

EVALUATION OF THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF CONVERSION FROM CONVENTIONAL INTO ORGANIC FARMING SYSTEM

Summary

In the paper the economic and environmental effects of conversion from conventional into organic farming system was analyzed. The research was conducted in 2004-2008 at the Experimental Station of IUNG-PIB in Grabów. Cropping pattern, crop yielding and productivity of the whole crop rotations were evaluated in the economic part of the research. Whereas in the environmental part of research soil fertility in P and K, soil pH, nutrient and organic matter balance and concentration of N_{min} in a soil profile were analyzed. Conversion of a farm from conventional into organic farming system decreased plant productivity by around 24%. In a consequence of transforming the forage base and at the same milking cows density a slightly greater milk production was achieved. Analysis of soil nutrient fertility revealed on some fields a tendency to drop a potassium and phosphorus content in soil, and therefore there will be a need for application of appropriate fertilizers. Monitoring of N_{min} content in soil and organic carbon indicated a lack of environmental risks and a positive balance of organic matter.

SKUTKI PRODUKCYJNE I ŚRODOWISKOWE PRZEKSZTAŁCENIA GOSPODARSTWA Z KONWENCJONALNEGO SYSTEMU PRODUKCJI NA EKOLOGICZNY

Streszczenie

W pracy dokonano analizy procesu przestawiania gospodarstwa z konwencjonalnego systemu produkcji na ekologiczny. Badania prowadzono w latach 2004-2008 w Zakładzie Doświadczalnym Grabów należącym do IUNG – PIB w Puławach. Ocenę organizacyjno-produkcyjną przeprowadzono porównując strukturę zasiewów, plonowanie roślin i wydajność zmianowań. Skutki środowiskowe oceniano na podstawie zmian: zasobności gleb w podstawowe składniki pokarmowe P i K, odczynu gleb, bilansu materii organicznej, fosforu i potasu oraz zawartości N_{min} w profilu glebowym. Transformacja gospodarstwa z systemu konwencjonalnego na ekologiczny spowodowała spadek produktywności roślin o ok. 24%. W efekcie przekształcenia bazy paszowej przy zachowaniu tej samej obsady krów uzyskano nieznacznie większą produkcję mleka. Analiza zasobności gleb w podstawowe składniki pokarmowe wykazała na niektórych polach tendencję spadku zawartości potasu i fosforu w glebie, a tym samym konieczność interwencyjnego nawożenia tymi składnikami. Monitoring zawartości N_{min} w glebie i węgla organicznego wskazuje na brak zagrożeń środowiskowych i dodatni bilans materii organicznej.

1. Wprowadzenie

Transformacja gospodarstwa z systemu konwencjonalnego na ekologiczny pociąga za sobą szereg problemów organizacyjnych i ekonomicznych [1, 6]. Skutki tego procesu prześledzono w IUNG – PIB na bazie zakładu doświadczalnego Grabów przekształconego w gospodarstwo ekologiczne o profilu produkcji mlecznej. Na przestrzeni 4 lat przeprowadzono całkowitą zmianę organizacji produkcji roślinnej w gospodarstwie, dostosowano zmianowanie i agrotechnikę do zasad rolnictwa ekologicznego. Równoległe z oceną skutków produkcyjnych oraz identyfikacją czynników ograniczających plonowanie roślin prowadzono monitoring wybranych wskaźników oceny stanu środowiska: zasobności gleb w składniki pokarmowe, bilansu substancji organicznej, zawartości azotu mineralnego w glebie.

Celem badań była identyfikacja problemów organizacyjnych i agrotechnicznych w procesie przestawiania gospodarstwa z konwencjonalnego systemu produkcji na ekologiczny oraz ocena tego procesu w kontekście produkcyjnym i środowiskowym.

