

Efektywność różnych systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny)

Wstęp

System rolniczy jest to sposób zagospodarowania przestrzeni rolniczej w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz ich przetwarzania, wyceniony kryteriami ekologicznymi i ekonomicznymi [Niewiadomski 1993]. Aktualnie najczęściej wyróżnia się trzy systemy gospodarowania w rolnictwie: konwencjonalny, integrowany i ekologiczny. Podstawą wyróżnienia tych systemów są stopień uzależnienia rolnictwa od dostaw przemysłowych środków produkcji, a głównie nawozów mineralnych i pestycydów, oraz przyjęte priorytety w realizacji celów ekonomicznych i ekologicznych rolnictwa. Wypracowanie założeń teoretycznych funkcjonowania powyższych systemów produkcji oraz ich analizy porównawcze są przedmiotem licznych opracowań naukowych, głównie zagranicznych [Jordan 1990, Vereijken 1992].

Prace badawcze nad porównaniem systemów gospodarowania nastęrczają wiele problemów metodycznych [Kuś 1996]. Można tu wyróżnić dwa sposoby rozwiązywania tego zagadnienia. W pierwszym analizie porównawczej są poddawane grupy gospodarstw prowadzone zgodnie z założeniami omawianych systemów, pod bezpośrednim nadzorem placówek naukowo-badawczych. W tej metodzie czynnikami utrudniającymi analizę wyników są: osobowość rolnika, zróżnicowany stopień kultury gleb, większa zmienność warunków siedliskowych itp. W związku z tym taka metodyka najczęściej jest wykorzystywana do porównawczych analiz ekonomiczno-organizacyjnych [Krasowicz 1996].

Szczegółowe badania przyrodnicze najczęściej prowadzi się na specjalnych doświadczeniach o powierzchni kilku lub nawet kilkunastu hektarów. Pole doświadczalne dzieli się na części, z których każda jest prowadzona zgodnie z zasadami danego systemu. Przyjmuje się nawet, że każda z wydzielonych części pola tworzy pewnego rodzaju eksperymentalne gospodarstwo. Do najbardziej znanych obiektów doświadczalnych prowadzonych w ten sposób należą [Vereijken 1994]: Nagele (Holandia), Lautenbach, Reinshof i Marienstein (Niemcy), Long Ashton (Anglia), Foulum (Dania), Logarden (Szwecja), Burgrain (Szwajcaria). Podobne doświadczenia założono również w IUNG, a celem niniejszego opracowania jest dokonanie wstępnej oceny porównywanych systemów.

Metodyka

Od 1994 r. w ZD IUNG Osiny (woj. lubelskie) jest prowadzone na glebie kompleksu 4 (żytni bardzo dobry) doświadczenie, w którym porównuje się różne systemy produkcji roślinnej. W każdym z systemów stosowane są zminowania oraz pozostałe elementy technologii produkcji dostosowane do jego specyfiki. Porównuje się następujące systemy:

- ekologiczny (ziemniak – jęczmień j. – koniczyna z trawą użytkowana 2 lata – pszenica oz. + poplon) – nie stosuje się nawozów mineralnych i pestycydów, jedynie Novodor w ziemniaku. Jeden raz w rotacji pod ziemniaki wnoszony jest kompost w dawce około 30 t/ha. Zwalczanie chwastów ogranicza się do kilkakrotnego stosowania brony chwastownika oraz jednokrotnego ręcznego pielienia ziemniaka przed ostatnim obredlaniem (nakład robocizny 40–80 rbh/ha, w zależności od stopnia zachwaszczenia);
- integrowany A (ziemniak – jęczmień j. + poplon – bobik – pszenica oz. + poplon) – nawożenie fosforem i potasem równoważące pobranie tych składników, azotem o 30–40% mniejsze niż w systemie konwencjonalnym. Chemiczne zabiegi ochrony roślin w miarę możliwości stosuje się zgodnie z potrzebami, z wykorzystaniem progów szkodliwości agrofagów. Jeden raz w rotacji pod ziemniaki jest stosowany kompost w dawce około 30 t/ha;
- integrowany B (bobik – pszenica oz. – pszenżyto + poplon) – zasady agrotechniki zbliżone jak w systemie A, przyorywana słoma bobiku i pszenżyta oraz poplon;
- konwencjonalny (rzepak oz. – pszenica oz.– jęczmień j.) – stosuje się intensywne technologie produkcji zalecane przez IUNG [Zalecenia... 1994], przyorywana słoma rzepaku i pszenicy;
- monokultura pszenicy ozimej – technologia intensywna, co drugi rok przyorywana słoma. Na polu doświadczalnym w latach 1992 i 1993 wysiewano pszenicę ozimą, w związku z tym okres objęty badaniami dotyczy 5–8 roku jej uprawy w monokulturze.

