

## BIOLOGICZNA AKTYWNOŚĆ GLEB POD ROŚLINAMI W WYBRANYM PŁODOZMIANIE

*Andrzej I. Wyczółkowski, Monika Wyczółkowska, Małgorzata Dąbek-Szreniawska*

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: a.wyczolkowski@ipan.lublin.pl

**Streszczenie.** W próbkach gleby spod wszystkich roślin w płodozmianie najwyższą aktywność amonifikacji oznaczoną ilością nagromadzonego azotu amonowego uzyskano w okresie letnim przy intensywnym wzroście roślin. Aktywność dehydrogenaz pod uprawą ziemniaka, jęczmienia i pszenicy kształtowała się podobnie. Aktualne wydzielanie CO<sub>2</sub> z próbek gleby spod wszystkich roślin kształtowało się podobnie, zwiększając wartość wraz ze wzrostem roślin w sezonie wegetacyjnym i osiągając maksymalną wielkość w trzecim terminie pomiaru. Potencjalne wydzielanie dwutlenku węgla, stymulowane przez dodatkowe wprowadzenie źródła węgla lub węgla i azotu zależne było od jakości tego źródła i od rośliny, spod której pobrano próbkę gleby do badań oraz od okresu wzrostu rośliny. Było ono najwyższe w trzecim terminie pomiaru niezależnie od dodanego źródła węgla.

**Słowa kluczowe:** rośliny w płodozmianie, wydzielanie CO<sub>2</sub>, mineralizacja azotu organicznego, mikroorganizmy i enzymy w glebie

### WSTĘP

W glebach pól uprawnych nie ma równowagi homeostazy, która się tworzy dzięki współdziałaniu organizmów glebowych, szaty roślinnej i czynników abiotycznych w środowiskach naturalnych [2,4]. W glebach agrocenoz równowaga ta jest ciągle naruszana przez zmianę uprawianych roślin i związane z nią agrotechniką i nawożeniem. Zmiany w uprawie pociągają za sobą zmiany składu i ilości biogennych związków chemicznych oraz właściwości fizyko-chemiczne całego środowiska glebowego [1,15]. Występowanie tych czynników powoduje duże różnice w populacji organizmów edofonu na obszarach intensywnych upraw rolniczych [5,14].

W systemie uprawy alternatywnej (ekologicznej, zachowawczej) kładzie się duży nacisk na znaczenie następstwa roślin w płodozmianie. W ułożeniu odpowiedniego następstwa upatruje się możliwość przeciwdziałania ujemnym skutkom intensywnej,

konwencjonalnej uprawy roślin [9]. Różni autorzy [2,13] podają, że różnorodność substancji organicznej zawartej w obumarłych komórkach, tkankach, wydzielinach korzeni, może powodować zróżnicowanie składu mikroorganizmów gleby i ich aktywności fizjologicznej.

W podjętych badaniach porównywano natężenie aktualnego i potencjalnego wydzielania dwutlenku węgla, natężenie mineralizacji (amonifikacji) dodanego azotu organicznego, aktywności dehydrogenaz oraz liczebności bakterii makrotroficznych i oligotroficznych w glebie pod uprawą roślin w tzw. ekologicznym systemie produkcji roślinnej bez stosowania nawozów pochodzenia przemysłowego oraz chemicznych środków ochrony roślin [6,7].

#### MATERIAŁY I METODY

Materiałem do badań były próbki gleby pobrane z pól obiektów długoletnich doświadczeń statycznych prowadzonych przez IUNG w Puławach. Pola te są zlokalizowane w Stacji Doświadczalnej Osiny (woj. lubelskie). Glebę pól oznaczono jako glebę płową wytworzoną z gliny zwałowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego. Charakterystykę gleboznawczo-rolniczą na podstawie danych IUNG umieszczono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Charakterystyka gleby

**Table 1.** Soil characteristics

% zawartość frakcji granulometrycznych, mm % of granulometric fractions, mm				pH		T me/100g	Próchnica w % % of humus content	Azot ogółem w % Total nitrogen %	Azot mineralny w % % of mineral nitrogen	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g
1,0-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	>0,02	H <sub>2</sub> O	KCl						
69	11	8	12	6,30	5,47	10,66	1,62	0,098	0,008	10,30	9,73

Gleba płowa wytworzona z gliny zwałowej. Skład mechaniczny – piasek gliniasty mocny. Orthic Luvisol. Particle size – loamy sand.

