

Wpłynęło 03.11.2015 r.
Zrecenzowano 02.12.2015 r.
Zaakceptowano 10.12.2015 r.

Metodyka badania energochłonności produkcji rolniczej

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Zdzisław WÓJCICKI ABCDEF

*Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie,
Zakład Analiz Ekonomicznych i Energetycznych*

Do cytowania For citation: Wójcicki Z. 2015. Metodyka badania energochłonności produkcji rolniczej. Problemy Inżynierii Rolniczej. Z. 4(90) s. 17–29.

Streszczenie

W pracy przedstawiono możliwości oceny efektów i efektywności produkcji gospodarstwa rolnego, szacowanej nie tylko w jednostkach pieniężnych (zł), ale także w umownych jednostkach zbożowych (JZ) lub w porównywalnych jednostkach energetycznych (GJ lub kWh). Zaprezentowano uproszczoną metodykę szacowania skumulowanych nakładów materiałowo-energetycznych i badania energochłonności produkcji roślinnej i zwierzęcej w przykładowym zmodernizowanym gospodarstwie rodzinnym o powierzchni 45 ha UR. Metodyka może być wykorzystywana w badaniach efektywności energetycznej poszczególnych rodzajów biomasy rolniczej przeznaczonej na potrzeby żywnościowe lub energetyczne (OZE).

Słowa kluczowe: rolnictwo, gospodarstwo, produkcja rolnicza, efektywność energetyczna, energochłonność, metodyka badań

Wstęp

Badania energochłonności produkcji rolniczej metodą kumulowania ciągnionych nakładów materiałowo-energetycznych szacowanych w umownych jednostkach energetycznych (GJ lub kWh) i jednostkach zbożowych (JZ) wykonywane są w IBMER (obecnie ITP) od 1978 r. [ANUSZEWSKI i in. 1979; GOLKA, WÓJCICKI 2006; GRZYBEK, PAWŁAK 2015a, b; KUREK 2011; PAWŁAK 2006; SZEPTYCKI, WÓJCICKI 2003; TYMIŃSKI 1997; WÓJCICKI 1999; 2001; 2007; 2008; 2012; 2015; ZAREMBA 1985]. Wykorzystuje się doświadczenie w tym zakresie lub współpracuje z różnymi krajowymi i zagranicznymi placówkami naukowymi [DENISIUK, PIECHOCKI 2005; DRESZER i in. 2003; KOWALSKI, KWAŚNIEWSKI 2000; KUŚ, KRASOWICZ 2001; MICHAŁEK (red.) 1998; PODKÓWKA 2003; SAWA, KOCIRA 2010; WIELICKI, WAJSZCZUK 2000].

Ocena efektów i efektywności gospodarowania w rolnictwie w warunkach gospodarki planowej metodami ekonomicznymi często zawodziła, gdyż niejednokrotnie dyktowane ceny (w zł) nie odzwierciedlały pieniężnej wartości oferowanego towaru lub

energii. Pomocna była ocena energochłonności i efektywności energetycznej wyrażonych w umownych porównywalnych jednostkach energetycznych (GJ lub kWh) i umownych jednostkach zbożowych (JZ).

Takie badania energochłonności produkcji i jej efektywności traciły na znaczeniu wraz z postępującą transformacją ustrojową w Polsce. W warunkach coraz pełniejszej gospodarki rynkowej najlepsze i najprostsze oceny działalności gospodarczej były i są wykonywane z wykorzystaniem wartości pieniężnej (zł lub euro). Obecne zainteresowanie badaniami skumulowanej energochłonności produkcji rolniczej nabiera jednak znowu znaczenia w związku z zakłócaniem rynku unijnymi preferencjami, dopłatami i dotacjami zarówno do produkcji rolniczej, jak i do materiałów, usług i kredytów. Potrzeba szacowania efektywności energetycznej surowców rolniczych niezbędna jest szczególnie w warunkach przeznaczania ich na cele energetyczne w formie energii odnawialnej (OZE).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie uproszczonej metody badania energochłonności produkcji rolniczej i metodyki oceny efektywności energetycznej na przykładzie rozwojowego gospodarstwa rodzinnego o powierzchni 45 ha UR i mającego obsadę bydła 67,1 DJP.

