

Anna KUCZUK

Politechnika Opolska, Katedra Techniki Ciepłej i Aparatury Przemysłowej

45-758, Opole, ul. Prószkowska 76

e-mail: a.kuczuk@po.opole.pl

Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego

49-330 Łosiów, ul Główna 1

e-mail: anna.kuczuk@oodr.pl

COMPARISON OF CUMULATIVE ENERGY OF WINTER WHEAT PRODUCTION IN ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMS

Summary

This article present the results of calculations of cumulative energy in winter wheat production in selected organic and conventional farms in the Opole region. Selection of farms was determined by the range of the obtained production data and the possibility of comparison. The cumulative energy input associated with the production per unit of area and the calorific value of yield was calculated. The cumulative energy input associated with the cultivation of the soil and sowing, harvest collection and disposal of straw was compared. The calculation took into account the energy to run the machines and fuel consumption, as well as any other agricultural practices that distinguish the two production systems. The methods of preparing the soil, used machines and their specifications were included. Fertilizers were taken into account, both natural and mineral. The calculation also took into account the energy used in pesticides. The comparison took into account the average results of the two types of farms, quantities of harvests and achieved energetic result.

Key words: winter wheat, energy intensity of production, cumulative energy

PORÓWNANIE ENERGOCHŁONNOŚCI SKUMULOWANEJ PRODUKCJI PSZENICY OZIMEJ W UPRAWIE EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Przedstawiono wyniki obliczeń energochłonności skumulowanej produkcji pszenicy ozimej w wybranych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych na Opolszczyźnie. Wybór gospodarstw był zdeterminowany zakresem uzyskanych danych produkcyjnych oraz możliwością ich porównania. Obliczono nakład energii skumulowanej związanej z produkcją z jednostki powierzchni oraz z wartością kaloryczną plonu. Porównano nakład energii skumulowanej związanej z uprawą roli i siewem, zbiorem plonu i zagospodarowaniem słomy. W rachunku energetycznym uwzględniono pracę maszyn i zużycie paliwa, a także wszelkie inne zabiegi agrotechniczne odróżniające oba systemy produkcji. Uwzględniono sposoby przygotowania gleby, wykorzystane maszyny i ich parametry techniczne. Wzięto pod uwagę nawozy zarówno naturalne, jak i mineralne. W rachunku energetycznym uwzględniono także zastosowane w gospodarstwach konwencjonalnych środki ochrony roślin. W porównaniach wzięto pod uwagę uśrednione, z obu typów gospodarstw, wartości nakładów oraz zebranych plonów i osiągniętych efektów energetycznych.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, energochłonność produkcji, energia skumulowana

1. Wprowadzenie

Coraz więcej uwagi poświęca się ograniczeniu zużycia energii i obniżeniu energochłonności produkcji w każdej sferze działalności gospodarczej, w tym również w rolnictwie. Sfera tej działalności gospodarczej jest źródłem dużej części produktu narodowego, także produkty rolnicze stanowią poważną pozycję w krajowym eksporcie. Stąd też obniżenie kosztachłonności produkcji stanowi jeden z ważnych elementów konkurencji rynkowej.

Jednym z bardzo istotnych składników kosztów produkcji są nakłady energetyczne. Występują one praktycznie na każdym etapie produkcji. Dotyczy to zarówno nakładów związanych z przygotowaniem stanowiska, nawożeniem i wapnowaniem, nakładów związanych z pracą maszyn, nakładów na nawozy mineralne i środki ochrony roślin, a także energetycznej równoważności pracy ludzkiej.

Niejednokrotnie energochłonność produkcji rolniczej utożsamia się ze zużyciem bezpośrednich nośników energii takich jak olej napędowy, ciepło grzewcze czy energia elektryczna. Rozpatrując oddziaływanie produkcji rolniczej na

środowisko, a zwłaszcza zapotrzebowanie energii, należy uwzględnić również zużyta energię skumulowaną w wykorzystywanych maszynach i urządzeniach, zastosowanych nawozach mineralnych, mikroelementach czy środkach ochrony roślin.

Można także zauważyć coraz większe zainteresowanie konsumentów żywnością ekologiczną, uzyskiwaną przy znacznym lub całkowitym wyeliminowaniu chemicznych środków wspomagających wzrost i ochronę roślin, zwierząt oraz przetwórstwo. Stąd obserwowany w ostatnich latach dość dynamiczny wzrost liczby gospodarstw rolnych, które dostosowały swoją produkcję do wymagań, jakie stawia się produktom ekologicznym.

Wzrost liczby ekologicznych gospodarstw rolnych zauważa się również na Opolszczyźnie, choć w porównaniu do innych regionów kraju, jest ich ciągle najmniej. Wynika to m.in. z faktu, że województwo opolskie charakteryzuje się intensywną produkcją w systemie konwencjonalnym, co z pewnością nie sprzyja decyzji przejścia na produkcję ekologiczną.

