

## WPLYW RÓŻNYCH FORM NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I MINERALNEGO NA PŁONY I STAN ŻYZNOŚCI GLEBY W 4-POŁOWYM ZMIANOWANIU

*Anna Krauze*<sup>1</sup>, *Wacław Bartnik*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Chemii Rolnej

Akademia Rolniczo-Techniczna im. M. Oczapowskiego w Olsztynie

<sup>2</sup> Urząd Rejonowy w Olsztynie

### Wstęp

W woj. olsztyńskim gleby o wysokiej urodzajności i przydatności rolniczej stanowią 67% ogólnego areалу gleb uprawnych [UGGLA 1981; WITEK 1981, 1991]. Nadają się one pod uprawę pszenicy, rzepaku, buraków cukrowych i użytków zielonych [KRAUZE i in. 1992.]. Małe uprzemysłowienie tego regionu oraz dogodne warunki klimatyczne sprzyjają produkcji odpowiadającej wymogom ekologicznym [KOTER, KRAUZE 1989; NIEWIADOMSKI 1991].

Zadaniem rolnictwa ekologicznego jest utrzymanie na wysokim poziomie żyzności gleb, która jest gwarantem plonowania i dobrej jakości roślin oraz ich przydatności konsumpcyjnej i żywieniowej [KRAUZE 1997]. Do głównych elementów żyzności gleb oprócz składników mineralnych (N, P, K, Mg, Ca, S) zalicza się próchnicę, która jest bezpiecznym, zapasowym źródłem azotu wolnodziałającego.

W zależności bowiem od formy występowania, azot jest również składnikiem, który może działać ujemnie w środowisku przyrodniczym. Wynika to z przemian związków mineralnych azotu (tj.  $\text{NH}_4$  i  $\text{NO}_3$ ) polegające głównie na przemieszczaniu się w formie  $\text{N-NO}_3$  w głąb profilu gleby, a następnie do wód gruntowych. Inaczej zachowują się w glebie składniki: fosfor, potas, magnez, wapń, które podlegają procesom sorpcji wymiennej lub chemicznej. W ten sposób zwiększają one zasobność oraz naturalny potencjał produkcyjny gleb.

Zmianowanie roślin oraz stosowanie kompostów obornikowych, a także nawożenie mineralne ograniczone sprzyja utrzymaniu dodatniego bilansu zawartości substancji organicznej i składników mineralnych w glebie [ZAWIŚLAK 1983; KRAUZE 1995].

Celem badań była ocena stosowanych systemów nawożenia w zmianowaniu roślin w aspekcie ekologicznym.

### Materiały i metodyka

W latach 1991–1995 przeprowadzono I cykl badań na glebie wytworzonej z gliny żwałowej średniej i lekkiej klasy IIIa, zasobnej w przyswajalne składniki po-

karmowe (N, P, K, Mg).

W 4-polowym zmianowaniu uprawiano kolejno: burak cukrowy, jęczmień jary, bobik oraz pszenicę ozimą. Zgodnie z obowiązującymi zasadami agrotechniki stosowano pod wszystkie rośliny te same warianty nawożenia w 4-ech powtórzeniach. Doświadczenie założono metodą losowanych bloków. Wielkość poletka wynosiła 30 m<sup>2</sup>.

Do nawożenia roślin użyto trzy rodzaje nawozów organicznych: obornik bydlęcy i komposty obornikowe „bio” i „eko”. Poza tym stosowano również dwa warianty nawożenia mineralnego: intensywne i ograniczone (tab. 1, 1a).

