

AGNIESZKA MOCEK-PLÓCINIAK¹, AGNIESZKA WOLNA-MARUWKA¹,
WOJCIECH OWCZARZAK²

¹Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

LICZEBNOŚĆ MIKROORGANIZMÓW WYSTĘPUJĄCYCH W CZARNEJ ZIEMI POD WIELOLETNIĄ MONOKULTURĄ KUKURYDZY UPRAWIANEJ RÓŻNYMI SPOSOBAMI*

NUMBERS OF MICROORGANISMS OCCURRING IN BLACK EARTH
UNDER LONG-TERM MAIZE MONOCULTURE GROWN UNDER DIFFERENT
CULTIVATION REGIMES

Streszczenie. W pracy przedstawiono liczebność różnych grup mikroorganizmów występujących w poziomie wierzchnim czarnej ziemi pod wieloletnią monokulturą kukurydzy, uprawianej różnymi sposobami (A – siew bezpośredni, B – siew bezpośredni z wprowadzeniem po 10 latach (2008 r.) jednorazowej jesiennej orki głębokiej, C – siew bezpośredni z wprowadzeniem po 10 latach (2008 r.) jednorazowej jesiennej orki głębokiej z pełną dawką obornika). Próbki pobrano z dwóch głębokości (0-15 i 15-30 cm). Oznaczono liczebność bakterii oligo- i koptotroficznych, promieniowców oraz grzybów na tle podstawowych właściwości fizyczno-chemicznych gleb. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Stwierdzono, że podstawowe właściwości fizyczno-chemiczne gleby były w większości wyrównane. Nie zaobserwowano także istotnych różnic pomiędzy liczebnością wielu grup drobnoustrojów a sposobami uprawy, bez względu na głębokość pobrania próbek glebowych.

Słowa kluczowe: liczebność drobnoustrojów, uproszczenia uprawowe, monokultura kukurydzy, właściwości fizyczno-chemiczne gleb

*Praca wykonana w ramach grantu MNiSzW Nr N N310 026 339.

Wstęp

Uprawa roli w procesie produkcji roślinnej polega na wykonaniu szeregu zabiegów za pomocą urządzeń uprawowych i maszyn, mających na celu stworzenie w miarę optymalnych warunków dla wzrostu oraz rozwoju roślin. Stanowi ona na ogół pracochłonne i energochłonne elementy agrotechniki, wobec tego bezustannie poszukuje się różnych sposobów jej uproszczeń, prowadzących do ograniczenia ponoszonych kosztów. W świecie wyróżnia się zasadniczo trzy systemy (sposoby) uprawy: płuźny (podstawę stanowi orka za pomocą narzędzi biernych), uproszczony – kombinowany (forma bezorkowa za pomocą kultywatora, głębosza lub maszyn aktywnych) oraz siew bezpośredni (forma maksymalnych uproszczeń, rezygnacja z zabiegów intensywnej ochrony mechanicznej), wykonany za pomocą specjalistycznego sprzętu (ORZECH i IN. 2003, DUBAS i IN. 2012).

W glebie, jako żywym tworze przyrody, przebiegają złożone procesy fizyczno-chemiczne i biochemiczne, czyniące z niej naturalne siedlisko życia roślin oraz wszelkich mikroorganizmów (RUSSEL i WYCZÓLKOWSKI 2005). Około 80-90% przemian zachodzących w pedonie odbywa się z udziałem drobnoustrojów, w związku z tym niezbędne jest poznanie oddziaływania czynników, które mają istotny wpływ na ich aktywność czy liczebność w agroekosystemach. Mikroorganizmy zasiedlające glebę, wskutek procesów rozkładu materii organicznej, są odpowiedzialne za dostępność składników pokarmowych dla uprawianej rośliny i ich przyswajalność. Odpowiednia ich aktywność oraz różnorodność sprzyjają dobrej jakości oraz produktywności gleby (MARINARI i IN. 2006, MASTO i IN. 2006). Liczebność i aktywność mikroorganizmów zależy głównie od parametrów fizyczno-chemicznych środowiska glebowego, a szczególnie od: uziarnienia, zawartości materii organicznej, ilości makro- i mikroelementów, dostępności wody i tlenu, stężenia jonów wodorowych oraz temperatury (KUCHARSKI i IN. 2001).

