

NUTRIENT BALANCE IN THE ORGANIC CROP PRODUCTION SYSTEM ON THE LIGHT SOIL

Summary

The aim of this investigation was to determine balance of nitrogen, phosphorus and potassium in organic crop rotation system on light soil. The crop rotation comprised following agricultural plant species: potato, oat, yellow lupine, rye, phacelia. Apart from these main species 3 plants were cultivated as intercrop: field pea, white mustard, serradella. Before potato cultivation the manure in dose of 25 t·ha⁻¹ was applied. The calculations were based on real data of obtained yields and nutrients content in the yields. The „on surface of field” method was used in this investigation. In the crop rotation positive balance of nitrogen (+20,4 kg N·ha⁻¹ per year⁻¹) and slightly negative one for phosphorus (-3,1 kg P·ha⁻¹ per year⁻¹) and potassium (-4,5 kg K·ha⁻¹ per year⁻¹) were noted.

BILANS SKŁADNIKÓW W EKOLOGICZNYM SYSTEMIE PRODUKCJI ROŚLINNEJ NA GLEBIE LEKKIEJ

Streszczenie

Celem badań było określenie bilansu azotu, fosforu i potasu w płodozmianie ekologicznym na glebie lekkiej. Zmianowanie obejmowało następujące gatunki roślin rolniczych: ziemniak, owies, łubin żółty, żyto, facelia. Oprócz gatunków głównych uprawiano 3 gatunki roślin jako międzyplony: peluszka, gorczyca biała, seradela. Dodatkowo przed uprawą ziemniaka stosowano obornik w dawce 25 t·ha⁻¹. Obliczenia oparto o rzeczywiste dane uzyskanych plonów i zawartości składników w plonach. Bilans NPK sporządzono metodą „na powierzchni pola”. W płodozmianie uzyskano dodatnie saldo bilansu azotu (+20,4 kg N·ha⁻¹ rok⁻¹) oraz nieznacznie ujemne salda fosforu (-3,1 kg P·ha⁻¹ rok⁻¹) i potasu (-4,5 kg K·ha⁻¹ rok⁻¹).

1. Wstęp

Jednym z głównych celów rolnictwa ekologicznego jest wdrażanie zasady zrównoważonego, racjonalnego gospodarowania składnikami pokarmowymi, czego można dokonać poprzez ich bilansowanie. Bilansowanie składników pokarmowych, szczególnie na glebach lekkich jest bardzo trudne. Są to gleby piaskowe, charakteryzujące się małym udziałem części sypkawy, znacznym udziałem krzemionki, a więc przepuszczalne, kwaśne, na ogół ubogie w próchnicę i o niskiej zawartości przyswajalnych form składników pokarmowych, okresowo przesuszone. Stąd wybór spośród gatunków roślin do uprawy w zmianowaniu na glebie lekkiej jest ograniczony i uprawa ich dość zawodna [4, 6, 11]. Właściwie skonstruowany płodozmian oraz stosowanie nawozów naturalnych czy organicznych i w szczególnych przypadkach nawozów mineralnych pochodzących z naturalnych kopalin jest podstawą utrzymania żyzności gleby, stabilności plonowania roślin w dłuższym okresie czasu i zbilansowania składników pokarmowych w gospodarstwie [7].

Celem badań było określenie bilansu podstawowych składników pokarmowych (azotu, fosforu i potasu) płodozmianu prowadzonego w systemie ekologicznym na glebie lekkiej.

2. Metody

Wyniki zamieszczone w pracy obejmują lata 2007–2009 i dotyczą bilansu podstawowych składników pokarmowych (N, P, K) płodozmianu ekologicznego zlokalizowanego na glebie lekkiej, kompleksu żynnego dobrego w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział Jadwisin. Zawartość składników N, P, K w glebie w analizowanym okresie badań przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Zmiany zawartości azotu ogólnego (%) oraz przyswajalnych form fosforu i potasu (mg·kg⁻¹) w glebie
Table 1. Changes of total nitrogen content (%) and assimilable form of phosphorus and potassium (mg·kg⁻¹) in the soil

