

INFLUENCE OF ORGANIC AND CONVENTIONAL CROP PRODUCTION SYSTEM ON SOME PARAMETERS OF SOIL FERTILITY

Summary

In the paper the results of the research conducted in 1996-2006 in the Experimental Station of IUNG – PIB in Osiny on the object where different crop production systems are compared were discussed. The aim of this study was to evaluate the changes of selected indicators of soil fertility in the organic crop production system. Soil fertility in phosphorus and potassium, content of organic matter and soil pH were evaluated. In the organic system a decrease of potassium content and a small decrease of phosphorus in soil was observed. No significant changes in soil organic matter was observed in the organic system.

WPŁYW EKOLOGICZNEGO I KONWENCJONALNEGO SPOSOBU GOSPODAROWANIA NA WYBRANE PARAMETRY ŻYŻNOŚCI GLEBY

Streszczenie

W pracy omówiono wyniki badań uzyskane w latach 1996-2006 w Stacji Doświadczalnej IUNG – PIB w Osinach. Badania prowadzono w obiekcie doświadczalnym, w którym w porównywalnych warunkach oceniane są różne systemy produkcji. Celem badań była ocena zmian wybranych wskaźników żyzności gleby na polu doświadczalnym prowadzonym zgodnie z zasadami ekologicznego gospodarowania. Poddano analizie zasobność gleby w składniki pokarmowe (P i K), zawartość materii organicznej, odczyn gleby. Ekologiczny sposób gospodarowania powodował spadek zasobności gleby w potas oraz powolniejszy w fosfor. W analizowanym okresie stwierdzono mały wpływ ekologicznego sposobu gospodarowania na wartość węgla organicznego w glebie.

1. Wstęp

W rolnictwie ekologicznym podstawowym źródłem składników pokarmowych dla roślin są: nawozy naturalne i organiczne, azot wiązany biologicznie oraz składniki uwalniające się z materii organicznej i mineralnej gleby. W tej sytuacji o dostępności składników pokarmowych dla roślin decyduje naturalna żyzność gleby i biologiczna jej aktywność. Brakujące składniki mineralne można wprowadzić uzupełniać poprzez stosowanie nieprzetworzonych chemicznie zmielonych skał i minerałów: fosforyty, kainity, wapienie, dolomity bazalty, itp. jednak w praktyce większość rolników sądzi, że samo gospodarowanie ekologiczne gwarantuje utrzymanie odpowiedniej żyzności gleby.

Zagadnienie to w naszych warunkach nabiera szczególnego znaczenia, z uwagi na bardzo duży udział gleb o niskiej i bardzo niskiej zasobności w fosfor - 38% oraz potas - 47%, a dodatkowo 60% użytków rolnych posiada kwaśny lub bardzo kwaśny odczyn [1]. Ponadto w ostatnim w 4-leciu 2004-2007 powierzchnia UR rolnych wykorzystywanych przez gospodarstwa ekologiczne wzrosła z 83 do 286 tys. ha.

W literaturze sporo jest doniesień dotyczących oddziaływania rolnictwa ekologicznego na biologiczne właściwości gleb [7, 8, 9] oraz znaczenia tego sposobu gospodarowania ochrony środowiska [2, 3]. Mniej uwagi poświęca się natomiast gospodarce mineralnymi składnikami, gdyż zakłada się występowanie w rolnictwie ekologicznym prawie zamkniętego ich obiegu w ramach gospodarstwa. W praktyce rolnictwa ekologicznego występuje także pewna specjalizacja w produkcji i coraz liczniej pojawiają się gospodarstwa sprzedające duże ilości produktów roślinnych, z którymi odprowadza się znaczne ilości składników mineralnych [5].

Celem badań jest prześledzenie zmian wybranych wskaźników żyzności gleby na polu doświadczalnym prowadzonym od wielu lat zgodnie z zasadami ekologicznego gospodarowania.