2. Materiały i metody

Badania prowadzono w latach 2004-2008 w ZD Grabów należącym do IUNG – PIB w Puławach. W roku 2004 wydzielono z ogólnej powierzchni zakładu 38,1 ha gruntów

ornych i 24 ha użytków zielonych, które systematycznie do 2008 roku przekształcano z systemu gospodarowania konwencjonalnego na ekologiczny (tab. 1). Nowo powstałe gospodarstwo zachowało dotychczasowy – mleczny profil produkcji. Gospodarstwo położone jest w woj. mazowieckim na glebach płowych o uziarnieniu piasku gliniastego mocnego przechodzącego w glinę lekką, z dominującym udziałem gleb kompleksu żytniego bardzo dobrego. Gleby pod użytkami zielonymi to w przeważającej części gleby mineralno – murszowe. W opracowaniu przedstawiono skutki produkcyjne i środowiskowe powstałe w procesie przekształcenia gospodarowania. Porównano strukturę zasiewów, plonowanie roślin i wydajność zmianowa. W trakcie wegetacji roślin prowadzono ocenę występowania czynników ograniczających plonowanie, zachwaszczenia i nasilenia patogenów grzybowych. Skutki środowiskowe oceniano na podstawie zmian: zasobności gleb w P i K, odczynu gleb, bilansu substancji organicznej, fosforu i potasu oraz zawartości N_{min} w profilu glebowym. Monitoring zasobności gleb i zawartości N_{min} prowadzono w stałych punktach pól płodozmiennych. Odczyn gleb, zawartość próchnicy, P i K, oznaczano według metodyki stosowanej w stacjach rolniczo-chemicznych. Bilans składników pokarmowych wykonano metodą OECD na powierzchni pola wykorzystując program MACROBIL (4). Oznaczenia N_{min} wykonywano jesienią i wiosną w profilu 0-90 cm, azot

oznaczano w wyciągu 1% K_2SO_4 metodą kolorymetrii przepływowej. Bilans substancji organicznej wykonano wykorzystując koncepcję współczynników reprodukcji i degradacji próchnicy (2).

3. Wyniki

Przekształcenie gospodarstwa w Grabowie z systemu konwencjonalnego na ekologiczny zapoczątkowano w 2004 roku. Proces realizowano etapami zmieniając stopniowo strukturę zasiewów, a tym samym agrotechnikę i bazę paszową. Przyjęto założenie, że stopniowe przejście z systemu produkcji konwencjonalnego na ekologiczny spowoduje mniejszy spadek produktywności roślin i wydajności krów. W opracowaniach na temat rolnictwa ekologicznego podkreśla się, że problemy pojawiające się na etapie zmiany systemu gospodarowania (związane często z ograniczeniem zachwaszczenia lub zbilansowaniem gospodarki nawozowo – paszowej) łatwiej eliminować w przypadku przekształceń realizowanych etapowo i w gospodarstwach z produkcją bydła [9].

4. Organizacja i wydajność produkcji roślinnej

Przed przekształceniem, w strukturze użytkowania gruntów w ZD Garbów, grunty orne stanowiły około 68 % (62,5 ha), użytki zielone 29 % (27 ha), inne 3% (3 ha). W nowo powstałym gospodarstwie ekologicznym o pow. całkowitej 62,1 ha, udział gruntów ornyczych wynosi 61% (38,1 ha), a użytków zielonych 39% (24 ha) Struktura ta jest podobna do występującej średnio w gospodarstwach ekologicznych w kraju z zastrzeżeniem, że w ocenianym gospodarstwie obsada zwierząt jest 3 krotnie większa i wynosi 1,2 $DJP*ha^{-1}$ UR [11]. Wyjściowy system gospodarowania (konwencjonalny) opierał się na uproszczonym 3 – polowym zmianowaniu zbożowym: kukurydza – jęczmień jary – pszenica ozima. Zmianowanie to z 70% udziałem zbóż charakteryzowało się krótką rotacją i pociągało za sobą konieczność uprawy dwóch roślin kłosowych po sobie. Sytuacja ta sprzyjała występowaniu agrofagów i dla zapewnienia wysokich plonów wymagała stosowania intensywnych zabiegów ochrony. Oceniając system ochrony roślin realizowany w tym systemie należy zwrócić uwagę na niedostateczne zmianowanie substancji aktywnych, wąski asortyment uprawianych gatunków oraz małą liczbę mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych. Zmiana organizacji produkcji roślinnej polegała na zwiększeniu w strukturze zasiewów udziału roślin pastewnych do około 60%. Kluczową zmianą w organizacji bazy paszowej było zastąpienie w uprawie na gruntach ornyczych kukurydzy mieszkankami zbożowo-strączkowymi i mieszkanką koniczyny z trawami. Dodatkowo włączono do zmianowania poplony, a użytki zielone poddano renowacji zwiększając w składzie wysiewanych mieszanek udział roślin motylkowatych (tab. 1-3).

