

Edmund Kamiński¹⁾, Krystyna Wyłuda²⁾

¹⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Oddział w Warszawie

²⁾ Liceum Ogólnokształcące w Grajewie

EFEKTY MODERNIZACJI TECHNIKI NAWOŻENIA ORGANICZNEGO W GOSPODARSTWIE ROLNYM

Streszczenie

Celem badań było porównanie wartości podstawowych wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych różnych technologii nawożenia obornikiem z wykorzystaniem zestawów maszyn tradycyjnych oraz nowych maszyn, zakupionych przez gospodarstwo rolne. Badania sprawdzające przeprowadzono w gospodarstwie, prowadzącym produkcję polową oraz zwierzęcą, o powierzchni około 35 ha użytków rolnych. Zakupiony przez gospodarstwo zestaw maszyn do nawożenia cechuje się lepszymi wartościami podstawowych wskaźników eksploatacyjnych. W porównaniu z wariantem technologii tradycyjnej zmalały: koszty nawożenia o 28%, nakłady robocizny o 61% i zużycie paliwa o 41%. Stwierdzono jednocześnie znaczny wzrost energochłonności zabiegu nawożenia (o 30%), głównie z powodu używania nowoczesnych, ciężkich maszyn i ciągników.

Słowa kluczowe: maszyna rolnicza, ładowarka, rozrzutnik obornika, nawożenie obornikiem, ciągnik rolniczy, koszt nawożenia

Wstęp

Celem działalności gospodarstw farmerskich jest prowadzenie produkcji towarowej w taki sposób, aby osiągnąć jak najlepszy wynik gospodarczy. W tym celu rolnicy muszą stosować w produkcji nowoczesne technologie z wykorzystaniem maszyn najnowszej generacji, charakteryzujące się wysoką wydajnością i jakością pracy. W produkcji roślinnej bardzo ważne jest nawożenie obornikiem, które ma bezpośredni wpływ na wielkość plonów, dlatego maszyny używane w technologiach nawożenia muszą odpowiadać wysokim wymaganiom agrotechnicznym [Wyłuda, Kamiński 2005]. W zależności od wielkości gospodarstwa oraz jego stanu finansowego używane są maszyny i urządzenia o różnym stopniu nowoczesności i automatyzacji oraz kontroli przebiegów procesów technologicznych [Roszkowski 2000; Wyłuda 2007]. Pryzmy kompostowe najczęściej są lokalizowane na terenie gospodarstwa rolnego obok obory. Lokalizacja pryzm kompostowych oraz zbiorników na gnojowicę w gospodarstwie rolnym powinna spełniać określone wymagania [Wyłuda 2007].

Celem badań było porównanie wartości podstawowych wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych różnych zestawów maszyn do nawożenia obornikiem z wykorzystaniem maszyn tradycyjnych oraz nowych, zakupionych przez gospodarstwo rolne.

Metody badań

Badania zlokalizowano w gospodarstwie, prowadzącym produkcję polową oraz zwierzęcą, o powierzchni około 35 ha użytków rolnych. Do oceny technologii nawożenia przyjęto następujące założenia ogólne: dawka obornika $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, średnia odległość pola od przyzmy kompostowej 2 km, załadunek obornika na rozrzutnik mechaniczny bezpośrednio z przyzmy kompostowej, prędkość transportowa rozrzutnika z ładunkiem $15 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, prędkość transportowa rozrzutnika bez ładunku $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, prędkość robocza agregatu $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Analizę kosztów eksploatacji, określenie wydajności, energochłonności, pracochłonności, wskaźników postępu technicznego i technologicznego badanych maszyn do nawożenia przeprowadzono zgodnie z metodyką przyjętą w IBMER [Muzalewski 2008a, b].