2. Metodyka

Do przeprowadzenia badań wykorzystano trwałe doświadczenie polowe prowadzone od 1994 r. w Stacji Badawczej IUNG w Osinach. Pole doświadczalne o powierzchni około 20 ha podzielono na części, z których każda reprezentuje inny system gospodarowania – ekologiczny, konwencjonalny i integrowany. Badania prowadzono na polach systemu ekologicznego i konwencjonalnego. Doświadczenie jest prowadzone w 1 powtórzeniu, polami wszystkich roślin równocześnie, a powierzchnia każdego z pól wynosi ok. 1 ha, co umożliwia stosowanie agrotechniki zbliżonej do warunków produkcyjnych. Dodatkowo od 1998 r. na każdym polu wysiewa się po kilka odmian uprawianych roślin.

Doświadczenie założono na glebie płowej właściwej z niewielkimi fragmentami czarnej ziemi zdegradowanej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego, przechodzącego w glinę lekką. Na powierzchni pola dominuje kompleks 4 - żytni bardzo dobry z pewnymi powierzchniami kompleksu 2 - pszenne dobre. Zasobność gleby w P, K i Mg przed założeniem doświadczenia była średnia, odczyn lekko kwaśny, a zawartość próchnicy 1,4-1,5%.

W każdym systemie stosuje się inny płodozmian i całość agrotechniki dostosowany do jego specyfiki:

System ekologiczny obejmuje 5-polowy płodozmian: ziemniak – jęczmień j. z wsiewką koniczyny czerwonej z do-

mieszką białej i z trawami – koniczyna z trawami użytkowana 2 lata – pszenica oz. + międzyplon ścierniskowy (mieszanka krzyżowych ze strączkowymi). Nawożenie organiczne: kompost - 30 t*ha⁻¹ i biomasa międzyplonu. Środki ochrony roślin – Nowodor i perytryna do zwalczania stonki ziemniaczanej oraz w ostatnich latach preparaty miedziowe do zwalczania zarazy ziemniaka. Od 2002 roku, w związku ze spadkiem zasobności gleby, stosuje się nawozy potasowe dopuszczone do użycia w rolnictwie ekologicznym - 46 kg K*ha⁻¹. Odchwaszczanie zasiewów - zabiegi mechaniczne oraz dodatkowo ręczne pielnie ziemniaków przed ostatnim obredlaniem.

System konwencjonalny prowadzi się w uproszczonym zmianowaniu: rzepak oz. – pszenica oz. – jęczmień j. Wszystkie rośliny uprawiane są według technologii produkcji charakteryzujących się wysokimi dawkami nawozów mineralnych i pełnym wykorzystaniem środków ochrony roślin w walce z agrofagami i wyleganiem. Nawożenie organiczne ogranicza się do przyorywania słomy rzepaku i pszenicy.

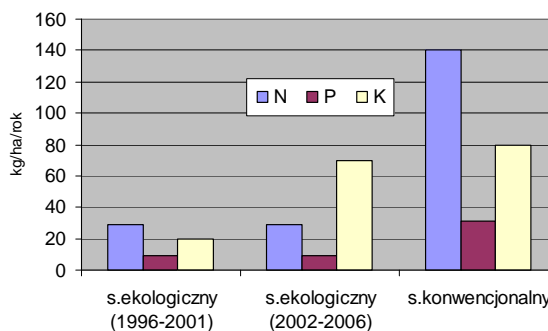
Od 2005 r. we wszystkich systemach w miejsce jęczmienia jarego wprowadzono pszenicę jarą.

Każdego roku po zbiorze roślin z każdego pola w 5 powtórzeniach pobierano próbki gleby z warstwy orno-próchnicznej, w których oznaczono zawartość węgla organicznego, zasobność w fosfor, potas i magnez oraz odczyn gleby, według metodyki stosowanej w stacjach chemiczno-rolniczych.

3. Wyniki

Porównywane systemy różniły się zdecydowanie ilością i formą wprowadzanych do gleby składników nawozowych (rys. 1). W systemie ekologicznym ze stosowanym kompostem w latach 1996 – 2001 wnoszono: 29 kg N, 9 kg P i 20 kg K *ha⁻¹, zaś w latach 2002 -2006 stosowano nawo-

żenie potasowe (Patentkali lub kopalny siarczan potasu) i wówczas średnioroczna dawka potasu wynosiła 70 kg*ha⁻¹*rok⁻¹.



