

MAŁGORZATA NATYWA<sup>1</sup>, KATARZYNA AMBROŻY<sup>2</sup>, ALEKSANDRA SAWICKA<sup>1</sup>,  
AGNIESZKA WOLNA-MARUWKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup>Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## AKTYWNOŚĆ RESPIRACYJNA I DEHYDROGENAZOWA GLEBY POD UPRAWĄ KUKURYDZY W ZALEŻNOŚCI OD RÓŻNYCH DAWEK NAWOZU AZOTOWEGO

**Streszczenie.** Celem podjętych badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na aktywność respiracyjną i dehydrogenazową gleby pod uprawą kukurydzy z przeznaczeniem na CCM. Badania przeprowadzono w latach 2007-2009 na terenie Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Złotnikach, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Analiz dokonywano w sześciu terminach w sezonie wegetacyjnym kukurydzy (przed siewem, w fazie 2-3 liści, w fazie 7-8 liści, w fazie wyrzucania wiech, w fazie dojrzałości młecznicy i po zbiorze). Poletka z kukurydzą były zróżnicowane pod względem nawożenia azotowego (0, 80, 160 i 240 kg·ha<sup>-1</sup>). Do pomiaru aktywności dehydrogenaz wykorzystano metodę Thalmanna, a aktywność respiracyjną gleby oznaczano metodą miareczkową. Stwierdzono istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem oraz fazy rozwojowej kukurydzy na aktywność respiracyjną i dehydrogenazową gleby.

**Słowa kluczowe:** gleba, kukurydza, nawożenie azotowe, dehydrogenazy, aktywność respiracyjna gleby

### Wstęp

Nawożenie mineralne, szczególnie azotowe, w zdecydowany sposób zwiększa produkcję roślinną (WOJCIESKA i IN. 1991), jednak zbyt duże dawki nawozów mogą się przyczyniać do powstawania w glebie różnych niepożądanych związków, jak np. nitrozoaminy, mikotoksyny czy też amoniak, które mogą powodować zahamowanie rozwoju części mikroflory glebowej, a, jak wiadomo, bujny rozwój drobnoustrojów w glebie jest oznaką jej dobrej kondycji, warunkującej dobry rozwój roślin (BARABASZ i IN. 1999).

Wykorzystanie wskaźników mikrobiologicznych w analizie środowiska glebowego pomaga ocenić ekologiczny stan gleb, ich aktywność biologiczną, żyzność i urodzajność (QUEMADA i MENACHO 2001). Ocena żyzności gleby na podstawie jedynie jej właściwości chemicznych i fizycznych jest niepełna i niewystarczająca. Poza tym parametry biologiczne, tj. aktywność oddechowa i enzymatyczna, są bardziej czułe i lepiej opisują stan środowiska glebowego niż właściwości fizyczno-chemiczne (CORSTANJE i REDDY 2006). Pomiar oddychania jest dobrym testem sprawdzającym aktywność drobnoustrojów glebowych. Aktywność ta jest związana z rozkładem związków organicznych i ich utlenianiem, czemu towarzyszy wydzielanie się dwutlenku węgla. W związku z tym niektórzy badacze przyjmują wydzielanie się z gleby dwutlenku węgla i pobieranie tlenu, czyli tzw. siłę oddychania gleby, za ogólną miarę aktywności biologicznej środowiska glebowego (MYŚKÓW 1981). W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania wykorzystaniem wskaźników enzymatycznych do oceny wpływu zabiegów agrotechnicznych na gleby użytkowane rolniczo (BANDICK i DICK 1999). Enzymy tworzą kompleksy z koloidami glebowymi, co czyni je bardziej trwałymi i odporniejszymi na proteolizę i denaturację. Enzymy szybko reagują na wszelkie zmiany zachodzące w środowisku glebowym pod wpływem systemu uprawy, nawożenia, warunków klimatycznych, czynników antropogenicznych – pestycydów i metali ciężkich (BANDICK i DICK 1999, CALDWELL 2005, GIANFREDA i IN. 2005). Dehydrogenazy glebowe występują w glebie jako integralna część nienaruszonych, żywych komórek, w związku z czym ich aktywność wskazuje na obecność fizjologicznie aktywnych drobnoustrojów (KIELISZEWSKA-ROKICKA 2001). Aktywność tych enzymów często jest wykorzystywana w badaniach gleby jako wskaźnik zmian jej aktywności mikrobiologicznej zachodzącej pod wpływem pestycydów, metali ciężkich, odpadów przemysłowych, ścieków, a także w badaniach wpływu nawożenia, rotacji upraw i okresowego zalewania gleby na jej stan (ROSSEL i IN. 1997).

