

PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL CONSEQUENCE OF THE ECOLOGICAL AND CONVENTIONAL CROP PRODUCTION SYSTEMS

Summary

This paper presents the results of 13-year study conducted in the experimental station IUNG - PIB in Osiny near Puławy, where the comparison of the different systems of agricultural production is showed. The aim of this work was to evaluate the effects of production and environmental aspects of farming systems which represent a different level of organization and intensity of applied technology. The productivity of plants and whole crop rotations in crop production systems: organic, conventional intensive, integrated and monoculture were analyzed in the paper. Environmental assessment was made on the basis of the analysis: the affluence of soil in nutrients, content of mineral nitrogen in soil and in soil filtrates. The highest yield of winter wheat, spring cereals and potatoes has been obtained in the integrated system. Productivity in the crop rotation was the biggest in the ecological system and integrated - 66 corn units, and the lowest was in the monoculture 50 corn units, Ecological system, compared with other one was characterized by the best indicators of environmental assessment: microbiological activity, concentration of mineral nitrogen in soil and in soil filtrates.

PRODUKCYJNE I ŚRODOWISKOWE NASTĘPSTWA EKOLOGICZNEGO, INTEGROWANEGO I KONWENCJONALNEGO SYSTEMU GOSPODAROWANIA

Streszczenie

W pracy przedstawiono wybrane wyniki 13-letnich badań prowadzonych w obiekcie doświadczalnym IUNG – PIB w Osinach k. Puław, w którym porównuje się różne systemy produkcji rolniczej. Celem pracy była ocena skutków produkcyjnych i środowiskowych zastosowania systemów gospodarowania różniących się organizacją produkcji roślinnej oraz poziomem intensywności stosowanych technologii. Analizowano plonowanie roślin oraz produktywność całych zmianowań w systemie: ekologicznym, integrowanym, konwencjonalnym i monokulturze, a także występowanie czynników ograniczających plonowanie roślin – zachwaszczenie i nasilenie chorób. Ocenę oddziaływań środowiskowych wykonano w oparciu o analizę: aktywności biologicznej gleby i jej zasobności w składniki pokarmowe oraz zawartości azotu mineralnego w glebie i roztworze glebowym. Największe plony pszenicy ozimej, zbóż jarych i ziemniaka uzyskano w systemie integrowanym. Wydajność zmianowania była największa w systemie ekologicznym - 65 i integrowanym - 63 jedn. zbóż, a najmniejsza w monokulturze - 48 jedn. zbóż. System ekologiczny, w porównaniu z pozostałymi sposobami gospodarowania, charakteryzował się najkorzystniejszymi wskaźnikami oceny środowiskowej: aktywnością biologiczną, koncentracją azotu mineralnego w glebie i przesączach glebowych.

1. Wstęp

Rolnictwo współczesne przechodzi okres intensywnych przemian, które wiążą się z poszukiwaniem metod gospodarowania respektujących cele ekonomiczne, środowiskowe i społeczne. W praktyce coraz powszechniej są wprowadzane specjalistyczne płodozmiany i bezorkowe sposoby uprawy roli a uproszczenia są kompensowane dużym zużyciem przemysłowych środków produkcji - nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin. W następstwie tych procesów zaczęły pojawiać się z różnym nasileniem niepokojące zjawiska, takie jak: degradacja środowiska przyrodniczego, nadprodukcja żywności, spadek zaufania konsumentów do produktów żywnościowych wytwarzanych takimi metodami. Mając na uwadze kompleksową ocenę systemów gospodarowania w różnych ośrodkach naukowych stworzono obiekty doświadczalne, które umożliwiają prowadzenie badań w porównywalnych warunkach. Do najbardziej znanych obiektów doświadczalnych prowadzonych w ten sposób należą: Nagele (Holandia), Lautenbach, Reinshof i Marienstein (Niemcy), Long Ashton (Anglia), Foulum (Dania), Logarden (Szwecja) [12, 19]. Podobne pole

doświadczalne utworzono również w 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach (woj. lubelskie).