Badania energochłonności produkcji rolniczej

Ocenę jakości gospodarowania w rolniczym przedsiębiorstwie przeprowadza się, sporządzając corocznie bilans jego przychodów i wydatków (nakładów) oraz uzyskiwanych dochodów szacowanych w jednostkach pieniężnych (zł). Można też bilansować nakłady i dochody w umownych jednostkach energetycznych (MJ) i umownych jednostkach zbożowych (JZ).

Wielkość globalnej produkcji rolniczej w Polsce szacowano w 2002 r. na 1 080 mln JZ, w tym 600 mln JZ globalnej produkcji roślinnej i 480 mln JZ globalnej produkcji zwierzęcej. Odliczając zużycie wewnętrzne, uzyskiwano łącznie 650 mln JZ końcowej (towarowej) produkcji rolniczej, w tym 262 mln JZ produkcji roślinnej i 650 mln JZ końcowej produkcji zwierzęcej [WÓJCICKI 2007].

W przeliczeniu na jednostki energetyczne wartość końcowej produkcji rolniczej wynosiła 900 mln GJ energii skumulowanej lub 435 mln GJ według wartości energetycznej. Skumulowane nakłady materiałowo-energetyczne szacowano (łącznie z pracą żywą) na 1 288 mln GJ, w tym 550 mln GJ na produkcję roślinną i 738 mln GJ na produkcję zwierzęcą. Dało to podstawy do określania wskaźników energochłonności i efektywności energetycznej produkcji rolniczej w Polsce w 2002 r. (tab. 1).

Dane zawarte w tabeli 1. wskazują na dużą energochłonność produkcji rolniczej w Polsce i małą jej efektywność energetyczną, gdyż aby uzyskać 1 JZ produkcji towarowej, trzeba było ponieść prawie 2 GJ (1,98) nakładów materiałowo-energetycznych (z pracą żywą) lub z nakładów o wartości 1 GJ uzyskiwano 0,50 JZ. Energochłonność produkcji roślinnej była większa od energochłonności produkcji zwierzęcej wg energii skumulowanej i mniejsza wg ich wartości energetycznych (kalorycznych). Wynik ten był dyskusyjny i budził uzasadnione wątpliwości metodyczne.

Tabela 1. Energochłonność i efektywność energetyczna rolniczej produkcji końcowej w Polsce w 2002 r.

Table 1. Energy consumption and energy efficiency of the final agricultural production in Poland in the year 2002

Wyszczególnienie Specification	Jednostka Unit	Wskaźniki energochłonności lub efektywności w produkcji Indicators of energy consumption or efficiency in production		
		roślinnej plant	zwierzęcej animal	razem w rolnictwie total in agriculture
Energochłonność rolniczej produkcji końcowej (towarowej) – ogółem Energy consumption of the final agricultural (commodity) production – in total	mln GJ·(mln JZ) ⁻¹ mln GJ·(mln CU) ⁻¹	2,10	1,90	1,98
Energochłonność ogółem według energii skumulowanej Total energy consumption according to cumulated energy	mln GJ·(mln GJ) ⁻¹	2,62	1,07	1,43
Energochłonność ogółem według wartości energetycznej (kalorycznej) Total energy consumption according to the energy (calorific) value	mln GJ·(mln GJ) ⁻¹	1,72	6,42	2,96
Efektywność energetyczna rolniczej produkcji końcowej (towarowej) – ogółem Energy efficiency of the final agricultural (commodity) production – in total	mln JZ·(mln GJ) ⁻¹ mln CU·(mln GJ) ⁻¹	0,48	0,53	0,50
Efektywność energetyczna ogółem według energii skumulowanej Total energy efficiency according to cumulated energy	mln GJ·(mln GJ) ⁻¹	0,38	0,93	0,70
Efektywność energetyczna ogółem według wartości energetycznej (kalorycznej) Total energy efficiency according to the energy (calorific) value	mln GJ·(mln GJ) ⁻¹	0,58	0,16	0,34

Źródło: Source: WÓJCICKI [2007].