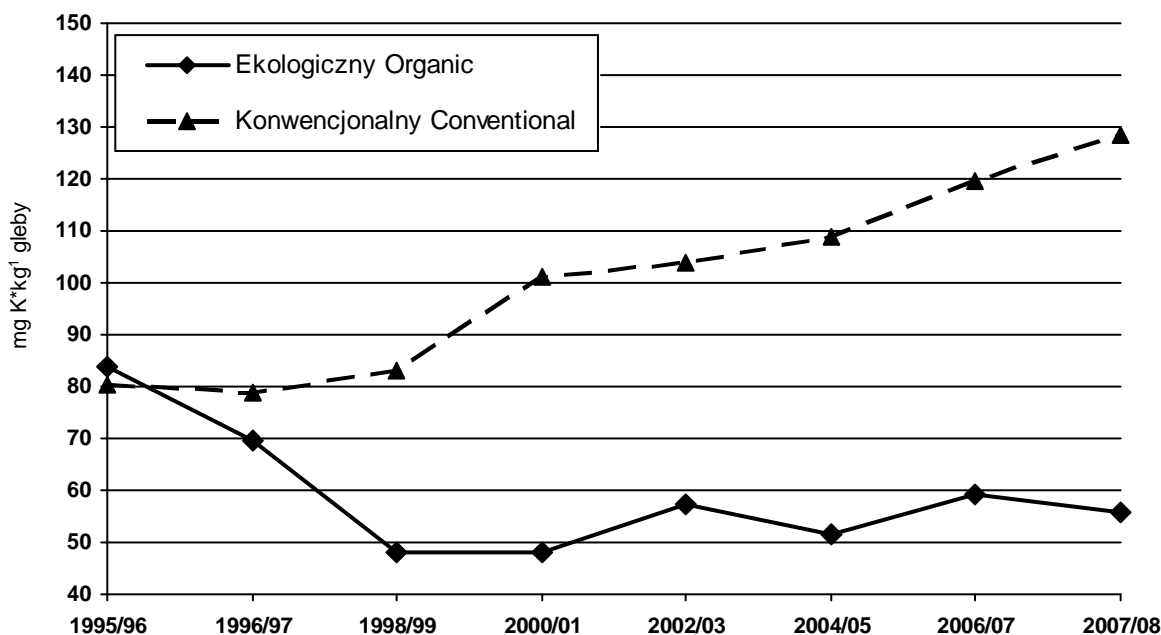
Rys. 1. Ilości składników nawozowych (kg*ha⁻¹*rok⁻¹) wnoszonych w nawozach organicznych i mineralnych średnio za lata 1996-2006

Fig. 1. Quantities of fertilizing components (kg*ha⁻¹*rok⁻¹) introduced in organic and mineral fertilizers, mean for the years 1996-2006

W systemie konwencjonalnym w nawozach mineralnych w całym analizowanym 10-leciu średniorocznie wnoszono: 140 kg N, 32 kg P i 80 kg K*ha⁻¹.