Doświadczenie jest prowadzone w jednym powtórzeniu, polami wszystkich roślin równocześnie, a wielkość każdego z pól wynosi 1 ha. Umożliwia to stosowanie agrotechniki zbliżonej do warunków produkcyjnych.

W opracowaniu omówiono wybrane wyniki uzyskane w latach 1996–1998 (3–5 rok prowadzenia badań). Zużycie chemicznych środków ochrony roślin, z uwagi na zróżnicowany asortyment stosowanych pestycydów, podano jako średnią liczbę zabiegów wykonanych pełną dawką preparatu. W przypadku

zużycia nawozów azotowych pod każdą z uprawianych roślin uwzględniono: uzupełniającą dawkę stosowaną na przyorywaną słomę, nawożenie poplonów oraz zasadnicze nawożenie każdego gatunku roślin.

Nakłady robocizny ustalono na podstawie czynności faktycznie wykonanych stosowanymi w doświadczeniach maszynami i ciągnikami, zgodnie z zapisami zawartymi w kartach dokumentacyjnych poszczególnych pól, przy wydajności normatywnej. W analizie pominięto słomę (dotyczy to pól, na których jej nie przyorywano). Założono, że koszt zbioru słomy jest równoważony przez jej wartość.

Koszty bezpośrednie obliczono dla całego okresu w cenach 1998 r., a składają się na nie koszty: materiałów, robocizny, siły pociągowej oraz usług kombajnowych. Do obliczeń przyjęto wartość 1 rbh 5,50 zł, natomiast wartość kosztów jednostkowych eksploatacji ciągników obliczono na podstawie metody stosowanej przez IBMER. W przypadku kombajnowania przyjęto wartość usługi 180 zł/h, a ceny pozostałych środków produkcji przyjęto według danych publikowanych przez ODR Końskowola. W systemach ekologicznym i integrowanym stosowano pod ziemniaki kompost, który był produkowany we własnym zakresie ze słomy zbóż, ściernianki oraz III i IV pokosu koniczyny z trawą. Uwzględniono nakłady robocizny i siły pociągowej na zbiór masy roślinnej, formowanie pryzmy i dwukrotne jej przerabianie w ciągu roku. Kosztami produkcji i stosowania kompostu w 50% obciążono ziemniak, a resztę rozdzielono równo na pozostałe rośliny zmianowania. Do określenia wartości produkcji przyjęto ceny obowiązujące w 1998 r. na terenie działania ODR Końskowola, które dla poszczególnych ziemiopłodów wynosiły: pszenica – 42, jęczmień i pszenżyto – 38, rzepak – 90, ziemniak – 18, bobik – 50. W systemie ekologicznym dwa pola zajmuje mieszanka koniczyny z trawami, którą trudno traktować jako produkcję towarową. Do wyliczenia wartości produkcji niezbędne było uwzględnienie koniczyn, w związku z tym założono 25% straty suchej masy w trakcie suszenia, a ceny siana przyjęto na poziomie 20 zł/dt.