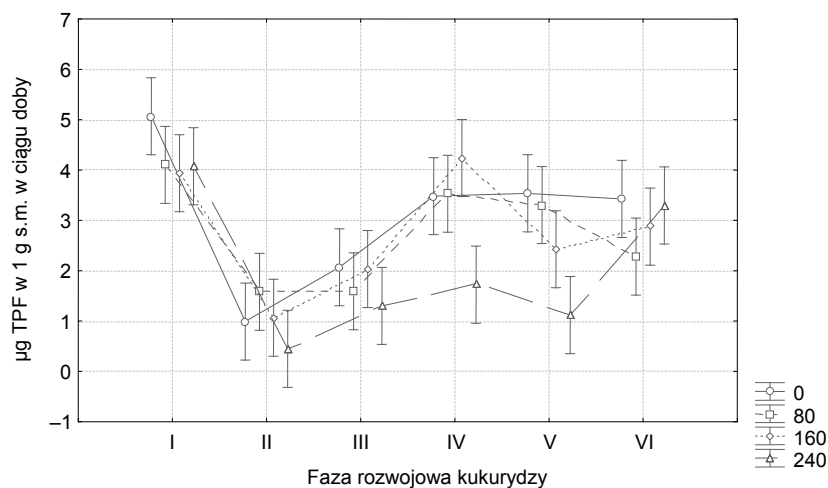
## **Materialy i metody**

Doświadczenie zlokalizowano na terenie Zakładu Dydaktyczno-Doświadczalnego w Złotnikach, należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, na glebie płowej typowej, wytworzonej z piasków gliniastych lekkich i gliny lekkiej silnie spiaszczonej, klasy bonitacyjnej IVa i IVb. Przeprowadzono je w latach 2007-2009. Eksperyment obejmował poletka doświadczalne z uprawą kukurydzy odmiany 'Clarica' (FAO 220) firmy Pioneer, przeznaczoną na CCM. Poletka były zróżnicowane pod względem nawożenia azotowego (0, 80, 160 i 240 kg·ha<sup>-1</sup>). Próbkę glebową do analiz pobierano z warstwy ornej (0-20 cm) międzyrzędzi w sześciu terminach w sezonie wegetacyjnym kukurydzy: przed siewem (I), w fazie 2-3 liści (II), w fazie 7-8 liści (III), w fazie wyrzucania wiech (IV), w fazie dojrzałości młecznej (V) i po zbiorze roślin (VI). Aktywność dehydrogenaz ustalono kolorymetrycznie zgodnie z metodyką THALMANNA (1968), stosując jako substrat TTC (chlorek 2,3,5-trifenyloctetrazolinowy) i wyrażono ilością 2,3,5-trifenyloformazanu powstałego w ciągu doby (μg TPF w 1 g s.m. gleby). Aktywność respiracyjną gleby oznaczano metodą miareczkową (PĘDZIWIŁK i GOŁĘBIEWSKA 1984) i wyrażono w miligramach CO<sub>2</sub> na 1 kg w czasie 24 h. Analizę statystyczną wyników wykonano za pomocą programu Statistica 8.0.