Ocenę działalności rolniczej szacowaną w zł, JZ i GJ stosowano także w różnicowej metodzie obliczania efektów działania całego gospodarstwa rodzinnego lub stosowanych tam technologii (tab. 2).

Różnica między wartością produkcji globalnej a poniesionymi nakładami bezpośrednimi umożliwia określenie wartości nadwyżki bezpośredniej, a po odjęciu nakładów pośrednich – oszacowanie wartości produkcji czystej (wartości dodanej brutto – WDB), a następnie nakładów (kosztów) ogółem i czystego zysku lub straty.

Tabela 2. Nakłady i efekty technologii produkcji 5 ha buraków w gospodarstwie o powierzchni 26 ha UR

Table 2. Expenditures and effects of production technology of 5 ha of beets grown on a farm with an area of 26 ha AL

Rodzaj nakładu lub efektu Type of expenditure or effect	Wartość w jednostkach Value in units		
	zbożowych [JZ] corn [CU]	energetycznych energy [GJ]	pieniężnych [tys. zł] monetary [thous. PLN]
Produkcja potencjalnie towarowa (globalna) Potential commodity production (global)	1 000	740	49,3
Obornik i nawozy zielone Manure and green fertilizers	267	152	11,0
Nawozy, środki chemiczne i inne Fertilizers, chemicals and other	92	112	7,5
Użytkowanie maszyn i usługi Use of machinery and services	61	67	3,5
Nadwyżka bezpośrednia (technologiczna) Gross margin (technological)	580	409	27,3
Ogólnoprodukcyjne nakłady materialne General production material expenditures	69	81	4,2
Produkcja czysta, WDB Gross value added, GVA	511	328	23,1
Robocizna własna i obca Own and foreign labour	62	44	4,4
Amortyzacja, podatki i inne materialne Depreciation, taxes and other material costs	117	112	9,9
Ogółem koszty własne (nakłady) Total own costs (expenditures)	668	568	40,5
Zysk lub strata Profit or loss	+332	+172	+8,8

Źródło: Source: SZEPTYCKI, WÓJCICKI [2003].

Uproszczona metodyka badań energochłonności produkcji rolniczej

Do oszacowania w jednostkach zbożowych i energetycznych efektów rocznej działalności gospodarstwa stosuje się powszechnie znane umowne przeliczniki [WÓJCICKI 2001; 2007; 2008; 2015].

Znając wielkość uzyskiwanej produkcji w tonach (t) i wartość poniesionych nakładów w zł, łatwo jest obliczyć efekty i koszty (nakłady) materialne w jednostkach zbożowych i energetycznych. Podobnie jest z nakładami pracy żywej, jeśli jest określona w roboczogodzinach (rbh) i koniogodzinach (knh).

Rachunek zużycia środków trwałych i ponoszonych lub świadczonych usług jest skomplikowany. W celu uproszczenia rachunku amortyzacji, usług i produkcji pozarolniczej przelicza się ich wartość pieniężną na jednostki zbożowe lub energetyczne, przyjmując umownie, że np. JZ = 150 zł, GJ = 150 zł.

Upraszczając szacunek zużycia środków trwałych, amortyzację środków technicznych przypisuje się do nakładów na produkcję roślinną (P_r), a amortyzację budyn-

ków, budowli i innych z wyłączeniem budynków mieszkalnych przypisuje się do nakładów na produkcję zwierzęcą (P_z).

Ogólnogospodarcze nakłady pracy ludzi rozkłada się proporcjonalnie do uzyskiwanej globalnej produkcji roślinnej i zwierzęcej oszacowanych w JZ.

Badania efektywności i energochłonności gospodarstwa rolniczego

Zastosowanie uproszczonej metodyki badania energochłonności produkcji rolniczej można prześledzić na przykładzie działalności przykładowego zmodernizowanego gospodarstwa rodzinnego o powierzchni 45 ha UR i obsadzie 40 krów mlecznych oraz 27,1 DJP pozostałego bydła [WÓJCICKI 2015].