Tabela 1; Table 1

Dawki składników w nawozach mineralnych oraz dawki nawozów organicznych  
Doses of mineral nutrients and organic fertilizers

Rodzaj nawożenia Kind of fertilization	Roślina Crop	Rodzaj składników (kg·ha <sup>-1</sup> ) Kind of mineral nutrients (kg·ha <sup>-1</sup> )						Obornik zwykły Manure normal (t·ha <sup>-1</sup> )
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	B	
Intensywne mineralne Intensive mineral	pszenica ozima winter wheat	140	90	120	10 *	10 *		30
	burak cukrowy sugar beet	140	120	160			4 *	
	jęczmień jary spring barley	100	80	80	10 *	10 *		
	bobik faba bean	50	90	100				
Ograniczone mineralne Limited mineral	pszenica ozima winter wheat	80 **	20 **	40	0,2 **	1,0 **		30
	burak cukrowy sugar beet	60 **	40 **	80			0,4 **	
	jęczmień jary spring barley	60 **	20 **	40	0,2**	1,0 **		
	bobik faba bean		20 **	40				

\* w roztworze na glebę; in solution on the soil

\*\* tylko dolistnie; foliar application

\*\*\* bez nawożenia mineralnego; without mineral fertilization

\*\*\*\* obornik pod buraki cukrowe bez i z nawożeniem mineralnym; manure with and without mineral fertilization under sugar beets

Obornik biodynamiczny i ekologiczny przygotowano na bazie obornika zwykłego bydlęcego wprowadzając na warstwę 10 ton nawozu dodatki mineralne naturalne: 50 kg kizerytu, 250 kg mączki fosforytowej oraz siarczan miedzi (6 kg) i boraks (5 kg). Do sporządzenia zaś kompostu „eko” zamiast mączki fosforytowej stosowano superfosfat pojedynczy (200 kg), sól potasową 40% (100 kg) oraz 15% roztwór mocznika w ilości 500 l wraz z kizerytem, miedzią i borem. W przypadku zaś kompostu „bio” dodatki mineralne oprócz mączki fosforytowej wnoszono w 500 litrach gnojówki. W celu przyspieszenia mineralizacji wprowadzono jeszcze w

4 miejscach przyzmy fermenty roślinne. Komposty przygotowano równocześnie na okres 4–5 lat. Ogólne dawki tych nawozów i zawartych składników przedstawiono w tabelach 1 i 1a.

Tabela 1a; Table 1a

Dawki nawozów organicznych oraz ogólna zawartość składników  
Doses of organic fertilization and total content on nutrients

Roślina Crop	Rodzaj nawozu Kind of fertilizer	Dawki Doses (t·ha <sup>-1</sup> )	Rodzaj składników (kg·ha <sup>-1</sup> ) Kind of mineral nutrients (kg·ha <sup>-1</sup> )					
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	B	Cu
Pszenica ozima Winter wheat	Obornik „bio”; „Bio” FYM	20	100	90	140	8–10	1,0	2,5
	Obornik „eco”; „Eco” FYM	20	120	80	150			
Jęczmień jary Spring barley	Obornik „bio”; „Bio” FYM	20	100	90	140	8–10	1,0	
	Obornik „eco”; „Eco” FYM	20	120	80	150			
Bobik Faba bean	Obornik „bio”; „Bio” FYM	20	100	90	140	8–10	1,0	
	Obornik „eco”; „Eco” FYM	20	120	80	150			
Burak cukrowy Sugar beet	Obornik; FYM	30	140	55	180	15–18	2–3	5,0
	Obornik „bio”; „Bio” FYM	40	200	180	280			
	Obornik „eco”; „Eco” FYM	40	240	160	300			