Na podstawie badań własnych ustalono przykładowy zestaw maszyn, stosowanych w sześciu tradycyjnych technologiach nawożenia obornikiem. W celu poprawienia wartości wskaźników eksploatacyjno-ekonomicznych na podstawie danych literaturowych i oferowanego na rynku asortymentu ciągników, ładowaczy i rozrzutników obornika określono sześć modelowych technologii nawożenia, możliwych do zastosowania w gospodarstwach farmerskich. W celu weryfikacji wyników badań technologii tradycyjnych i modelowych przeprowadzono badania sprawdzające w wytypowanym gospodarstwie rolnym, posiadającym maszyny scharakteryzowane w tabeli 1.

Tabela 1. Dane maszyn i ciągników używanych podczas badań w gospodarstwie rolnym
Table 1. Parameters of the machines and tractors tested on the farm

Technologia	Zestaw maszyn	Masa maszyn [kg]		Masa części zamiennych [kg]		Zużycie paliwa G_m [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$]	Liczba osób do obsługi n_o
		ciągniki M_c	maszyny M_m	ciągniki Z_c	maszyny Z_m		
XIII	ciągnik C 330 + ładowacz T 210 Tur 1	1500	334	600	134	6,74	1
	ciągnik Zetor 5320 + rozrzutnik N 227	2895	1634	1158	654	47,68	
XIV	ciągnik Zetor 5320 + ładowacz TL 220	2895	820	1146	328	3,72	1
	ciągnik Zetor 9641 + rozrzutnik Tytan 8	4500	2850	1800	1140	28,29	

Źródło: wyniki własne.

W analizowanych technologiach tradycyjnych wykorzystywano następujące zestawy maszyn:

- I – ładowacz czołowy T-357, ciągnik T-25A, rozrzutnik N-226, ciągnik C-360 3P;
- II – ładowacz czołowy T-210 (Tur 1), ciągnik C 330, rozrzutnik N-245, ciągnik C330;
- III – ładowacz czołowy T-356 (Tur 3), ciągnik U-4514, rozrzutnik N-248, ciągnik Zetor 5320;
- IV – ładowacz czołowy T-271 (Tur 3A), ciągnik Zetor 5320, rozrzutnik N-228, ciągnik U-4512;
- V – ładowacz czołowy T-274 (Troll), ciągnik C-330, rozrzutnik N-240, ciągnik MTZ-82A;
- VI – ładowacz chwytakowy T-214/3 Cyklop, ciągnik C-360-3P, rozrzutnik N-248, ciągnik C-360-3P.

W technologiach modelowych przyjęto następujące zestawy maszyn:

- VII – ładowacz chwytakowy T-214/3 Cyklop, ciągnik C-360-3P, rozrzutnik RT-6, ciągnik U-4512;
- VIII – ładowacz czołowy T-448 (Tur 14), ciągnik U-4514, rozrzutnik Tytan 8, ciągnik U- 5314;
- IX – ładowacz czołowy Taurus (Tur 8), ciągnik Zetor 5312, rozrzutnik Tytan 10, ciągnik U-1014;
- X – ładowacz czołowy T-460/2 (Tur 12), ciągnik U-5314, rozrzutnik Tytan 14, ciągnik U-1224;
- XI – ładowacz czołowy T-278 (Tur 15), ciągnik MTZ-82A, rozrzutnik N-244/2 Tytan, ciągnik U-1614;
- XII – ładowacz czołowy T-460/3 (Tur 18), ciągnik Pronar 1025A, rozrzutnik Tytan 18, ciągnik U-1634.

W gospodarstwie farmerskim ocenie poddano technologię tradycyjną i zmodernizowaną, w których wykorzystano niżej podane zestawy maszyn. Dane tych zestawów zamieszczono w tabeli 1.

- XIII (technologia tradycyjna) – ładowacz czołowy T-210 (Tur 1, udźwig 400 kg), ciągnik C-330 (silnik 22 kW), rozrzutnik N-227 (ładowność nominalna 3500 kg), ciągnik Zetor 5320 (silnik 46 kW);
- XIV (technologia zmodernizowana) – ładowacz czołowy TL-220 (udźwig 1500 kg), ciągnik Zetor 5320 (silnik 46 kW), rozrzutnik Tytan 8 (ładowność nominalna 6500 kg), ciągnik Zetor 9641 (silnik 66 kW).