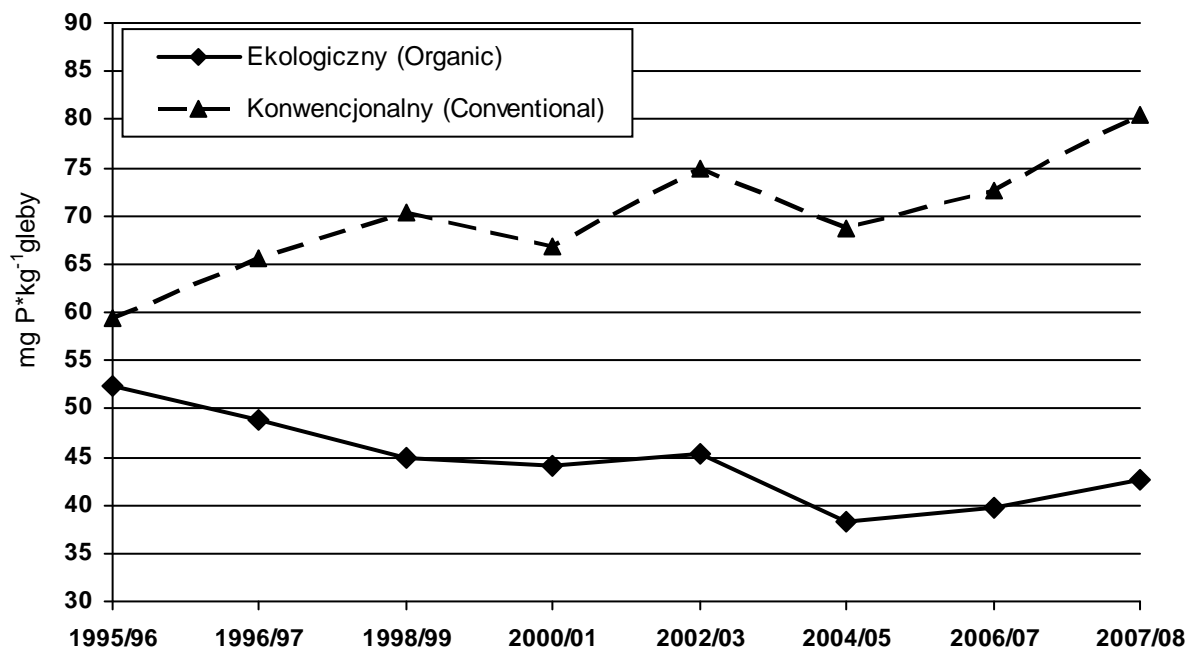
W zestawieniu nie uwzględniono składników zawartych w nasionach i sadzeniakach, opadu azotu z atmosfery oraz jego biologicznego wiązania, a także składników pozostających na polu z przyorywaną słomą rzepaku i pszenicy ozimej w systemie konwencjonalnym.

Już po 5-6 latach ekologicznego gospodarowania zasobność gleby w potas dostępny dla roślin zmniejszyła się z około 83 do 50 mg*kg⁻¹ gleby, czyli do poziomu bardzo niskiego (rys. 2).



Rys. 2. Zasobność gleby w potas (mg K*kg⁻¹ gleby)

Fig. 2. Content of potassium in soil (mg K*kg⁻¹ soil)



Rys. 3. Zasobność gleby w fosfor ($\text{mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby)
 Fig. 3. Content of phosphorus in soil ($\text{mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$ soil)

Fizjologiczne objawy niedoboru potasu obserwowano na roślinach ziemniaka, a przeprowadzone badania szczegółowe wykazały również niedostateczne odżywienie zbóż tym składnikiem [10]. Wyliczone za okres tego 5-letniego ujemne saldo potasu wynosiło około $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ [11]. Czynnikiem decydującym było odprowadzanie bardzo dużych ilości potasu z plonem mieszanki koniczyny z trawami. Łącznie za okres 2-letniego użytkowania z plonem mieszanki wynoszono około $500\text{-}600 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ tego składnika. Dodatkowo znaczne ilości potasu wynoszono z plonem słomy pszenicy i jęczmienia oraz bulwami ziemniaka. Od 2002 r. proces ubożenia gleby w potas został zahamowany, gdyż zaczęto stosować dopuszczone w tym systemie nawozy potasowe w dawce około $50\text{-}55 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dodatkowo wskutek niedoboru opadów w kolejnych latach uzyskiwano znacznie mniejsze plony koniczyny z trawami.

W przypadku fosforu również wystąpiła tendencja ubożenia gleby, jednak po 12 latach ekologicznego gospodarowania, zasobność gleby utrzymuje się na dolnej granicy zasobności średniej (rys. 3), a stan zaopatrzenia wybranych roślin w fosfor nie wskazał deficytowych wartości [10]. Czynnikiem usprawniającym gospodarkę tym składnikiem może być wysoka czynność biologiczna gleby, a zwłaszcza aktywność mikroorganizmów wytwarzających fosfaty: kwaśną i zasadową. Badania mikrobiologiczne [8] prowadzone na tym samym obiekcie wykazały dodatni wpływ ekologicznego sposobu gospodarowania na zawartość fosfaty kwaśnej i zasadowej w glebie. Na dużą aktywność fosfataz oraz korzystny ich wpływ na uczynnianie fosforu w ekologicznym systemie gospodarowania wskazują badania innych autorów [7, 9].