Celem pracy jest ocena skutków produkcyjnych i środowiskowych ekologicznego, integrowanego i konwencjonalnego systemu gospodarowania,

2. Materiał i metoda

Zamieszczone w opracowaniu wyniki obejmują okres 13 lat badań (1996-2008) prowadzonych w obiekcie doświadczalnym założonym w 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie). Pole doświadczalne o powierzchni 20 ha podzielono na części, z których każda reprezentuje inny system gospodarowania – ekologiczny, integrowany oraz konwencjonalny występujący w dwóch wariantach: uproszczone zmianowanie i monokultura pszenicy ozimej. Doświadczenie założono na glebie płowej 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 fragmentami kompleksu 2 (pszenny dobry). Doświadczenie

prowadzone jest bez powtórzeń, polami wszystkich roślin równocześnie, a powierzchnia każdego pola wynosi około 1 ha. Pełniejszą charakterystykę obiektu doświadczalnego podano we wcześniejszych opracowaniach [4, 7].

W każdym systemie stosuje się inny płodozmian oraz całościowy agrotechniki dostosowany do jego specyfiki:

System ekologiczny obejmuje 5-polowy płodozmian: ziemniak – jęczmień j. z wsiewką koniczyn (czerwona z domieszką białej) z trawami – koniczyna z trawami użytkowana 2 lata – pszenica oz. + międzyplon ścierniskowy (mieszanka krzyżowych ze strączkowymi). Nawożenie ograniczone: kompost - 30 t/ha i biomasa międzyplonu. Od 2002 r. stosuje się po 60 kg/ha K₂O w nawozach dopuszczonych do wykorzystania w rolnictwie ekologicznym. Środki ochrony roślin – Nowodor i perytryna do zwalczania stonki ziemniaczanej oraz w ostatnich latach preparaty miedziowe do zwalczania zarazy ziemniaka. Zasiewy są odchwaszczane mechanicznie oraz dodatkowo ziemniak jest pielony ręczne przed ostatnim obredlaniem.

System integrowany prowadzony jest w zmianowaniu: ziemniak – jęczmień j. + międzyplon z gorczycy białej – strączkowe (bobik lub łubin biały) – pszenica oz. + międzyplon z gorczycy białej. Dawki fosforu i potasu określone są według pobrania składników z plonem, a dawki azotu koryguje się na podstawie zawartości jego form mineralnych w glebie wczesną wiosną. Celowość stosowania chemicznych środków ochrony roślin określa się na podstawie progów szkodliwości agrofagów oraz wykorzystując komputerowe systemy doradcze. Nawożenie organiczne stosowane jest w formie - kompostu pod ziemniaki (30 t/ha) i biomasy międzyplonów.

System konwencjonalny prowadzi się w uproszczonym zmianowaniu: rzepak oz. – pszenica oz. – jęczmień j. Wszystkie rośliny uprawiane są według technologii 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 ozimej.

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

Monokultura pszenicy ozimej. Stosuje się intensywną technologię produkcji, a nawozem organicznym jest słoma przyorywana co drugi rok.

Każdego roku uprawiano po kilka odmian pszenicy ozimej, zbóż jarych (jęczmień i pszenica) oraz ziemniaka. W opracowaniu podano plony odmian, które występowały we wszystkich systemach i najdłuższym okresie uprawy.

Produkcyjność systemów oceniono na podstawie plonowania: pszenicy ozimej, zbóż jarych (jęczmień do 2004 i pszenica od 2005), ziemniaka oraz wydajności całych zmianowań (systemów) w jednostkach zbożowych.

