

Anna M. Gajda
Zakład Mikrobiologii Rolniczej
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
- Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

PORÓWNANIE WPŁYWU KONSERWUJĄCEJ I TRADYCYJNEJ TECHNOLOGII UPRAWY NA WYBRANE PARAMETRY BIOLOGICZNEJ AKTYWNOŚCI GLEBY W RÓŻNYCH WARUNKACH GLEBOWO-KLIMATYCZNYCH POLSKI

Streszczenie

Wyniki uzyskane podczas badań wykazały bardziej korzystne oddziaływanie konserwujących technologii uprawy, szczególnie technologii siewu bezpośredniego na środowisko glebowe, w porównaniu z technologią tradycyjną. Gleba uprawiana w technologii siewu bezpośredniego TSB w GR Rogów wykazywała wyższą zawartość C w biomase mikroorganizmów o średnio około 13% oraz wyższą aktywność dehydrogenaz o średnio około 1,3 raza w porównaniu z technologią tradycyjną TT. Podobne różnice w wartościach badanych parametrów aktywności mikrobiologicznej gleby pomiędzy technologią konserwującą i tradycyjną obserwowano także w RZD Żeliszawki. Stosunek C biomasy do C org. w glebie zarówno w Rogowie, jak i w Żeliszawkach był wyższy w glebie uprawianej w siewie bezpośrednim TSB niż w systemie tradycyjnym TT.

Słowa kluczowe: technologie uprawy, aktywność enzymatyczna gleby, biomasa mikroorganizmów w glebie

Wstęp

Systemy uproszczone przyczyniają się do przeciwdziałania negatywnym zjawiskom występującym przy uprawie konwencjonalnej, jak: szybki rozkład materii organicznej (MO) połączony ze zwiększonym wydzielaniem CO₂, niska stabilność agregatów glebowych, wymywanie wglębne czy spływy powierzchniowe składników pokarmowych. Wstępna analiza krajowych warunków glebowo-klimatycznych, stopnia występowania zjawisk erozyjnych oraz powszechnie stosowanych płodozmianów wykazała, że również w Polsce wzrasta zainteresowanie uproszczonymi technologiami uprawy gleby. Znaczenie uprawy

roli jako zespołu zabiegów przyczyniających się do udostępniania składników pokarmowych dla roślin i ograniczających stopień zachwaszczenia nie jest już obecnie jedynym priorytetem, bowiem większą uwagę zwraca się także na jakość środowiska glebowego i ochronę agroekosystemów.

Jednym z ważniejszych wskaźników zmian zachodzących w glebowej substancji organicznej jest zawartość biomasy mikroorganizmów w glebie. Wykazano, że biomasa mikroorganizmów stanowi około 85% całkowitej biomasy mikroorganizmów glebowych, a C zawarty w biomasie stanowi 1-5% całkowitej zawartości C organicznego w glebie [Jenkinson, Ladd 1981; Lynch, Panting 1980; Sparling 1992; Pankhurst i in. 1998]. Biomasa mikroorganizmów stanowiąc niewielką, ale dynamiczną frakcję MO w glebie uważana jest za czuły parametr jakości gleby oraz tempa gromadzenia zasobów C i N w glebie [Smith, Paul 1990]. Z tych powodów, wielu autorów dyskutujących problemy jakości gleby, m. in. Doran i Jones [1996] wskazuje na możliwość wykorzystania ilości i jakości MO oraz biomasy mikroorganizmów i ich aktywności (oddychanie, aktywność enzymów) jako wskaźników jakości i produktywności gleby.

Zaobserwowano także, że labilna frakcja materii organicznej gleby (POM - Particulate Organic Matter), w porównaniu z MO wykazuje znacznie większą wrażliwość na zmiany zachodzące w środowisku glebowym wywołane sposobem użytkowania i uprawy gleby. Wiele badań wskazuje, że POM jest bardzo dynamiczną frakcją MO i niezwykle ważnym źródłem dostępnego C w glebie [Cambardella, Elliott 1992; Cambardella 1992; Gregorich, Ellert 1993; Golchin i in. 1994; Cambardella i in. 2001; Gajda i in. 2001], dlatego też na przestrzeni ostatnich 10 lat idea użycia POM jako wskaźnika oceny jakości i żyzności gleby została zaakceptowana przez wielu naukowców zarówno w USA jak i na całym świecie.