Celem podjętych badań było określenie liczebności mikroorganizmów zasiedlających glebę będącą pod wpływem 13-letniej uprawy kukurydzy w monokulturze z zastosowaniem różnych sposobów uprawy roli na tle podstawowych właściwości chemicznych wierzchniej warstwy gleby badanego obiektu.

Materiały i metody

Badania terenowe polegające na pobraniu próbek przeprowadzono w październiku 2010 roku na polu doświadczalnym Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Gorzyń z Filią w Swadzimiu. Próbkę glebową o strukturze naruszonej pobrano z dwóch głębokości: 0-15 cm (warstwa około 7-centymetrowa) oraz 15-30 cm (warstwa około 22-centymetrowa) do woreczków foliowych. Doświadczenie obejmowało trzy sposoby (warianty) uprawy: A – siew bezpośredni, B – siew bezpośredni z wprowadzeniem po 10 latach (2008 r.) jednorazowej jesiennej orki głębokiej, C – siew bezpośredni z wprowadzeniem po 10 latach (2008 r.) jednorazowej jesiennej orki głębokiej z pełną dawką obornika. W pobranym materiale glebowym określono następujące parametry:

- skład granulometryczny – metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Prószyńskiego (MOCEK i DRZYMAŁA 2010),
- pH w 1M KCl – metodą potencjometryczną (MOCEK i DRZYMAŁA 2010),
- zawartość węgla organicznego i azotu ogółem – autoanalizatorem Vario-Max,
- liczebność drobnoustrojów – metodą rozcieńczeń płytek lanych według Kocha, na odpowiednich wybiórczych pożywkach agarowych w trzech powtórzeniach; średnią liczbę kolonii przeliczono na 1 g suchej masy gleby:
 - koptrofy oznaczono na podłożu NB (OHTA i HATTORI 1980) po 5 dniach inkubacji w temperaturze 25°C,
 - oligotrofy oznaczono na podłożu DNB (OHTA i HATTORI 1980) po 5 dniach inkubacji w temperaturze 25°C,
 - grzyby oznaczono na podłożu MARTINA (1950) po 5 dniach inkubacji w temperaturze 24°C,
 - promieniowce oznaczono na podłożu Pochona (GRABIŃSKA-ŁONIEWSKA 1999) po 3 dniach inkubacji w temperaturze 24°C.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji dla układów zrandomizowanych kompletnych z testowaniem na poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Test szczegółowy wykonano według Tukeya również z prawdopodobieństwem $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Pole doświadczalne, z którego pobrano materiał do analiz, było usytuowane w obrębie Równiny Poznańskiej. Gleby objęte badaniami ukształtowały się z gliniastych osadów moreny dennej zlodowacenia północnopolskiego, stadiału poznańskiego (KRYGOWSKI 1961). Według „Systematyki gleb Polski” (SYSTEMATYKA... 2011) badane utwory glebowe należały do typu czarnych ziem, podtypu czarnych ziem z poziomem *cambic* (*Haplic Phaeozems*). Pod względem klasyfikacji użytkowej zaliczono je do 4. kompleksu przydatności rolniczej (żytni bardzo dobry) oraz klasy bonitacyjnej IIIb. Przeważającymi grupami granulometrycznymi (według KLASYFIKACJI... 2009) w poziomach wierzchnich były piaski gliniaste (tab. 1). Wyjątek stanowiły jedynie cztery próbki należące do glin piaszczystych. Odczyn analizowanego materiału zmierzony w elektrolicie 1M KCl wynosił od 5,43 (kwaśny) do 7,79 (zasadowy). We wszystkich sposobach uprawy (A, B, C) odnotowano wzrost wartości odczynu gleby wraz ze wzrostem głębokości poziomu próchnicznego. Przeprowadzone analizy chemiczne wykazały mało zróżnicowaną zawartość azotu na głębokości 0-15 cm we wszystkich wariantach uprawowych, natomiast na głębokości 15-30 cm odnotowano, w miarę postępującego uproszczenia w uprawie roli, nieznaczny wzrost zawartości azotu. Generalnie we wszystkich przypadkach zauważono zmniejszanie się ilości azotu wraz z głębokością poziomu próchnicznego (tab. 1). Największa średnia zawartość N w całym badanym poziomie wierzchnim wystąpiła w sposobie uprawowym A ($0,78 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), najmniejsza natomiast w przypadku uprawy C ($0,74 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Analizowane gleby na głębokości 0-15 cm wykazywały mniejszą zawartość węgla w przypadku wariantu C w porównaniu ze sposobami uprawy A i B. We wszystkich wariantach uprawowych zaobserwowano

