

## MOC ZAINSTALOWANA I BILANS SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH\*

*Sylwester Tabor, Maria Szczuka, Urszula Malaga-Toboła, Dariusz Kwaśniewski  
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

**Streszczenie.** Podstawowym celem opracowania jest analiza bilansu składników pokarmowych w 4 wybranych gospodarstwach ekologicznych, charakteryzujących się zbliżonym arealem (ok. 5 ha UR) oraz zróżnicowanym kierunkiem produkcji i wyposażeniem w mechaniczną siłę pociagową. Gospodarka nawozowa w zrównoważonym systemie produkcji ma zaspokoić potrzeby pokarmowe roślin uprawnych oraz podtrzymywać lub poprawiać żyzność gleby. Umiejętne wykorzystanie zasobów siedliska pozwoli uzyskać dobre wyniki produkcyjne przy możliwie najmniejszym zużyciu nawozów. Przy poborze składników nawozowych zauważamy, że najwyższy wskaźnik poboru azotu występuje w gospodarstwie B o kierunku produkcji zwierzęca ( $-188,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz w gospodarstwie A2 o kierunku produkcji roślinna sadownicza ( $-168,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Analogicznie dotyczy to także poboru fosforu i potasu. Pomimo wprowadzenia tych składników do gleby, bilans NPK we wszystkich gospodarstwach jest ujemny. Analizując rozkład mocy, zarówno w ujęciu ogólnym, jak i jednostkowym można zauważyć, że najwyższą mocą zainstalowaną w ciągnikach charakteryzował się obiekt jednobiegunowy o kierunku produkcji roślinna polowa (A1) – 38,2 kW. Natomiast wskaźnikiem najniższym obiekt jednobiegunowy o kierunku produkcji roślinna sadownicza (A2) – 18,4 kW

**Słowa kluczowe:** składniki pokarmowe, bilans, gospodarstwa ekologiczne, ciągniki, moc

### Wprowadzenie

Nicią przewodnią szerokiego dyskursu politycznego i społecznego prowadzonego na forum międzynarodowych organizacji politycznych, społecznych, ekonomicznych a także organizacji pozarządowych jest idea zrównoważonego rozwoju. Już ponad dwadzieścia lat temu Polska włączyła się do tego dyskursu, deklarując jednocześnie udział w planie dotyczącym zrównoważonego rozwoju kraju (Zegar i in., 2013).

Samo rolnictwo zrównoważone wymaga integracji procesów biologicznych i ekologicznych w procesie produkcji rolnej, minimalizacji zużycia zasobów nieodnawialnych, zwłaszcza tych, które są szkodliwe dla środowiska i zdrowia ludzi oraz substytucji nakła-

\* Praca zrealizowana w ramach grantu rozwojowego Nr NR12016510.

dów zewnętrznych przez kapitał ludzki (Woś i Zegar, 2002). W tym zakresie, podstawowym celem stawianym przed rolnictwem ekologicznym jest realizacja zasad zrównoważonego rozwoju poprzez racjonalne gospodarowanie składnikami nawozowymi (Stalenga, 2010). Zasadniczym wyzwaniem jest dążenie do zamkniętego obiegu składników pokarmowych, a narzędziem zrównoważona gospodarka paszowo-nawozowa. Wyzwaniu temu można sprostać poprzez maksymalizację biologicznej retencji składników pokarmowych w glebie oraz minimalizację strat powodowanych nadmierną mineralizacją i wymywaniem. Te ostatnie procesy, w przypadku azotu i fosforu stanowią duże niebezpieczeństwo skażenia środowiska przyrodniczego (Granstendt, 2000). Narzędziem służącym rozpoznaniu potencjalnych zagrożeń dla środowiska ze strony praktyki rolniczej może być określenie salda bilansu składników nawozowych (Asdal i Bakken, 1999). Wysokie dodatnie salda bilansów świadczą o możliwości przemieszczania się niewykorzystanych składników – głównie N i P do wód gruntowych i otwartych, a w przypadku azotu także o utlenianiu się do atmosfery. Natomiast wysokie saldo ujemne może wskazywać na niebezpieczeństwo degradacji potencjału produkcyjnego gleb (Zegar, 2005).