Do efektów materiałowo-energetycznych zalicza się przychody potencjalnie towarowej (globalnej) produkcji roślinnej, zwierzęcej i innej oraz świadczonych usług. Odejmując od wartości takiej produkcji globalnej wartość zużycia wewnętrznego w gospodarstwie, uzyskuje się wartość produkcji towarowej w zł, JZ lub GJ. Do przychodów nie zalicza się dopłat, dotacji, kredytów i innych przychodów niematerialnych. Do rozchodów (nakładów) nie zalicza się konsekwentnie podatków, ubezpieczeń, spłat kredytów i innych niematerialnych.

Przeliczenia na jednostki zbożowe (JZ) i energetyczne (GJ) wartości produkcji globalnej i towarowej w zmodernizowanym gospodarstwie rodzinnym o powierzchni 45 ha UR przedstawiono w tabeli 3. Produkcja towarowa wyrażona w JZ stanowi 56,8% produkcji globalnej ogółem (10 807 JZ), a jej zużycie wewnątrz gospodarstwa wynosi 8,7% na produkcję roślinną i 34,5% na produkcję zwierzęcą.

W globalnej produkcji roślinnej (5179 JZ) produkcja towarowa stanowi 38,1%, a zużycie wewnętrzne 5,1% na produkcję roślinną i 44,3% na produkcję zwierzęcą. W produkcji zwierzęcej (5628 JZ) produkcja towarowa stanowi natomiast 74,0%, a zużycie wewnętrzne 12,0% na produkcję roślinną i 14,0% na produkcję zwierzęcą. Podobnie kształtują się te proporcje, gdy produkcja przeliczana jest na jednostki energetyczne (tab. 3).

Nakłady (wydatki) materiałowo-energetyczne ponoszone corocznie na produkcję w przykładowym gospodarstwie (45 ha UR) w jednostkach naturalnych i przeliczone na jednostki energetyczne (GJ) zaprezentowano w tabeli 4.

Nakłady materiałowo-energetyczne ponoszone w gospodarstwach rolniczych na produkcję globalną (P_g) dzieli się na zakupy lub wydatki na:

- produkty pochodzenia rolniczego;
- nawozy i inne chemikalia;
- paliwa, oleje, smary i energię elektryczną;
- zakupione i zużyte materiały;
- usługi techniczne i inne;
- inwestycje odtworzeniowe (amortyzację);
- pracę własną i najemną.

Tabela 3. Produkcja globalna i towarowa w zmodernizowanym gospodarstwie o powierzchni 45 ha UR wyrażona w jednostkach zbożowych (JZ) i gigadžulach (GJ)

Table 3. Global and commodity production in a modernized farm with an area of 45 ha AL expressed in corn units (CU) and gigajoules (GJ)

Rodzaj produkcji Type of production	Uzyskana produkcja ¹⁾ Production output ¹⁾	Przelicznik Conversion factor		Produkcja globalna Global production		Produkcja towarowa Commodity production		Zużycie wewnątrz gospodarstwa w produkcji Consumption inside the farm in production			
		a ²⁾	b ³⁾	[JZ] [CU]	[GJ]	[JZ] [CU]	[GJ]	[JZ] [CU]	[GJ]	[JZ] [CU]	[GJ]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ziarno pszenicy, jęczmienia i pszenżyta Grain of wheat, barley and triticale	106	10,0	9,0	1 060	954	1 060	954	-	-	-	-
Nasiona rzepaku ozimego Winter rape seeds	22	20,0	12,0	450	270	450	270	-	-	-	-
Słoma zbóż i rzepaku Straw of cereals and rape	138	1,5	1,8	207	248	-	-	45	54	162	194
Zielonka z koniczyny z trawami Green fodder of clover with grasses	800	1,5	0,8	1 200	640	-	-	-	-	1 200	640
Zielonka z kukurydzy, łąk i pastwisk Green fodder of corn, meadows and pastures	1 200	1,3	0,8	1 580	960	-	-	-	-	1 580	960
Zielonka z międzyplonów (mulcz) Green fodder of after crops (mulch)	200	1,1	0,8	220	160	-	-	220	160	-	-
Produkcja nierolnicza i usługi Non-agricultural production and services	69,3	150	150	462	462	462	462	-	-	-	-
Razem produkcja roślinna Total plant production	-	-	-	5 179	3 694	1 972	1 686	265	214	2 942	1 794
Mleko Milk	360	9,0	13,0	3 240	4 680	3 204	4 628	-	-	36	52
Żywiec wołowy Livestock beef	25,4	60,0	110,0	1 524	2 794	774	1 415	-	-	750	1 379
Obornik Manure	150	1,0	0,4	150	60	-	-	150	60	-	-
Gnojowica Slurry	600	0,7	0,2	420	120	-	-	420	120	-	-
Gnojówka i woda gnojowa Liquid manure and dung water	150	0,7	0,1	105	15	-	-	105	15	-	-