Składnik /Nutrient	Lata /Years	
	2007	2009
N	0,02	0,06
P	102	92
K	77	86

Zmianowanie 5-polowe obejmowało następujące gatunki roślin rolniczych: ziemniaki, owies, łubin żółty, żyto i facelię. Technologia uprawy wszystkich gatunków prowadzona była według zasad obowiązujących w rolnictwie ekologicznym. Oprócz gatunków zbioru głównego, stosowano w zmianowaniu 3 gatunki roślin międzyplonowych: peluszkę, gorczycę białą, seradelę. Po facelii stosowano wysiew peluszki jako międzyplonu na przyoranie, poprzedzającego uprawę ziemniaka. Po owsie wysiewano gorczycę białą na przyoranie, a w żyto stosowano również na przyoranie wsiewkę seradeli. Tak skonstruowany płodozmian dawał następujący układ zasiewów: rośliny zbożowe – 40%, okopowe – 20%, strączkowe – 20%, inne – 20% i międzyplony – 37% łącznej powierzchni wszystkich zasiewów w płodozmianie.

Wyliczenia oparto o rzeczywiste dane dotyczące uzyskanych plonów i zawartości w nich składników pokarmowych. Na podstawie wielkości uzyskanych plonów suchej masy i zawartości oznaczonych w suchej masie składników N, P, K określono pobranie ich z plonem uprawianych roślin podstawowych i międzyplonowych. Bilans NPK sporządzono metodą „na powierzchni pola” [8] wyliczając saldo bilansu składników (S_{pp}) ze wzoru:

$$S_{pp} = S_{org} + S_{min} + S_{bio} + S_{atm} - S_{wyn}$$

gdzie:

S_{pp} – bilans składników na powierzchni pola,

S_{org} – ilość składników wprowadzonych do gleby w nawozach organicznych,

S_{min} – ilość składników wprowadzonych do gleby w nawozach mineralnych,

S_{bio} – ilość azotu wiązanego biologicznie przez bakterie brodawkowe,

S_{atm} – ilość azotu wprowadzonego do gleby z opadem atmosferycznym,

S_{wyn} – ilość składników zbieranych z pola z plonami głównymi i ubocznymi roślin.

Ilość składników wniesionych z nawozami organicznymi (S_{org}) określono na podstawie masy zastosowanego pod ziemniaki obornika – 25 t·ha⁻¹ oraz rzeczywistej zawartości w nim azotu, fosforu i potasu. Składników wnoszonych do gleby w formie nawozów mineralnych (S_{min}) nie uwzględniono, gdyż nawożenia mineralnego nie stosowano. Ponadto w przypadku salda azotu po stronie przychodu uwzględniono ilość azotu wiązanego biologicznie przez bakterie symbiotyczne współżyjące z roślinami motylkowatymi (S_{bio}). W tym celu określono wielkość plonu głównego (nasiona) i ubocznego (słoma) uprawianego gatunku rośliny motylkowatej. W zależności od wielkości uzyskanej masy plonu określono ilość azotu symbiotycznie wiązanego w glebie, uwzględniając również ilość azotu pozostającą w resztkach poźniowych i korzeniowych roślin motylkowatych [5] (tab. 2). Przyjęto, że ilość azotu z opadów atmosferycznych (S_{atm}) wynosi 17 kg N·ha⁻¹ na rok [8]. W celu obliczenia ilości składników wyniesionych z pola (S_{wyn}) uwzględniono rzeczywiste wielkości uzyskanych plonów głównych (ziarno, nasiona, bulwy) oraz zawartości w nich NPK. Plonu ubocznego (słoma) roślin głównych oraz masy roślin międzyplonowych nie uwzględniono jako pozycji wynoszenia składników, gdyż pozostawały na polu i były przyorywane.