Celem badań było określenie zmian niektórych parametrów aktywności biologicznej gleby, zachodzących pod wpływem technologii konserwujących w odniesieniu do powszechnie stosowanej uprawy tradycyjnej.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono w latach 2003-2005 w różnych rejonach Polski. Prezentowane wyniki pochodzą tylko z dwóch punktów doświadczalnych różniących się pod względem glebowo-klimatycznym: z Gospodarstwa Rolnego (GR) w Rogowie, woj. lubelskie, gatunek gleby - pył ilasty (>40% części spławialnych <0,02 mm) oraz z Rolniczego Zakładu Doświadczalnego (RZD) IUNG-

PIB w Żeliszawkach, woj. pomorskie, gatunek gleby - glina piaszczysta (>30% części spławialnych). W zmianowaniu uprawiano następujące rośliny: w GR Rogów - pszenica ozima, groch; w RZD Żeliszawki - jęczmień jary, pszenica ozima, burak cukrowy. Stosowane technologie uprawy to: technologia konserwująca (TK), czyli uprawa uproszczona (TU) i siew bezpośredni (TSB) oraz technologia tradycyjna (TT). Próbki glebowe pobierano jednorazowo z pól o pow. 1ha w końcu czerwca lub na początku lipca z poziomów 0-15 i 15-30 cm w międzyrzędziach uprawianych roślin. Waga reprezentatywnej próbki glebowej pobranej z pola z każdego poziomu wynosiła około 2,5 kg. Aktywność biologiczną gleby określano na podstawie: zawartości biomasy mikroorganizmów metodą F-I [Jenkinson, Powlson 1976 a, b] w modyfikacji Voroney'a i Paul'a [1984] oraz aktywności dehydrogenaz z użyciem TTC jako substratu [Casida 1964]. Zawartość drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej (POM - Particulate Organic Matter) [Cambardella, Elliott 1992] oznaczano metodą WLOI według [Schulte i in. 1996] polegającą na oznaczeniu ubytku masy próbki glebowej podczas spalania w piecu muflowym w temp. 450 °C.

Oznaczono także zawartość C organicznego metodą Tiurina i N ogólnego metodą spektrofotometrii przepływowej w certyfikowanym Głównym Laboratorium IUNG-PIB w Puławach. Skład granulometryczny badanych utworów glebowych w GR Rogów i RZD Żeliszawki oznaczono w Zakładzie Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów, IUNG-PIB w Puławach.

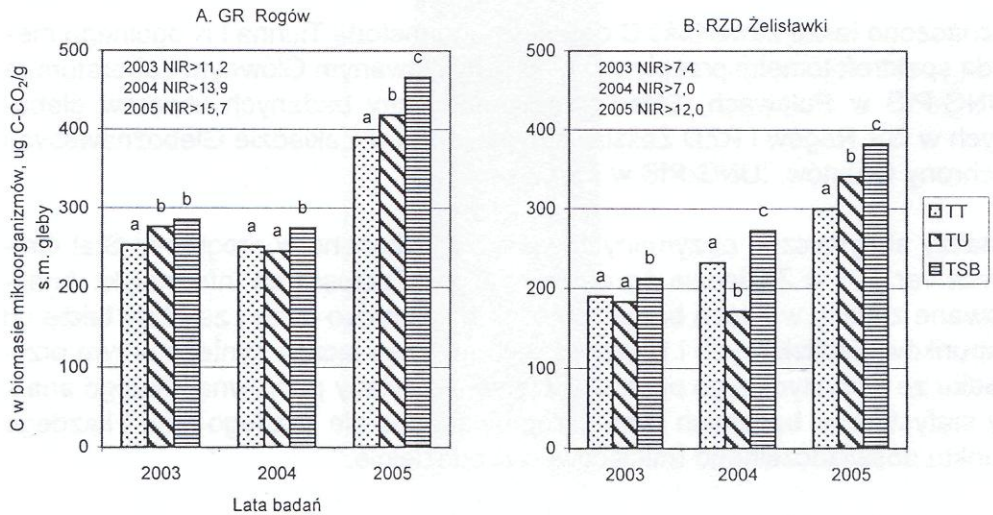
Analizy statystyczne otrzymanych wyników wykonano w programie Stat Graphics ver. 2.1 w Zakładzie Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki. Analizowane zmiany w latach badanych cech były bardzo duże i zależały także od warunków siedliskowych i klimatycznych tak więc łączna synteza w tym przypadku ze statystycznego punktu widzenia nie byłaby poprawna, dlatego analizy statystyczne badanych cech przeprowadzono dla każdego roku i każdego punktu doświadczalnego (miejscowości) oddzielnie.