Analizę kosztów przeprowadzono według metod przyjętych w Instytucie Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie [Muzalewski 2008a], które są zbieżne z metodami stosowanymi w warunkach belgijskich [Miserque i in. 1999]. Przyjęte ceny maszyn stosowanych w gospodarstwie rolnym wynosiły odpowiednio: ładowacz Tur 1 – 3 721 zł, ciągnik Ursus C-330 – 39 772 zł, rozrzutnik N-227 – 15 128 zł, ciągnik Zetor 5320 – 67 100 zł, ładowacz TL-220 – 22 300 zł, rozrzutnik Tytan 8 – 39 650 zł, ciągnik Zetor 9641 – 135 000 zł.

Przebieg i wyniki badań

Technologia zmodernizowana charakteryzuje się wysokimi kosztami zakupu maszyn, łączna cena maszyn (ładowacz TL 220, rozrzutnik Tytan 8 oraz ciągników Zetor 5320 i 9641) wynosi 271 500 zł. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne analizowanych technologii nawożenia obornikiem

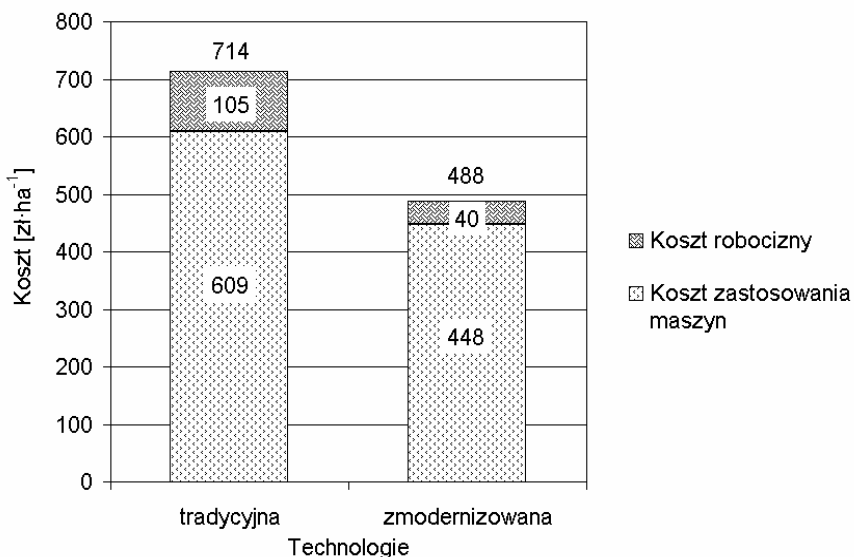
Table 2. Operation-economic indices of analysed manure fertilization technologies

Technologia	Zestaw maszyn	Nakłady robocizny [rbh·ha ⁻¹]	Zużycie paliwa [l·ha ⁻¹]	Koszty nawożenia [zł·ha ⁻¹]
I	T-25A + T-357, C-360-3P + N-226	14,14	60,10	814,81
II	C-330 + T-210 Tur 1, C-330 + N-245	13,28	41,18	676,10
III	U-4514 + T-356 Tur-3, Zetor 5320 + N-248	10,76	67,19	784,27
IV	Zetor 5320 + T-271 Tur 3A, C-360-3P + N-248	8,57	58,86	710,90
V	C-330 + T-274 Troll, MTZ 82A + N240	9,12	65,20	741,11
VI	C-360-3P + T-214/3 Cyklop, U-4512 + N-228	9,94	46,75	649,67
Średnia		10,97	56,55	729,48
VII	U-4514 + Tur-14, U-4512 + RT-6	6,41	40,14	564,97
VIII	C-360-3P + T-214/3 Cyklop, U-5314 + Tytan 8	4,45	31,34	484,18
IX	Zetor 5320 + Tur 8, U-1014 + Tytan 10	3,63	31,12	456,47
X	U-5314 + Tur 12, U-1224 + Tytan 14	3,02	31,28	442,47
XI	MTZ-82A + Tur 15, U-1614 + N-244/2	2,49	32,71	427,80
XII	Pronar 1025A + Tur 18, U-1634 + Tytan 18	2,17	29,57	421,11
Średnia		3,69	32,69	466,15
XIII	C-330 + T-210 Tur 1, Zetor 5320 + N227	10,50	54,42	713,68
XIV	Zetor 5320 + TL-220, Zetor 9641+ Tytan 8	4,05	32,01	488,73