Skumulowane efekty, jakie są oczekiwane ze strony zrównoważonej produkcji rolniczej, obejmują następujące aspekty:

- ekonomiczny – poziom produkcji, jej skala i efektywność mają zapewnić parytet dochodowy dla producenta rolnego,
- socjalne – zmechanizowane procesy pracy zmniejszają ich pracochłonność i uciążliwość zapewniając producentowi rolnemu poprawę komfortu pracy,
- ekologiczne – zmechanizowane procesy pracy oraz poziom nakładów materiałowo-energetycznych zapewniają zachowanie naturalnej żyzności gleby, jak również ograniczenie jej degradacji i utrzymanie zasobów substancji organicznej (Prusak i in., 2009).

Gospodarstwo stanowi bowiem zorganizowany system produkcyjny, w którym efekt końcowy uzależniony jest od oddziaływania wielu, zróżnicowanych czynników. Niewątpliwie jednym z nich jest wyposażenie techniczne, decydujące o poziomie mechanizacji i wydajności pracy (Krasowicz, 2012). Dlatego w gospodarstwach dobrze i bardzo dobrze wyposażonych, gdzie moc zainstalowana w ciągnikach rolniczych jest wysoka, możemy się spodziewać uproszczeń produkcji. Zmierzając one będą do ograniczania jej wielokierunkowości, tak charakterystycznej dla gospodarstw ekologicznych. Przy ograniczonych możliwościach nawożenia mineralnego, w rolnictwie ekologicznym może to skutkować ujemnym bilansem składników pokarmowych. Głównym czynnikiem ograniczającym występowanie takich relacji powinien być kierunek produkcji.

## **Cel i metodyka badań**

Podstawowym celem opracowania jest analiza bilansu składników pokarmowych w 4 wybranych gospodarstwach ekologicznych, charakteryzujących się zbliżonym arealem (ok. 5 ha UR) oraz zróżnicowanym kierunkiem produkcji i wyposażeniem w mechaniczną siłę pociągową:

- A1 – gospodarstwo jednobiegunowe o kierunku produkcja roślinna polowa,
- A2 – gospodarstwo jednobiegunowe o kierunku produkcja roślinna sadownicza,
- B – gospodarstwo jednobiegunowe o kierunku produkcja zwierzęca,
- C – gospodarstwo dwubiegunowe.

Badania przeprowadzono w ramach projektu „Innowacyjne oddziaływanie techniki i technologii oraz informatycznego wspomaganie zarządzania na efektywność produkcji w gospodarstwach ekologicznych” Nr NR12 016510.

Źródłem wyników badań były rejestry prowadzone przez gospodarstwa ekologiczne dla potrzeb jednostek certyfikujących.

Bilans składników mineralnych, tj. azotu (N), fosforu (P) i potasu (K) oraz bilans substancji organicznej oszacowano na podstawie normatywów zawartych w Kodeksie Dobrej Praktyki Rolniczej (MRiRW, MŚ, 2004). Natomiast przy ocenie wpływu gospodarowania na zawartość glebowej substancji organicznej wykorzystane zostały współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej substancji organicznej.

## Charakterystyka badanych gospodarstw

Sposób w jaki człowiek użytkuje ziemię, w dużym stopniu odzwierciedla warunki naturalne, które wpływają na kierunki rozwoju gospodarczego.

Tabela 1

*Powierzchnia użytkowania ziemi w badanych gospodarstwach ekologicznych (ha)*

Table 1

*Area of land use in the investigated ecological farms (ha)*

Obiekt	Grunty orne (ha)			Trwałe użytki zielone (ha)	Sady i plantacje (ha)	RAZEM (ha)	Obsada inwentarza (DJP)
	zboża	Okopowe	pastewne				
A1	4,50	1,00	-	-	-	5,50	1,17
A2	1,00	0,10	2,80	-	1,20	5,10	-
B	0,87	0,10	2,17	-	1,40	4,54	3,55
C	1,98	0,72	0,58	1,81	0,12	5,21	5,40
Średnio	2,09	0,48	1,39	0,45	0,68	5,09	2,53