Wyniki

Interpretując wyniki zestawione w tabeli 1 można generalnie stwierdzić, że w miarę przechodzenia od systemu ekologicznego do monokultury wzrastało zużycie nawozów azotowych, zwiększała się liczba chemicznych zabiegów ochrony roślin oraz rosły bezpośrednie koszty produkcji, a w konsekwencji tego malała nadwyżka bezpośrednia. W systemie ekologicznym, gdzie pszenicę wysiewano po 2-letniej koniczynie z trawami, średni plon

ziarna za okres 3 lat wynosił 4,8 t/ha. Zabiegi agrotechniczne w okresie jej wegetacji ograniczały się do 3–4-krotnego zastosowania brony chwastowni-ka, w związku z tym koszty produkcji były niskie i dzięki temu nadwyżka bezpośrednia wyrażona w ziarnie wynosiła 1,8 t z ha.

Tabela 1

Plon i wybrane wskaźniki oceny uprawy pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji (średnio za lata 1996–1998)

Wyszczególnienie	System produkcji				
	ekologiczny	integrowany A	integrowany B	konwencjonalny	mono-
	Z – Jj – Kc – Kc – Po*	Z – Jj – B – Po	B – Po – Psz	Rz – Po – Jj	kultura
Zaprawianie nasion	–	+	+	+	+
Nawożenie kg/ha:					
N	–	80	80	120	150**
P ₂ O ₅	–	50	70	75	75
K ₂ O	–	75	90	90	90
Liczba zabiegów ochrony roślin:					
herbicydy	–	1,3	1,3	1,7	2,3
fungicydy	–	1,7	1,7	2,3	2,3
insektycydy	–	0,3	0,7	0,7	0,3
antywylegacz	–	0,3	0,7	1,0	1,0
Bronowanie	3 – 4	1,0	1,0	1,0	1,0
Nakłady robocizny rbh/ha	27,7	33,2	23,4	24,3	27,2
Koszt materiałów zł/ha	240	871	875	964	1166
Bezpośrednie koszty produkcji zł/ha	1268	1986	1745	1857	2075
Plon ziarna w t z ha	4,82	5,99	5,59	6,00	4,55
Plon równoważący koszty bezpośrednie	3,02	4,73	4,16	4,42	4,94
Nadwyżka bezpośred- nia t/ha	1,80	1,26	1,43	1,58	– 0,39

* Z – ziemniak, Jj – jęczmień jary, Kc – koniczyna czerwona z trawami, Po – pszenica zima, B – bobik, Psz – pszenżyto ozime, Rz – rzepak ozimy.

** łącznie z azotem stosowanym na przorywaną słomę.

W systemie konwencjonalnym średni plon ziarna wyniósł 6 t/ha, jednak duży koszt zużytych przemysłowych środków produkcji obniżył wielkość nadwyżki bezpośredniej do 1,6 t/ha. Nieco gorszy wynik uzyskano w systemach integrowanych A i B. W wariancie A w płodozmianie typu norfolkskiego, w warunkach umiarkowanego zużycia nawozów azotowych (80 kg/ha) i chemicznych środków ochrony roślin (3,6 zabiegu), uzyskano zbliżony plon ziarna jak w systemie konwencjonalnym, a nadwyżka bezpośrednia wynosiła około 1,3 t/ha. Gorszy wynik jest tu spowodowany większymi nakładami robocizny związanymi z przygotowaniem i stosowaniem kompostu, natomiast w wariancie B plon ziarna pszenicy był o kilka procent mniejszy. W monokulturze uzyskany średni plon ziarna 4,5 t/ha nie pokrywał bezpośrednich kosztów produkcji. Przy relacjach cenowych obowiązujących w 1998 r. koszty te mógł zrównoważyć plon większy o 0,4 t/ha od faktycznie uzyskanego. O tak dużych kosztach bezpośrednich uprawy monokulturowej zadecydowało zużycie 150 kg/ha azotu (łącznie z uzupełniającą dawką stosowaną na słomę) oraz 6-krotne opryskiwanie łąnu agrochemikaliami (herbicydy, fungicydy, insektycydy i antywylegacz). Z uwagi na dużą presję chwastów, a głównie miotły zbożowej, stosowano selektywne, na ogół drogie herbicydy.