Źródło: obliczenia własne autorów.

Maszyny te mają większą wydajność rzeczywistą (ładowacz – 1,67 ha · h⁻¹, rozrzutnik – 0,29 ha · h⁻¹) od maszyn używanych w technologii tradycyjnej (ładowacz – 0,46 ha · h⁻¹, rozrzutnik – 0,12 ha · h⁻¹), co w konsekwencji doprowadziło do niższych kosztów nawożenia w przeliczeniu na hektar (rys. 1).

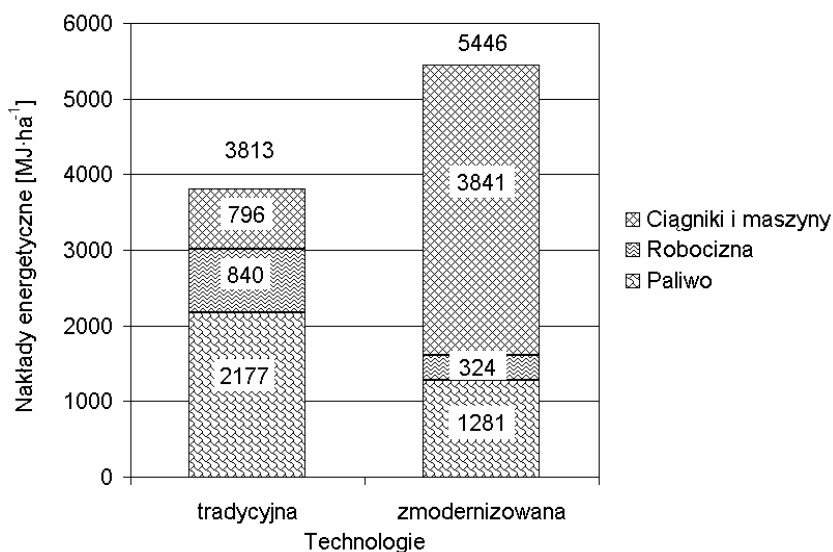
W celu umożliwienia porównania technologii tradycyjnej i zmodernizowanej obliczono nakłady materiałowo-energetyczne. W tradycyjnej technologii ogólne nakłady energetyczne na nawożenie wyniosły 3813 MJ · h⁻¹, natomiast w technologii zmodernizowanej – 5446 MJ · h⁻¹ (rys. 2). Zabieg transportu i roztrząsania obornika na polu jest bardziej energochłonny od załadunku na rozrzutnik, w technologii tradycyjnej nakłady energetyczne z użyciem tych maszyn przyjmują stosunek 10:1, w zmodernizowanej – 40:1.



Źródło: badania własne.

Rys. 1. Koszt zastosowania maszyn i robocizny do nawożenia obornikiem w technologii tradycyjnej i zmodernizowanej

Fig. 1. The costs of machine use and human labour at manure fertilization in traditional and modernized technology



Źródło: badania własne.

Rys. 2. Nakłady energetyczne nawożenia obornikiem dla technologii tradycyjnej i zmodernizowanej

Fig. 2. Energy inputs on manure fertilization in traditional and modernized technology

Zgodnie z zależnościami podanymi w metodyce Wójcickiego [2008], obliczono wartości wskaźników postępu technologicznego i technicznego dla maszyn tradycyjnych i zakupionych przez gospodarstwo rolne, tj. ładowaczy i rozrzutników obornika.

