PAUSTIAN K., 1998. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil Tillage Res.* 49: 3-18.
- DORAN J.W., PARKIN T.B., 1994. Defining and assessing soil quality. W: *Defining soil quality for a sustainable environment*. Red. J.W. Doran, D.C. Coleman, D.E. Bezdicek, B.A. Stewart. Soil Science Society of America, Madison, WI: 3-21.
- DORAN J.W., PARKIN T.B., 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. W: *Methods for assessing soil quality*. Red. J.W. Doran, A.J. Jones. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. 49: 25-37.
- FIEBBACH A., OBERHOLZER H.R., GUNST L., MÄDER P., 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118: 273-284.
- GAJDA A.M., 2008. Effect of different tillage systems on some microbiological properties of soils under winter wheat. *Int. Agrophys.* 22: 201-208.
- GAJDA A.M., MARTYNIUK S., 2005. Microbial biomass C and N and activity of enzymes in soil under winter wheat grown in different crop management systems. *Pol. J. Environ. Stud.* 14, 2: 159-163.
- GAJDA A.M., MARTYNIUK S., STACHYRA A., WRÓBLEWSKA B., ZIĘBA S., 2000. Relations between microbiological and biochemical properties of soil under different agrotechnical conditions and its productivity. *Pol. J. Soil Sci.* 33: 50-55.
- GAJDA A.M., STACHYRA A., MARTYNIUK S., 2004. Microbial and biochemical activity of different soils in microplots experiment. *Acta Agr. Silv. Ser. Agr.* 42: 127-134.
- JENKINSON D.S., POWLSON D.S., 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8: 209-213.
- JUMA N.G., TABATABAI M.A., 1978. Distribution of phosphomonoesterases in soils. *Soil Sci.* 126: 101-109.
- LIEBIG M.A., DORAN J.W., 1999. Impact of organic production practices on soil quality indicators. *J. Environ. Qual.* 28: 1601-1609.
- MARINARI S., MANCINELLI R., CAMPIGLIA E., GREGO S., 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Italy. *Ecol. Indic.* 6: 701-711.
- MARTYNIUK S., GAJDA A.M., KUŚ J., 2001. Microbiological and biochemical properties of soil under cereals grown in the ecological, conventional and integrated systems. *Acta Agrophys.* 52: 185-191.
- MASTO R.E., CHHONKAR P.K., SINGH D., PATRA A.K., 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in long-term field trial on a sub-tropical inceptisol. *Soil Biol. Biochem.* 38: 1577-1584.
- MYŚKÓW W., STACHYRA A., ZIĘBA S., MASIĄK D., 1996. Aktywność biologiczna gleby jako wskaźnik jej żyzności i urodzajności. *Rocz. Glebozn.* 47, 1/2: 89-99.
- MYŚKÓW W., ZIĘBA S., 1997. Aktywność biologiczna gleby w aspekcie jej żyzności i urodzajności. Udział drobnoustrojów w kształtowaniu właściwości gleby. *Biul. Inf. Inst. Uprawy Nawoż. Glebozn.* 15: 24-26.
- SMITH J.L., PAUL E.A., 1990. The significance of soil microbial biomass estimations. W: *Soil biochemistry*. Red. J. Bollag, G. Stotzky. Dekker, New York: 357-396.
- TABATABAI M.A., BREMNER J.M., 1969. Use of p-nitrophenyl phosphatase for soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.* 1: 301-307.

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.

---

WARDLE D.A., YEATES G.W., NICOLSON K.S., BONNER K.I., WATSON R.N., 1999. Response of soil microbial biomass dynamics, activity and plant litter decomposition to agricultural intensification over a seven year period. *Soil Biol. Biochem.* 31: 1707-1713.

WIELGOSZ E., SZEMBER A., 2006. Wpływ wybranych roślin na liczebność i aktywność drobnoustrojów glebowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E* 61: 107-119.

#### DETERMINATION OF THE EFFECT OF USED TILLAGE SYSTEM ON CHANGES OF SOIL ENVIRONMENT MEASURED WITH PARAMETERS OF SOIL MICROBIOLOGICAL ACTIVITY

**Summary.** The aim of this research was to determine the effect of conventional, reduced and direct sowing tillage systems on changes of microbiological properties of sandy loam soil. Microbiological properties of the studied soil were determined using measurements of microbial biomass C content, the rate of CO<sub>2</sub> evolution, metabolic quotient  $q\text{CO}_2$ , ratio of bacteria to fungi (B/F), and dehydrogenases and phosphatases activity. The results showed a positive effect of reduced and direct sowing tillage systems on the studied parameters of soil microbiological activity. Mostly, as compared with traditional tillage system, the obtained values of chosen parameters of microbiological activity of soil under winter wheat grown in reduced and direct sowing systems were significantly higher at  $P \geq 95.0\%$ .

**Key words:** conventional, reduced, and direct sowing tillage systems, microbial biomass C, dehydrogenases and phosphatases activity in soil

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Anna Maria Gajda, Zakład Mikrobiologii Rolniczej, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Poland, e-mail: ag@iung.pulawy.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*18.10.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*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.*