Ocena uproszczonego zmianowania zbożowego w porównaniu z pastewnym (tab. 2 i 3), w kontekście realizacji funkcji ochronnej wyrażanej indeksem pokrycia gleby, jest negatywna. Udział tzw. „zielonych pól” w zmianowaniu uproszczonym wynosił 35-36%, a w pastewnym 68-80%. W świetle zaleceń dobrej praktyki rolniczej dla obszarów nizinnych, płaskich zaleca się 60-65% udział pokrycia gruntów na okres jesienno zimowy [2].

Ocena plonowania roślin i wydajności zmianowań w porównywanych sposobach gospodarowania wskazuje na spadek produktywności po zmianie sposobu gospodarowania z konwencjonalnego na ekologiczny. Największe różni-

ce odnotowano w przypadku pszenicy ozimej, spadek około 50%, plony jęczmienia jarego były mniejsze o 22%. Obserwacje te są zbieżne z wynikami innych badań wskazującymi, że w systemie ekologicznym w porównaniu do konwencjonalnego różnice w plonach zbóż są większe w przypadku gatunków o większych wymaganiach agrotechnicznych i gorszych warunkach glebowych [9, 10]. Mniejsza wydajność zbóż po zmianie sposobu gospodarowania wynika głównie z gorszego zagęszczenia łanów i mniejszej dorodności ziarna. Spośród agrofagów ograniczających plon ziarna zbóż uprawianych ekologicznie większe znaczenie (głównie w zasiewach pszenicy) miało zachwaszczenie niż choroby grzybowe. Niekorzystny wpływ na efekty produkcyjne miał również gorszy stan odżywienia roślin, szczególnie w okresie kształtowania ziarna. Stosunkowo niskie plony roślin pastewnych oraz duże ich wahania w latach spowodowały mniejszą o około 24% wydajność całego zmianowania. Dodatkowo konieczność renowacji użytków w powiązaniu z deficytem opadów w latach 2005-2007 spowodowały zmniejszenie ogólnej produkcji roślinnej (GO i TUZ) z 43,8 j.zb w systemie konwencjonalnym do 29,5 j.zb. w systemie ekologicznym (tab. 4).

5. Produkcja zwierzęca

Uwarunkowania siedliskowe ZD Grabów związane z dużym udziałem użytków zielonych determinują profil jego produkcji – chów bydła mlecznego. Podstawę żywienia w gospodarstwie przed przekształceniem stanowiły pasze objętościowe produkowane na użytkach zielonych i gruntach ornyczych (kukurydza i jęczmień jary). Po przekształceniu produkcji roślinnej podstawową paszę stanowią sianokiszonki produkowane na gruntach ornyczych (mieszkanki zbożowo-strączkowe i koniczyna z trawami) oraz użytki zielone. Reorganizacja produkcji pasz na gruntach ornyczych umożliwia przy renowacji TUZ i dużych wahaniami plonów oraz okresowych suszach ograniczyć ryzyko związane z niedoborem paszy (np. w roku 2006). W okresie przekształcenia sposobu gospodarowania zmniejszono nieznacznie obsadę zwierząt z 1,4 $DJP*ha^{-1}$ UR do 1,2 $DJP*ha^{-1}$, zachowując taką samą liczbę krów (tab. 5). W efekcie przekształcenia bazy paszowej, w tym istotnej poprawie jakości runi na użytkach zielonych, uzyskano nieznacznie większą wydajność mleka w przeliczeniu na krowę i ha UR (tab. 5).

Na podstawie analizy produktywności roślin na gruntach ornyczych i użytkach zielonych stwierdzono, że ilość produkowanych pasz objętościowych w całości pokrywa potrzeby pokarmowe utrzymywanego погоłowia krów. Optymalizacja dawek żywieniowych wymaga zwiększenia produkcji zbóż w celu pełnego pokrycia zapotrzebowania na śrutę zbożowe. Pewne problemy wynikały z nadmiaru składników białkowych w okresie żywienia letniego oraz zabezpieczenia dostatecznej ilości słomy na ściółkę.