Wartości wskaźnika postępu technologicznego obliczono wg następującego wzoru:

$$W_m = \frac{E_j}{L_o + E_j} 100\% \quad (1)$$

gdzie:

E_j – nakłady energetyczne pracy maszyn w procesie nawożenia [$\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$],
 L_o – pracochłonność nawożenia dla poszczególnych zestawów maszyn [$\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$].

Wartości wskaźnika postępu technicznego η_{TK} [$\text{ha} \cdot \text{zł}^{-1}$] obliczono zgodnie ze wzorem:

$$\eta_{TK} = \frac{W_{07}}{k'}, \quad (2)$$

gdzie:

W_{07} – wydajność eksploatacyjna maszyn [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$],
 k' – jednostkowy koszt wykonania zabiegu w przeliczeniu na godzinę [$\text{zł} \cdot \text{h}^{-1}$].

W celu poprawy czytelności wyników wartości wskaźnika postępu technicznego podano nie w $\text{ha} \cdot \text{zł}^{-1}$, lecz $\text{ha} \cdot (1000 \text{ zł})^{-1}$.

Wskaźnik postępu technologicznego w przypadku maszyn tradycyjnych (ładowacz Tur 1, rozrzutnik N-227) wynosił 78,0%, a maszyn nowych (ładowacz TL-220, rozrzutnik Tytan 8) – 94,1%. Wskaźnik postępu technicznego dla ładowaczy obornika wynosił odpowiednio 13,89 i 27,74 $\text{ha} \cdot (1000 \text{ zł})^{-1}$, natomiast dla rozrzutników – 1,56 i 2,21 $\text{ha} \cdot (1000 \text{ zł})^{-1}$.

Podsumowanie

Nakłady robocizny w technologiach tradycyjnych wynosiły 8,57–14,14 $\text{rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$ i malały wraz ze wzrostem wydajności ładowaczy, a w technologiach modelowych – od 2,17 do 6,41 $\text{rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zużycie paliwa wynosiło odpowiednio 41,18–67,19 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$ i 29,57–40,14 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast koszty nawożenia 649,67–814,81 $\text{zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ i 421,11–564,97 $\text{zł} \cdot \text{ha}^{-1}$. Średnie wartości wskaźników w technologiach tradycyjnych (10,97 $\text{rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$, 56,55 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$, 729,48 $\text{zł} \cdot \text{ha}^{-1}$) były zbliżone do wartości wskaźników, charakteryzujących technologię tradycyjną w analizowanym gospodarstwie rolnym (10,50 $\text{rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$, 54,42 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$, 713,68 $\text{zł} \cdot \text{ha}^{-1}$), natomiast średnie wartości wskaźników w technologiach modelowych (3,69 $\text{rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$, 32,69 $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$, 466,15 $\text{zł} \cdot \text{ha}^{-1}$) były zbliżone do war-

tości wskaźników, charakteryzujących technologię zmodernizowaną w analizowanym gospodarstwie ($4,05 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$, $32,01 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, $488,73 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Bardzo wyraźnie zwiększyły się wartości wskaźników postępu technologicznego (z 78,0 do 94,1%) i technicznego dla maszyn zakupionych przez gospodarstwo rolne w porównaniu z maszynami tradycyjnymi – ładowacze z $13,89$ do $27,74 \text{ ha} \cdot (1000 \text{ zł})^{-1}$, rozrzutniki z $1,56$ do $2,21 \text{ ha} \cdot (1000 \text{ zł})^{-1}$.