3. Wyniki i dyskusja

W badaniach wykazano, że spośród roślin podstawowych, najwięcej azotu z plonem głównym (bulwy) pobrały ziemniaki, a najmniejszą ilością pobrania tego składnika charakteryzowały się nasiona facelii. W plonie ubocznym (słoma) największe pobranie azotu stwierdzono w przypadku uprawy żyta. Zbliżone pobranie azotu z plonem głównym żyta i łubinu oraz większe z plonem ubocznym żyta niż łubinu wynikało z niskiego plonu łubinu w tym płodozmianie. Największym pobraniem azotu spośród roślin międzyplonowych charakteryzowała się seradela, mniejszym peluszka, a najmniejszym gorczyca. W przypadku bulw ziemniaka stwierdzono również

największe pobranie fosforu i potasu. Z kolei najmniejszym pobraniem fosforu i potasu charakteryzowały się nasiona łubinu. Rośliny międzyplonowe, seradela i groch pastewny, wykazały zbliżone ilości pobranego z gleby fosforu i potasu, natomiast w przypadku gorczycy stwierdzono o połowę mniejsze pobranie tych składników (tab. 3).

W płodozmiianie uzyskano dodatnie saldo bilansu azotu (+20,4 kg N·ha⁻¹ rok⁻¹), ale wykazana nadwyżka nie przekraczała 30 kg N·ha⁻¹ określonej jako wartość bezpieczna dla środowiska naturalnego [9]. Największą dodatnią wartością bilansową azotu charakteryzowała się uprawa ziemniaka. Wynikało to głównie z zastosowania obornika pod tę roślinę, co potwierdzili również Borówczak i in. [2]. Należy jednak mieć na uwadze, że składniki z obornika uwalniane są stopniowo w ciągu 3-4 lat i z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić można, że wykazana nadwyżka bilansowa azotu po uprawie ziemniaka wykorzystana zostanie przez rośliny następcze. Drugim podstawowym źródłem azotu w zmianowaniu było biologiczne wiązanie tego składnika przez bakterie symbiotyczne współżyjące z roślinami motylkowatymi (tab. 4). Najbogatsze źródło azotu wiązanego symbiotycznie w płodozmianie stanowiła wsiewka seradeli, zaś mniejsze uprawa łubinu oraz międzyplonu peluszki. Wynoszenie azotu z pól zmianowania ograniczało się jedynie do zbioru plonów głównych, czyli ziarna żyta i owsa, nasion łubinu i facelii oraz bulw ziemniaka. Z kolei saldo bilansu fosforu i potasu w tym płodozmianie było nieznacznie ujemne (odpowiednio -3,1 kg P·ha⁻¹ rok⁻¹ i -4,5 kg K·ha⁻¹ rok⁻¹), co wynikało głównie ze znacznego wynoszenia tych składników z bulwami ziemniaka, szczególnie potasu (tab. 4). Borówczak i in. [3] wykazali ujemne saldo bilansowe potasu w uprawie ziemniaków w większości przebadanych gospodarstw. Jedyne źródło fosforu i potasu wprowadzone z zewnątrz stanowił obornik zastosowany pod ziemniaki. To niewielkie ujemne saldo fosforu i potasu nie miało negatywnego wpływu na ocenioną zasobność gleby w te składniki. W analizowanym okresie zawartości fosforu i potasu w glebie nie uległy zasadniczym zmianom, co wynika z danych zamieszczonych w tab. 1.

Z badań Stalengi i in. [10] wynika, że salda wszystkich składników ocenianych w systemie ekologicznym były ujemne, zwłaszcza potasu, co w głównej mierze, jak tłumaczyli badacze, wynikało z oparcia się wyłącznie na produkcji roślinnej, a to utrudniało racjonalne zagospodarowanie plonu koniczyny z trawami i najbardziej zaburzało obieg potasu i azotu w ramach tego systemu. Mankamentem płodozmianu ekologicznego, na którym prowadzono niniejsze badania był również brak produkcji zwierzęcej.

Tab. 2. Azot wiązany przez bakterie brodawkowe roślin motylkowatych (na podstawie różnych źródeł)

Table 2. The nitrogen fixation by nodule bacteria of papilionaceous plants (on the basis of different sources)