Przedstawione badania prowadzono w roku 2000. W każdym roku w trzech terminach odpowiadających różnym fazom wzrostu uprawianych roślin (tab. 2).

W próbkach gleby oznaczono:

1.a. Liczebność bakterii makrotroficznych (zymogenicznych) na agarowej pożywce wzbogaconej bulionem odżywczym [11],

1.b. Liczebność bakterii oligotroficznych na agarowej pożywce z rozcieńczonym wyciągiem glebowym [16].

**Tabela 2.** Terminy pobierania próbek gleby i odpowiadające im fazy wzrostu uprawianych roślin  
**Table 2.** Terms of soil sampling and corresponding vegetation stages of cultivated plants

Roślina uprawiana Plant grown	Termin I 1 dekada kwietnia first decade of April	Termin II 1 dekada czerwca first decade of June	Termin III 3 dekada lipca third decade of July
Ziemniak (nawożenie kompostem obornikowym) Potato (manure compost fertilization)	6-14 dni po posadzeniu 6-14 days after planting	zarastanie rzędów leaves on plants in rows	koniec kwitnienia end of flowering stage
Jęczmień jary (bez dodatkowego nawożenia) Spring barley (without additional fertilization)	kiełkowanie germination stage	strzelanie w źdźbło stem elongation stage	dojrzałość ziarna maturity stage
Koniczyna czerwona II rok uprawy (bez dodatkowego nawożenia) Red clover 2nd year (without additional fertilization)	ruszenie wegetacji wiosennej spring growth	początek kwitnienia (pierwszy pokos) first stage of flowering, first cut harvest	po drugim pokosie after second cut harvest
Pszenica ozima (bez dodatkowego nawożenia) Winter wheat (without additional fertilization)	krzewienie reproduction stage	kłoszenie początek kwitnienia earing stage, beginning of blooming	dojrzałe ziarno maturity stage

Posiew mikrobiologiczny według ogólnie przyjętych metod na 5 równoległych płytkach (powtórzeniach). Inkubacja posiewów w temperaturze pokojowej. Odczyt (liczenie wyrosłych kolonii) po 5 i 7 dniach inkubacji.

- Ilość azotu amonowego po inkubacji w temperaturze 30°C w próbkach gleby z dodatkiem 0,25 M roztworu L-asparaginy wg zmodyfikowanej metody Sato i inni [10]. Uzyskany rezultat przyjęto jako miary natężenia amonifikacji danego azotu organicznego.
- Ilość wydzielonego dwutlenku węgla po inkubacji w temperaturze 30°C z próbek gleby bez dodatkowego źródła węgla – jako miara aktualnego wydzielania lub z dodatkiem związku zawierającego węgiel w ilości 0,4 g C na 100 g gleby,

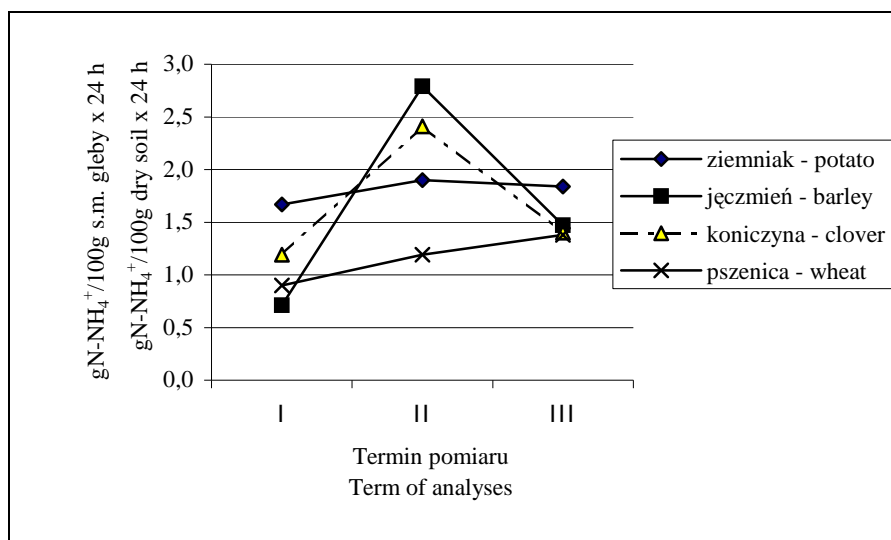
w postaci roztworu wodnego glukozy lub mocznika lub asparaginy – jako miara potencjalnego wydzielania. Oznaczenie to wykonano według Maciaka [8] w 60 gramowych naważkach próbek świeżej gleby, gdzie ilość  $\text{CO}_2$  zasorbowanego przez NaOH określa się przez miareczkowanie mianowanym roztworem HCl.