cd. tabeli 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Produkcja nierolnicza i usługi Non-agricultural production and services	28,3	150	150	189	189	189	189	-	-	-	-
Razem produkcja zwierzęca Total animal production	-	-	-	5 628	7 858	4 167	6 232	675	195	786	1 431
Ogółem produkcja i usługi Total production and services	-	-	-	10 807	11 552	6 139	7 918	940	409	3 728	3 225

¹⁾ Produkcja nierolnicza i usługi w tys. zł, pozostałe w t. Non-agricultural production and services in thous. PLN, other in t.

²⁾ Produkcja nierolnicza i usługi w JZ·t⁻¹, pozostałe w JZ·t⁻¹. Non-agricultural production and services in JZ·t⁻¹, other in CU·t⁻¹.

³⁾ Produkcja nierolnicza i usługi w zł, pozostałe w GJ·t⁻¹. Non-agricultural production and services in PLN, other in GJ·t⁻¹.

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Tabela 4. Nakłady (wydatki) poniesione na produkcję w zmodernizowanym gospodarstwie o powierzchni 45 ha UR wyrażone w jednostkach energetycznych (GJ)
Table 4. Expenditures (expenses) incurred on production in the modernized farm with an area of 45 ha AL expressed in units of energy (GJ)

Rodzaj nakładu (produktu) Type of expenditure (product)	Poniesiony nakład Incurred expenditure		Przelicznik energetyczny Energy conversion factor	Nakład energetyczny Energy input		
	jednostka unit	ilość quantity		razem total	w tym na produkcję including inputs on production	
					roślinną plant	zwierzęcą animal
1	2	3	4	5	6	7
Zakup nasion zbóż Purchase of cereal seeds		3,0	11 [GJ·t ⁻¹]	33	33	-
Zakup innych nasion Purchase of other seeds		0,8	30 [GJ·t ⁻¹]	24	24	-
Zakup pasz treściwych Purchase of concentrated feeds	t	83,3	13 [GJ·t ⁻¹]	1 083	-	1 083
Zakup koncentratów paszowych Purchase of feed concentrates		48,4	22 [GJ·t ⁻¹]	1 065	-	1 065
Razem produkty rolnicze Total agricultural products	-	-	-	2 205	57	2 148
Nawozy azotowe (N) Nitrogenous fertilizers		5,8	77 [GJ·t ⁻¹]	447	447	-
Nawozy fosforowe (P ₂ O ₆) Phosphate fertilizers	t	1,3	15 [GJ·t ⁻¹]	20	20	-
Nawozy potasowe (K ₂ O) Potassium fertilizers		5,7	10 [GJ·t ⁻¹]	57	57	-
Wapno nawozowe (CaO) Agricultural lime fertilizer		12,0	6 [GJ·t ⁻¹]	72	72	-
Środki ochrony roślin (SA) Plant protection products		50,0	1 300 [MJ·kg ⁻¹]	15	15	-
Środki ochrony zwierząt Animal protection means	kg	50,0	1 500 [MJ·kg ⁻¹]	75	-	75
Środki czystości Cleaning products		80,0	135 [MJ·kg ⁻¹]	11	-	11
Razem agrochemikalia Total agrochemicals	-	-	-	697	611	86
Olej napędowy Diesel oil	t	5,4	48 [GJ·t ⁻¹]	259	130	129
Oleje, smary i inne Oils, greases and other	kg	325	137 [MJ·kg ⁻¹]	44	22	22
Energia elektryczna Electric energy	MWh	19,7	11 [MJ·MWh ⁻¹]	217	7	210
Razem paliwa i energia elektryczna Total fuels and electric energy	-	-	-	520	159	361
Woda z wodociągu Water from the aqueduct	t	2 700	0,02 [GJ·t ⁻¹]	54	2	52