## Wyniki i dyskusja

### Plony roślin

Gleba, na której prowadzono badania była w dobrym stanie żyzności [KRAUZE 1995]. W tych warunkach nawet bez nawożenia uzyskano wysokie plony 4 gatunków roślin oraz produkcję białka i cukru (tab. 2, rys. 1a, 1b). Pod wpływem zastosowania nawożenia organicznego, a zwłaszcza mineralnego wydajność tych roślin zwiększała się znacznie. Reakcja na nawożenie istotnie jednak zależała od formy użytych nawozów. Nawozy organiczne jak obornik biodynamiczny i ekologiczny, w których składniki pokarmowe są głównie w formie związanej, mniej dostępnej dla roślin, działały znacznie słabiej od nawozów mineralnych, co stwierdził również KUSZELEWSKI [1993]. Uwidoczniło się to zwłaszcza w plonach ziarna pszenicy ozimej. Pod wpływem nawożenia mineralnego były one od 1,2 do 2,7 tony z 1 ha wyższe i wynosiły 7,9 t po zastosowaniu NPK ograniczonego do 9,4 t z 1 ha na najwyższej dawce NPK (tab. 2).

Pozostałe rośliny, tj. burak cukrowy oraz bobik, również reagowały bardziej na nawożenie mineralne zwiększając plony oraz produkcję białka i cukru (tab. 2, rys. 1a, 1b).

Z badanych roślin burak cukrowy najbardziej reagował na nawożenie organiczne zwiększając znacznie plony korzeni i cukru w porównaniu z kontrolą. Maksimum plonowania tej rośliny (7,3 t·ha<sup>-1</sup> korzeni) otrzymano jednak po zastosowaniu nawożenia mineralnego na tle obornika w 5 roku badań (rys. 1b), podobne wyniki uzyskali ZAWIŚLAK [1983] i KUSZELEWSKI [1993].

Tabela 3; Table 3

Dynamika zawartości składników przyswajalnych w glebie w zależności od nawożenia i gatunku rośliny uprawianej w zmianowaniu w latach 1991–1995 (mg·100 g<sup>-1</sup>)

Influence of plant species in crop rotation (1991–1995) and fertilization on the content of available nutrients in the soil (mg·100 g<sup>-1</sup>)

Roślina w zmianowaniu Crop in rotation	Rok badań Year	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					K <sub>2</sub> O					Mg				
		rodzaj nawożenia (oznaczenia symboli I–V w tabeli 2) kind of fertilization (explanation of symbols I–V at the table 2)														
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1. Burak cukrowy; Sugar beet	1991	17,2	21,7	17,2	21,4	17,2	24,0	29,5	28,0	24,7	23,5	5,4	6,1	6,1	5,4	5,4
2. Jęczmień jary; Spring barley	1992	17,4	24,3	19,4	18,2	17,5	20,0	25,0	23,5	22,7	22,2	5,5	7,2	6,7	5,6	5,6
3. Bobik; Faba bean	1993	20,2	29,4	25,3	25,9	22,9	14,5	21,0	21,6	18,9	20,4	7,0	7,2	6,8	6,2	6,2
4. Pszenica ozima; Winter wheat	1994	16,6	22,8	19,1	16,2	18,5	16,1	19,6	18,2	17,1	15,7	5,2	5,3	5,2	4,5	4,8
5. Burak cukrowy; Sugar beet	1995	23,4	33,6	30,9	26,6	24,4	17,0	23,1	21,0	21,4	25,4	5,2	7,6	6,0	4,8	5,7
NIR <sub>0,05</sub> dla: LSD <sub>0,05</sub> for:																
zmianowania; crop rotation		1,295					1,163					0,406				
nawożenia; fertilization		1,390					1,233					0,318				
interakcji; interaction		3,108					2,757					0,711				

Bobik dzięki symbiozie z bakteriami *Rhizobium* plonował również wysoko bez nawożenia (3,9 t·ha<sup>-1</sup> nasion). Produkcja białka przez tę roślinę wynosiła odpowiednio 0,991 t w kontroli do 1,482 t·ha<sup>-1</sup> pod wpływem najwyższej dawki NPK (rys. 1a).