Do oceny oddziaływań środowiskowych wykorzystano wskaźniki charakteryzujące aktywność biologiczną i zasobność gleby oraz zawartość azotu mineralnego w glebie i roztworze glebowym [4, 5]. Analiza mikrobiologiczna gleby obejmowała: ogólną biomasa mikroorganizmów, liczebność grzybów i bakterii, oddychanie glebowe oraz jej aktywność enzymatyczną [3, 11]. Azot mineralny w glebie i przesączach glebowych oznaczano metodą spektrofotometrii przepływowej. Próby gleby pobierano z warstw co 30 cm do głębokości 90 cm z każdego pola 2-krotnie w roku: jesienią po zakończeniu

wegetacji i wczesną wiosną przed jej wznowieniem. Na podstawie różnicy pomiędzy oznaczeniami wykonanymi jesienią i wiosną szacowano potencjalne zagrożenie stratami azotu z gleby w okresie jesienno-zimowym. Zawartość azotu mineralnego w roztworze glebowym oznaczano w odstępach 2-tygodniowych w próbach pobieranych z sączków ceramicznych umieszczonych w glebie na głębokości 1 m.

3. Wyniki i dyskusja

Plonowanie roślin. Największe plony pszenicy ozimej, zbóż jarych (jęczmienia i pszenicy) oraz ziemniaka uzyskano w systemie integrowanym (tab. 1). Pszenica ozima plonowała średnio za okres 13 lat, na poziomie 61-63 dt*ha⁻¹ w systemie integrowanym i konwencjonalnym. W monokulturze jej średni plon wynosił 47,7 dt*ha⁻¹ i był mniejszy o około 25% niż w systemie integrowanym, zaś w uprawie ekologicznej 44,5 dt*ha⁻¹, czyli w analogicznym porównaniu był o 30% mniejszy. Dodatkowo w monokulturze występowały bardzo duże wahania plonów w latach od 21 w bardzo suchym 2006 r. do 75 dt*ha⁻¹ w bardzo korzystnym dla zbóż 2004 r. (V=30%). Na pozostałych obiektach współczynnik zmienności plonu pszenicy ozimej w analizowanym 13-leciu wahał od 19 do 23%.

Tab. 1. Plonowanie wybranych roślin oraz trendy plonów w różnych systemach produkcji (1996-2008)

Table 1. Yielding of selected plants, and yield trends in different production systems (1996-2008)

System produkcji	Plon [dt*ha ⁻¹]	Współczynnik zmienności [%]	Trend plonów
Pszenica ozima			
Ekologiczny	44,5	22	y = 0,30x + 41,8
Konwencjonalny	61,4	19	y = 0,21x + 59,4
Integrowany	63,2	23	y = 1,10x + 54,0
Monokultura	47,7	30	y = 0,70x + 42,1
Jęczmień j./pszenica j.			
Ekologiczny	39,3	24	y = 0,10 x + 38,7
Konwencjonalny	43,9	27	y = -0,90 x + 50,1
Integrowany	47,4	19	y = 0,11 x + 46,5
Ziemniaki			
Ekologiczny	262,9	27	y = 6,1 x + 210
Integrowany	387,5	25	y = 4,1 x + 356

Tab. 2. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji (1997-2008)

Table 2. Factors limiting a yielding of winter wheat in different production systems (1997-2008)

Wyszczególnienie	System produkcji rolniczej			
	EKO	KON	INT	MONO
Sucha masa chwastów [g/m ²] (GS 70-75) [*]	55	13	7	16
Indeks porażenia podstawy źdźbła	20	28	28	46
Udział roślin z nekrozami na korzeniach (%)	14	25	23	49
Indeks porażenia liści (l. podflagowy (GS 58-60)) ^{**}	56	30	17	36

^{*} GS 70 - 75 – faza dojrzałości młeczej wg Zadoksa

^{**} GS 58 - 60 – faza kłoszenia wg Zadoksa

Niższe plony pszenicy w systemie ekologicznym i monokulturze były następstwem mniejszej o 100-130 szt./m² obsady kłosów oraz niższej o 3,5-4,0 g masy 1000 ziaren [8,