Roślina <i>Plant</i>	Rodzaj plonu <i>Kind of crop</i>	Ilość N symbiotycznie związanego <i>Quantity of N symbiotic fixation</i>	
		w 1t s. m. części nadziemnych lub nasion (kg) <i>in 1t d. m. of shoot or seeds (kg)</i>	w resztkach poźniowych (kg·ha ⁻¹) <i>in crop residue (kg·ha⁻¹)</i>
Lucerna / <i>Lucerne</i>	siano / <i>hay</i>	21	112
Koniczyna / <i>Clover</i>	siano / <i>hay</i>	18	65
Wyka, Peluszka, Seradela <i>Vetch, Field pea, Serradella</i>	poplon <i>aftercrop</i>	14	18
Bobik, wyka, groch <i>Faba bean, Vetch, Pea</i>	nasiona <i>seeds</i>	31*	12
Łubiny / <i>Lupines</i>	nasiona / <i>seeds</i>	43*	17
Soja / <i>Soybean</i>	nasiona / <i>seeds</i>	36*	13

* - wraz z odpowiednim plonem ubocznym /*with by-product yield*

Tab. 3. Pobranie składników pokarmowych (kg·ha⁻¹) w biomase roślin głównych i międzyplonów. Lata 2007-2009
 Table 3. The uptake of nutrients (kg·ha⁻¹) in biomass of main plants and intercrops. Years of 2007-2009

Składnik Nutrient	Element Element	Ziemniak Potato	Facelia Phacelia	Łubin Lupine	Zyto Rye	Owies Oat	Peluszka Field pea	Seradela Serradella	Gorzycza Mustard
N	Plon główny* Main yield*	79,8	24,0	49,3	47,5	30,1			
	Plon uboczny** By-product yield**		25,1	31,8	42,0	19,2	72,5	103,6	30,1
P	Plon główny* Main yield*	17,2	6,7	5,0	10,6	7,2			
	Plon uboczny** By-product yield**		14,1	8,1	17,0	10,5	11,1	13,3	5,4
K	Plon główny* Main yield*	122,0	18,6	4,8	12,7	8,4			
	Plon uboczny** By-product yield**		39,4	20,1	20,0	12,3	72,0	69,8	34,4

* - bulwy, ziarno, nasiona ** - sucha masa międzyplonów lub słomy
 * - potato, grain, seeds ** - dry matter of intercrops or straw

Tab. 4. Bilans NPK (kg·ha⁻¹) ekologicznego płodozmianu na glebie lekkiej. Lata 2007-2009
 Table 4. Balance of NPK (kg·ha⁻¹) of organic crop rotation on light soil. Years 2007-2009

Roślina /Plant	Plon t·ha ⁻¹ Yield t·ha ⁻¹	Składniki wniesione Inputs			Składniki wyniesione Outputs			Różnica bilansowa Balance difference		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
Ziemniak /Potato + obornik /manure (25 t·ha ⁻¹)	6,4*	+150,0	+31,0	+144,0	-79,8	-17,2	-122,0	+70,2	+13,8	+22,0
Facelia /Phacelia + peluszka /field pea	1,3*/2,6** 1,9***	+44,6			-24,0	-6,7	-18,6	+20,6	-6,7	-18,6
Łubin /lupine	0,8*/1,5**	+51,4			-49,3	-5,0	-4,8	+2,1	-5,0	-4,8
Zyto /Rye + seradela /serradella	3,3*/5,0** 3,7***	+69,8			-47,5	-10,6	-12,7	+22,3	-10,6	-12,7
Owies /Oat + gorzycza /mustard	2,0*/2,8** 1,3***				-30,1	-7,2	-8,4	-30,1	-7,2	-8,4
Opad atmosferyczny (kg N·ha ⁻¹ rok ⁻¹) Precipitation (kg N·ha ⁻¹ per year ⁻¹)		+17,0						+17,0		
Saldo bilansu /Balance								+20,4	-3,1	-4,5

* - sucha masa plonu głównego (bulwy, ziarno, nasiona) ** - sucha masa plonu ubocznego (słoma) *** - sucha masa międzyplonów (część nadziemna)
 * - dry matter of main yield (potato, grain, seeds) ** - dry matter of by-product yield (straw) *** - dry matter of intercrops (shoot)