cd. tabeli 4

1	2	3	4	5	6	7
CzęŹci i materiały do napraw maszyn Parts and materials for machine repairs	tys. zł thous. PLN	31	GJ·(150) ⁻¹	207	207	-
Materiały do napraw budynków Materials for building repairs		30	GJ·(150) ⁻¹	200	-	200
Razem materiały Total materials	-	-	-	461	209	252
Usługi techniczne i inne Technical and other services	tys. zł thous. PLN	86,8	GJ·(150) ⁻¹	579	179	400
Inwestycje odtworzeniowe (amortyzacja) Replacement investments (depreciation)		75,1	GJ·(150) ⁻¹	501	322	179
Praca własna i najemna Own and hired labour	rbh MH	6 089	100 MJ·rbh ⁻¹ 100 MJ·MH ⁻¹	609	154	455
Ogółem nakłady energetyczne Total energy expenditures	-	-	-	5 572	1 691	3 881

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

W badaniach energochłonności produkcji towarowej (P_t) do powyższych nakładów dolicza się także wartości energetyczne wewnętrznego zużycia produktów roślinnych (r) i zwierzęcych (z).

W analizowanym przykładowym gospodarstwie struktura nakładów (N) na produkcję globalną (P_g) kształtowała się typowo dla gospodarstw z produkcją zwierzęcą. W strukturze tych nakładów materiałowo-energetycznych najmniejszy udział miały zakupy materiałów (8,3%) i amortyzacja (9,0%), a największy – produkty pochodzenia rolniczego (39,6%) i agrochemikalia (12,5%).

Efektywność energetyczna (Ef_{en}) produkcji globalnej (g) jest to stosunek wyrażonej w GJ wartości efektów produkcyjnych i ponoszonych wartości nakładów materiałowo-energetycznych wyrażonych w GJ (E/N).

Energochłonność energetyczna (En_{en}) jest odwrotnością efektywności energetycznej (N/E).

W rozpatrywanym gospodarstwie efektywność energetyczną produkcji globalnej obliczono na:

$$Ef_{en}/g = \frac{11552}{5572} = 2,07,$$

a energochłonność energetyczną na:

$$En_{en}/g = \frac{5572}{11552} = 0,48,$$

to znaczy, że aby uzyskać jednostkę produkcji globalnej o wartości energetycznej 1 GJ, trzeba ponieść skumulowane nakłady energetyczne o wartości 0,48 GJ.

W przykładowym gospodarstwie energochłonność globalnej produkcji roślinnej (g_r) wynosiła:

$$En_{en}/g_r = \frac{1691}{3694} = 0,46,$$

a produkcji zwierzęcej (g_z):

$$En_{en}/g_z = \frac{3881}{7858} = 0,49,$$

to znaczy, że globalna produkcja zwierzęca jest nieco bardziej energochłonna od roślinnej.

Energochłonność energetyczna produkcji towarowej (t) z uwzględnieniem wewnętrznego zużycia produktów rolniczych wynosiła:

$$En_{en}/t = \frac{5572 + 409 + 3225}{7918} = \frac{9206}{7918} = 1,16,$$

to znaczy, że aby uzyskać jednostkę produkcji towarowej o wartości energetycznej 1 GJ, trzeba ponieść nakłady skumulowane o wartości 1,16 GJ.