4. Aktywność dehydrogenaz metodą Thalmána z użyciem TTC jako akceptora jonów wodorowych [3].

Oznaczenia z punktów 2, 3, 4 wykonano w trzech równoległych naważkach gleby dla każdego oznaczenia. Wielkości umieszczone na wykresach są średnimi z terminów analiz.

### WYNIKI I DYSKUSJA

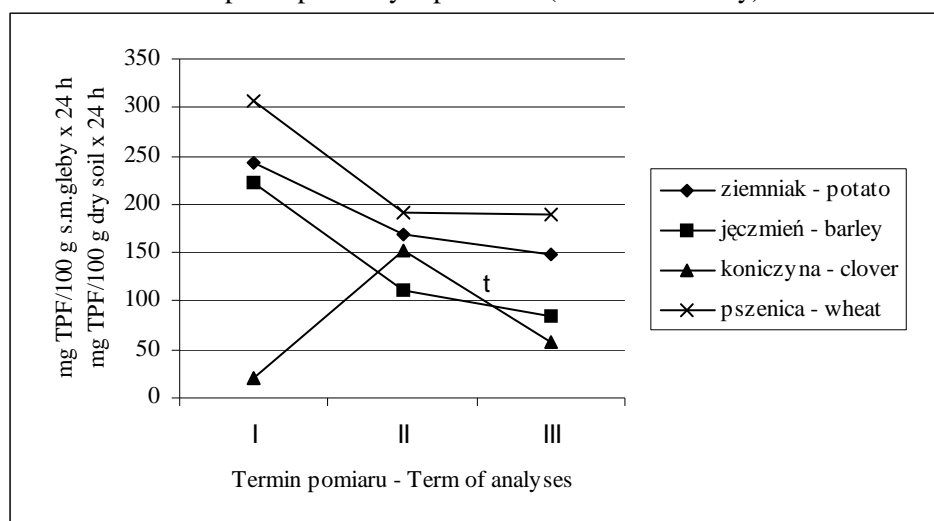
W próbkach gleby spod wszystkich roślin w płodozmianie najwyższą aktywność amonifikacji oznaczonej ilością nagromadzonego azotu amonowego uzyskano w drugim terminie analiz, co ilustruje rysunek 1. Stosunkowo małe różnice w ilości azotu amonowego w trzech terminach analiz w próbkach gleby pod uprawą ziemniaka i pszenicy, można tłumaczyć tym, że przez cały sezon, amonifikacji ulegały prawdopodobnie związki azotu organicznego zawarte resztkach koniczyny czerwonej lub w kompoście zastosowanym jako nawóz. Słaba aktywność amonifikacji stwierdzona w próbkach gleby pobranej na wiosnę pod uprawą roślin zbożowych może być spowodowana obniżeniem aktywności mikroorganizmów po okresie zimowym.



**Rys. 1.** Natężenie amonifikacji w próbkach gleby spod roślin w płodozmianie

**Fig. 1.** Ammonification in soil samples under cultivated plants during vegetation stages

Aktywność dehydrogenaz (rys. 2) pod uprawą ziemniaka, jęczmienia i pszenicy kształtowała się podobnie; najwyższą aktywność enzymów stwierdzono na wiosnę, obniżenie obserwowano w okresie intensywnego wzrostu roślin, a najniższe wartości po sprzęcie roślin zbożowych z pola. Aktywność dehydrogenaz w glebie pola pod uprawą koniczyny była najwyższa w okresie intensywnego wzrostu roślin tzn. przed pierwszym pokosem (termin II analizy).