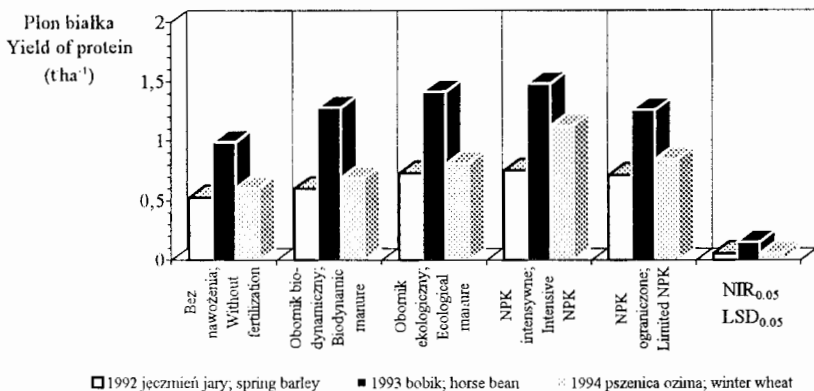
W przypadku pszenicy produkcja białka była również wysoka i wynosiła 0,606 t w kontroli oraz 1,124 t·ha<sup>-1</sup> po zastosowaniu również najwyższej dawki NPK. Jęczmień jary najmniej produkował białka, tj. od 0,528 t w kontroli do 0,755 t·ha<sup>-1</sup> w pozostałych obiektach (rys. 1a).

Tabela 2; Table 2

Plony roślin uprawianych w płodozmianie w różnych systemach nawożenia w latach 1991–1995

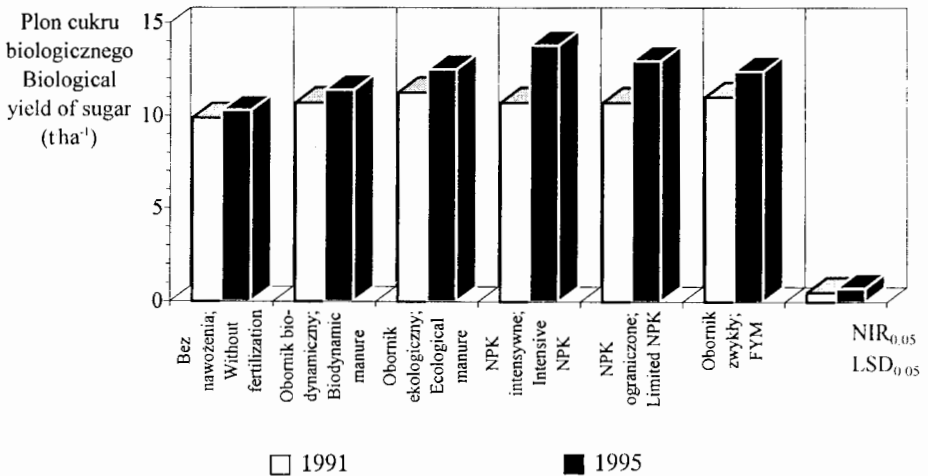
Plant yields in crop rotation under different fertilization system in 1991–1995

Systemy nawożenia Fertilization	Rośliny w płodozmianie; Plants in crop rotation				
	burak cukro- wy sugar beet 1991 (korzeń root)	jęczmień jary spring barley 1992 (ziarno grain)	bobik faba bean 1993 (nasiona seeds)	pszenica ozima winter wheat 1994 (ziarno grain)	burak cukrowy sugar beet 1995 (korzeń root)
	t·ha <sup>-1</sup>				
I. Bez nawożenia; Without fertilization	59,4	5,0	3,9	5,7	54,1
II. Obornik biodynamiczny; Biodynamic manure	63,8	5,7	4,7	6,7	58,9
III. Obornik ekologiczny; Ecological manure	68,4	5,8	4,9	7,1	65,7
IV. NPK intensywne+mikro dogłębowo NPK intensive+micro on the soil	64,6	5,8	5,3	9,4	73,3
V. NPK ograniczone+mikro dolistnie NPK limited+micro as foliar appl.	61,9	6,2	4,9	7,9	71,2
VI. Obornik; FYM	64,0	–	–	–	67,6
NIR <sub>0,05</sub> ; LSD <sub>0,05</sub>	2,86	0,31	0,15	0,31	3,92