Tabela 1. Podstawowe właściwości fizyczno-chemiczne gleb (zakresy i wartości średnie)
Table 1. Basic physico-chemical properties of soil (ranges and mean values)

Sposób uprawy Tillage treatment	Głębokość pobrania próbki Depth of sample collection (cm)	Grupa granulometryczna Textural group	pH _{KCl}	C _{org} (g·kg ⁻¹)	N _{tot} (g·kg ⁻¹)	C:N
A	7	pg	<u>5,97-7,77</u> 6,52	<u>7,00-17,10</u> 10,40	<u>0,61-1,06</u> 0,80	<u>11,4-16,1</u> 13,0
	22	pg	<u>6,46-7,79</u> 6,88	<u>7,30-16,00</u> 9,90	<u>0,60-1,01</u> 0,76	<u>11,3-15,8</u> 13,0
B	7	pg	<u>6,09-7,72</u> 6,54	<u>7,70-17,20</u> 10,50	<u>0,62-1,15</u> 0,79	<u>12,2-14,9</u> 13,0
	22	pg	<u>6,61-7,77</u> 6,98	<u>6,50-15,70</u> 9,50	<u>0,54-0,90</u> 0,71	<u>10,8-17,5</u> 13,4
C	7	pg	<u>5,43-7,76</u> 6,26	<u>8,10-14,60</u> 10,10	<u>0,66-0,98</u> 0,80	<u>10,7-14,0</u> 12,6
	22	pg	<u>5,60-7,78</u> 6,84	<u>6,70-10,00</u> 8,70	<u>0,58-0,86</u> 0,68	<u>11,0-16,4</u> 12,8

A – siew bezpośredni, B – siew bezpośredni z wprowadzeniem po 10 latach (2008 r.) jednorazowej jesiennej orki głębokiej, C – siew bezpośredni z wprowadzeniem po 10 latach (2008 r.) jednorazowej jesiennej orki głębokiej z pełną dawką obornika.

pg – piasek gliniasty.

A – direct sowing, B – direct sowing with introduction after 10 years (2008) of a single autumn deep ploughing, C – direct sowing with introduction after 10 years (2008) of a single autumn deep ploughing together with a full dose of farmyard manure.

pg – loamy sand.

również zmniejszenie zawartości węgla w glebie wraz z głębokością pobieranych próbek. Największa różnica pomiędzy wierzchnią (0-15 cm) częścią poziomą próchnicze-go a głębszą (15-30 cm) zaistniała w wariancie C i wynosiła 1,3 g·kg⁻¹.

Stosunek C:N we wszystkich pobranych próbkach, bez względu na sposób uprawy bądź głębokość pobrania, był bardzo wyrównany, gdyż zamykał się w wąskim przedziale od 12,6 do 13,4. Może to pośrednio świadczyć o podobnej aktywności biologicznej panującej w tych glebach. Wspomniany powyżej parametr oraz inne przebadane właściwości fizyczno-chemiczne poziomów wierzchnich badanych gleb dowiodły, że wybór terenu pod doświadczenie był właściwy, strefy zalegania głównej masy korzeni przybyszowych kukurydzy znajdowały się bowiem w warunkach bardzo wyrównanych pod względem podstawowych charakterystyk fizyczno-chemicznych poziomów akumulacyjno-próchnicznych gleby. Potwierdziły to także wcześniejsze badania DUBASA i IN. (2012). Jedynym dość zmiennym parametrem w analizowanych próbkach był odczyn, wywołany obecnością niekiedy śladowych ilości węglanu wapnia.