Wnioski

1. Ciągniki starego typu, małej mocy, znajdujące się na wyposażeniu gospodarstw rolnych, mają istotny wpływ na stosowane warianty tradycyjnych technologii nawożenia, z wykorzystaniem głównie ładowaczy o małym udźwigu i małej wydajności oraz rozrzutników obornika małej ładowności i małej szerokości roboczej.
2. Średnie wartości wskaźników, obliczone dla wariantów technologii tradycyjnych, wynosiły odpowiednio: pracochłonność $11 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$, zużycie paliwa $57 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, koszty nawożenia $730 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz odpowiednio dla technologii modelowych: pracochłonność $4 \text{ rbh} \cdot \text{ha}^{-1}$, zużycie paliwa $33 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, koszty mechanizacji nawożenia $466 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wartości wskaźników w technologiach tradycyjnych pokrywają się z wartościami wskaźników w technologii, stosowanej w analizowanym gospodarstwie. Również wartości wskaźników w technologiach modelowych pokrywają się z wartościami wskaźników w badanej technologii zmodernizowanej.
3. Zmodernizowana technologia nawożenia obornikiem, zaproponowana i wdrożona w gospodarstwie farmerskim, cechuje się lepszymi wartościami wskaźników, tj. zmniejszeniem średnio: kosztów nawożenia o 28%, nakładów robocizny o 61% i zużycia paliwa o 41% oraz wzrostem nakładów energetycznych o 30% w porównaniu ze stosowanym w tym gospodarstwie wariantem technologii tradycyjnej.
4. Zmodernizowana technologia nawożenia obornikiem cechuje się znacznie lepszymi wartościami wskaźników postępu technologicznego i technicznego w porównaniu z technologią tradycyjną, stosowaną w analizowanym gospodarstwie rolnym.

Bibliografia

Miserque O. i in. 1999. Indicateur des performances et des couts de utilisation des machines agricoles. Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux. Belgia, ss. 168

Muzalewski A. 2008a. Koszty eksploatacji maszyn (wskaźniki techniczno-eksploatacyjne maszyn i ciągników stosowanych w gospodarstwach rolnych). IB-MER. Warszawa, ss. 32

Muzalewski A. 2008b. Zasady doboru maszyn dla gospodarstw rolnych. IB-MER. Warszawa, ss. 86

Roszkowski A. 2000. Informatyka w technologiach produkcji roślinnej – analiza stanu i potrzeb badań. Inżynieria Rolnicza. Nr 3, s. 133–141

Wójcicki Z. 2008. Metodyka badań postępu technologicznego w gospodarstwach rodzinnych. IBMER. Warszawa, ss. 90

Wyłuda K. 2007. Doskonalenie technologii nawożenia obornikiem w gospodarstwie farmerskim. Rozprawa doktorska. IBMER. Warszawa, ss. 105

Wyłuda K., Kamiński E. 2005. Podstawowe kierunki doskonalenia maszyn do nawożenia. W: Współczesne technologie i zestawy maszyn do produkcji rolniczej. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Praktyczna. Białoruski Państwowy Uniwersytet Rolniczo-Techniczny, Mińsk, s. 6–7

EFFECTS OF MODERNIZATION IN ORGANIC FERTILIZATION TECHNIQUE ON A FARM

Summary

The study aimed at comparison of basic operation-economic indices for various technologies of manure fertilization – with the use of traditional machine sets and the new machines, just purchased by the farm. Investigations were conducted in farm of the acreage about 35 ha agricultural land, engaged in both, crop and animal production. The set of machines for organic fertilization purchased by the farm was characterized by better values of basic operation indices. In comparison with traditional technology variant, the costs of fertilization decreased by 28%, the labour inputs by 61% and the fuel consumption by 41%. However, the considerable rising (by 30%) of energy consumption was observed, mostly because of using modern, heavy machines and tractors.

Key words: farm machine, loader, manure spreader, agricultural tractor, costs, manure fertilization, modernization

Praca wpłynęła do Redakcji 24.02.2010 r.

*Recenzenci: doc. dr hab. Jan Kamionka
prof. dr hab. Leszek Powierża*

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Edmund Kamiński
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Mazowiecki Ośrodek Badawczy
05-825 Kłudzienko k. Błonia
tel. 22 724-07-03 w. 112, e-mail: edmund.kaminski@ibmer.waw.pl