Oparcie się wyłącznie na produkcji roślinnej utrudniało racjonalne zagospodarowanie plonu słomy i zielonej masy roślin motylkowatych, a w konsekwencji zakłócało nieco obieg składników pokarmowych w ramach tego systemu, co uwidoczniło się szczególnie w odniesieniu do azotu. Barszczewski i in. [1] na podstawie badań monitoringowych dużej liczby gospodarstw zróżnicowanych obszarowo podkreślili, że salda bilansowe azotu, fosforu i potasu kształtowały się pod wpływem działania czynników takich jak: wielkość gospodarstwa, struktura użytkowania i struktura zasiewów oraz obsada zwierząt. Niezależnie od przynależności gospodarstw do danej grupy obszarowej, w przypadkach skrajnie ujemnych lub skrajnie dodatnich bilansów badanych składników nie stwierdzono jednoznacznego wpływu struktury użytkowania na wielkość ich sald. Natomiast porównanie sald na tle struktury zasiewów w grupach obszarowych gospodarstw oraz obsady zwierząt oddziaływało na wartość tych sald. Salda bilansowe badanych składników były wprost proporcjonalne do obsady zwierząt w gospodarstwie. W grupach gospodarstw od 20,1 do 50,0 ha oraz powyżej 50, 0 ha ujemne salda składników wynikały z niższej niż w mniejszych obszarowo gospodarstwach obsady zwierząt. Badacze [1] zwrócili uwagę, że ujemne salda bilansowe fosforu i potasu, można poprawić poprzez stosowanie naturalnych kopalni stanowiące źródła tych składników. Stalenga i in. [10] wykazali, że zastosowanie patentkami i siarczanu potasu poprawiło bilans potasu w zmianowaniu. W ekologicznym systemie produkcji należy zdecydowanie dążyć do zamkniętego obiegu składników pokarmowych.

4. Podsumowanie

W ekologicznym 5-polowym (ziemniak + obornik, owies + poplon gorzycza biała, łubin złoty, żyto + wsiewka seradela, facelia + poplon peluszki) zmianowaniu na glebie lekkiej uzyskano dodatnie saldo bilansu azotu (+20,4 kg N·ha⁻¹ rok⁻¹)

i nieznacznie ujemne saldo bilansu fosforu (-3,1 kg P·ha⁻¹ rok⁻¹) oraz potasu (-4,5 kg K·ha⁻¹ rok⁻¹).

5. Literatura

- [1] Barszczewski J., Jankowska-Huflejt H., Wolicka M.: Bilans azotu, fosforu i potasu w zróżnicowanych obszarowo gospodarstwach ekologicznych. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2007, Vol. 52 (3), s. 5-9.
- [2] Borówcak F., Alaszkievicz M., Miłkowska A.: Bilans azotu w wybranych gospodarstwach rolnych gmin Święciechowa i Wschowa. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2007, Vol. 52 (3), s. 15-18.
- [3] Borówcak F., Alaszkievicz M., Miłkowska A., Szamańska K.: Bilans fosforu i potasu w wybranych gospodarstwach rolnych trzech gmin regionu leszczyńskiego. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2008, Vol. 53 (3), s. 18-21.
- [4] Duer I.: Kształtowanie żyzności gleby w rolnictwie zrównoważonym. Mat. szkoleniowe 80/01. IUNG Puławy, 2001, ss. 52.
- [5] Górlach E., Mazur T.: Chemia rolna – Podstawy żywienia i zasady nawożenia roślin. PWN Warszawa, 2001, s. 92-99.
- [6] Gruczek T., Nowacki W., Zarzyńska K.: Ekologiczny system produkcji ziemniaków. IHAR Oddział Jadwisin, 2005, ss. 34.
- [7] Krysztoforski M., Stachowicz T.: Płodozmian w gospodarstwie ekologicznym. Wyd. CDR Radom, 2008, ss. 44.
- [8] Mercik S. (red.): Chemia rolna – Podstawy teoretyczne i praktyczne. Wyd. SGGW Warszawa, 2002, s. 256-263.
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych. Dz. U. z 2003 r. Nr 4, poz. 44.
- [10] Stalenga J., Jończyk K., Kuś J.: Bilans składników pokarmowych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. Annales UMCS, Sec. E, 2004, 59, 1, s. 383-389.
- [11] Tyburski J., Jończyk K., Kibler M., Krysztoforski M.: Zawartość składników pokarmowych w glebach gospodarstw ekologicznych. Wyd. CDR Radom, 2008, ss. 24.