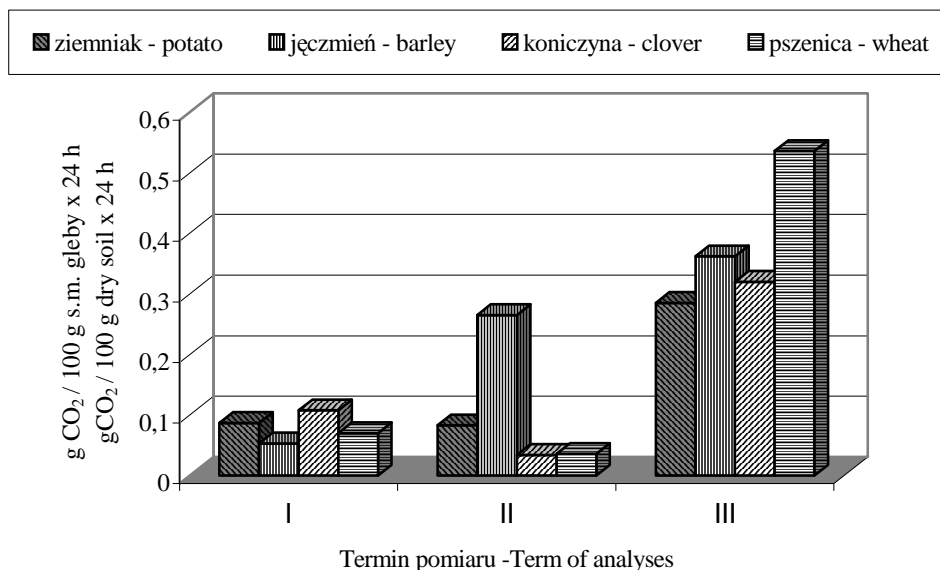
Rys. 2. Aktywność dehydrogenazy w próbkach gleby spod roślin w płodozmianie

Fig. 2. Dehydrogenase activity in soil samples under cultivated plants during vegetation stages

Aktualne wydzielanie  $\text{CO}_2$  (rys. 3) w próbkach gleby spod wszystkich badanych roślin kształtowało się podobnie, zwiększając wartość wraz ze wzrostem roślin w sezonie wegetacyjnym i osiągając maksymalną wielkość w trzecim terminie analizy. Potencjalne wydzielanie dwutlenku węgla stymulowane przez dodatkowe wprowadzenie źródła węgla lub węgla i azotu różnie się kształtowało.

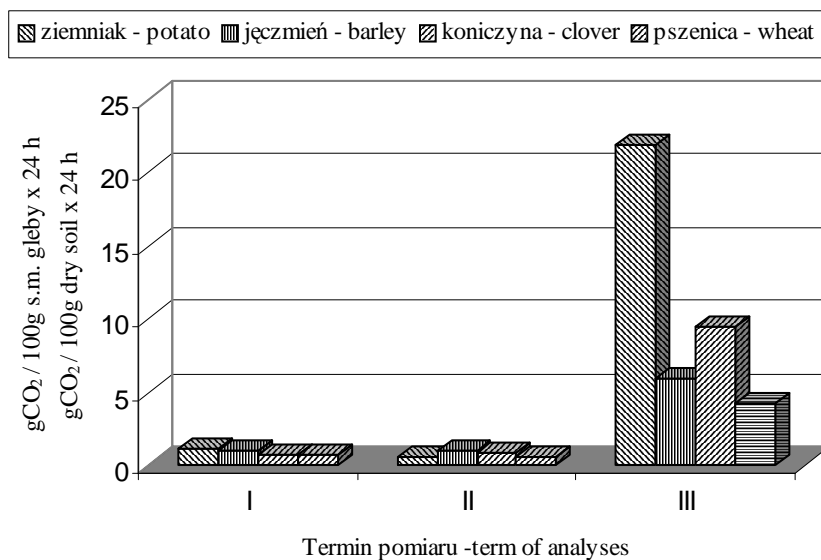
W pierwszym i drugim terminie analizy dodatek glukozy w niewielkim stopniu stymulował wydzielanie  $\text{CO}_2$  (rys. 4). W drugim terminie dodatek mocznika wyraźnie zwiększał wydzielanie  $\text{CO}_2$  z próbek spod wszystkich roślin. W trzecim terminie analizy zwiększenie aktualnego wydzielania  $\text{CO}_2$  w próbkach gleby spod roślin zbożowych jest bardzo wyraźne i dodatek do tych próbek gleby glukozy nie zwiększa gwałtownie wydzielania dwutlenku węgla w przeciwieństwie do gleby spod ziemniaka i koniczyny. Takie wyniki mogą wskazywać, że w glebie pod roślinami zbożowymi w końcu ich wegetacji nie brakuje związków węglowych łatwo utleniających umożliwiających dużą aktywność mikroorganizmów heterotroficznych. Dodatek asparaginy lub mocznika (rys. 5 i 6) o próbek gleby spod wszystkich roślin w trzecim terminie prawie w jednakowym stopniu powoduje