Omówienie wyników

Biomasa mikroorganizmów to ożywiona i najbardziej dynamiczna frakcja MO, przez którą przepływa większość energii i składników pokarmowych w glebie. W GR w Rogowie, w porównaniu z technologią TT, zawartość C w biomase w glebie w technologii siewu bezpośredniego TSB była wyższa o średnio około 13%, a w technologii TU o około 8%. W 2005 r., w porównaniu z 2003 r. najwyższy, prawie dwukrotny przyrost puli C w biomase mikroorganizmów obserwowano w glebie uprawianej w technologii siewu bezpośredniego TSB (rys. 1A). Także w RZD w Żeliszawkach wyższą zawartość C w biomase mikroor-

ganizmów oznaczano w glebie pobranej z pól doświadczalnych w technologii TSB, w porównaniu z technologią uproszczoną TU i technologią tradycyjną TT średnio o około 11% i 21%. WRZD w Żeliszawkach, w 2005 r., w porównaniu z 2003 r., najwyższy, prawie dwukrotny przyrost puli C w biomase mikroorganizmów obserwowano w glebie uprawianej w technologii TSB, przy czym oznaczane zawartości C w biomase we wszystkich technologiach uprawy były znacznie niższe niż w GR w Rogowie (rys. 1B).

Analiza statystyczna potwierdziła istotność różnic uzyskanych wyników charakteryzujących wpływ technologii uprawy na zawartość C w biomase mikroorganizmów dla $P > 95$ (rys. 1A, B). Uzyskane wyniki wskazują, że technologia konserwująca wyraźnie sprzyja powiększaniu puli C w biomase mikroorganizmów w glebie. Większa pula łatwo dostępnego źródła C w glebie uprawianej w technologii konserwującej, a szczególnie siewu bezpośredniego, sprzyja powstawaniu korzystniejszych warunków do rozwoju i aktywności mikroorganizmów.

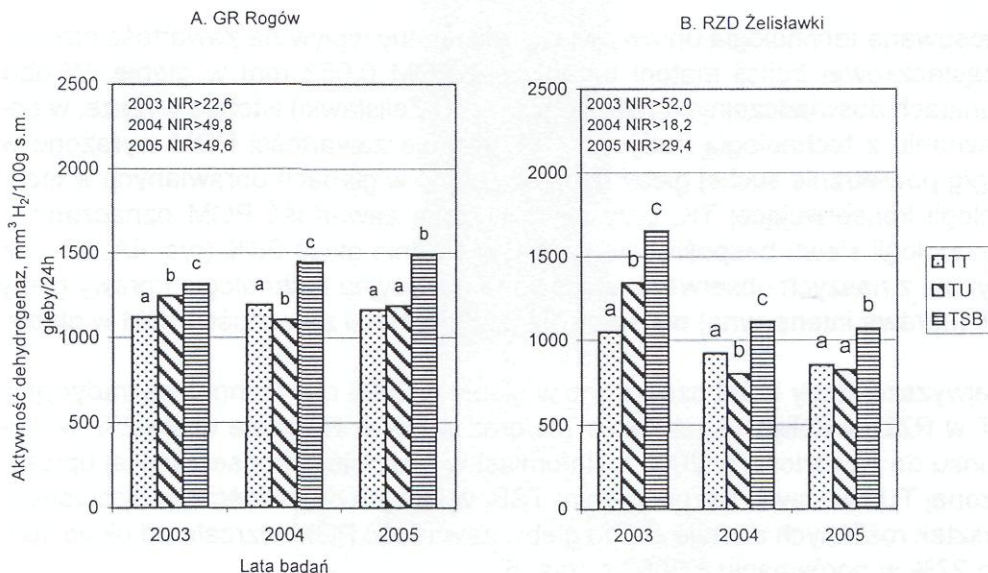


Rys. 1. Porównanie zawartości C w biomase mikroorganizmów oraz intensywności oddychania gleb uprawianych w technologii tradycyjnej TT, uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB w latach 2003-2005 a, b, c - wartości oznaczone różnymi literami wskazują różnice statystycznie istotne dla $P > 95,0\%$