W przypadku jęczmienia jarego najkorzystniejszy wynik odnotowano w systemie ekologicznym (tab. 2). Koszty bezpośrednie były tu bardzo niskie, ponieważ w jęczmieniu stanowiącym roślinę ochronną dla wsiewki w okresie wegetacji nie stosowano żadnych zabiegów pielęgnacyjnych. W tej sytuacji przy plonie 4,0 t/ha nadwyżka bezpośrednia przekraczała 1,5 t/ha. W systemie integrowanym A, gdzie w stanowisku po ziemniaku przy małym zużyciu przemysłowych środków produkcji zebrano średnio 4,9 t/ha ziarna, nadwyżka bezpośrednia wynosiła 1,4 t/ha. W systemie konwencjonalnym zastosowanie intensywnej technologii produkcji umożliwiło uzyskanie w stanowisku po pszenicy ozimej stosunkowo dużego plonu ziarna (5,3 t/ha), ale również zdecydowanie wzrosły bezpośrednie koszty produkcji. W konsekwencji nadwyżka bezpośrednia była tu o 50% mniejsza niż w systemie integrowanym.

System produkcji wyraźnie różnicował plon ziemniaka (tab. 3). W uprawie ekologicznej zebrano średnio 21 t/ha bulw, z dużymi wahaniami w latach. Różnice te były spowodowane głównie terminem zainfekowania i stopniem opanowania roślin przez zarazę ziemniaczaną. Przy wczesnym porażeniu ziemniaka przez tę chorobę i dużym jej nasileniu w 1996 roku plon wynosił tylko 9 t/ha, natomiast w korzystnym 1998 r. dochodził do 30 t/ha. Stosowanie intensywnej mechanicznej pielęgnacji włącznie z ręcznym pieleniem przed ostatnim obredlaniem umożliwiało skuteczne ograniczenie zachwaszczenia.

Tabela 2

Plon i wybrane wskaźniki oceny uprawy jęczmienia jarego w różnych w różnych systemach produkcji (średnio za lata 1996–1998)

Wyszczególnienie	System produkcji		
	ekologiczny Z – Jj – Kc – Kc – Po	integrowany A Z – Jj – B – Po	konwencjonalny Rz – Po – Jj
Zaprawianie ziarna	–	+	+
Nawożenie kg/ha:			
N	–	50	120
P ₂ O ₅	–	50	50
K ₂ O	–	75	75
Liczba zabiegów ochrony roślin:			
herbicydy	–	1,0	1,0
fungicydy	–	1,0	2,0
insektycydy	–	–	0,3
antywylegacz	–	–	1,0
Bronowanie	–	1,0	1,0
Nakłady rbh	17,5	26,0	24,4
Koszt materiałów zł/ha	272	443	616
Bezpośrednie koszty produkcji zł/ha	929	1330	1487
Plon ziarna t/ha	4,03	4,90	5,28
Plon równoważący koszty bezpośrednie t/ha	2,47	3,50	4,50
Nadwyżka bezpośrednia t/ha	1,56	1,40	0,72