gwałtowne wydzielanie dwutlenku węgla z tych próbek. Może to świadczyć o zapotrzebowaniu mikroorganizmów na azot i braku azotu w próbkach gleby w tej fazie rozwoju roślin.

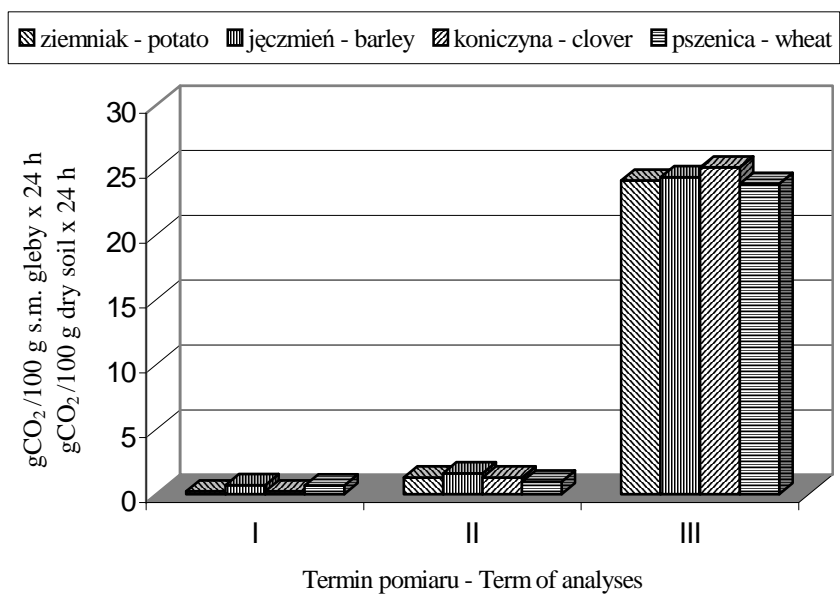


**Rys. 3.** Wydzielanie CO<sub>2</sub> z próbek gleby spod upraw bez dodatkowego źródła C i N  
**Fig. 3.** CO<sub>2</sub> release from soil samples (without addition of C and N)

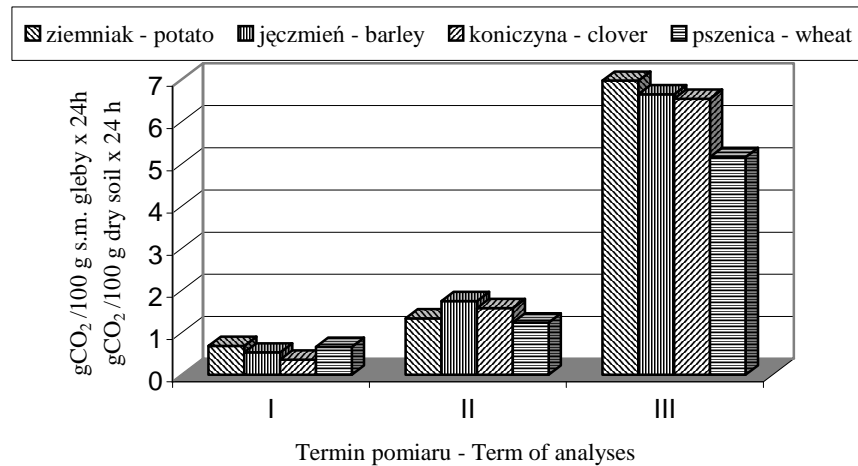
Sumaryczna liczebność bakterii makrotróficznych i bakterii oligotróficznych w próbkach gleby pod poszczególnymi roślinami w trzech terminach sezonu wegetacyjnego nie wykazywała zasadniczych różnic (rys. 7). W glebie pod pszenicą ozimą są znaczne różnice w liczebności między terminami analiz, ale tendencje wzrostu i spadku ilości bakterii makrotróficznych i oligotróficznych są podobne. W trzecim terminie liczebność mikroorganizmów obu grup wykazuje tendencje spadkowe, ale ich zwiększona ilość w drugim terminie może powodować uintensywnienie ich fizjologicznej aktywności w wydzielaniu CO<sub>2</sub> ujawnione w trzecim terminie. To przesunięcie aktywności fizjologicznej na następny termin analiz, po wyraźnym namnożeniu się drobnoustrojów w drugim terminie analiz zaobserwowano już w czasie innych badań [16].