Rys. 1a. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na produkcję białka przez bobik, pszenicę ozimą i jęczmień jary

Fig. 1a. Influence of organic and mineral fertilization on protein production of faba bean, winter wheat and spring barley



Rys. 1b. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na produkcję cukru przez buraki cukrowe

Fig. 1b. Influence of organic and mineral fertilization on sugar production in sugar beets

### Stan zasobności gleby w składniki przyswajalne

Przeprowadzone badania wykazały, że zasobność gleby płowej kl. IIIa wytworzonej z gliny żwałowej lekkiej i średniej zmienia się w zależności od uprawianego gatunku rośliny w zmianowaniu jak i od rodzaju zastosowanego nawożenia (tab. 3).

Stwierdzono, że potencjał produkcyjny tej gleby bez nawożenia utrzymywał się w klasie dobrej zasobności również po 5-ciu latach uprawy roślin. Było to wynikiem zarówno korzystnego wpływu prawidłowego zmianowania roślin oraz właściwości fizyko-chemicznych badanej gleby [KRAUZE 1995]. Niemniej jednak zawartość dostępnych składników (P, K, Mg) w tej glebie zmieniała się. Zależało to w dużej mierze od gatunku uprawianej rośliny i jej wymagań pokarmowych. Rośliny buraka cukrowego utrzymywały dodatni bilans zawartości fosforu, natomiast wyczerpały glebę z potasu (tab. 3). Po uprawie bobiku notowano również znaczny spadek potasu ale poprawiał się stan zasobności gleby w fosfor i magnez. Najmniejsze zmiany obserwowano po uprawie jęczmienia. Pszenica natomiast najbardziej wyczerpywała glebę ze składników pokarmowych, w tym szczególnie z magnezu i fosforu (tab. 3).

Zastosowane różne systemy nawożenia zarówno mineralnego jak i organicznego w uprawie tych roślin miały również istotny wpływ na utrzymywanie żyzności gleby. Nawożenie organiczne w postaci obornika: „bio” i „eko” poprawiało stan zasobności gleby w fosfor i magnez przyswajalny ze średniej klasy do wysokiej. W warunkach zaś nawożenia mineralnego bilans zawartości składników przyswajalnych (P i K) utrzymywał się na poziomie średnim i dobrym. Dużym natomiast wahaniom podlegał magnez, którego zawartość zmniejszała się w klasie średniej i niskiej. Było to spowodowane wyższym zapotrzebowaniem i pobieraniem

tego składnika przez rośliny zbożowe, głównie przez pszenicę. Po uprawie tej rośliny zawartość przyswajalnego magnezu w glebie obniżyła się ze średniej do niskiej zawartości. Dopiero uprawa buraka cukrowego po zastosowaniu nawożenia ekologicznego (obornik „bio” i „eko”) zwiększała zasobność gleby w magnez i fosfor zapobiegając dalszemu jej wyczerpywaniu. Uzyskane wyniki wykazały również, że za proekologiczne nawożenie można uznać nawożenie mineralne ograniczone, w którym część składników wprowadza się dolistnie. Utrzymywało ono bowiem stan zasobności gleby i jej produktywność na poziomie optymalnym.