Fig. 1. The comparison of microbial biomass C content and respiration rate in soils under conventional TT, reduced tillage TU and direct sowing TSB management systems in the years 2003-2005 a, b, c - values marked with different letters are statistically significant at $P > 95,0\%$ NIR -Lowest Statistical Difference LSD

Aktywność enzymatyczną gleb uprawianych w badanych technologiach określano na podstawie oznaczenia aktywności dehydrogenaz. W ciągu trzech lat badań w GR w Rogowie istotnie wyższą aktywność systemu dehydrogenaz, w stosunku do technologii tradycyjnej TT, obserwowano w glebie uprawianej w technologii siewu bezpośredniego TSB o średnio około 1,3 raza. Podobne różnice zaobserwowano w RZD w Żeliszawkach. W porównaniu z technologią tradycyjną TT, szczególnie w latach 2003 i 2005 w glebie uprawianej w technologii siewu bezpośredniego TSB oznaczano istotnie wyższą aktywność systemu dehydrogenaz, o średnio około 1,3 raza. Najniższą aktywność obserwowano w 2004 r. we wszystkich technologiach uprawy (rys. 2A, B), co było najprawdopodobniej związane z niską zawartością wilgotności w glebie w tym roku badań. Różnice pomiędzy stosowanymi technologiami uprawy w aktywności systemu dehydrogenaz były statystycznie istotne dla $P > 95$ (rys. 2A, B).

Aktywność enzymatyczna badanych gleb związana była nie tylko z technologią uprawy i stosowanym nawożeniem mineralnym, ale także z chemicznymi i fizycznymi właściwościami gleb, głównie ze stopniem uwilgotnienia gleby i pH (rys. 2A, B).



Rys. 2. Porównanie aktywności enzymatycznej gleb uprawianych w technologii tradycyjnej TT, uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB w latach 2003-2005
 Fig. 2. The comparison of enzymatic activity of soils under conventional TT, reduced tillage TU and direct sowing TSB management systems in the years 2003-2005