W energochłonności towarowej produkcji roślinnej (t_r) i towarowej produkcji zwierzęcej (t_z) muszą być uwzględnione wewnętrzne zużycie produktów rolniczych i wzajemne przepływy tych produktów. W omawianym gospodarstwie energochłonność towarowej produkcji roślinnej obliczono na:

$$En_{en}/t_r = \frac{1691 + 409}{1686} = \frac{2100}{1686} = 1,25,$$

to znaczy, że aby uzyskać jednostkę towarowej produkcji roślinnej o wartości 1 GJ, trzeba ponieść nakład energetyczny o wartości 1,25 GJ. Obliczona energochłonność towarowej produkcji zwierzęcej wyniosła:

$$En_{en}/t_z = \frac{3881 + 3225}{6232} = \frac{7106}{6232} = 1,14,$$

to znaczy, że aby uzyskać jednostkę towarowej produkcji zwierzęcej o wartości energetycznej 1 GJ, trzeba ponieść skumulowany nakład materiałowo-energetyczny o wartości 1,14 GJ.

Rachunki efektywności i energochłonności produkcji i usług w gospodarstwach rolniczych można też przeprowadzać z wykorzystaniem przeliczników na jednostki zbożowe (JZ). Można na przykład szacować energochłonność w GJ·JZ⁻¹ w odniesieniu do produkcji poszczególnych roślin i produktów zwierzęcych. Takie rachunki stosuje się m.in. w określaniu energochłonności poszczególnych rodzajów biomasy rolniczej wykorzystywanych do uzyskiwania paliw stałych, ciekłych lub gazowych (OZE).

Podsumowanie

Zaprezentowana uproszczona metodyka badania energochłonności produkcji roślinnej i zwierzęcej może być wykorzystywana w badaniach efektów i efektywności energetycznej surowców rolniczych przeznaczanych na potrzeby żywnościowe lub energetyczne (OZE). Doskonaląc metody i metodyki takich badań, trzeba m.in. aktualizować dotychczasowe umowne przeliczniki na jednostki energetyczne (GJ). Odnosi się to szczególnie do surowców energetycznych (słoma, ziarno, zielonka, obornik i inne), gdzie stosowane umowne przeliczniki różnią się znacznie od wskaźników ich wartości energetycznej (kalorycznej).

Bibliografia

- ANUSZEWSKI R., PAWLAK J., WÓJCICKI Z. 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Część I. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych [Energy consumption of agricultural production. Part I. Methodology of research on energy consumption of production of food raw materials]. Maszynopis. Symbol dok. XXXVIII/717. Warszawa. IBMER ss. 58.
- DENISIUK W., PIECHOCKI J. 2005. Techniczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele grzewcze [Technical and ecological aspects of the use of straw for heating purposes]. Olsztyn. Wydaw. UWM. ISBN 83-7299-410-2 ss. 210.

DRESZER K., MICHAŁEK R., ROSZKOWSKI A. 2003. Energia odnawialna – możliwości jej pozyskania i wykorzystania w rolnictwie [Renewable energy – the possibilities of its acquisition and use in agriculture]. Kraków. Wydaw. PTIR. ISBN 83-91705-30-7 ss. 256.

GOLKA W., WÓJCICKI Z. 2006. Ekologiczna modernizacja gospodarstwa rolniczego [Ecological modernization of agriculture farm]. Monografia. Warszawa. IBMER. ISBN 83-89806-14-2 ss. 79.

GRZYBEK A., PAWŁAK J. 2015a. Potencjał i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie [Potential and use of renewable energy sources in agriculture]. Inżynieria w Rolnictwie. Monografie. Nr 19. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-88-2 ss. 138.

GRZYBEK A., PAWŁAK J. 2015b. Technologie produkcji i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w rolnictwie oraz koszty i bariery ich stosowania [Technology of production and use as well as costs and barriers of renewable energy sources in agriculture]. Inżynieria w Rolnictwie. Monografie. Nr 20. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-89-9 ss. 152.

KOWALSKI J., KWAŚNIEWSKI D. 2000. Ocena wyposażenia energetycznego i efektywność pracy w gospodarstwach Polski Południowej [Evaluation of energetic equipment and labour efficiency on family farms in the southern Poland]. Inżynieria Rolnicza. Nr 8(19) s. 125–132.

KUREK J. 2011. Badania nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwach rodzinnych [Study on the material-energy inputs in family farms]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2(72) s. 20–38.

KUŚ J., KRASOWICZ J. 2001. Przyrodniczo-organizacyjne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych [Natural and sustainable development determinants of organizational agricultural farms]. Pamiętnik Puławski. Z. 24. s. 273–288.