## Wyniki i dyskusja

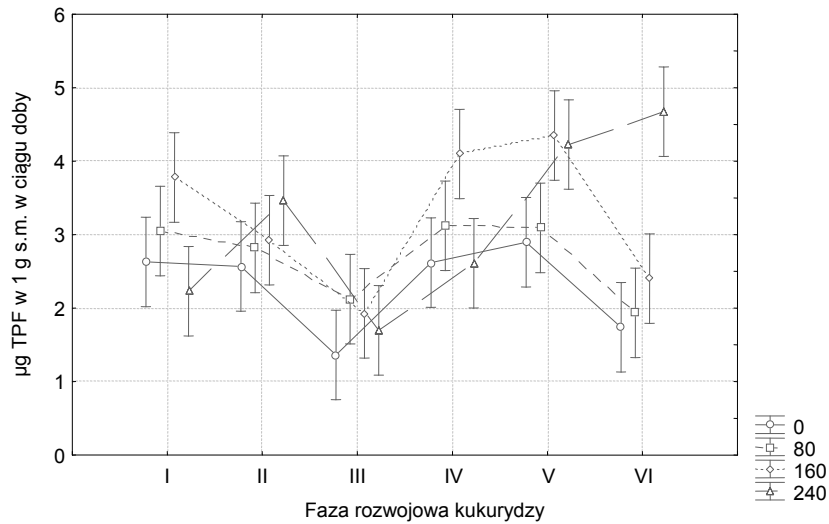
W trakcie trzyletnich badań (2007-2009) zaobserwowano istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego oraz terminu pobierania próbek, związanego z fazą rozwojową kukurydzy, na aktywność oddechową i aktywność dehydrogenaz w glebie. W pierwszym roku analiz (2007) największą aktywność enzymów zaobserwowano w glebie pobranej przed siewem kukurydzy i zastosowaniem azotu ( $5,068 \mu\text{g TPF w 1 g s.m. w czasie 24 h}$ ) (rys. 1). Drugi rok badań charakteryzował się największą aktywnością dehydrogenaz w kombinacji gleby z największą dawką azotu ( $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) pobranej po zbiorze kukurydzy ( $4,675 \mu\text{g TPF w 1 g s.m. w czasie 24 h}$ ) (rys. 2). W 2009 roku największą aktywność enzymów odnotowano w glebie pod kukurydzą w fazie wyrzucania wiech, przy dawce nawozu  $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $5,684 \mu\text{g TPF w 1 g s.m. w czasie 24 h}$ ) (rys. 3). Największą aktywnością respiracyjną w pierwszym roku badań charakteryzowała się gleba przed siewem kukurydzy i zastosowaniem azotu oraz pod kukurydzą w fazie 2-3 liści z największą dawką nawozu ( $46,406 \text{ mg CO}_2 \text{ w 1 kg w czasie 24 h}$ ) (rys. 4), w drugim roku – gleba przed siewem kukurydzy i zastosowaniem azotu ( $254,375 \text{ mg CO}_2 \text{ w 1 kg w czasie 24 h}$ ) (rys. 5), a w trzecim roku – gleba pod kukurydzą w fazie 2-3 liści przy zerowej dawce azotu ( $244,750 \text{ mg CO}_2 \text{ w 1 kg w czasie 24 h}$ ) (rys. 6), z tym że dane z obiektów z dawkami: 0, 160 i  $240 \text{ kg}$  azotu na 1 ha nie różniły się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa  $\alpha = 0,01$ .

SIWIK-ZIOMEK i KOPER (2006) twierdzą, że zmiany aktywności enzymów w sezonie wegetacyjnym są spowodowane prawdopodobnie zmianami zawartości substratów w glebie, a także różnicami temperatury i wilgotności. Autorzy ci zaobserwowali wzrost aktywności enzymatycznej wiosną. Duża aktywność enzymów odnotowana jesienią, po zbiorze roślin, może mieć związek z długim okresem rozkładu masy organicznej