6. Oddziaływania środowiskowe

Analiza zasobności gleb w podstawowe składniki pokarmowe wykazała, że na wszystkich polach po zmianie sposobu gospodarowania wystąpił spadek zawartości fosforu, a na niektórych tendencja spadku zawartości potasu. Efekt ten mógł być związany z tym, że w okresie konwersji większą część nawozów naturalnych stosowano na użytki zielone. Wyniki te wskazują na konieczność monitoringu zasobności gleb w P i K i potrzebę nawożenia tymi składnikami. Największe spadki zasobności gleb w fosfor, poniżej zasobności na poziomie średnim, odnotowano na polach

Tab. 1. Plan zasiewów w ZD Grabów w latach 2002-2008

Table 1. Cropping structure in the Experimental Station in Grabów in 2002-2008

Numer pola	Rok 2002	Rok 2003	Rok 2004	Rok 2005	Rok 2006	Rok 2007	Rok 2008
I	jęczmień jary	pszenica ozima	kukurydza	mieszanka zbożowo-strączkowa (ziarno)	pszenżyto + poplon	mieszanka zbożowo-strączkowa + wsiewka (zielonka)	koniczyna czerwona + trawy I rok
II	pszenica ozima	kukurydza	jęczmień jary	pszenica ozima	mieszanka zbożowo-strączkowa (ziarno)	pszenica ozima + poplon	mieszanka zbożowo-strączkowa + wsiewka (zielonka)
III	pszenica ozima	pszenica ozima	jęczmień jary + wsiewka	koniczyna czerwona + trawy I rok	koniczyna czerwona + trawy II rok	jęczmień jary	pszenica ozima
IV	pszenica ozima	kukurydza	jęczmień jary	pszenica ozima	kukurydza	mieszanka zbożowo-strączkowa (ziarno)	żyto
V	kukurydza	jęczmień jary	pszenica ozima	mieszanka zbożowo-strączkowa + wsiewka (zielonka)	koniczyna czerwona + trawy I rok	koniczyna czerwona + trawy II rok	jęczmień jary
TUZ	renowacja użytków zielonych						

 - pola użytkowane ekologicznie

Tab. 2. Powierzchnia i struktura zasiewów w ZD Grabów przed zmianą systemu gospodarowania (gospodarowanie konwencjonalne)

Table 2. Area and structure of a cropping pattern in the Experimental Station in Grabów before conversion into organic farming system

Roślina	2002	2003	2004
Kukurydza ++	16,3* (29,4**)	15,5 (28,5)	20,3 (32,5)
Jęczmień jary	19,0 (34,3)	18,4 (34,0)	20,9 (33,4)
Pszenica oz.	20,1 (36,4)	20,4 (37,5)	19,4 (31,0)
Pszenżyto oz.	-	-	2,0 (3,2)

*/ pow. w ha, **/ udział w %

Tab. 3. Powierzchnia i struktura zasiewów w ZD Grabów po zmianie systemu gospodarowania (gospodarowanie ekologiczne)

Table 3. Area and structure of a cropping pattern in the Experimental Station in Grabów after conversion into organic farming system

Roślina	2007	2008
Mieszanka zb./strączkowa (ziarno)	12,1* (31,8**)	-
Mieszanka zb./strączkowa (zielonka)	5,9 (15,5)	6,4 (16,8)
Koniczyna + trawy	7,5 (19,7)	12,1 (31,8)
Pszenica ozima	6,4 (16,8)	6,2 (16,3)
Jęczmień jary	6,2 (16,3)	7,5 (19,7)
Żyto	-	5,9 (15,5)

*/ pow. w ha, **/ udział w %

Tab. 4. Plonowanie roślin i wydajność zmianowań w jednostkach zbożowych

Table 4. Yielding of crops and productivity of the whole crop rotations expressed in cereal units

Roślina	Gospodarowanie konwencjonalne 2002-2004		Gospodarowanie ekologiczne 2005-2007	
	t*ha ⁻¹	j.zb. *ha ⁻¹	t*ha ⁻¹	j.zb. *ha ⁻¹
Kukurydza ++ *	40,5 (34,6-49,5)**	48,6	-	-
Jęczmień jary	4,12 (3,6-5,0)	41,2	3,22	32,2
Pszenica ozima	6,15 (4,3-8,3)	61,5	3,08 (2,8-3,3)	30,8
Mieszanka zb./strączk. (ziarno)	-	-	2,81 (2,6-3,1)	33,6
Mieszanka zb./strączk. (zielonka)	-	-	36,15 (25,3-54,7)	31,6
Koniczyna + trawy	-	-	41,87 (20,0-66,4)	62,8
Srednio		50,4		38,2
TUZ* - pastwisko	41,2	49,4	15,9	19,1
- łąki	7,9	31,6	7,8	31,2
Średnia ogólna		43,8		29,5