9, 10]. W uprawie ekologicznej gorsza zwartość łanu wynikała ze słabego rozkrzewienia pszenicy spowodowanego niedostatecznym zaopatrzeniem roślin w azot [14]. Większe nasilenie chorób grzybowych liści i kłosa (rdze i septoriozy) w tym systemie przyspieszało zamieranie liści, w konsekwencji pszenica dojrzywała wcześniej, a ziarno było gorzej wypełnione [10]. W monokulturze natomiast istotnym czynnikiem limitującym plonowanie pszenicy było duże nasilenie chorób systemu korzeniowego i podstawy źdźbła (tab. 2).

Zboża jare (jęczmień i pszenica od 2005 r.) plonowały w uprawie ekologicznej na poziomie 39 dt*ha⁻¹, czyli o 17% niżej niż w systemie integrowanym (tab. 1). Wyniki te wskazują, że w warunkach produkcji ekologicznej spadki plonów zbóż jarych, w stosunku do uprawy konwencjonalnej, są mniejsze niż pszenicy ozimej. Efekt ten wiązać należy z mniejszą presją czynników ograniczających plonowanie zbóż jarych, co zostało potwierdzone w analizach prowadzonych w omawianym obiekcie doświadczalnym [7, 8].

Ziemniak uprawiany w systemie integrowanym plonował wyżej niż w ekologicznym średnio o 32% (tab. 1), a w poszczególnych latach różnica ta wahała się od 10 do 50%. O zróżnicowaniu plonu w obu porównywanych systemach decydował głównie termin infekcji oraz stopień porażenia przez zarazę ziemniaka [13].

Stosowanie w systemie ekologicznym wielostronnego płodozmianu, odpowiedniej mechanicznej pielęgnacji zasiewów (brony chwastownika, opielacza itp.) oraz ręcznego pielenia ziemniaka przed ostatnim obredlaniem umożliwiało skuteczne ograniczenie zachwaszczenia [1, 2]. W uprawie ekologicznej zachwaszczenie było większe niż na pozostałych obiektach, ale tylko w niektórych latach mogło wyraźniej rzutować na wielkość plonu. Ponadto we wszystkich latach w uprawie ekologicznej stwierdzano więcej gatunków chwastów, niż na pozostałych obiektach [2]. W łanie pszenicy ozimej sucha masa chwastów wynosiła, średnio za 13 lat, 55 g/m², ale tylko w 3 latach dochodziła do 80-100 g/m², zaś w pozostałych oscylowała w granicach 20-50 g/m² (tab. 2).

Analiza trendu zmian plonów porównywanych upraw w okresie 13 lat badań wskazuje, że na żadnym obiekcie nie odnotowano tendencji ich spadku (tab. 1). Na szczególną uwagę zasługuje brak tendencji spadkowej plonów w systemie ekologicznym. Wskazuje to, że pomimo wyeliminowania chemicznych środków ochrony roślin oraz pewnego spadku zasobności gleby w składniki pokarmowe ukształtował się w siedlisku nowy stan równowagi, który w warunkach poprawnej agrotechniki dostosowanej do specyfiki tego systemu umożliwia uzyskiwanie w miarę stabilnych plonów. Oceniając wydajność poszczególnych roślin oraz całych zmianowań należy podkreślić rolę doboru odmian, szczególnie w systemie ekologicznym. Wyniki wielu prac wskazują, że w gospodarowaniu ekologicznym ten element agrotechniki, obok poprawnej gospodarki płodozmianowej, decyduje o poziomie plonów [2, 10, 15, 16].