Również zwalczanie stonki ziemniaczanej preparatem Novodor, który można stosować w rolnictwie ekologicznym, w zadowalającym stopniu zmniejszało szkody powodowane jej żerowaniem. W sumie w systemie ekologicznym nakłady robocizny na uprawę ziemniaka były o około 50 rbh/ha większe niż w systemie integrowanym, natomiast koszty materiałowe zdecydowanie mniejsze. Przy relacjach cenowych przyjętych dla 1998 r. uzyskany w systemie ekologicznym plon ziemniaka prawie równoważył bezpośrednie koszty produkcji. W systemie integrowanym A zebrano średnio 30 t/ha bulw ziemniaka. Koszty materiałowe spowodowane nawożeniem i stosowaniem pestycydów były o około 30% większe niż w systemie ekologicznym. W związku z tym bezpośrednie koszty produkcji pokrywała dopiero sprzedaż 25 t bulw, a nadwyżka bezpośrednia w tym systemie wynosiła jedynie 5 t/ha.

Tabela 3

Plon i wybrane wskaźniki oceny uprawy ziemiaka w systemie ekologicznym i integrowanym (średnio za lata 1996–1998)

Wyszczególnienie	Systemy produkcji	
	ekologiczny Z – Jj – Kc – Kc – Po	integrowany A Z – Jj – B – Po
Nawożenie kg/ha:		
N	–	105*
P ₂ O ₅	–	50
K ₂ O	–	90
kompost t/ha	33	33
Liczba zabiegów ochrony roślin:		
herbicydy	–	1,33
fungicydy	–	3,67
insektycydy	2,33	2,67
Ręczne pielnie rbh/ha	40–60	–
Bronowanie	2,3	0,7
Obredlenie	5,3	3,3
Nakłady robocizny rbh/ha	182	133
Koszt materiałów zł/ha	1361	2083
Bezpośrednie koszty produkcji zł/ha	3804	4471
Plon t z ha	20,9	29,8
Plon równoważący koszty bezpośrednie t/ha	21,1	24,8
Nadwyżka bezpośrednia t z ha	–0,2	5,0

* łącznie z nawożeniem poplonu.

W tabeli 4 zestawiono ważniejsze wskaźniki produkcyjne, ekonomiczne i ekologiczne charakteryzujące porównywane systemy produkcji roślinnej.

Najwyższą produktywność, mierzoną plonem jednostek zbożowych, uzyskano w systemie ekologicznym. Było to częściowo spowodowane bardzo dużymi plonami koniczyny z trawami. Średni plon zielonej masy z 3 pokosów w pierwszym roku wynosił około 85 t/ha, a w drugim roku użytkowania z 2 pokosów 60 t/ha. Gospodarstwo ekologiczne dla zamknięcia obiegu składników nawozowych powinno prowadzić produkcję zwierzęcą. W analizowanym modelu uzyskana produkcja pasz (koniczyna z trawami) pozwala na utrzymanie 5 krów mlecznych (1 szt./ha). W systemach integrowanych i konwencjonalnym wydajność była o około 15–20% mniejsza, zdecydowanie zaś najmniejsza w monokulturze pszenicy.

Tabela 4

Wybrane wskaźniki produkcyjne i ekonomiczne oceny porównywanych systemów produkcji roślinnej w przeliczeniu na 1 hektar (średnio za lata 1996–1998)

Wyszczególnienie	System produkcji				
	ekologiczny Z – Jj – Kc – Kc – Po	integrowany A Z – Jj – B – Po	integrowany B B – Po – PsZ	konwencjonalny Rz – Po – Jj	monokultura pszenicy oz.
Wydajność jednostek zbożowych z ha	67,1	58,9	53,6	57,1	45,5
Zużycie nawozów kg/ha: N	–	69	75	133	150
P ₂ O ₅	–	50	60	59	75
K ₂ O	–	79	85	79	100
Liczba zabiegów ochrony roślin:					
herbicydy	–	1,2	1,1	1,6	2,3
fungicydy	–	1,6	0,9	1,6	2,3
insektycydy	0,5	1,7	0,9	1,2	0,3
antywylegacz	–	0,1	0,7	0,7	1,0
Nakłady robocizny rbh/ha	59,1	54,0	22,9	23,0	27,2
Koszt materiałów zł/ha	417	1018	824	853	1166
Bezpośrednie koszty produkcji zł/ha	1543	2327	1708	1677	2075
Wartość plonów zł/ha	2243	2978	2163	2388	1911
Nadwyżka bezpośrednia zł/ha	700	651	455	711	– 164