Czynnikiem decydującym o problemach ze zrównoważeniem gospodarki fosforem i potasem w systemie ekologicznym jest brak produkcji zwierzęcej i sprzedaż porostu koniczyny z trawami w formie sianokiszonki. Z dokonanych analiz [4] wynika, że racjonalne zagospodarowanie produktów roślinnych w badanym obiekcie umożliwiło utrzymanie około 0,8 SD bydła, a zagospodarowanie odchodów od takiego pogłowia zwierząt umożliwiłoby utrzymanie zrównoważonego bilansu potasu i fosforu.

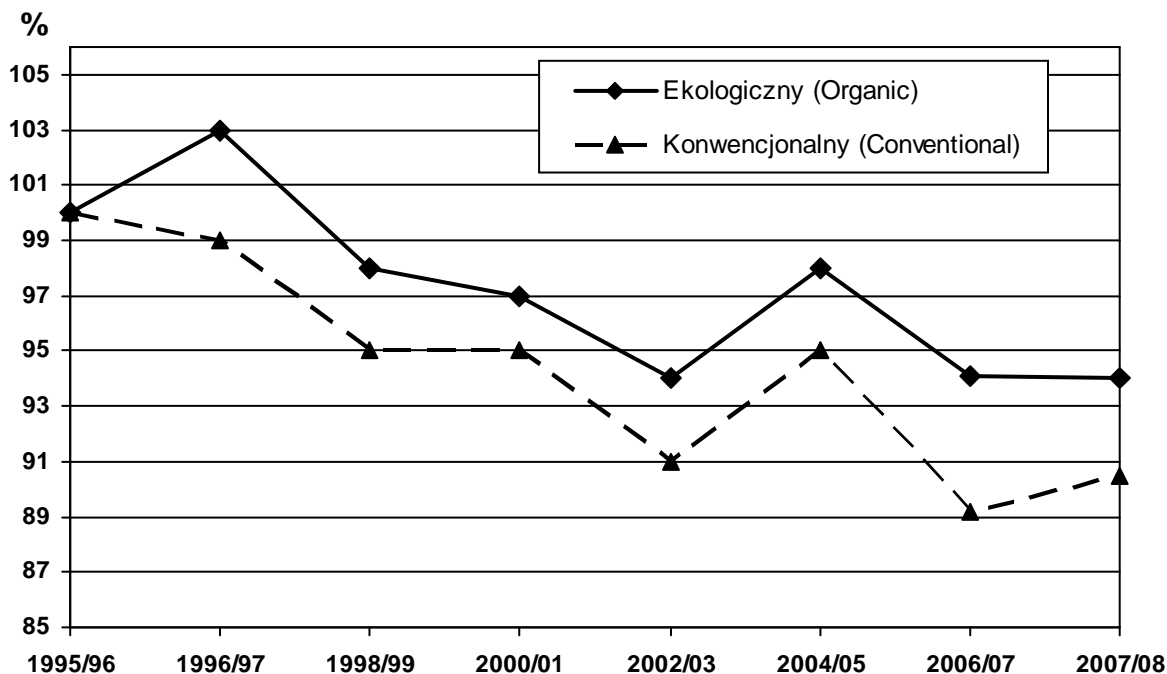
Wyniki wcześniejszych badań przeprowadzonych w Niemczech [6] wskazują, że w gospodarstwach ekologicznych bilans ujemny potasu wynosił $30\text{-}62 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, co jest spowodowane znaczną zawartością tego składnika w ziemniaku i innych warzywach stanowiących produkcję towarową. Jednak zasobność gleb w potas utrzymywać się w zakresie wartości optymalnych. Można to tłumaczyć w ten sposób, że w glebach o naturalnej dużej zawartości tego składnika, w warunkach intensywnej czynności flory i fauny glebowej, potas przechodzi w formy przyswajalne dla roślin, w ilościach pokrywających ich potrzeby pokarmowe. W tej samej grupie gospodarstw ujemny bilans fosforu wahał się od 1 do $6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Niskie ujemne wartości salda fosforu wynikają stąd, iż składnik ten nie jest wymywany z gleby, a w sprzedawanych ziemiopłodach jego zawartość jest stosunkowo mała. Ponadto pewne ilości fosforu wprowadza się z paszami treściwymi z zakupu oraz mineralnymi dodatkami do pasz. Zasobność gleb w fosfor w gospodarstwach ekologicznych była niższa niż w porównywanych gospodarstwach konwencjonalnych, jednak utrzymywała się w zakresie wartości przyjętych w doradztwie nawozowym za optymalne.