W tabeli 1 przedstawiono powierzchnie użytkowania ziemi w badanych gospodarstwach ekologicznych. W gospodarstwie A1 (o kierunku produkcja roślinna polowa) udział zbóż był najwyższy i wynosił 4,5 ha, co stanowiło ok 82% zasiewów. Wysoki udział zbóż charakteryzuje także gospodarstwo C (dwubiegunowe), gdzie wynosił on ponad 60%. Jednak w przypadku tego gospodarstwa, uzupełnieniem powierzchni paszowej są trwałe użytki zielone, których udział w strukturze użytkowania ziemi wynosił 35%.

W zasiewach pozostałych dwóch gospodarstw dominowały rośliny pastewne stanowiące odpowiednio: A2 – 72% i B – 68%. Natomiast udział zbóż wynosił odpowiednio: A2 – 26% i B – 28%.

Na obsadę zwierząt na użytkach rolnych mają wpływ ograniczenia środowiskowe. Jej wielkość stanowi podstawę ekologicznej oceny organizacji w gospodarstwach, gdyż dostarcza informacje na temat poziomu intensywności tej produkcji oraz wskazuje na skalę obciążenia środowiska nawozami naturalnymi. Z danych zestawionych w tabeli 1 wynika,

że największa obsada inwentarza występowała w gospodarstwach B i C, gdzie wynosiła odpowiednio: B - 3,55 DJP (duża jednostka przeliczeniowa inwentarza) oraz C – 5,4 DJP.

Tabela 2

*Wyposażenie gospodarstw w ciągniki rolnicze oraz moc zainstalowana w ciągnikach*

Table 2

*Equipment of farms in agricultural farms and the power installed in tractors*

Obiekt	Ciągniki rolnicze (szt.)			Moc zainstalowana	
	razem	w tym klasy:		kW	kW·ha <sup>-1</sup>
		0,4	0,9		
A1	1	-	1	38,2	6,95
A2	1	1	-	18,4	3,61
B	1	1	-	22,3	4,91
C	1	1	-	22,3	4,28
Średnio	1,00	0,75	0,25	25,3	4,94

Podstawowe znaczenie dla każdego gospodarstwa mają ciągniki, które stanowią źródło mechanicznej siły pociągowej. Wyposażenie badanych gospodarstw w ciągniki rolnicze przedstawiono w tabeli 2. Każde z badanych gospodarstw posiada jeden ciągnik. Analizując rozkład mocy, zarówno w ujęciu ogólnym, jak i jednostkowym można zauważyć, że najwyższą mocą zainstalowaną w ciągnikach charakteryzował się obiekt jednobiegunowy o kierunku produkcja roślinna polowa (A1) – 38,2 kW. Natomiast wskaźnikiem najniższym obiekt jednobiegunowy o kierunku produkcja roślinna sadownicza (A2) – 18,4 kW. Już te parametry wskazują, że niewielki poziom mechanizacji pracy występuje w gospodarstwie sadowniczym, ponieważ ta produkcja nie wymaga ciągników o dużej sile uciągu.

### **Saldo bilansu glebowych składników pokarmowych**

Gospodarka nawozowa w zrównoważonym systemie produkcji ma zaspokoić potrzeby pokarmowe roślin uprawnych oraz podtrzymywać lub poprawiać żyzność gleby. Umiejętne wykorzystanie zasobów siedliska pozwoli uzyskać dobre wyniki produkcyjne przy możliwie najmniejszym zużyciu nawozów mineralnych. Jednocześnie, gospodarka zrównoważona nie może prowadzić do nadmiernej eksploatacji środowiska glebowego (Jadczyzyn, 2012).

W tabeli 3 zestawiono wskaźniki zrównoważenia składników NPK oraz substancji organicznej. W badanych gospodarstwach stosowano wyłącznie nawożenie organiczne lub zagospodarowywano na te cele odpady i produkty uboczne produkcji roślinnej. Przyjęto określone struktury produkcji, które nie gwarantują zrównoważenia składników pokarmowych NPK.