*/ plon zielonej masy; ** - wartości min - max

Tab. 5. Produkcja zwierzęca
Table 5. Animal production

Wyszczególnienie	Gospodarowanie konwencjonalne 2002-2004	Gospodarowanie ekologiczne 2005-2007
Bydło ogółem:	84	76
w tym krowy	53	53
Obsada DJP*100ha ⁻¹ UR	135	123
Produkcja mleka l/szt.	5523	5973
Produkcja mleka l*ha ⁻¹ UR	4698	5202

Tab. 6. Bilans materii organicznej gleby w płodozmianach: uproszczonym zbożowym (konwencjonalnym) i pastewnym (ekologicznym)

Table 6. Soil organic matter balance in simplified cereal(conventional) and fodder (organic) crop rotations

Roślina	Powierzchnia (ha)	Współczynniki deg./rep.* (t*ha ⁻¹)	Nawożenie nawozami naturalnymi, poplony (t*ha ⁻¹)	Współczynniki deg./rep. dla nawozów naturalnych (t*ha ⁻¹)	Bilans s. org. dla pola (t)
Gospodarowanie konwencjonalne					
Kukurydza ++	17	-1,15	35 **	0,35	32,5
Jęczmień jary	19	-0,53			-10,6
Pszenvica ozima	20	-0,53			-10,1
Bilans materii organicznej t*ha ⁻¹					0,21
Gospodarowanie ekologiczne					
Mieszanka zb./strączk.	12	0,35			4,2
Pszenvica ozima + (poplon)	6,5	-0,53 (0,32)	24	0,32	-1,3
Miesz. zb./strączk. + (wsiewka)	6	0,35 (0,7)	12	0,7	6,3
Koniczyna + trawy	7,5	1,96			14,7
Jęczmień jary	6	-0,53			-3,2
Bilans materii organicznej t*ha ⁻¹					0,54

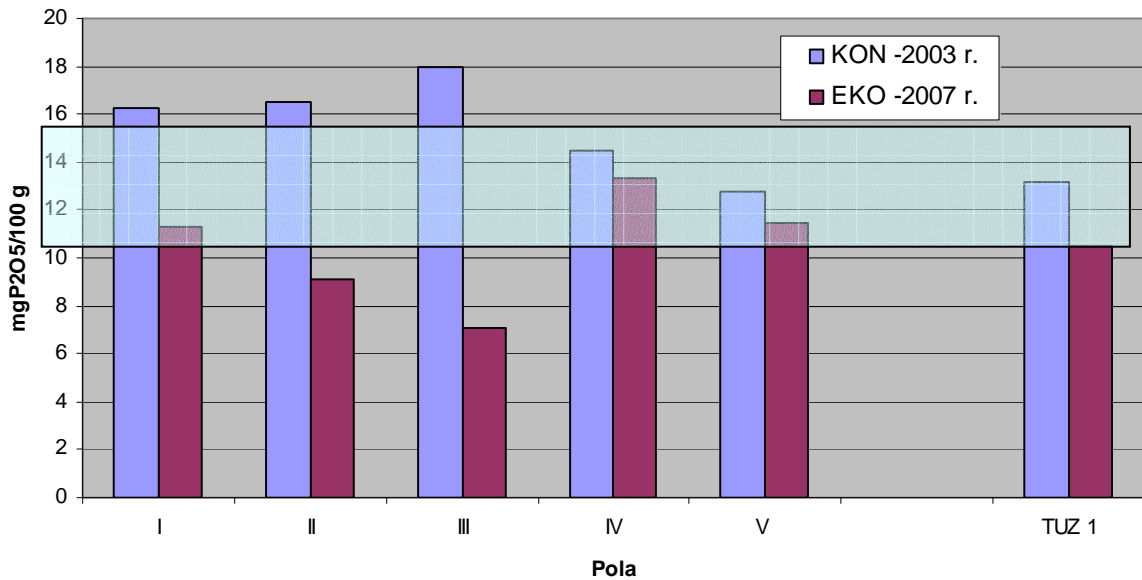
* - wg. Eicha i Kundlera za (2), ** - świeża masa

Tab. 7. Zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym 0-90 cm w kg N_{min}*ha⁻¹
Table 7. Content of mineral nitrogen in a soil profile (0-90 cm) in kg N_{min}*ha⁻¹