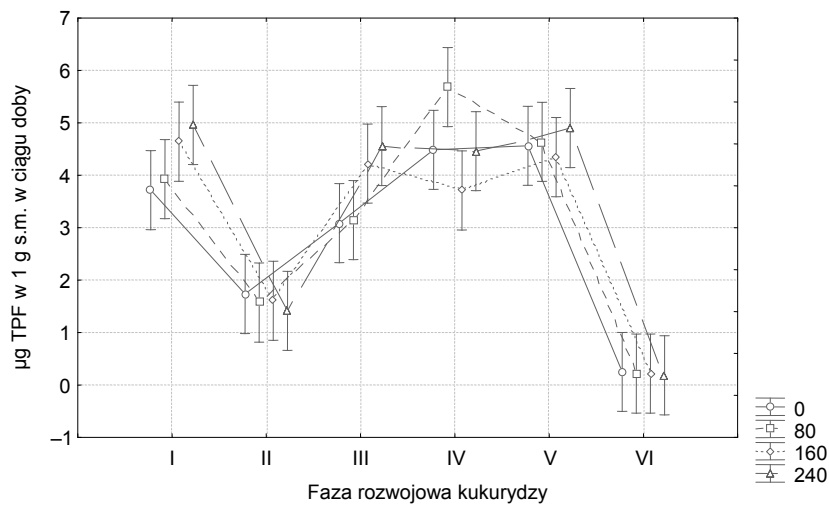
Rys. 1. Wpływ fazy rozwojowej kukurydzy i różnych dawek azotu ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) na aktywność dehydrogenaz w 2007 roku

Fig. 1. The effect of developmental phase of maize and differentiated nitrogen fertilization ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) on the activity of dehydrogenases in 2007



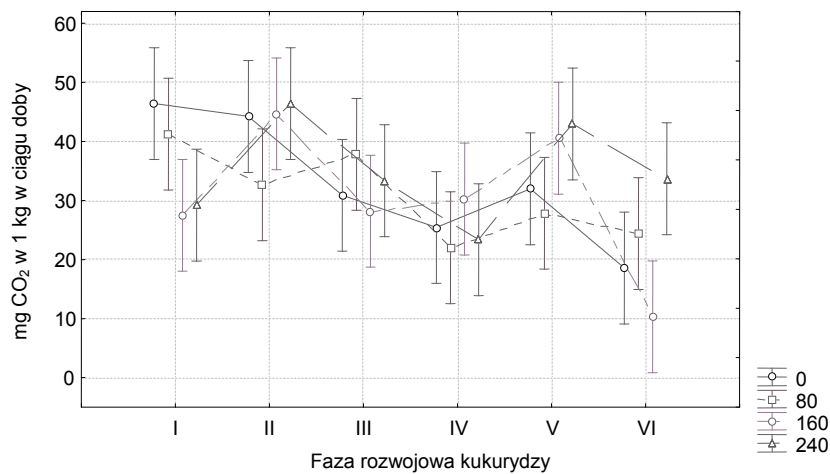
Rys. 2. Wpływ fazy rozwojowej kukurydzy i różnych dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na aktywność dehydrogenaz w 2008 roku

Fig. 2. The effect of developmental phase of maize and differentiated nitrogen fertilization ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) on the activity of dehydrogenases in 2008



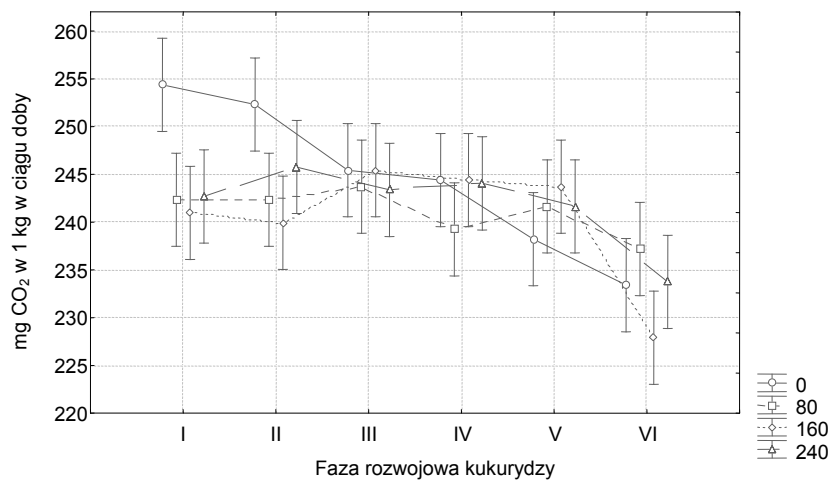
Rys. 3. Wpływ fazy rozwojowej kukurydzy i różnych dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na aktywność dehydrogenaz w 2009 roku