Tabela 3

Zestawienie rozchodu i przychodu składników pokarmowych NPK ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i substancji organicznej ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Table 3

The list of expenditures and revenues of nutrients NPK ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) and organic substance ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Wyszczególnienie	Gospodarstwa				
	A1	A2	B	C	Średnio
	Pobrane				
N	-67,02	-168,62	-188,81	-122,25	-127,13
P	-29,52	-45,61	-50,60	-38,21	-39,34
K	-65,72	-169,08	-189,75	-138,36	-131,65
S. org.	-0,69	1,24	1,16	-0,18	0,21
	Wprowadzone				
N	19,41	13,40	67,66	66,06	40,14
P	15,53	12,70	42,29	41,48	27,32
K	39,53	39,80	89,23	87,56	62,31
S. org.	0,10		0,61	0,59	0,31
	Bilans				
N	-47,61	-155,22	-121,15	-56,19	-86,99
P	-13,99	-32,91	-8,31	3,27	-12,02
K	-26,19	-129,28	-100,52	-50,80	-69,34
S. org.	-0,58	1,24	1,77	0,41	0,53

Dodatnie saldo bilansu świadczy o przewadze dawek nawozowych nad potrzebami pokarmowymi roślin w określone składniki. Nadwyżka makroskładników jest akumulowana w glebie, lub przedostaje się do wody czy też atmosfery. Dodatnie saldo to informacja o stratach danego składnika i negatywnym oddziaływaniu na środowisko. Natomiast saldo ujemne świadczy o zbyt małych dawkach nawozów w stosunku do potrzeb roślin. Deficyt makroskładników może prowadzić do zmniejszenia żyzności gleby, a nawet jej degradacji (Stalenga, 2010).

Najwyższy wskaźnik poboru azotu występuje w gospodarstwie B o kierunku produkcja zwierzęca ( $-188,81 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz w gospodarstwie A2 o kierunku produkcja roślinna sadownicza ( $-168,62 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Analogicznie dotyczy to także poboru fosforu i potasu. Pomimo wprowadzenia takich składników do gleby, bilans NPK w tych gospodarstwach jest wysoce niekorzystny.

Dodatnie saldo bilansu substancji organicznej odnotowano w gospodarstwach A2 i B. Wynosiło ono odpowiednio 1,24 i 1,77  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Niekorzystna relacja dotyczy tylko gospodarstwa ukierunkowanego na rolniczą produkcję polową (A1). Uprawiano w nim tylko zboża (82%) i rośliny okopowe (18%), przy jednoczesnym braku w strukturze zasiewów roślin pastewnych. Gospodarstwo to wyposażone było w największy ciągnik i dysponowało największą siłą uciągu. Zasoby siły pociągowej umożliwiały prowadzenie intensywnej

produkcji roślinnej, ale jednocześnie przy wysokim uproszczeniu organizacyjnym. Stąd ograniczona struktura zasiewów upraw polowych, umożliwiającą efektywniejsze wykorzystanie ciągników i maszyn rolniczych.

## Wnioski

Analiza bilansu składników pokarmowych w 4 wybranych gospodarstwach ekologicznych wykazała istnienie dużych różnic między grupami gospodarstw o różnych kierunkach produkcji. Szczególnie dużymi ujemnymi saldami makroskładników wyróżniały się gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej polowej oraz w gospodarstwach o produkcji zwierzęcej.

- Saldo bilansu azotu w każdym gospodarstwie wykazało niedobór tego składnika (średnio  $-86,99 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) co powoduje że jest to główny czynnik limitowania wielkości plonów w danym systemie gospodarowania. Trwały i ujemny bilans azotu może również świadczyć o nadmiernej mineralizacji próchnicy.
- Największy deficyt fosforu zauważamy w gospodarstwach o produkcji roślinnej średnio ( $-27,32 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Wynika to z tego iż fosfor nie jest wymywany z gleby, a w wytworzonych produktach roślinnych i zwierzęcych jego zawartość jest stosunkowo mała.
- Wyraźnie ujemny bilans potasu uzyskiwały gospodarstwa ukierunkowane na produkcję roślinną oraz zwierzęcą i wynosiła odpowiednio  $-129,28$  i  $-100,52 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Powodem tego może być wysoki pobór tego składnika przez ziemniaki oraz warzywa stanowiące roślinne produkty towarowe.
- Bilans glebowej substancji organicznej w większości badanych gospodarstw ekologicznych był dodatni i wynosił średnio  $0,53 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ujemny odnotowano tylko w gospodarstwie wyspecjalizowanym w polowej produkcji roślinnej, wyposażonym w ciągnik o największej mocy. Na tej podstawie można przypuszczać, że dążenie do większej efektywności wykorzystania ciągników rolniczych o wyższej mocy powoduje uproszczenie organizacji produkcji i uproszczenie struktury zasiewów. Jest to szczególnie widoczne w małych gospodarstwach, które mają ograniczone możliwości inwestycyjne i w związku z tym, nie posiadają rozbudowanego parku maszynowego.