Wydajność w jednostkach zbożowych. Najwyższą wydajność 63-65 jednostek zbożowych w przeliczeniu na 1 ha, średnio za okres 13 lat, uzyskano w systemie ekologicznym i integrowanym (tab. 3). W systemie konwencjonalnym, pomimo dużych plonów roślin towarowych, plon przeliczeniowy był mniejszy o około 10%, zaś w monokulturze pszenicy ozimej o 25%. O dużej

wydajności 5 polowego zmianowania w systemie ekologicznym zdecydowały głównie bardzo wysokie plony koniczyny z trawą – 110 w pierwszym i 65 jedn. zboż.*ha⁻¹ w drugim roku użytkowania. Wyniki te jednoznacznie wskazują, że integralną część gospodarstwa ekologicznego powinien stanowić chów zwierząt żywnościowych paszami objętościowymi.

Tab. 3. Wydajność poszczególnych upraw i systemów w jednostkach zbożowych (1996-2008)

Table 3. Productivity of particular crops and crop rotations expressed in cereal units (1996-2008)

System produkcji	Zmianowanie	Średnio
Ekologiczny	ziemniak	66
	jęczmień / pszenica j.	39
	koniczyna z tr.- I rok	110
	koniczyna z tr. - II rok	65
	pszenica oz.	44
	średnio	65
Integrowany	ziemniak	98
	jęczmień / pszenica j.	47
	strączkowe	43
	pszenica oz.	63
	średnio	63
Konwencjonalny	rzepak oz.	68
	pszenica oz.	61
	jęczmień / pszenica j.	44
	średnio	58
Monokultura	pszenica oz.	48

Oddziaływania środowiskowe. Analiza chemicznych właściwości gleb wskazuje, że w okresie 13 lat badań, nie stwierdzono wyraźnych niekorzystnych następstw środowiskowych oddziaływania porównywanych systemów produkcji (tab. 4). Po pierwszej rotacji zmianowania odnotowano znaczny spadek zasobności gleby w potas w systemie ekologicznym i objawy jego niedoborów występowały na roślinach ziemniaka i koniczyny, a stan odżywienia zbóż potasem był wyraźnie deficytowy [14]. Efekt ten był związany z dużym wyniesieniem potasu z plonami koniczyny z trawami - około 600 kg/ha K₂O przy 2-letnim użytkowaniu [17]. Systematyczne stosowanie od 2002 nawozów potasowych odpuszczonych do wykorzystania w rolnictwie ekologicznym oraz niższe plony roślin pastewnych w kilku ostatnich suchych latach zahamowały proces ubożenia gleby w potas. W ostatnim okresie zaznacza się także tendencja spadku zasobności gleby w fosfor. W celu przeciwdziałania temu zjawisku od 2007 r. stosowane jest nawożenie fosforem w postaci mączki fosforytowej. Analiza zawartości węgla organicznego w glebie wskazuje na tendencję wzrostową w systemie ekologicznym, natomiast spadek w monokulturze pszenicy, w pozostałych systemach nie zaobserwowano znaczących zmian (tab. 4).

Tab. 4. Chemiczne właściwości gleby

Table 4. Chemical characteristics of soil

System gospodarowania	Rok	pH w KCl	Próchnica %	Zawartość mg/100g gleby		
				P	K	Mg
Ekologiczny	1996	5,5	1,47	4,8	7,2	7,2
	2008	5,6	1,56	4,9	6,6	10,1
Konwencjonalny	1996	6,1	1,33	6,5	8,1	6,7
	2008	6,2	1,34	8,1	12,3	7,5
Integrowany	1996	5,8	1,35	4,7	7,0	7,1
	2008	5,7	1,32	6,5	10,3	8,4
Monokultura	1996	5,2	1,30	2,8	6,3	6,6
	2008	5,4	1,19	4,1	8,5	9,5

Odnotowano korzystny wpływ ekologicznego sposobu gospodarowania na aktywność biologiczną gleby [3, 11]. Analizy gleby pod zbożami wykonane kilkakrotnie w okresie prowadzenia doświadczeń wykazały, że w systemie ekologicznym wskaźniki charakteryzujące aktywność biologiczną i enzymatyczną gleby zdecydowanie częściej osiągały maksymalne wartości, niż na pozostałych obiektach (tab. 5). Należy przyjąć, że głównym czynnikiem różnicującym biologiczną aktywność gleby jest ilość i jakość resztek poźniwnych, stosowanie nawozów organicznych (kompostu) oraz oddziaływanie chemicznych środków ochrony roślin. O korzystnym oddziaływaniu ekologicznego sposobu gospodarowania świadczy również liczniejsza populacja owadów z rodziny biegaczowatych (*Carabidae*), które traktowane są często jako ważny wskaźnik bioróżnorodności [18].