Fig. 3. The effect of developmental phase of maize and differentiated nitrogen fertilization ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) on the activity of dehydrogenases in 2009



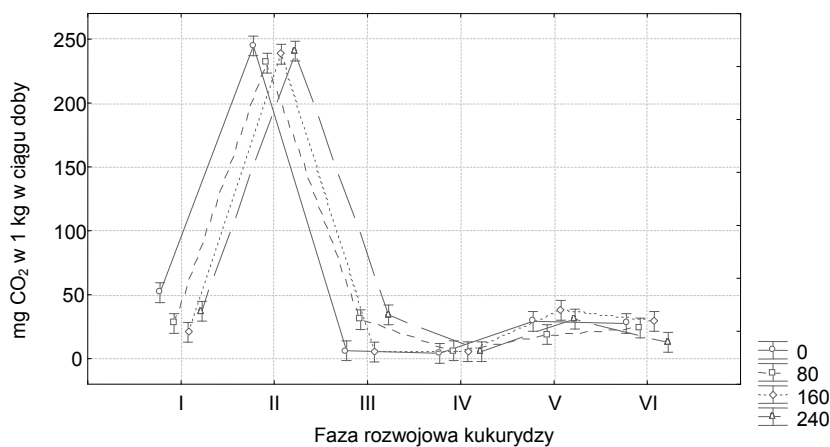
Rys. 4. Wpływ fazy rozwojowej kukurydzy i różnych dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na aktywność respiracyjną gleby w 2007 roku

Fig. 4. The effect of developmental phase of maize and differentiated nitrogen fertilization ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) on the soil respiration activity in 2007



Rys. 5. Wpływ fazy rozwojowej kukurydzy i różnych dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na aktywność respiracyjną gleby w 2008 roku

Fig. 5. The effect of developmental phase of maize and differentiated nitrogen fertilization ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) on the soil respiration activity in 2008



Rys. 6. Wpływ fazy rozwojowej kukurydzy i różnych dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na aktywność respiracyjną gleby w 2009 roku

Fig. 6. The effect of developmental phase of maize and differentiated nitrogen fertilization ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) on the soil respiration activity in 2009

w glebie, resztki poźniwe stanowią bowiem doskonale źródło energii dla mikroorganizmów glebowych. Wyniki takie uzyskali w swojej pracy m.in. KRZYWY i IN. (2006). Największa aktywność dehydrogenaz w trzecim roku badań została odnotowana latem, kiedy kukurydza znajdowała się pełni kwitnienia. Fазie tej towarzyszy zwiększone wydzielanie korzeniowe, a będące jego komponentami składniki odżywcze (m.in. węglowodany, kwasy organiczne, związki azotowe itp.) to przede wszystkim produkty fotosyntezy (MARTENS 1990), które są źródłem pokarmu dla drobnoustrojów bytujących w strefie przykorzeniowej roślin. Podobne wyniki uzyskał m.in. WŁODARCZYK (2000). W przypadku stosowania nawożenia azotowego ACOSTA-MARTINEZ i TABATABAI (2000) uważają, że nawozy organiczne wpływają korzystniej na ogólną aktywność biologiczną gleby niż mineralne, które, poprawiając właściwości fizyczno-chemiczne gleby, mogą wywierać ujemny wpływ na jej aktywność enzymatyczną. KUCHARSKI (1997) donosi, że w przypadku nawożenia mineralnego zbyt duże dawki azotu ( $240 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) prowadzą do znacznego ograniczenia aktywności dehydrogenaz. Jest to zgodne z wynikami uzyskanymi w pierwszym roku naszych badań. Zmniejszenie aktywności dehydrogenaz pod wpływem stosowania dużych dawek azotu zaobserwowali również MYŚKÓW i IN. (1996) oraz MARTYNIUK i IN. (1997). KUCHARSKI i NIEWOLAK (1996) twierdzą, że aktywność dehydrogenaz może być także modyfikowana gatunkiem uprawianej rośliny i jej udziałem w zmianowaniu. Aktywność respiracyjna gleby najsilniejsza była wiosną. Intensywność oddychania glebowego może być uzależniona od temperatury i wilgotności. Zdaniem BOXA i MEENTEMEYERA (1993) przy odpowiedniej wilgotności gleb intensywność uwalniania  $\text{CO}_2$  determinuje temperatura, a w okresach suchych – wilgotność. WIELGOSZ i SZEMBER (2006) odnotowali spadek aktywności oddechowej w okresie letnim. Przyczyną tego mogło być zahamowanie mineralizacji substancji organicznej, gdyż występowały wówczas najwyższe temperatury, które –