Lata	Profil gleby	Pole												Średnio dla zmianowania (bez TUZ)	
		I		II		III		IV		V		TUZ			
		jesień	wiosna	jesień	wiosna	jesień	wiosna	jesień	wiosna	jesień	wiosna	jesień	wiosna	jesień	wiosna
2006/ 2007	0-30	22	36	69	40	24	46	69	43	45	27	48	57	46	38
	30-60	10	20	35	15	9	43	69	33	13	11	32	55	27	24
	60-90	3	17	27	7	4	22	33	36	5	5	26	45	14	17
	0-90	35	73	131	61	36	111	171	111	63	43	105	157	105	157
2007/ 2008	0-30	36	15	40	32	46	33	55	7	27	42	80	44	41	26
	30-60	20	11	15	30	43	35	26	4	11	34	37	24	23	23
	60-90	17	8	7	25	22	30	7	6	5	14	14	25	11	17
	0-90	73	34	61	87	111	97	88	17	43	90	130	92	75	65

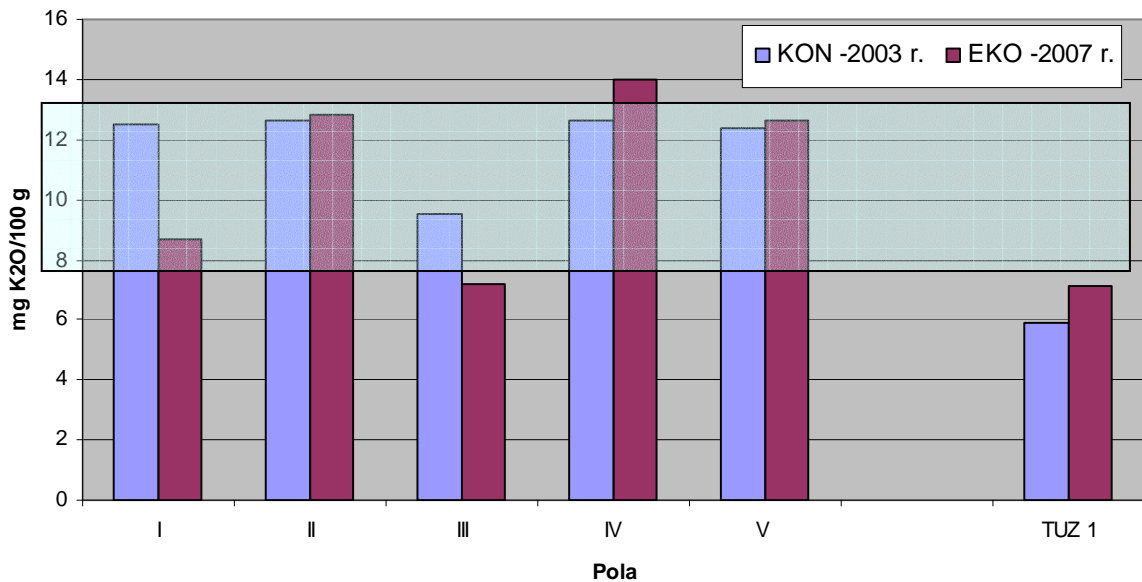
Tab. 8. Bilans składników pokarmowych (kg NPK*ha⁻¹ UR)
Table 8. Nutrient balance (kg NPK*ha⁻¹ of agricultural lands)

Wyszczególnienie	Gospodarowanie konwencjonalne 2002-2004			Gospodarowanie ekologiczne 2006-2007		
	N	P	K	N	P	K
Wniesienie ogółem (+)	202	33	141	133	29	68
w tym:						
nawożenie mineralne	120	24	67	-	3	4
nawożenie organiczne	58	9	73	64	27	64
biologiczne wiązanie N	5			53		
Wyniesienie ogółem (-)	139	23	112	151	21	117
BILANS	63	10	29	-18	8	-49