MICHAŁEK R. (red.) 1998. Uwarunkowanie technicznej rekonstrukcji rolnictwa [Conditions for the technical reconstruction of agriculture]. Kraków. Wydaw. PTIR. ISBN 80-390521-91-1 ss. 289.

PODKÓWKA W. 2003. Produkcja biopaliwa z rzepaku [Production of biodiesel from rapeseed oil]. Maszynopis. Bydgoszcz. ATR ss. 46.

PAWŁAK J. 2006. Ekonomiczne i organizacyjne problemy mechanizacji i energetyki rolnictwa [Economic and organization problems of mechanization and energy economy in agriculture]. Monografia. Warszawa. IBMER. ISBN 83-89806-15-0 ss. 230.

SAWA J., KOCIRA S. 2010. Kryteria zrównoważonej modernizacji gospodarstwa rodzinnego [Criteria for sustainable modernization of the family farms]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 3(69) s. 33–40.

SZEPTYCKI A., WÓJCICKI Z. 2003. Postęp techniczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. [Technological progress and energetical inputs in agriculture up to the year of 2020]. Monografia. Warszawa. IBMER. ISBN 83-86264-96-9 ss. 242.

TYMIŃSKI J. 1997. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2030 r. [Use of renewable energy sources in Poland by 2030]. Warszawa. IBMER. ISBN 83-86264-35-7 ss. 178.

WIELICKI W., WAJSZCZUK K. 2000. Zrównoważony rozwój rolnictwa w świetle rachunku ekonomicznego [Sustainable development of agriculture in the light of the economic account]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 3(29) s. 77–84.

WÓJCICKI Z. 1999. Metody badania nakładów materiałowo-energetycznych dla polskiego rolnictwa [Methods to study material and energy inputs for Polish agriculture]. Prace Naukowe-Badawcze IBMER. Nr 3. ISSN 0209-1380.

WÓJCICKI Z. 2001. Metody badania i ocena przemian w rozwojowych gospodarstwach rodzinnych [Methods of studying and evaluation of changes in developmental family farms]. Kraków. Wydaw. PTIR. ISBN 83-862264-74-8 ss. 136.

WÓJCICKI Z. 2007. Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich [Respecting of energy and natural environment in agriculture and on the rural areas]. Monografia. Warszawa. IBMER. ISBN 978-389806-17-8 ss. 124.

WÓJCICKI Z. 2008. Metodyka badań postępu technologicznego w gospodarstwach rodzinnych [The methods of technological progress investigation on the family farms]. Monografia. Warszawa. IBMER. ISBN 978-89806-22-3 ss. 90.

WÓJCICKI Z. 2012. Kierunki przemian w rolnictwie i technice rolniczej [Trends of changes in agriculture and agricultural technology]. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 2/1 s. 7–15.

WÓJCICKI Z. 2015. Efekty modernizacji modelowego gospodarstwa rodzinnego [Effects of modernization of a model family farm]. Inżynieria w Rolnictwie. Monografie. Nr 21. Falenty. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-95-0 ss. 153.

ZAREMBA W. 1985. Ekonomia i organizacja mechanizacji rolnictwa [Economics and organization of agricultural mechanization]. Warszawa. Wydaw. PWRiL. ISBN 83-09-00861-9 ss. 320.

Zdzisław Wójcicki

METHODOLOGY OF EXAMINING ENERGY CONSUMPTION OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Summary

The paper presents the possibilities for assessing the effects and effectiveness of farm production, estimated not only in monetary units (PLN), but also in contractual corn units (CU), or in comparable units of energy (GJ or kWh). It also shows a simplified methodology for the estimation of accumulated material and energy expenditures and examining energy consumption of plant and animal production in the model, modernized family farm with an area of 45 ha AL. The methodology can be used to study energy efficiency of different types of agricultural biomass allocated for food or energy needs (RES).

Key words: agriculture, farm, agricultural production, energy efficiency, energy consumption, methodology of studies

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Warszawie
Zakład Analiz Ekonomicznych i Energetycznych
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa
tel. 22 542-11-67 lub 605 206 348