## Literatura

- Asdal, A.; Bakken, A. (1999). *Nutrient balances and yields Turing 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.
- Granstend, A. (2000). *Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment- experience from Sweden and Finland*. Agriculture, Ecosystems & Environment 1570, 1-17 Amsterdam.
- Jadczyzyn, T. (2012). Ocena zrównoważenia gospodarki nawozowej w Polsce. *Puławy Problemy zrównoważonego gospodarowania w produkcji rolniczej* 29(3) s. 135.
- Krasowicz, S. (2012). Problemu zrównoważonego rozwoju rolnictwa polskiego w świetle badań IUNG- PIB. *Problemy zrównoważonego gospodarowania w produkcji rolniczej* 29(3), 22-47 Puławy.

- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska (2004). *Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej*. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa, Warszawa, ISBN 83-88010-58-1
- Prusak, A.; Tabor, S.; Murgas, J. (2009). Zrównoważenie produkcji rolniczej w aspekcie zasobów użytków zielonych oraz obsady inwentarza żywego. *Inżynieria Rolnicza* 6(115), Kraków, 217-221.
- Stalenga, J. (2010). Ocena stanu zrównoważenia gospodarki nawozowej w wybranych gospodarstwach ekologicznych w rejonie Brodnicy. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering* 55 (4), Puławy, 117-120.
- Woś, A.; Zegar, J. (2002). *Rolnictwo społecznie zrównoważone*. IERiGŻ, Warszawa, ISBN 83-86815-82-5
- Zegar, J. (2005). *Konceptja badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym*. IERiGŻ Warszawa, ISBN: 83-89666-24-3
- Zegar, J.; Toczyński, T.; Wrzaszcz, W. (2013). Zrównoważenie polskiego rolnictwa. *Powszechny Spis Rolny 2010*. GUS, Warszawa. ISBN 978-83-7027-534-1

## POWER INSTALLED AND BALANCE OF NUTRIENTS IN THE SELECTED ECOLOGICAL FARMS

**Abstract.** The basic objective of the paper is the analysis of nutrients balance in 4 selected ecological farms, which are characterized with a similar acreage (approx. 5 ha AL) and a varied production trend and equipment with mechanical tractive force. Fertilizer management in the sustainable production system has to satisfy nutritious demands of cultivation plants and to support or improve the soil fertility. Skilful use of resources of habitat shall allow obtaining good production results at possibly lowest consumption of fertilizers. At the uptake of fertilizer components, we may notice that the highest index of nitrogen uptake occurs in the animal production farm B (-188.8 kg·ha<sup>-1</sup>) and in A2 orchard plant production farm (-168.6 kg·ha<sup>-1</sup>). By analogy, it also concerns phosphorus and potassium uptake. Despite introduction of these components to soil, NPK balance in all farms was negative. When analysing power distribution, both in the general as well as unitary view, one may notice that the single-polar field plant production object (A1) was characterised with the highest power installed in tractors - 38.2 kW. Whereas, a single-polar orchard plant production object (A2) with the lowest index -18.4 kW

**Key words:** nutrients, balance, ecological farms, tractors, power

**Adres korespondencyjny:**

Maria Szczuka; e-mail: [szczuka.marysia@gmail.com](mailto:szczuka.marysia@gmail.com)  
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 116B  
30-149 Kraków