Uproszczone kryterium ekologicznej oceny porównywanych systemów może stanowić zużycie nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin. Ocena ta jest utrudniona w związku z różnym doбором uprawianych roślin, jednak można stwierdzić, że obok systemu ekologicznego korzystnie wypadają systemy integrowany A i B. W wariacie A używano około 70 kg/ha nawozów azotowych i przeciętnie stosowano 4,6 chemicznych zabiegów ochrony roślin. Liczbę zabiegów ochrony roślin zwiększała tu uprawa ziemniaka, który każdego roku był 3–4-krotnie opryskiwany fungicydami i 2–3-krotnie insektycydami (tab. 3), natomiast w pszenicy i jęczmieniu zużycie pestycydów było ograniczone. W wariacie B zużycie nawozów było zbliżone, a pestycydów mniejsze, co wynika z doboru uprawianych roślin (bobik, pszenica i pszenżyto). W systemie konwencjonalnym i monokulturze pszenicy ozimej używano 2-krotnie więcej nawozów azotowych i więcej pestycydów niż w systemie integrowanym.

Przyjmując wielkość nadwyżki bezpośredniej za podstawę oceny ekonomicznej, należy stwierdzić, że przy stosowanej technologii i uzyskiwanych plonach produkcja pszenicy w monokulturze przynosiła stratę w wysokości 160 zł/ha/rok. Stosunkowo małą nadwyżkę bezpośrednią uzyskano również w systemie integrowanym B. Należy to wiązać z niskimi cenami nasion bobiku (50 zł/dt), który nawet przy stosunkowo dużym plonie (43 dt/ha) przynosił mały dochód. Również uprawa poplonu w tym systemie zwiększała bezpośrednio koszty produkcji. Zbliżonej wielkości nadwyżki bezpośrednio (około 700 zł/ha) uzyskano w pozostałych systemach (ekologiczny, integrowany A i konwencjonalny). Należy podkreślić, że gospodarstwo ekologiczne może uzyskać wyższe ceny za ziemiopłody, sprzedając je jako tzw. bioprodukty. Wiąże się z tym jednak dodatkowe koszty przygotowania i sprzedaży ziemiopłodów, dlatego dla uproszczenia analizy przyjęto jednakowe ceny zbytu. System ekologiczny, dzięki wyeliminowaniu agrochemikaliów, wyróżniał się niskimi materiałowymi kosztami produkcji oraz największymi nakładami robocizny. Duże nakłady robocizny ponoszono również w systemie integrowanym A, co jest związane z uprawą ziemniaka i przygotowaniem kompostu.

Podsumowanie

Dotychczasowe 5-letnie wyniki badań należy traktować jako wstępne, gdyż w siedlisku nie wytworzył się jeszcze nowy stan równowagi spowodowany kompleksowym oddziaływaniem ocenianych systemów. Nie uwzględniono również zmian w zasobności gleby, a ocena ekonomiczna z uwagi na duże wahania cen w latach oraz brak premii cenowej dla ziemiopłodów rolnictwa ekologicznego może być traktowana jedynie jako wstępna analiza porównawcza. Uzyskane wyniki wskazują jednak, że:

- 1) ekologiczny system gospodarowania na glebach średnich, w warunkach bardzo poprawnej agrotechniki, umożliwia uzyskanie plonów zbóż na poziomie 4–5 t z ha i ziemniaka około 20–25 t z ha; wyniki uproszczonej analizy ekonomicznej wskazują, że przy uzyskanym poziomie wydajności system ten może być konkurencyjny dla konwencjonalnego sposobu gospodarowania;
- 2) system integrowany wariant A (z 4-polowym płodozmianem) pod względem efektywności ekonomicznej produkcji roślinnej jest porównywalny z pozostałymi systemami, natomiast B (z 3-polówką) uzyskał niższą ocenę, co może być następstwem zróżnicowanych cen poszczególnych ziemiopłodów w latach; względnie małe zużycie w tych systemach przemysłowych