Na podstawie przeprowadzonych analiz mikrobiologicznych stwierdzono zróżnicowane ilości różnych grup drobnoustrojów. Liczebność bakterii oligotroficznych, czyli mikroorganizmów wykazujących zdolność odżywiania się nawet śladowymi ilościami pokarmu (KUNICKI-GOLDFINGER 2007), zawierała się w bardzo szerokich granicach: od około 31 do ponad 500 jtk·10⁵ g⁻¹ s.m. gleby (tab. 2). Wyraźnie mniejsze zróżnicowanie zaobserwowano w wartościach średnich dla różnych sposobów uprawy. Zdecydowanie najwięcej oligotrofów stwierdzono w próbkach pobranych z tzw. wariantu C oraz na głębokości w przedziale 15-30 cm w przypadku sposobu uprawy B. Najmniejsze i najbardziej wyrównane ilości tych drobnoustrojów określono w glebach, gdzie stosowano nieprzerwanie wyłącznie siew bezpośredni – A. Wydaje się, iż uzyskane wartości są trudne do wyjaśnienia wobec dość mocno wyrównanych parametrów glebowych. Być może wpływ na ten stan wywarły zmieniające się warunki powietrzno-wodne, decydujące o szybkości zachodzących procesów mineralizacji i humifikacji znacznych ilości pozostawionych resztek kukurydzy i przeoranego w wariantcie C obornika. Z badań WEYMAN-KACZMARKOWEJ (1995) wynika, że wydzielanie dużej ilości CO₂ sprzyja wyjątkowo intensywnemu rozwojowi oligotrofów. Ponadto organizmy te wykazują

Tabela 2. Liczebność mikroorganizmów (zakresy i wartości średnie) (jtk·10⁵·g⁻¹ s.m. gleby)
Table 2. Number of microorganisms (ranges and mean values) (cfu·10⁵·g⁻¹ d.m. of soil)

Sposób uprawy Tillage treatment	Głębokość pobrania próbki Depth of sample collection (cm)	Oligotrofy Oligotrophs	Kopiotrofy Copiotrophs	Promieniowce Actinomycetes	Grzyby Fungi
A	7	<u>41,57303-120,7067</u> 77,70072	<u>42,79601-321,34830</u> 121,01110	<u>20,22472-46,01227</u> 30,59029	<u>0,0-1,97195</u> 1,79459
	22	<u>37,20727-112,7396</u> 69,48284	<u>12,00087-134,16010</u> 55,16308	<u>10,94331-46,06273</u> 23,92509	<u>0,65459-0,98706</u> 0,77269
B	7	<u>20,71323-146,4113</u> 99,36328	<u>59,69177-377,53220</u> 146,54370	<u>13,81215-44,49750</u> 33,45691	<u>0,11510-3,30251</u> 1,83202
	22	<u>37,15798-503,33730</u> 195,61370	<u>16,46904-91,91378</u> 42,55791	<u>5,62999-54,66871</u> 26,02703	<u>0,43769-1,86649</u> 1,07214
C	7	<u>84,91620-283,08100</u> 182,66180	<u>40,22346-102,04080</u> 77,15975	<u>3,35195-61,67401</u> 39,46111	<u>0,78212-4,71801</u> 2,63226
	22	<u>31,08693-205,68070</u> 120,99440	<u>21,0947-144,05760</u> 78,74590	<u>9,99223-27,28364</u> 19,08735	<u>0,33307-2,37786</u> 1,03196
NIR _{0,05} LSD _{0,05}		r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.	r.n. n.s.

r.n. – różnica nieistotna.
n.s. – non-significant difference.

ogromną wrażliwość na aminokwasy, witaminy, kwasy organiczne oraz sole nieorganiczne, jak np. KCl i NaCl (OHTA i HATTORI 1980).