w połączeniu z niedostateczną ilością opadów – spowodowały brak optymalnej wilgotności gleb. Z kolei DZIADOWIEC i KACZMAREK (1998) odnotowali, że na badanych stanowiskach respiracja najintensywniej zachodziła w miesiącach letnich lub wczesnojesiennych. WANG i IN. (2003) uważają, że aktywność respiracyjna gleby w większym stopniu jest determinowana zawartością dostępnych substratów niż biomasą mikroorganizmów.

## Wnioski

1. Stwierdzono istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem oraz fazy rozwojowej kukurydzy na aktywność respiracyjną i dehydrogenazową gleby pod uprawą kukurydzy.

2. W 2007 roku największą aktywność enzymów odnotowano wiosną (przed siewem roślin), natomiast w latach 2008 i 2009 – latem (w czasie kwitnienia kukurydzy) i jesienią (po zbiorze roślin).

3. W 2007 roku największą aktywność enzymów odnotowano w glebie nienawożonej azotem, w pozostałych latach – przy większych dawkach nawozu.

4. Większą aktywność respiracyjną gleby odnotowywano wiosną, przy braku nawożenia azotowego.

## Literatura

- ACOSTA-MARTINEZ V., TABATABAI M.A., 2000. Enzyme activities in a limed agricultural soil. *Biol. Fertil. Soils* 31: 85-91.
- BANDICK A.K., DICK R.P., 1999. Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.* 31: 1471-1479.
- BARABASZ W., FILIPEK-MAZUR B., MAZUR K., CHMIEL M.J., GRZYB J., FRĄCZEK K., 1999. Aktywność mikrobiologiczna gleby w trzydziestym roku statystycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku koło Krynicy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 465: 647-655.
- BOX E.O., MEENTEMEYER V., 1993. Soil carbon dioxide evolution: environmental controls, world patterns and amounts. W: *Conference Papers 18 „Geography of organic matter production and decay”*. IGIPIZ PAN, Warszawa: 21-49.
- CALDWELL B.A., 2005. Enzyme activities as a component of soil biodiversity: a review. *Pedobiologia* 49, 6: 637-644.
- CORSTANJE R., REDDY K.R., 2006. Microbial indicators of nutrient enrichment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1652-1661.
- DZIADOWIEC H., KACZMAREK J., 1998. Wpływ składu gatunkowego drzewostanu na ogólną aktywność biologiczną gleb rdzawych w borze mieszanym świeżym. W: *Ekologiczne aspekty mikrobiologii gleby*. Red. A. Sawicka, G. Durska. Wyd. AR, Poznań: 119-124.
- GIANFREDA L., RAO M.A., PIOTROWSKA A., PALUMBO G., COLOMBO C., 2005. Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. *Sci. Total Environ.* 341: 265-279.
- KIELISZEWSKA-ROKICKA B., 2001. Enzymy glebowe i ich znaczenie w badaniach aktywności mikrobiologicznej gleby. W: *Drobnoustroje środowiska glebowego, aspekty fizjologiczne, biochemiczne, genetyczne*. Red. H. Dahm, A. Pokojska-Burdziej. Marszałek, Toruń: 37-47.