**Rys. 4.** Wydzielanie CO<sub>2</sub> z próbek gleby spod upraw po dodaniu glukozy  
**Fig. 4.** CO<sub>2</sub> release from soil samples after addition of glucose

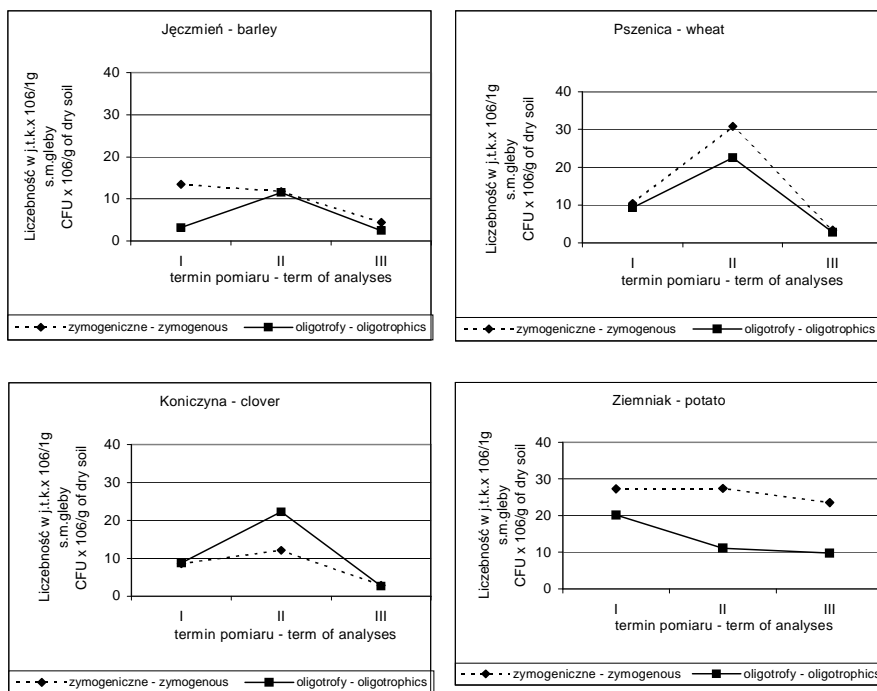


**Rys. 5.** Wydzielanie CO<sub>2</sub> z próbek gleby spod upraw po dodaniu asparaginy  
**Fig. 5.** CO<sub>2</sub> release from soil samples after addition of asparagine



Rys. 6. Wydzielanie  $\text{CO}_2$  z próbek gleby spod upraw po dodaniu mocznika

Fig. 6.  $\text{CO}_2$  release from soil samples after addition of urea



Rys. 7. Liczebność drobnoustrojów w próbkach gleby pobieranych w kolejnych terminach wegetacji spod różnych roślin w płodozmianie

Fig. 7. Number of microorganisms in soil samples under cultivated plants during vegetation stages (CFU – Colony forming unit)



## WNIOSKI

1. Zmiany liczebności badanych grup bakterii w okresie wegetacyjnym roślin wskazują na powiązanie ich namnażania z dopływem substratów oraz jakością tych substratów w zależności od uprawianej rośliny i jej fazy wzrostu.