Inną grupą drobnoustrojów, które analizowano, były bakterie koptiotroficzne. W przeciwieństwie do oligotrofów namnażają się one intensywnie w warunkach dopływu do gleby przyswajalnej materii organicznej (PAUL i CLARK 2000). Wyniki badań wykazały, że liczebność koptiotrofów była także mocno zróżnicowana, choć generalnie mniejsza aniżeli oligotrofów (tab. 2). Większe ilości tych organizmów niż bakterii oligotroficznych stwierdzono jedynie w przypowierzchniowych (0-15 cm) strefach gleby, gdzie stosowano nieprzerwanie siew bezpośredni – A oraz wariant B. Wyraźnie mniejsze liczebności koptiotrofów w stosunku do oligotrofów mogą świadczyć o małej zawartości przyswajalnego substratu pokarmowego w okresie jesiennym. W takich warunkach, według GOŁĘBIEWSKIEJ (1975), następuje gwałtowne zmniejszenie się tej grupy drobnoustrojów zarówno na skutek autolizy większości komórek, jak i ich przejścia w fazę spoczynku. Ponadto z badań WEYMAN-KACZMARKOWEJ (1995) wynika, iż stosunek organizmów oligotroficznych (O) do koptiotroficznych (K) jest dobrym wskaźnikiem równowagi biologicznej gleby. Ilościowe relacje określane jako O:K stanowią, według wspomnianej autorki, jeden z indeksów określających kierunek mikrobiologicznych przemian materii organicznej. W większości analizowanych próbek glebowych ten stosunek wynosił powyżej jedności (tab. 3). Według WEYMAN-KACZMARKOWEJ i PE-DZIWIŁK (1996) może to świadczyć o zachowaniu stałego poziomu glebowej materii organicznej w badanych poziomach akumulacyjno-próchnicznych.

Tabela 3. Stosunki pomiędzy wybranymi grupami mikroorganizmów (na podstawie wartości średnich)

Table 3. Relationships between selected groups of microorganisms (on the basis of mean values)

Sposób uprawy Tillage treatment	Głębokość pobrania próbki Depth of sample collection (cm)	Oligotrofy/ koptiotrofy Oligotrophs/ copiotrophs	Suma oligotrofów i koptiotrofów/ promieniowce Sum of oligotrophs and copiotrophs/ actinomycetes	Suma oligotrofów i koptiotrofów/ grzyby Sum of oligotrophs and copiotrophs/ fungi
A	7	0,6	6,5	110,7
	22	1,3	5,2	161,3
B	7	0,7	7,3	134,2
	22	4,6	9,1	222,1
C	7	2,4	6,6	98,7
	22	1,5	10,5	193,5

Następną analizowaną grupą drobnoustrojów były promieniowce. Są one także aktywnymi mineralizatorami materii organicznej, czerpiącymi z jej rozkładu energię oraz azot i węgiel do budowy własnych ciał (SZEMBER 2001). Liczebność promieniowców

w analizowanym materiale glebowym przedstawiała się generalnie na niskim poziomie bez względu na sposób uprawy gleby i głębokość pobrania próbek. We wszystkich wariantach uprawy zaobserwowano nieznaczny spadek liczebności tych drobnoustrojów wraz z głębokością. Duża zmienność promieniowców w poszczególnych próbkach wynikała z pewnością ze zmiennego pH, drobnoustroje te rozwijają się bowiem najlepiej przy pH 7-8. Ponadto mikroorganizmy te mają duże zapotrzebowanie na wodę (większe niż grzyby), a dłuższe przesuszenie gleby może wyraźnie ograniczać ich aktywność w pedonie (SZEMBER 2001). W analizowanym materiale liczebność promieniowców była z reguły kilka razy mniejsza od liczebności bakterii oligo- i koptotroficznych (tab. 3).

Inną grupą mikroorganizmów aktywnie uczestniczących w rozkładzie materii organicznej gleb są grzyby. Liczebność grzybów w badanych próbkach glebowych była na bardzo niskim poziomie (tab. 2), jednak zaobserwowano, analogicznie do promieniowców, nieznaczną przewagę omawianej grupy mikroorganizmów we wszystkich sposobach uprawy w wierzchniej warstwie gleby (0-15 cm). Należy to tłumaczyć prawdopodobnie lepszymi warunkami natlenienia i nieco silniejszym zakwaszeniem (tab. 1). Liczebność grzybów w stosunku do pozostałych grup drobnoustrojów w analizowanym materiale była zdecydowanie mała. Ze względu na fitopatogenne oraz toksynotwórcze właściwości grzybów taki układ należy ocenić jako korzystny z punktu widzenia żyzności i urodzajności gleb (WIELGOSZ i SZEMBER 2006).