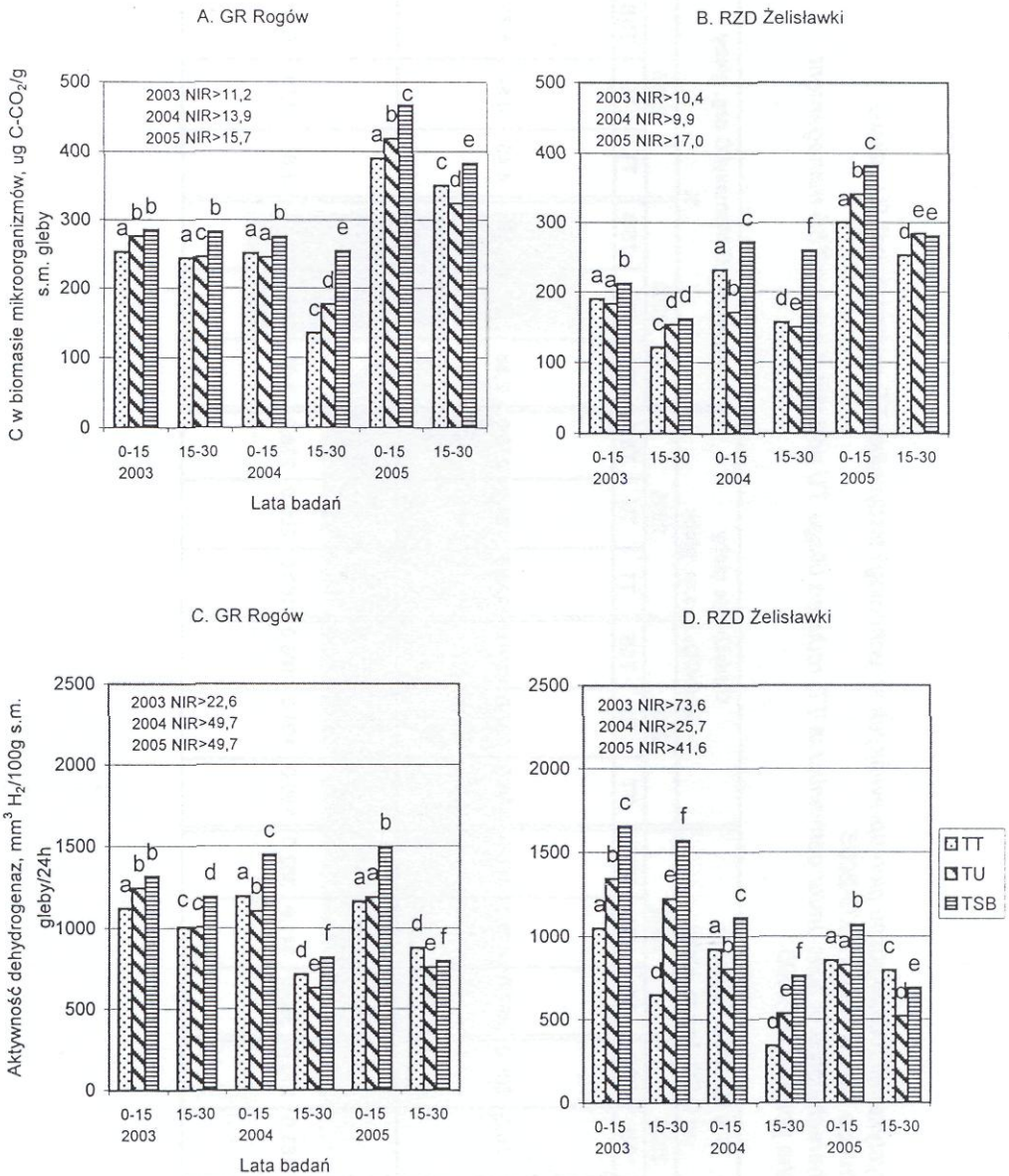
Zaznaczył się także wpływ głębokości w profilu glebowym na badane parametry aktywności biologicznej. Oznaczone wartości badanych parametrów były generalnie wyższe w warstwie 0-15 cm o średnio 12 - 60% niż w warstwie 15-30 cm, przy czym różnice te były większe w glebie uprawianej w systemie tradycyjnym TT niż w siewie bezpośrednim TSB. Najwyższe różnice pomiędzy poziomami w profilu glebowym obserwowano w przypadku aktywności dehydrogenaz (do 60%) i zawartości biomasy (do 50%) (rys. 3A, B, C, D).

Zarówno w Rogowie jak i w Żeliszawkach określono stosunek C biomasy do C org. w glebie, charakteryzujący stopień aktywność mikroorganizmów w badanych technologiach uprawy gleby. Osiągał on zdecydowanie wyższe wartości dla gleby uprawianej w technologii siewu bezpośredniego TSB 5,75 i 5,16 niż dla gleby uprawianej w systemie tradycyjnym TT 4,43 i 2,86. Ponadto zauważono znaczący wzrost wartości stosunku C biomasy do C org. w glebie w technologii TSB w obu punktach doświadczalnych w 2005 r., w stosunku do 2003 r. Uzyskane wyniki wskazują, że większa pula biomasy oznaczana w glebie uprawianej w technologii siewu bezpośredniego świadczy o korzystniejszych warunkach dla rozwoju i aktywności drobnoustrojów (tab. 1).

Stosowana technologia uprawy wywierała istotny wpływ na zawartość drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM 0,053 mm w glebie. W obu punktach doświadczalnych (GR Rogów, RZD Żeliszawki) istotnie wyższe, w porównaniu z technologią tradycyjną TT, średnie zawartości POM wyrażone w mg/g powietrznie suchej gleby (psg) uzyskano w glebach uprawianych w technologii konserwującej TK, przy czym wyższą zawartość POM oznaczano w technologii siewu bezpośredniego TSB o średnio około 26% (rys. 4A, B). Jak wynika z naszych obserwacji, stosowana tradycyjna technologia uprawy gleby TT (uprawa intensywna) nie sprzyjała powiększeniu zawartości POM w glebie.