Tab. 5. Wskaźniki biologicznej aktywności gleby (częstotliwość występowania najwyższych wartości)

Table 5. Biological activity indicators of soil (frequency of occurrence of maximum values)

Wskaźniki	Liczba analiz	System produkcji		
		Ekologiczny	Konwencjonalny	Integrowany
Biomasa mikroorganizmów	11	10	1	0
Liczebność bakterii	12	7	4	1
Liczebność grzybów	12	7	2	3
Oddychanie gleby	10	5	2	3
Aktywność dehydrogenazy	12	10	2	0
Aktywność fosfatazy kwaśnej	12	9	3	0
Aktywność fosfatazy zasadowej	12	11	1	0

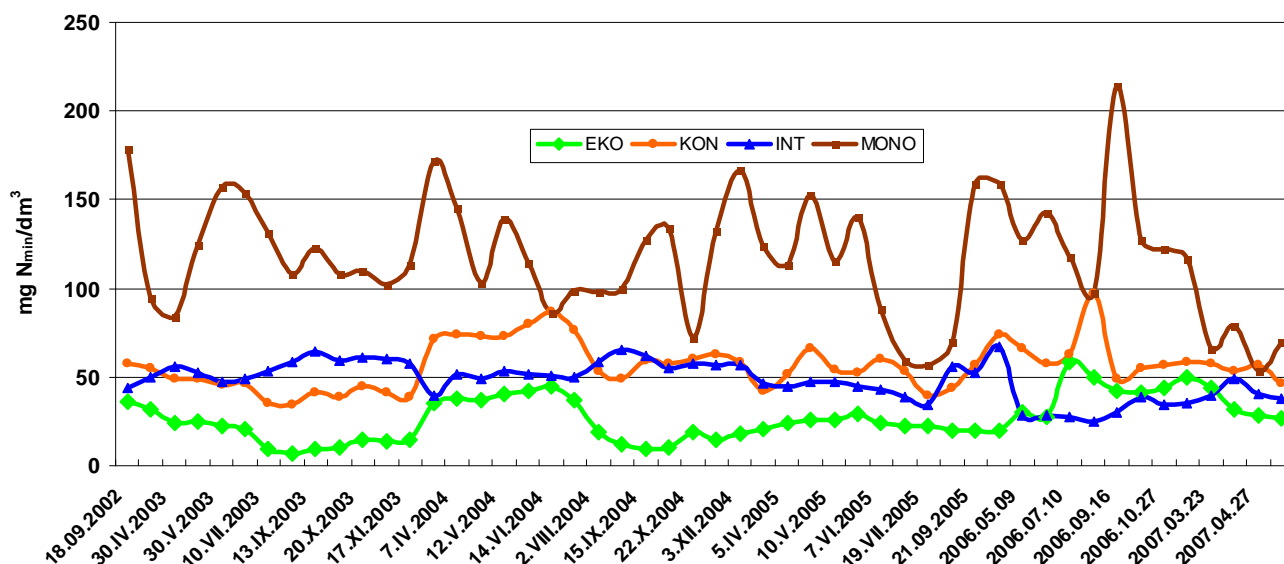
Zawartość azotu mineralnego w glebie w ocenianych systemach wykazywała dużą zmienność uwarunkowaną sposobem użytkowania poszczególnych pól oraz przebiegiem pogody wpływającym na tempo mineralizacji substancji organicznej i przemieszczanie się azotu