### Wnioski

Przeprowadzone badania o profilu ekologicznym z zastosowaniem różnych form nawożenia organicznego (obornik zwykły, „bio” i „eko”) oraz nawożenia mineralnego (intensywne i ograniczone) w 4-polowym zmianowaniu norfolkskim na glebie płowej wykazały, że:

1. nawozy organiczne „bio” i „eko” stosowane pod każdą roślinę w zmianowaniu odpowiadają w działaniu parametrom ekologicznym;
2. są to nawozy wolnodziałające, wieloskładnikowe dostarczające roślinom wszystkich niezbędnych składników pokarmowych (makro- i mikroelementów);
3. zapewniają one optymalne plonowanie oraz dobrą jakość roślin pod względem zawartości białka i cukru;
4. zwiększają zasobność gleby w składniki pokarmowe i utrzymują żyzność gleby na dobrym poziomie;
5. stosowanie zaś intensywnego nawożenia mineralnego ( $350 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) zwiększa plony oraz zapotrzebowanie roślin zbożowych na magnez i przyczynia się do wyczerpywania tego składnika z gleby;
6. stwierdzono, że z uprawianych gatunków roślin pszenica ozima najbardziej wyczerpuje glebę z fosforu i magnezu, natomiast burak cukrowy i bobik zwiększają zasobność gleby w fosfor i magnez, a wyczerpują z potasu;
7. wyniki 5-letnich badań wykazały, że parametry produkcji ekologicznej zapewnia stosowanie nawożenia organicznego w postaci kompostów „bio” lub „eko” pod każdą roślinę w zmianowaniu: burak cukrowy, jęczmień jary, bobik, pszenica ozima.

### Literatura

- KOTER M., KRAUZE A. 1989. *Produkcyjność i ekologiczne skutki intensywnego nawożenia gleby pastwiskowej (synteza wieloletnich badań)*. Roczn. Gleb. XL(1): 111–127.
- KRAUZE A., BOBRZECKA D., BUDZYŃSKI W., ŁAPIŃSKA A., KOZACZENKO H., KUROWSKI T. 1992. *Plonowanie zbóż w województwie olsztyńskim*. Biul. Nauk. ART w Olsztynie, 1(10): 171–180.
- KRAUZE A. 1995. *Stan żyzności gleby w warunkach intensywnego i ekstensywnego na-*

wożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 421a: 221–232.

**KRAUZE A. 1977.** *Plony i jakość ziarna pszenicy uprawianej w warunkach ekologicznego oraz intensywnego nawożenia.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 439: 201–209.

**KUSZELEWSKI L. 1993.** *Ocena systemów nawożenia obornikowo-mineralnego i gnojowicowego na podstawie plonowania i właściwości chemiczno-rolniczych gleby w świetle trwałego doświadczenia polowego, Łuczyn 1976-1991.* Zesz. Nauk. AR Kraków, 278(37): 3–13.

**NIEWIADOMSKI W. 1991.** *Regionalizacja ekologiczno-ekonomiczna wzocowych płodozmianów w Polsce.* Mat. V Symp. Płodozm. „Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach”, Cz. IV. 25–26. IX. 1991, ART Olsztyn: 159–170.

**UGGLA H. 1981.** *Gleboznawstwo Rolnicze.* PWN Warszawa.

**WITEK T. 1981, 1991.** *Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski wg gmin.* Wyd. IUNG Puławy.

**ZAWIŚLAK K. 1983.** *Stopień specjalizacji zmianowań a wydajność roślin i zmiany w glebie.* Zesz. Nauk. ART w Olsztynie, Rolnictwo 37: 3–47.

**Słowa kluczowe:** nawożenie organiczne „bio” i „eko”, nawożenie mineralne, zmianowanie, plony, gleba, składniki przyswajalne P, K, Mg