Najwyższe straty POM oznaczono w glebie w 2005 r. w technologii tradycyjnej TT w RZD w Żeliszawkach około 7% oraz w GR w Rogowie około 2%, w stosunku do zawartości w 2003 r. Natomiast w technologii konserwującej uproszczonej TU i w siewie bezpośrednim TSB, w których duża ilość zróżnicowanych resztek roślinnych dostaje się do gleby, zawartość POM wzrosła od około 16% do 27% w porównaniu z 2003 r. (rys. 5).

Oznaczono także procentowy udział frakcji POM w całkowitej ilości MO w glebie. W porównaniu z technologią TT, najwyższy przyrost frakcji POM w całkowitej zawartości MO w stosunku do 2003 r. odnotowano w 2005 r. w GR w Rogowie w technologii siewu bezpośredniego TSB (około 34%). Również w RZD



Rys. 3. Wpływ głębokości warstwy 0-15 i 15-30 cm na zawartość C w biomase mikroorganizmów w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej TT, uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB w latach 2003-2005

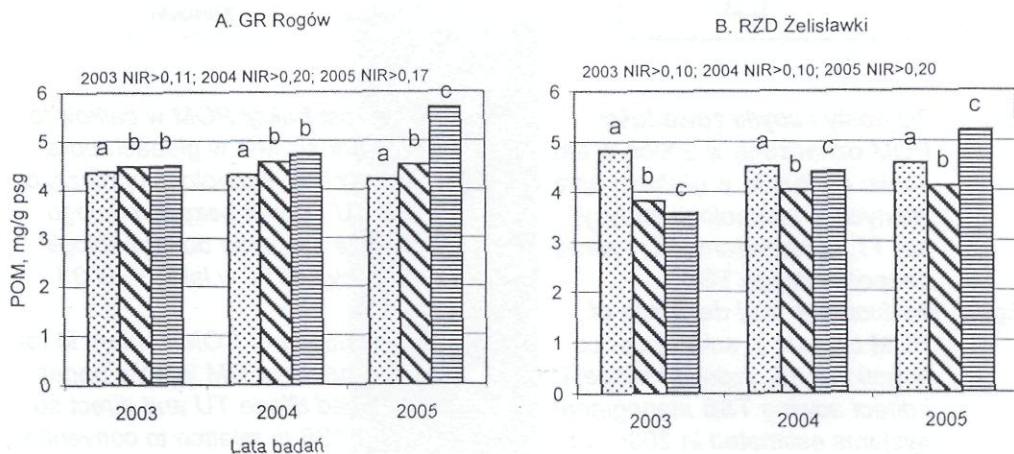
Fig. 3. The effect of soil depth 0-15 and 15-30 cm on biomass C content and dehydrogenase activity in soils under conventional TT, reduced tillage TU and direct sowing TSB management systems in the years 2003-2005

Tabela 1. Charakterystyka mikrobiologiczna gleb uprawianych w technologii tradycyjnej TT, uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB w latach 2003-2005
 Table 1. Microbial characteristics of soils under conventional TT, reduced tillage TU and direct sowing TSB management systems in the years 2003-2005

Miejscowość	C w biomasy mikroorg. μg C-CO ₂ /g s.m. gleby						Oddychanie gleby μg C-CO ₂ /g s.m. gleby						Stosunek C biomasy/ C org. gleby %					
	2003			2005			2003			2005			2003			2005		
	TT	TU	TSB	TT	TU	TSB	TT	TU	TSB	TT	TU	TSB	TT	TU	TSB	TT	TU	TSB
GR Rogów pł	253,0	276,0	285,0	390,0	418,0	466,0	166,0	197,0	274,0	195,0	191,0	273,0	2,86	3,07	3,52	4,43	4,64	5,75
RZD Żeliszewki głp	190,0	183,0	213,0	300,0	341,0	382,0	150,0	164,0	166,0	183,0	205,0	238,0	1,81	2,26	2,88	2,86	4,21	5,16

Żeliszawki odnotowano istotny wzrost puli POM w całkowitej zawartości MO w glebach uprawianych w technologii konserwującej w porównaniu z technologią TT o około 10-15% (rys. 6).