mineralnego w profilu glebowym. Późną jesienią najmniejszą ilość - 85 kg*ha⁻¹ azotu mineralnego (N-NO₃ + N-NH₄) w warstwie gleby 0-90 cm, średnio dla 5-polowego zmianowania, stwierdzono w systemie ekologicznym (tab. 6). W warunkach gospodarowania konwencjonalnego lub integrowanego ilość ta była większa o 22-26 kg/ha, zaś w monokulturze aż o 83 kg/ha. W systemie ekologicznym największe ilości azotu stwierdzano w stanowisku po koniczynie z trawą użytkowanej dwa lata oraz po ziemniaku, w systemie konwencjonalnym po rzepaku ozimym, zaś w integrowanym po roślinach strączkowych. Porównanie ilości azotu N_{min} z oznaczeń w terminie jesiennym i wiosennym wskazuje, że potencjalnie największe zagrożenie jego wymywaniem występuje w monokulturze - 73 kgN_{min}/ha), a najmniejsze w systemie ekologicznym - 10 kg N_{min}/ha (tab. 6). Pod monokulturą pszenicy ozimej stwierdzano również zdecydowanie największą koncentrację azotu mineralnego w roztworze glebowym we wszystkich terminach oznaczeń (rys. 1). Natomiast zdecydowanie najniższe wartości tego wskaźnika notowano w wielostronnym płodozmianie stosowanym w systemie ekologicznym. Wyniki dotyczące bilansu azotu w porównywanych systemach oraz symulacje jego strat drogą wymywania wskazują, że najmniejsze zagrożenie związane z rozproszaniem tego składnika w środowisku występuje w ekologicznym systemie produkcji, a największe w konwencjonalnym i monokulturze [4, 6, 17].

Tab. 6. Zawartość azotu mineralnego w kg N (N-NH₄ + N-NO₃)/ha w różnych systemach produkcji (profil 0-90 cm, średnio w zmianowaniu lata 2000/2008)

Table 6. The content of mineral nitrogen in kg N (N-NH₄ + NO₃-N) / ha in different production systems (0-90 cm profile, the average in the crop rotation, years 2000/2008)

Termin analiz	System produkcji			
	Ekologiczny	Konwencjonalny	Integrowany	Monokultura
Jesień	85	111	107	168
Wiosna	76	79	88	96
Różnica	10	32	18	73



Rys. 1. Zawartość N_{min} w przesączach glebowych
 Fig. 1. N_{min} concentration in soil filtrates

4. Wnioski

1. Największe plony porównywanych roślin uzyskano w integrowanym systemie produkcji, a w pozostałych obiektach obniżki plonu, średnio za 13 lat, wynosiły:

- pszenicy ozimej w systemie konwencjonalnym o 3%, w monokulturze o 25%, a w uprawie ekologicznej 30%;
- zbóż jarych (jęczmienia za 8 i pszenicy za 5 lat) o 17% w systemie konwencjonalnym i o 20% w systemie ekologicznym.
- ziemniaka w systemie ekologicznym o 30%.

2. Największą wydajność zmianowania w jednostek zbożowych uzyskano w systemie ekologicznym 65 i integrowanym 63. W systemie konwencjonalnym była ona mniejsza o 10%, a w monokulturze pszenicy ozimej o 25%.

3. W 13-letnim okresie prowadzenia badań nie stwierdzono w porównywanych systemach produkcji znaczących zmian w kształtowaniu podstawowych elementów żyzności gleby. W systemie ekologicznym wystąpił okresowy spadek zasobności gleby w potas, ale zastosowanie odpowiedniego nawożenia tym składnikiem zahamowało proces ubożenia gleby w potas. Natomiast w monokulturze uwidoczniła się tendencja spadku zawartości materii organicznej w glebie.

4. W systemie ekologicznym, w porównaniu do konwencjonalnego, stwierdzono wzrost wskaźników charakteryzujących aktywności biologiczną gleby.