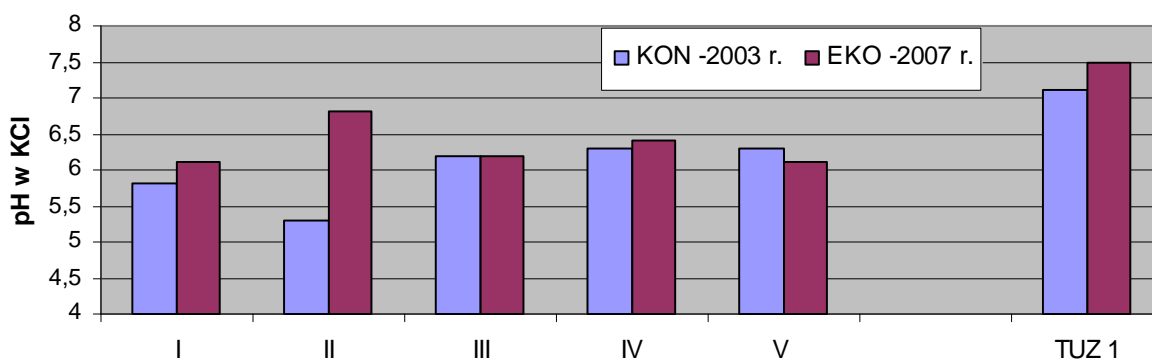
□ - średni poziom zasobności gleb w fosfor

Rys. 1. Zmiana zasobności gleb w fosfor zależnie od sposobu gospodarowania
 Fig. 1. Changes of soil fertility in phosphorus in dependence on a farming system



□ - średni poziom zasobności gleb w potas

Rys. 2. Zmiana zasobności gleb w potas zależnie od sposobu gospodarowania
 Fig. 2. Changes of soil fertility in potassium in dependence on a farming system



Rys. 3. Zmiana odczynu gleb zależnie od sposobu gospodarowania
 Fig. 3. Changes of soil pH in dependence on a farming system

po uprawie mieszanki zbożowo-strączkowej i pszenicy ozimej (pole nr II) oraz koniczyny z trawami i jęczmienia jarego (pole nr III, rys. 1). W odniesieniu do potasu spadek zasobności do poziomu niskiego odnotowano na polu nr III po dwuletniej uprawie koniczyny z trawami i jęczmienia jarego (rys. 2). Problem zrównoważenia gospodarki potasem w gospodarstwach ekologicznych wiąże się z wynosem dużych ilości tego składnika z plonami mieszanki koniczyny z trawami i zapewnieniem odpowiedniego nawożenia nawozami naturalnymi [6]. W analizowanym okresie systematycznie stosowano na wszystkich polach wapnowanie w konsekwencji czego nie stwierdzono istotnych zmian w odczynie gleb, a na niektórych polach odnotowano wzrost pH do poziomu obojętnego (pole nr II, rys. 3).

Gospodarowanie konwencjonalne w oparciu o uproszczone zmianowanie zbożowe z uprawą kukurydzy na zielonkę oraz zagospodarowania całego plonu ubocznego zbóż na ściółkę umożliwiło uzyskanie dodatniego bilansu substancji organicznej na poziomie $0,21 \text{ t*ha}^{-1}$. Zmiana sposobu gospodarowania spowodowała zwiększenie salda bilansu materii organicznej do $0,54 \text{ t*ha}^{-1}$. Efekt ten uzyskano dzięki włączeniu do zmianowania mieszanek; zbożowo-strączkowej i koniczyny z trawami.

Monitoring zawartości N_{\min} w glebie wskazuje, że w stanowiskach po uprawie mieszanki zbóż z roślinami motylkowatymi (pole II 2006/07 i pole IV 2007/08), w okresie jesienno-zimowym ubyłoby w profilu 0-90 cm około $70 \text{ kg N}_{\min}*\text{ha}^{-1}$ (tab. 7). Obserwacja ta pokazuje, że w stanowiskach po uprawie roślin motylkowatych możliwe są straty azotu. Problem ten sygnalizowany jest w opracowaniach dotyczących rolnictwa ekologicznego i gospodarki azotem [3, 5, 7, 8]. Zawartości N_{\min} w okresie jesieni i wiosny oceniane na poziomie całego zmianowania wskazują jednak, że gospodarowanie ekologiczne w przyjętym płodozmianie paszowym stwarza małe zagrożenie stratami azotu drogą wymywania.

Ocena sald składników pokarmowych w ZD Grabów wykonana przy pomocy programu MACROBIL pokazuje, że gospodarowanie konwencjonalne powodowało powstanie nadwyżek bilansowych. Średnie wielkości sald uzyskane w okresie 2002-2004 wynosiły: 63 kg N*ha^{-1} , 10 kg P*ha^{-1} i 29 kg K*ha^{-1} (tab. 8). Wyniki te świadczą o nadmiarze dostarczanego azotu w nawozach mineralnych i potencjalnym zagrożeniu stratami azotu i jego rozproszeniem w środowisku. Zmiana systemu gospodarowania spowodowała powstanie ujemnego salda azotu (-18 kg N*ha^{-1}) i potasu (-49 kg K*ha^{-1}). Sytuacja ta w dłuższej perspektywie może spowodować niedobory składników i degradację gleb, powodując ograniczenia w produktywności roślin.