### Streszczenie

Od 1991 roku prowadzone są w północno-wschodniej Polsce badania polowe na glebie płowej klasy IIIa z zastosowaniem ekologicznych i mineralnych form nawożenia w 4 polowym zmianowaniu roślin: burak cukrowy, jęczmień jary, bobik, pszenica ozima. Schemat badań składa się z 6-ciu wariantów: 1 – bez nawożenia, 2 – obornik biodynamiczny co roku pod każdą roślinę, 3 – obornik ekologiczny przekompostowany z mocznikiem co roku pod każdą roślinę, 4 – NPK intensywne+mikroelementy (wg potrzeb danego gatunku rośliny), 5 – NPK ograniczone+mikroelementy tylko dolistnie, 6 – pod buraki cukrowe stosowano również obornik zwykły raz na 4 lata. Nawożenie organiczne („bio” i „eco”) w dawkach 20 t·ha<sup>-1</sup> stosowano pod pszenicę, jęczmień jary i bobik. Pod buraki cukrowe dawki wynosiły po 40 t·ha<sup>-1</sup> obornika „eco” i „bio” lub 30 t·ha<sup>-1</sup> obornika zwykłego.

Stwierdzono, że z zastosowanych form nawożenia organicznego obornik „eco” działa lepiej od obornika „bio” i nieco słabiej od nawożenia mineralnego. W warunkach nawożenia organicznego „bio” i „eco” plony roślin były wysokie i wynosiły odpowiednio (t·ha<sup>-1</sup>): pszenicy od 6,7–7,1, jęczmienia 5,7–5,8, bobiku 4,7–4,9, a korzeni buraków cukrowych 58,9–68,4.

Stosowanie intensywnego nawożenia mineralnego NPK zwiększa zapotrzebowanie roślin zbożowych na magnez.

Na wzrost zasobności gleby w składniki pokarmowe najbardziej wpłynął obornik biodynamiczny. Stwierdzono też, że gatunek uprawianych roślin istotnie wpływa na stan zasobności gleby w składniki pokarmowe. Najkorzystniej pod tym względem oddziaływały buraki cukrowe oraz bobik, a pszenica przyczyniała się do wyczerpywania gleby z fosforu, potasu a zwłaszcza z magnezu.



INFLUENCE OF ORGANIC AND MINERAL  
FERTILIZATION ON CROP YIELDS AND SOIL FERTILITY  
IN 4-YEAR CROP ROTATION

*Anna Krauze<sup>1</sup>, Wacław Bartrnik<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Department of Agricultural Chemistry,

University of Agriculture and Technology, Olsztyn

<sup>2</sup> Department of Region, Olsztyn

Key words: organic „bio” and „eco” fertilization, mineral fertilization, crop rotation, yields, soil, available nutrients P, K, Mg

Summary

From the beginning of 1991, field experiments were conducted in North-Eastern Poland on III class soil to study the effect of organic and mineral forms of fertilization on crops yields and soil chemical composition under four-year rotation: sugar beet, spring barley, field bean and winter wheat. Following treatments were applied: 1) no fertilization, control, 2) farm manure, once in 4 years under sugar beets, 3) biodynamic manure, every year under each crop, 4) „eco” manure composted with urea every year under each crop, 5) high mineral fertilization, and 6) reduced mineral fertilization.

„Bio” and „eco” organic fertilizers were applied at the dose of 20 t·ha<sup>-1</sup> under wheat, barley and faba bean. Sugar beets were treated with 40 t·ha<sup>-1</sup> „bio” and „eco” manures or 30 t·ha<sup>-1</sup> FYM. It was found that the „eco” manure acted better than the „bio” manure and somewhat worse than the mineral fertilizers. Under „bio” and „eco” manures the crops yields were high and amounted to: wheat 6.7–7.1; barley 5.7–5.8; faba bean 4.7–4.9 and sugar beets 58.9–68.4 t·ha<sup>-1</sup>, respectively. Application of high NPK rates was found to increase the demand of cereal crops for magnesium.

Of the treatments applied, the biodynamic manure was found to affect soil fertility the most. It was also found that the crop species appreciably influenced soil fertility. The most favourable effect in this regard was exerted by sugar beets and field bean while winter wheat contributed to the depletion of soil from phosphorus, potassium and especially magnesium.

Prof. dr hab. Anna **Krauze**  
Katedra Chemii Rolnej  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Oczapowskiego 8  
10-744 OLSZTYN