Analizy statystyczne wykazały istotne różnice w zawartości drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM 0,053 mm pomiędzy badanymi technologiami uprawy dla $P > 95$. Wyniki te potwierdzają, że technologie konserwujące TSB i TU oddziaływały pozytywnie na środowisko glebowe i nie zubażały głównego źródła energii oraz łatwo dostępnego C, niezbędnego do rozwoju i aktywności drobnoustrojów w glebie.

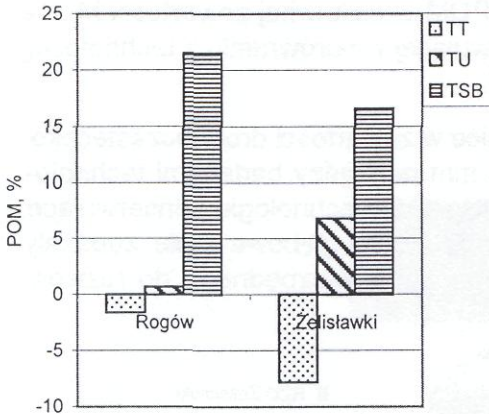


Rys. 4. Porównanie zawartości POM w glebie uprawianej w technologii tradycyjnej TT, uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB w latach 2003-2005

Fig. 4. The comparison of POM content in soils under conventional TT, reduced tillage TU and direct sowing TSB management systems in the years 2003-2005

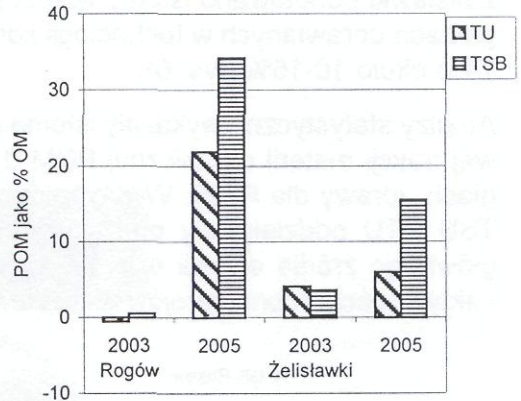
Podsumowanie

Uzyskane wyniki wykazały bardziej korzystne oddziaływanie konserwujących technologii uprawy, szczególnie technologii siewu bezpośredniego na środowisko glebowe, w porównaniu z technologią tradycyjną. Ograniczenie ilości, głębokości i intensywności wykonywania zabiegów uprawowych oraz zmniejszenie głębokości przemieszczania materii organicznej sprzyja nagromadzeniu próchnicy i poprawia aktywność biologiczną gleby. Jednak próby wdrażania tych technologii w naszych warunkach glebowo-klimatycznych do szeroko rozumianej produkcji rolniczej wymagają dalszych badań, które pozwoliłyby na głębsze zrozumienie i prześledzenie ich ochronnego oddziaływania na agroekosystem, szczególnie na jakość i produktywność gleby.



Rys. 5. Przyrosty i ubytki zawartości POM oznaczone w 2005r. w stosunku do 2003r. w glebach uprawianych w technologii tradycyjnej TT, uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB

Fig. 5. The increase and decrease of POM content in soils under conventional TT, reduced tillage TU i direct sowing TSB management systems estimated in 2005 in relation to 2003



Rys. 6. Przyrost frakcji POM w całkowitej zawartości MO w glebach uprawianych w technologii uproszczonej TU i siewu bezpośredniego TSB w stosunku do technologii tradycyjnej TT w latach 2003 i 2005

Fig.6. The increase of POM content in total amount of OM in soils under reduced tillage TU and direct sowing TSB in relation to conventional TT management systems in 2003 and 2005