W badaniach prowadzonych w 20 gospodarstwach ekologicznych w rejonie Brodnicy [5] saldo bilansu potasu wynosiło przeciętnie $-13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ z wahaniami od $+15$ do $-69 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, a saldo bilansu fosforu było także nieznacznie ujemne $-5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, z wahaniami od -13 do $+1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Najwyższe wartości ujemne sald P i K wystąpiły w gospodarstwach o znikomej obsadzie zwierząt, a specjalizujących się w produkcji warzyw. Wartości dodatnie odnotowano natomiast w gospodarstwach korzystających z zakupu pasz objętościowych.

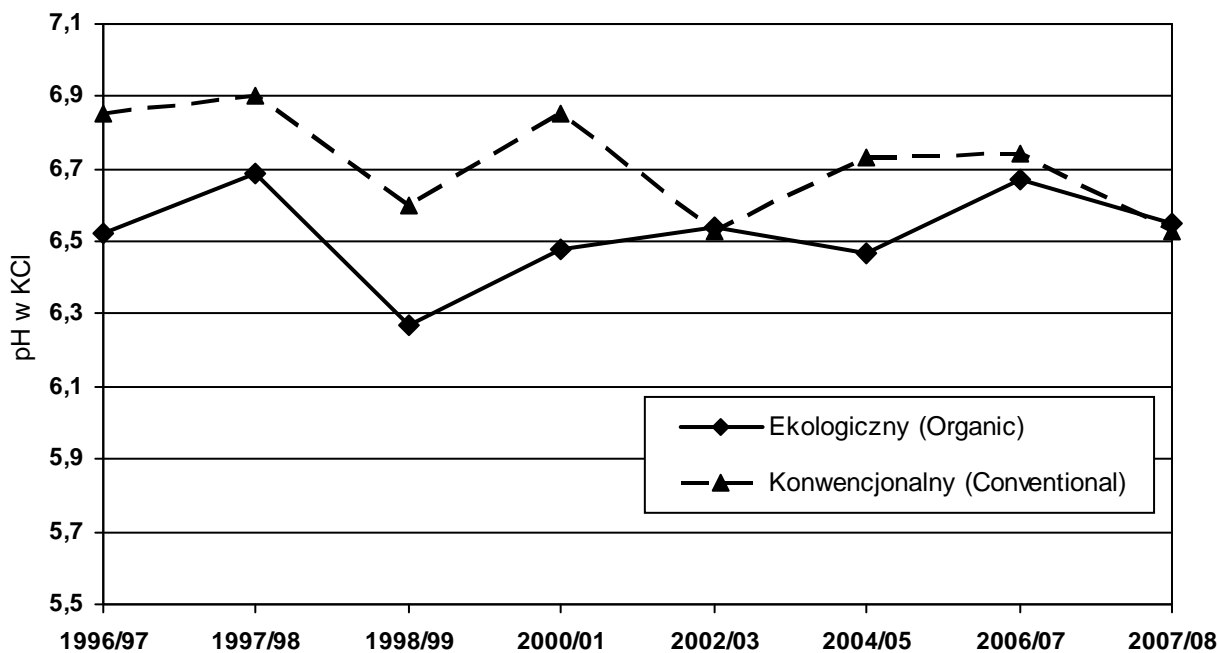
W dotychczasowym okresie badań stwierdzono stosunkowo mały wpływ ekologicznego sposobu gospodarowania na zawartość węgla organicznego w glebie (rys. 4). Na polach systemu ekologicznego była ona nieco wyższa, w porównaniu do systemu konwencjonalnego, jednak nie stwierdzono wyraźnych zmian w stosunku do stanu wyjściowego odnotowanego przed założeniem doświadczenia. W większości opracowań [3, 9] stwierdza się wzrost zawartości próchnicy w glebie w warunkach ekologicznego go-