- KRZYWY J., JONIAK K., KRZYWY E., KRZYWY-GAWROŃSKA E., 2006. Wpływ kompostów i nawozów mineralnych na aktywność dehydrogenazy, fosfatazy kwaśnej i zasadowej oraz ureazy w glebie przed siewem i po zbiorze rzepaku jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 512: 381-389.
- KUCHARSKI J., 1997. Relacje między aktywnością a żyznością gleby. W: *Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie.* Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 327-348.
- 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 Roln.* 440: 207-215.
- MARTENS R., 1990. Contributions and rhizodeposits to the maintenance and growth of soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 22: 141-147.
- MARTYNIUK S., STACHYRA A., WRÓBLEWSKA B., ZIĘBA S., 1997. Związki pomiędzy mikrobiologicznymi i enzymatycznymi właściwościami gleby a plonami ziemniaków. W: *Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie.* Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 439-447.
- MYŚKÓW W., 1981. Próby wykorzystania wskaźników aktywności mikrobiologicznej do oceny żyzności gleby. *Post. Mikrobiol.* 20, 3/4: 173-192.
- 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.
- PĘDZIWIŁK Z., GOŁĘBIEWSKA J., 1984. CO<sub>2</sub> release as an index of biological activity of cultivated soils. *Acta Microbiol. Pol.* 33, 3/4: 249-256.
- QUEMADA M., MENACHO E., 2001. Soil respiration 1 year after sewage sludge application. *Biol. Fertil. Soils* 33: 344-346.
- ROSSEL D., TARRADELLAS J., BITTON G., MOREL J.L., 1997. Use of enzymes in soil ecotoxicology: a case for dehydrogenase and hydrolytic enzymes. W: *Soil ecotoxicology* Red. J. Tarradellas, G. Bitton, D. Rossel. CRC, Lewis Publishers, Boca Raton: 179-205.
- SIWIK-ZIOMEK A., KOPER J., 2006. Kształtowanie aktywności dehydrogenaz w glebie płowej po zmianie nawożenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 512: 521-527.
- THALMANN A., 1968. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenases Aktivität in Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.* 21: 249-258.
- WANG W.J., DALAL R.C., MOODY P.W., SMITH C.J., 2003. Relationships of soil respiration to microbial biomass, substrate availability and clay content. *Soil Biol. Biochem.* 35: 273-284.
- WIELGOSZ E., SZEMBER A., 2006. Występowanie naturalnych zespołów drobnoustrojów glebowych w strefie przykorzeniowej roślin wykorzystywanych w zagospodarowywaniu terenów przydomowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E* 61, 7: 75-92.
- WŁODARCZYK T., 2000. Some aspects of dehydrogenases activity in soils. *Int. Agrophys.* 14: 365-376.
- WOJCIESKA U., WOLSKA E., GIZA A., 1991. Wpływ żywienia azotem na plon pszenicy jarej i aktywność reduktazy azotanowej jako wskaźnika zaopatrzenia roślin w azot. *Pam. Puław.* 98: 17-37.

#### RESPIRATION AND DEHYDROGENASES ACTIVITY OF SOIL UNDER MAIZE VEGETATION DEPENDING ON DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION

**Summary.** The aim of undertaken studies was to determine the effect of differentiated nitrogen fertilization and the developmental phase of maize on the respiration and dehydrogenases activity under maize cropped for CCM. The experiment was carried out in Experimental and Didactic



Natywa M., Ambroży K., Sawicka A., Wolna-Maruwka A., 2010. Aktywność respiracyjna i dehydrogenazowa gleby pod uprawą kukurydzy w zależności od różnych dawek nawozu azotowego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #89.

---

Unit Złotniki belonging to Poznań University of Life Sciences. The studies were carried out in the years 2007-2009. Soil samples for analyses were taken on six sampling occasions during the vegetation season: before sowing, in the phase of 2-3 leaves, in the phase of 7-8 leaves, in the phase of tasseling, in the milk maturity stage and after harvest. Thalmann's method was used to determine dehydrogenases activity and the soil respiration activity was determined with the use of titration method. Significant effect was found on differentiated nitrogen fertilization and the developmental phase of maize on the dehydrogenases and respiration activity in the soil.

**Key words:** soil, maize, nitrogen fertilization, dehydrogenases, soil respiration activity

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

Małgorzata Natywa, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: mnatywa@up.poznan.pl

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

18.10.2010

*Do cytowania – For citation:*

Natywa M., Ambroży K., Sawicka A., Wolna-Maruwka A., 2010. Aktywność respiracyjna i dehydrogenazowa gleby pod uprawą kukurydzy w zależności od różnych dawek nawozu azotowego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #89.