Bibliografia

- Cambardella C.A., Elliott E.T. 1992. Particulate soil organic matter changes across agrassland cultivation sequences., Soil Sci. Soc. Am. J., 56:777-783
- Cambardella C. A. 1992. Procedure for Isolating Particulate Organic Matter from Soil. USDA-ARS, National Soil Tilth Lab, Ames, IA, USA
- Cambardella C. A., Gajda A. M., Doran J. W., Wienhold B. J., Kettler T. A. 2001. Estimation of Particulate and Total Organic Matter by Weight Loss-On-Ignition. In: R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follett, B. A. Stewart (eds) Assessment Methods for Soil Carbon, CRC Press LLC, Boca Raton, FL, s. 349-359
- Casida L. E., Jr. D. A. Klein, T. Santoro. 1964. Soil dehydrogenase activity. Soil Sci., 98:371-376

Doran J.W., Jones A.J. (Ed). 1996. Methods for Assessing Soil Quality, SSSA Special Publication No. 49, Madison, WI, USA

Gajda A. M., Doran J. W., Kettler T. A., Wienhold B. J., Pikul J.L. Jr., Cambardella C. A. 2001. Soil Quality Evaluations of Alternative Conventional anagement Systems in the Great Plains. In: R. Lal, J. M. Kimble, R. F. Follett, B. A. Stewart (eds) Assesment Methods for Soil Carbon, CRC Press LLC, Boca Raton, FL, p. 381-400

Golchin A., Oades J. M., Skjemstad J. O., Clarke P. 1994. Study of free and occluded particulate organic matter in soils by soild state ¹³C CP/MAS NMR spectroscopy and scanning electron microscopy. Aust. J. Soil Res., 32:285-309

Gregorich E. G., Ellert B. H. 1993. Light fraction and macroorganic matter in mineral soils. In: M. R. Carter (ed.) Soil Sampling Methods of Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, p. 397-407

Jenkinson D.S., Ladd J.N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In "Soil Biochemistry", eds E.A. Paul & J.N. Ladd, New York and Basel, Marcel Dekker, Inc., 5:415-71

Jenkinson D. S., Powlson D. S. 1976 a. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring microbial biomass. Soil Biol. Biochem., 8:209-213

Jenkinson D. S., Powlson D. S. 1976 b. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. A method for measuring soil biomass. Soil Biol. Biochem., 8:209-213

Lynch J.M., Panting L.M. 1980. Cultivation and the soil biomass. Soil Biol. Biochem., 12:29-33

Pankhurst C.E., Rogers S.L., Gupta V.V.S.R. 1998. Microbial parameters for monitoring soil pollution. In "Environmental Biomonitoring", Eds: J.M. Lynch & Wiseman A., Cambridge University Press, UK, p. 46-69

Schulte E. E., Hopkins B. G. 1996. Estimation of soil organic matter by weight loss-on-ignition. In: Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation. SSSA Special Publication no. 46. Soil Science Society of America, Madison, WI 21-31

Smith J. L., Paul E. A. 1990. The significance of soil microbial biomass estimations. p. 357-396. In: J. Bollag and G. Stotzky (ed.) Soil Biochemistry, vol.6. Marcel Dekker, New York

Sparling G. P. 1992. Ratio of microbial biomass to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. Aust. J. Soil Res., 30: 195-207

Voroney R. P., Paul E. A. 1984. Determination of KC and K N in situ for calibration of chloroform-incubation method. Soil Biol. Biochem., 16:9-14

THE COMPARISON OF THE EFFECT OF CONSERVATION AND CONVENTIONAL MANAGEMENT SYSTEMS ON SOME PARAMETERS OF SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY UNDER DIFFERENT SOIL-CLIMATIC CONDITIONS IN POLAND

Summary

The main objective of the studies was to determine the effect of reduced tillage and direct sowing management systems on the changes of analyzed parameters of soil biological activity, in comparison to the changes in soil under conventional management system. At private farm Rogow, soil under direct sowing showed on average about 13,0 % higher contents of microbial biomass C, and 1,3 times higher activity of dehydrogenases system, than soil managed conventionally. Similar effects of direct sowing management on analyzed parameters of soil biological activity was observed at the Experimental Station Zelislawki. The calculated values of microbial quotient (C biomass : org. C ratio) for soils under direct sowing management were higher than values obtained for soil managed conventionally at both experimental sites, in 2003 and 2005. Significant increase in microbial quotient was noticed in 2005 as compared to 2003 at both experimental sites.

Key words: soil management systems, enzymatic activity of soil, biomass of soil microorganisms

Recenzent: Aleksander Szeptycki