2. Uzyskane wyniki różnych testów używanych do oznaczania aktywności biologicznej gleby nie pozwalają na wskazanie jednego z nich jako podstawowego w takich porównawczych oznaczeniach.

3. Test „potencjalnego”, stymulowanego dodanym substratem, wydzielania CO<sub>2</sub> z próbek gleby należy dalej opracowywać w celu możliwości użycia go jako wskaźnika zawartości azotu i jakości substancji organicznej gleb.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Badura L.:** Mikroorganizmy w ekosystemach glebowych ich występowanie i funkcje. Post. Mikrobiol., 24, 153-185, 1985.
2. **Badura L.:** Pojęcie ekosystemu w ekologii mikroorganizmów. Kosmos, 40, 257-264, 1991.
3. **Chaziev F.CH.:** Fermentativnaja aktivnost počv. Izd. Nauka, Moskwa, 1976.
4. **Górny M.:** Homeostaza gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 306, 37-45, 1985.
5. **Kobus J.:** Biologiczne procesy a kształtowanie żyzności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 421a, 209-219, 1995.
6. **Kuś J.:** Systemy gospodarowania w rolnictwie, rolnictwo ekologiczne. IUNG, Puławy, 1996.
7. **Kuś J.:** Wstępne porównanie trzech systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). Roczn. AR w Poznaniu, Roln. 52, 119-126, 1998.
8. **Maciak F.:** Materiały do ćwiczeń z rekultywacji terenów zdegradowanych. Wyd. SGGW, Warszawa, 1996.
9. **Niewiadomski W.:** Nauka o płodozmianie – stan i perspektywy. Post. Nauk Roln., 3, 127-139, 1995.
10. **Omura H., Sato F., Hayano K.:** A method for estimation of L-glutaminase activity in soils. Soil Sci. Plant Nutr., 29, 295-303, 1983.
11. **Parkinson D., Gray T.R.G., Williams S.T.:** Methods for studying the ecology of soil microorganisms. Blackwell Sci. Publ., Oxford, Edinburgh, 1971.
12. **Perucci P., Bonciarelli U., Santiloschi R., Bianchi A.A.:** Effect of rotation, nitrogen fertilization and management of crop residues on some chemical, microbiological and biochemical properties of soil. Biol. Fertil. Soils, 24, 311-316, 1997.
13. **Różycki H., Strzelczyk E.:** Połączenia organiczne wydzielane przez drobnoustroje glebowe i korzenie roślin. Post. Mikrobiol., 24, 285-303, 1985.
14. **Smyk B.:** Mikroorganizmy a stabilność ekosystemów polowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 306, 127-139, 1985.
15. **Sokołowska Z., Hajnos M., Bowanko G., Dąbek-Szreniawska M., Wyczółkowski A.I.:** Zmiany niektórych fizyko-chemicznych właściwości gleby uprawianej konwencjonalnie i ekologicznie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 460, 351-360, 1998.
16. **Wyczółkowski A.I.:** Wpływ substancji organicznych na zmiany liczebności i aktywności mikroflory glebowej. Praca doktorska. Instytut Agrofizyki PAN, Lublin, 1999.

## EFFECT OF CROPS CULTIVATED IN CROP ROTATION SYSTEM ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL

*Andrzej I. Wyczółkowski, Monika Wyczółkowska, Małgorzata Dąbek-Szreniawska*

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Science, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: a.wyczolkowski@ipan.lublin.pl

**Abstract.** The highest ammonification activity, demonstrated by the presence of accumulated ammonium nitrogen, was observed in summer for all crops, and the lowest – in spring for grains. Dehydrogenase activity was similar for potato, barley and wheat cultures, with highest levels in spring, decreasing during the intensive growth period, and lowest after harvest. For clover, the highest activity was detected in the intensive growth phase. Actual CO<sub>2</sub> release values, increasing together with crop growth and reaching a maximum after harvest, were similar for all plants. Potential CO<sub>2</sub> release, stimulated by carbon, or carbon and nitrogen source supplementation, was dependent on the source type and the type of crop.

**Key words:** crop rotation, CO<sub>2</sub> release, organic nitrogen mineralization