7. Podsumowanie

Zmiana sposobu gospodarowania w ZD Grabów z konwencjonalnego na ekologiczny spowodowała istotne zmiany produkcyjne i środowiskowe. Uzyskane wyniki pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Zmiana systemu produkcji z konwencjonalnego na ekologiczny spowodowała zmniejszenie plonowania zbóż, w przypadku pszenicy ozimej o około 50%, a jęczmienia jarego o 22%. Wydajność zmianowania w systemie produkcji ekologicznym była mniejsza niż w konwencjonalnym o $12,2 \text{ j. zb. *ha}^{-1}$.

- Zmiana systemu gospodarowania i reorganizacja bazy paszowej, polegająca na większym udziale produkcji pasz na gruntach ornych oraz renowacja użytków zielonych, umożliwiła nieznaczny wzrost produkcji i wydajności mleka w gospodarstwie.
- Gospodarowanie ekologiczne w porównaniu do konwencjonalnego spowodowało wzrost salda bilansu materii organicznej w glebie o $0,33 \text{ t*ha}^{-1}$. W gospodarstwie ekologicznym odnotowano ujemne saldo bilansu azotu -18 kgN*ha^{-1} i potasu -49 kgK*ha^{-1} . W okresie 4 lat (2003-2007) na wszystkich polach po zmianie sposobu gospodarowania wystąpił spadek zawartości fosforu, a na niektórych tendencja spadku zawartości potasu.
- Wyniki dotyczące bilansu azotu oraz monitoring zawartości N_{\min} w glebie oceniane na poziomie całego zmianowania wskazują, że gospodarowanie ekologiczne stwarza małe zagrożenie stratami azotu.

8. Literatura

- [1] Asdal A., Bakken A. K.: Nutrient balances and yields during conversion to organic farming in two crop rotation systems. Designing and testing crop rotations for organic farming. Danish Research Center for Organic Farming. 125-132, 1999.
- [2] Duer I., Fotyma M. (red.): Polski Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Wyd. IUNG, Puławy 2001.
- [3] Dreyman S.: N-Haushalt unterschiedlich bewirtschafteter Rotklee-Bestände und deren Bedeutung für die Folgefrucht Weizen im Ökologischen Landbau. Schriftenreihe des Inst. für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; Heft 41, 2005.
- [4] Fotyma M., Jadczyk T., Pietruch Cz.: System wspierania decyzji w zakresie zrównoważonej gospodarki składnikami mineralnymi – MACROBIL. Pam. Puł. 124: 81-89, 2001.
- [5] Jończyk K.: Ocena wykorzystania i strat azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, tom 2, PIMR, Poznań 2005, s. 77-83.
- [6] Jończyk K., Kuś J., Stalenga J.: Produkcyjne i środowiskowe skutki różnych systemów gospodarowania. Problemy Inżynierii Rolniczej. 1, 2007, s. 13-22.
- [7] Jung R., Schmidtke K., Rauber R.: N_2 – Fixierleistung und N – Flächenbilanzsaldo beim Anbau von Luzerne, Rotklee und Persischen Klee. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 1-4 März 2005, s. 261-264, 2005.
- [8] Köpke U.: Nutrient Management in Organic Farming Systems: the Case of Nitrogen. Intern. Workshop on Nitrate Leaching, 11-15.10.1993, Copenhagen, Denmark. In Biological Agriculture and Horticulture (BAH), Vol. 11/1995, s.15-29, 1995.
- [9] Kuś J. Systemy gospodarowania w rolnictwie. Rolnictwo ekologiczne. Mat. szkol. 45/95, Puławy, 1996.
- [10] Kuś J., 2005. Plonowanie roślin w systemie ekologicznym, integrowanym i konwencjonalnym. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia t. 2, Wyd. PIMR Poznań, 37-46.
- [11] Kuś J., Jończyk K.: Ocena organizacyjna gospodarstw ekologicznych w Polsce. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, Poznań, 2007, Vol.52 (3), 95-100.