5. Największe zagrożenie stratami azotu i możliwości jego rozproszenia w środowisku stwierdzono w monokulturze pszenicy ozimej oraz w systemie konwencjonalnym, zaś najmniejsze w systemie ekologicznym.

5. Literatura

[1] Feledyn-Szewczyk B., Duer I.: Zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w porównaniu z innymi systemami produkcji rolnej. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym

rolnictwie. Monografia t. 2, Wyd. PIMR Poznań, 2005: 68-76.

- [2] Feledyn-Szewczyk B., Duer I.: Konkurencyjność wybranych odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów testowana w warunkach rolnictwa ekologicznego. Biul. IHAR, 2008, 247: 3-13.
- [3] Gajda A., Martyniuk S.: Microbial biomass C and N and activity of enzymes in soil under winter wheat grown in different crop management systems", Pol. J. Environ. Stud., 2005, 14(2): 159-163.
- [4] Jończyk K.: Ocena wykorzystania i strat azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia t. 2, Wyd. PIMR Poznań, 2005: 77-83.
- [5] Jończyk K., Igras J.: Mineralstickstoffgehalt im Boden in einem ökologischen und einem konventionellen Pflanzenproduktionssystem. 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 01-04 März 2005: 189-190 (4.17).
- [6] Jończyk K., Stalenga J.: Wykorzystanie różnych metod do oceny bilansu azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. J. Res. Applic. Agricult. Eng., 51(2): 68-73.
- [7] Kuś J. Wstępne porównanie trzech systemów gospodarowania (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, 1998, Rolnictwo, 52, cz.II:119 - 126.
- [8] Kuś J., Jończyk K., Kawalec A.: Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach gospodarowania. Acta Agrophysica, 2007, 10(2), 407-417.
- [9] Kuś J., Mróz A.: Nasilenie chorób i plonowanie pszenicy ozimej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Prog. in Pl. Prot./Post. w Ochr. Roślin/, 2001, vol. 41 (2): 736-740.
- [10] Kuś J., Mróz A., Jończyk K.: Nasilenie chorób grzybowych wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej. J. Res. Applic. Agricult. Eng., 2006, 51(2): 88-93.
- [11] Martyniuk S., Książek A., Jończyk K., Kuś J.: Charakterystyka mikrobiologiczna gleby pod pszenicą ozimą uprawianą w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Journal of Research and Applications In Agricultural Engineering, 2007, Vol. 52(3), 113-116.

- [12] Niggli U. , Willer H. (2000). Organic agriculture research in Europe – present state and future prospects. Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference: 722-725.
- [13] Sawicka B., Kuś J.: Plon i jakość ziemiaka w zależności od systemu produkcji. Pam.Puł. , 2000, z. 120: 379-389.
- [14] Stalenga J. Ocena stanu odżywienia wybranymi makroelementami pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w różnych systemach produkcji roślinnej. Praca doktorska (maszynopis, IUNG Puławy), 2001.
- [15] Stalenga J., Jończyk K.: Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w systemie ekologicznym. Biul. IHAR, nr 245, 2007, 29-46.
- [16] Stalenga J., Jończyk K.: Yielding and selected leaf diseases of old winter wheat cultivars in the organic system. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, (Włochy), 2008: 504-507.
- [17] Stalenga J., Jończyk K., Kuś J.: Bilans składników pokarmowych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. Annales UMCS, 2004, Sec. E, t. 59, z. 1: 383-389
- [18] Szeflińska D., Jastrzębski A., Karg J.: Impact of different crop management systems on the richness of the communities of the above ground insects and soil insect larvae. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Biological Sciences, 2003, vol.51, nr 1: 35-50.
- [19] Vereijken P. i in.: Progress reports of the research network on integrated and ecological arable farming systems for EU and associated countries. 1. Designing prototypes. Wyd.. AB-DLO Wageningen, 1994: 1-87.