spodarowania. Brak wyraźniejszego wpływu ekologicznego gospodarowania na ilość węgla organicznego w glebie może być spowodowany przyspieszoną mineralizacją materii organicznej w następstwie zwiększonej ilości mechanicznych zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych w celu

ograniczenia zachwaszczenia a także większą czynnością biologiczną gleby zwiększającą tempo jej mineralizacji. Stosowanie wapnowania zachowawczego jeden raz w rotacji zmianowania umożliwiło utrzymanie w obu systemach optymalnego odczynu gleby - pH w KCl około 6,5 (rys. 5).



Rys. 4. Zmiany zawartości węgla organicznego w glebie (100% = 0,93% C organicznego, stan wyjściowy – 1995 r.)
 Fig. 4. Changes of organic carbon content in soil (100%= 0,93% organic carbon, initial state – 1995 year)



Rys. 5. Zmiany odczynu gleby (pH w KCl)
 Fig. 5. Changes of soil reaction (pH in KCl)

4. Wnioski

1. Ekologiczny sposób gospodarowania, w warunkach braku produkcji zwierzęcej i sprzedaży wszystkich ziemioplodów, powodował szybki spadek zasobności gleby w potas oraz powolniejszy w fosfor.
2. W 12-letnim okresie badań stwierdzono stosunkowo mały wpływ ekologicznego sposobu gospodarowania na zawartość węgla organicznego w glebie oraz jej odczyn.
3. W gospodarstwach ekologicznych, podobnie jak w konwencjonalnych, konieczna jest okresowa kontrola zasobności gleb w przyswajalne składniki oraz odczynu. W przypadku spadku zasobności poniżej średniej dla danej gleby lub jej zakwaszenia konieczne jest zastosowanie nawozów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

5. Literatura

- [1] Igras J., Lipiński W.: Regionalne zróżnicowanie stanu agrochemicznego gleb w Polsce. Raporty IUNG-PIB, nr 3, 71-80, 2006.
- [2] Jończyk K., Kuś J., Stalenga J.: Produkcyjne i środowiskowe skutki różnych systemów gospodarowania. *Prob. Inż. Rol.*, vol. XV, 1(55): 13-22, 2007.
- [3] Köpke U.: Nutrient management in organic farming systems - the case of nitrogen. *Biol. Agric. Hortic.* 11, 15-29, 1995.
- [4] Kuś J., Ufnowska J., Madej A.: Efektywność gospodarowania w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w zależności od kierunku produkcji. *Pam. Puł.* 120, 1, 247-255, 2000.
- [5] Kuś J., Kopiński J., Stalenga J., Tyburski J.: Rolnictwo ekologiczne a społeczeństwo i środowisko. Cz. I Organizacyjno-ekonomiczne i środowiskowe aspekty funkcjonowania wybranych gospodarstw ekologicznych w rejonie Brodnicy. Wyd. IUNG Puławy, 4-56, 2004.
- [6] *Landbau- alternativ und konventionel.* Wyd. AID, Bonn, ss.28, 1990.
- [7] Mader P., Pfiffner L.: Soil ecology – The impact of organic and conventional agriculture on soil biota and its significance for soil fertility. *Fundamentals of Organic Agriculture. Proc. of the 11th IFOAM Int. Scien. Conf.*, Copenhagen, 11-15 August, 1, 24-46, 1996.
- [8] Martyniuk S., Gajda A., Kuś J.: Microbiological and biochemical properties of soils under cereals grown in the ecological, conventional and integrated system. *Acta Agrophysica*, 52:185-192, 2001.
- [9] Oberson A., Fardeau J.C., Maire N., Sticher H.: Microbiological processes in soil organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping systems. *Biol. Fertil. Soils* 21, 138-148, 1996.
- [10] Stalenga J.: „Applicability of different indices to evaluate nutrient status of winter wheat in the organic system”. *J. of Plant Nutrition*, t. 30: 351–365, 2006.
- [11] Stalenga J., Jończyk K., Kuś J.: Bilans składników pokarmowych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. *Annales UMCS, Sec. E*, t. 59, z. 1:383-389, 2004.