Przeprowadzone obliczenia statystyczne (analiza wariancji) nie wykazały żadnych istotnych różnic między liczebnością różnych grup drobnoustrojów a sposobami uprawy kukurydzy w monokulturze. Dotyczyło to próbek glebowych pobranych zarówno z przypowierzchniowej, jak i z głębszej strefy poziomu akumulacyjno-próchnicznego. Utrudniło to, z pewnością, próbę wyjaśnienia w wielu przypadkach różnic stwierdzonych w wynikach pochodzących z pobranego materiału, z drugiej strony jednak pozwoliło na ostrożne stwierdzenie, że różne sposoby (warianty) uprawy nie powodowały istotnych zmian w składzie ilościowo-jakościowym tych samych grup mikroorganizmów. Na uzyskane wyniki należy jednak spojrzeć z pewną dozą krytycyzmu, ponieważ analizowano jedynie próbki glebowe pobrane w jednym terminie (jesienią), po dość suchym lecie. Z pewnością liczebność badanych mikroorganizmów wykazywałaby istotniejsze zmiany w innych porach roku, co wskazuje na potrzebę dalszych, szczegółowych badań. Niewątpliwie istotny wpływ na unifikację życia i aktywność drobnoustrojów wywarła także wieloletnia uprawa kukurydzy w monokulturze. Pewne jest, iż większa zmienność mikrobiologiczna powinna być obserwowana pod zmieniającym się następstwem roślin (w płodozmianie). Wpływać na to będzie z pewnością różny skład chemiczny wydzielin korzeniowych, co w konsekwencji modyfikować może dominujące populacje drobnoustrojów (WIELGOSZ i SZEMBER 2006). Na skład mikroorganizmów istotny wpływ wywierają także, co potwierdziły badania BADURY (2006), wydzieliny korzeniowe roślin w formie związków allelopatycznych oraz wzajemne interakcje zachodzące pomiędzy poszczególnymi drobnoustrojami.

Wnioski

1. Podstawowe właściwości fizyczno-chemiczne gleby w poziomach akumulacyjno-próchnicznych czarnej ziemi pod wieloletnią, uprawianą różnymi sposobami, monokulturą kukurydzy były w większości wyrównane. Różnice odnoszące się do parametru odczynu wynikały z obecności naturalnych, śladowych ilości węgla wapnia w poziomach wierzchnich gleb w pewnych fragmentach doświadczenia.

2. Liczebność wielu grup drobnoustrojów w próbkach gleby z doświadczenia nie wykazała jesienią istotnych zależności od sposobu uprawy. Może to wskazywać, że jednorazowa orka głęboka bądź jednocześnie głębokie przyoranie obornika nie powodowały istotnych zmian w składzie tych samych grup mikroorganizmów glebowych.

3. Przeprowadzone badania wielu charakterystyk fizyczno-chemicznych i biologicznych wierzchnich poziomów gleb dowiodły, że pod koniec okresu wegetacyjnego następuje wyrównanie wielu parametrów glebowych bez względu na zastosowany sposób (wariant) uprawy.