- środków produkcji (nawozy i środki ochrony roślin) może wskazywać, że ich ujemne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze będzie bardzo ograniczone. Dodatni bilans substancji organicznej w rotacji płodozmianu powinien warunkować wzrost żyzności gleby;
- 3) system konwencjonalny pod względem efektywności ekonomicznej nie ustępuje pozostałym systemom; z uwagi na duże zużycie przemysłowych środków produkcji może stwarzać zagrożenia dla środowiska przyrodniczego, ponadto w dłuższym okresie może się ujawnić jego ujemne oddziaływanie na żyzność gleby;
 - 4) uprawa pszenicy w monokulturze przynosiła stratę około 160 zł/ha/rok; bardzo duże zużycie przemysłowych środków produkcji może stwarzać również zagrożenie dla środowiska przyrodniczego.

Literatura

- JORDAN I.V., 1990: Long Ashton low input farming and environment (LA. LIFE). *Schweiz. Landw. For.*, t. 29 (4): 389–391.
- KRASOWICZ S., 1996: *Analiza i ocena gospodarstw ekologicznych integrowanych i tradycyjnych w rejonie Polski północno-wschodniej na tle warunków przyrodniczych i ekonomicznych rolnictwa*. Wyd. IUNG Puławy, ser. H (11): 1–118.
- KUŚ J., 1996: *Systemy gospodarowania w rolnictwie – rolnictwo ekologiczne*. Wyd. IUNG Puławy, Mat. szkol. 45/95: 1–62.
- MAJEWSKI E., 1995: Koncepcja systemu integrowanej produkcji rolniczej. *Zag. Ekonom. Rol.*, z. 6: 39–55.
- NIEWIADOMSKI W., 1993: *Rolnictwo jutra*. Mat. konf. „Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenia chorobowe roślin”. Wyd. AR-T Olsztyn: 9–23.
- VEREIJKEN P., 1992: A methodic way to more sustainable farming systems. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, t. 40: 209–223.
- VEREIJKEN P. i in., 1994: *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: 1–87.
- Zalecenia agrotechniczne, 1994: *Technologie uprawy roślin*, Wyd. IUNG Puławy, ser. P(56/1–34).

Efficiency of different crop production systems (conventional, integrated and ecological systems)

Abstract

In the framework of the research conducted since 1994 there have been compared the following systems of crop production: ecological, integrated and conventional (high- and low input) systems as well as monoculture of winter wheat. Crop rotations and other elements of production technology have been applied in accordance with specific features of particular systems.

In the frame of ecological system, the cereals yield ranged from 4 to 5 tons per 1 ha, whereas potatoes yield amounted for about 20–25 tons per 1 ha. The yields were about 10–30% lower of these in the conventional system. Economic analysis shows that ecological system can compete with conventional one, provided that the first is able to reach the production efficiency similar to mentioned level.

According to the economic efficiency of crop production, the high-input integrated system (four-course crop rotation) is comparable with other systems, whereas the low-input one (three-course crop rotation) has been assessed worse as a result of selected crops prices differentiation in successive years.

The negative influence of used industrial factors of crop production (artificial fertilisers, pesticides) on the environment can be reduced in these systems by diminishing their input.

Taking into account the economic efficiency, conventional system cannot be graded lower than other systems. However, high input of industrials in this system can be dangerous for natural environment. Moreover, their negative influence on soil fertility may become evident in long term perspective.

The winter wheat cultivation generated losses, additionally the high level of industrial inputs can have negative influence on the natural environment.