Literatura

- BADURA L., 2006. Czy mikroorganizmy są niezbędne dla życia roślin? W: Materials of National Symposium on Microbiology. Red. W. Barabasz. AR, Kraków: 5-6.
- DUBAS A., DRZYMAŁA S., MOCEK A., OW CZARZAK W., SZULC P., 2012. Wpływ uproszczeń w uprawie roli w wieloletniej monokulturze kukurydzy (*Zea mays*) na właściwości gleby oraz przebieg wegetacji i plonowania. Wyd. UP, Poznań.
- GOŁĘBOWSKA J., 1975. Mikrobiologia rolnicza. PWRiL, Warszawa.
- GRABIŃSKA-ŁONIEWSKA A., 1999. Ćwiczenia laboratoryjne z mikrobiologii ogólnej. Ofic. Wyd. PW, Warszawa.
- KLASYFIKACJA uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. 2009. Rocz. Glebozn. 60, 2: 5-16.
- KRYGOWSKI B., 1961. Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia. PTPN, Poznań.
- KUCHARSKI J., HŁASKO A., WYSZKOWSKA J., 2001. Wpływ zanieczyszczenia gleby miedzią na jej właściwości fizykochemiczne i na aktywność enzymów glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 476: 173-180.
- KUNICKI-GOLDFINGER W.J.H., 2007. Życie bakterii. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- 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.
- MARTIN J.P., 1950. Use of acid, rose Bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. Soil Sci. 69: 215-232.
- 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.
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., 2010. Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. UP, Poznań.
- OHTA H., HATTORI T., 1980. Bacteria sensitive to nutrient broth medium in terrestrial environments. Soil Sci. Plant Nutr. 26: 99-107.
- ORZECH K., NIWICKI J., MARKS M., 2003. Znaczenie uprawy roli w kształtowaniu środowiska. Post. Nauk Roln. 1: 131-144.
- PAUL E., CLARK F., 2000. Mikrobiologia i biochemia gleb. Wyd. UMCS, Lublin.

Mocek-Plóćiniak A., Wolna-Maruwka A., Owczarzak W., 2013. Liczebność mikroorganizmów występujących w czarnej ziemi pod wieloletnią monokulturą kukurydzy uprawianej różnymi sposobami. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 2, #29.

RUSSEL A., WYCZÓLKOWSKI A.I., 2005. Metody oznaczania aktywności enzymów w glebie. *Acta Agrophys.* 120, Rozpr. Monogr. 3.

SYSTEMATYKA gleb Polski. 2011. Roczn. Glebozn. 62, 3.

SZEMBER A., 2001. Zarys mikrobiologii rolniczej. Wyd. AR, Lublin

WEYMAN-KACZMARKOWA W., 1995. Interdependencies between oligotrophic and copiotrophic bacteria in soils of different mechanical structure. *Pol. J. Soil Sci.* 29, 1: 62-72.

WEYMAN-KACZMARKOWA W., PĘDZIWIŁK Z., 1996. Wilgotność środowiska i występowanie promieniowców i ich form fungistycznych w glebach o odmiennej teksturze. *Acta Microbiol.* Pol. 45, 3/4: 85-90.

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

NUMBERS OF MICROORGANISMS OCCURRING IN BLACK EARTH UNDER LONG-TERM MAIZE MONOCULTURE GROWN UNDER DIFFERENT CULTIVATION REGIMES

Summary. The study presents counts of different groups of microorganisms occurring in the upper horizon of black earth (*Phaeozems*) following long-term maize monoculture growing under various tillage regimes (A – direct sowing, B – direct sowing with introduction after 10 years (2008) of a single autumn deep ploughing, C – direct sowing with introduction after 10 years (2008) of a single autumn deep ploughing together with a full dose of farmyard manure). Samples were collected from two depths (0-15 and 15-30 cm). Numbers of oligotrophs, copiotrophs, actinomycetes and fungi against the background of soil basic physico-chemical properties were determined. The obtained research results were subjected to statistical analysis. It was found that principal physico-chemical properties of the examined soil were, generally speaking, similar. In addition, no significant differences between the numbers of many groups of microorganisms and methods of cultivation were observed irrespective of the depth of soil samples collection.

Key words: counts of microorganisms, tillage simplifications, maize monoculture, physico-chemical properties of soil

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Agnieszka Mocek-Plóćiniak, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: agam-p@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

25.04.2013

Do cytowania – For citation:

Mocek-Plóćiniak A., Wolna-Maruwka A., Owczarzak W., 2013. Liczebność mikroorganizmów występujących w czarnej ziemi pod wieloletnią monokulturą kukurydzy uprawianej różnymi sposobami. Nauka Przyr. Technol. 7, 2, #29.