Celem badań było porównanie energochłonności pro-

dukcji pszenicy ozimej wybranych w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych. W obu typach gospodarstw występują istotne różnice w sposobach uprawy i wysokości plonowania pszenicy ozimej. Założono, że najważniejszą formą porównania będzie energochłonność skumulowana, związana z produkcją, odniesiona do jednostki plonu czy energii skumulowanej zużytej dla uzyskania jednostki zbożowej. Przyjęto, dla porównania, po kilka gospodarstw z obu grup, o zbliżonej powierzchni i warunkach uprawy w tych samych latach. Celem tych porównań było głównie uzyskanie informacji, jakimi nakładami energetycznymi charakteryzuje się uzyskiwany plon w uprawie ekologicznej w stosunku do konwencjonalnej. Należy jednak pamiętać o tym, że podstawową cechą produktu ekologicznego jest jego jakość prozdrowotna, będąca pochodną przyjętego sposobu wytwarzania. Stąd wszelkie analizy ekonomiczne i energetyczne powinny uwzględniać ten czynnik.

2. Badane gospodarstwa i metodyka badań

Badania przeprowadzono w oparciu o szczegółowe informacje związane z produkcją pszenicy ozimej w pięciu gospodarstwach konwencjonalnych i trzech gospodarstwach ekologicznych na terenie województwa opolskiego. W przypadku gospodarstw konwencjonalnych badania oparto o informacje uzyskane z Opolskiego Ośrodka Do-

radztwa Rolniczego w Łosiu, pochodzące z kart opłacalności produkcji roślinnej. W przypadku gospodarstw ekologicznych dane dotyczące produkcji pozyskano w drodze bezpośredniego wywiadu

W przypadku gospodarstw konwencjonalnych obszar uprawy pszenicy ozimej był zróżnicowany: od 1 ha do 6 ha. Uprawa była prowadzona w zbliżonych warunkach przyrodniczo-produkcyjnych, głównie na glebach klasy IIIa lub IIIb. Dla dalszej analizy gospodarstwa te oznaczono odpowiednio literami K1–K5. W przypadku gospodarstw K1, K3 i K4 analiza obejmowała produkcję w latach 2011 i 2012. W przypadku gospodarstw K2 i K5, dane dotyczyły jedynie roku 2011. Analizowane gospodarstwa konwencjonalne korzystały głównie z własnego parku maszynowego. Dodatkowe informacje dotyczące tych gospodarstw zamieszczono w tab. 1. Dla gospodarstw ekologicznych pozyskane dane dotyczyły lat 2011–2012. Gospodarstwa te zlokalizowane były w tych samych powiatach co gospodarstwa konwencjonalne i posiadały zbliżone do nich warunki glebowo-klimatyczne. Gospodarstwo E1, odznaczające się produkcją towarową wyróżniało się na tle innych dużo powierzchnią pod uprawy pszenicy ozimej. Ogólne informacje dotyczące uprawy pszenicy ozimej w ekologicznych gospodarstwach zestawiono w tab. 2.

Tab. 1. Charakterystyka uprawy pszenicy ozimej w badanych gospodarstwach konwencjonalnych
Table 1. Characteristics of winter wheat cultivation in studied conventional farms

Wyszczególnienie	K1		K2	K3		K4		K5
	2011	2012	2011	2011	2012	2011	2012	2011
Pow. uprawy [ha]	2	2	1	1	1	5	6	2
Klasy bonitacyjne gleb	III b	III a	III a	III a	III a	III a	IV a	III b
Odmiana	Jaga	Jenga	Bogatka	Kobra	Bogatka	Bogatka	Zyta	Juliusz
Przedplon	rzepak ozimy	pszenica ozima	rzepak ozimy	jęczmień jary	kukurydza	jęczmień jary	groch siewny	rzepak ozimy
Zwalczanie chwastów, chorób, szkodników	chemiczne	chemiczne	chemiczne	chemiczne	chemiczne	chemiczne	chemiczne	chemiczne
Nawożenie mineralne N/P/K [kg·ha ⁻¹]	119/96/96	130/40/60	170/92/90	134/60/75	134/50/75	64/0/0	60/40/40	174/72/72
Plon [dt·ha ⁻¹]	83,1	64,0	75,0	55,0	55,0	64,0	45,0	85,0

Zródło: Opracowanie własne / Source: own study

Tab. 2. Charakterystyka uprawy pszenicy ozimej w gospodarstwach ekologicznych
Table 2. Characteristics of winter wheat cultivation in studied organic farms

Wyszczególnienie	E1		E2		E3	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Pow. uprawy [ha]	18,74	29,33	1,50	1,75	7,50	7,13
Klasy bonitacyjne gleb	III a, III b, IV a, IV b, V, VI	III a, III b, IV a, IV b, V, VI	III b	III b	II, III a	II, III a
Odmiana	Zyta	Zyta	Almari	Almari	Brak nazwy	Brak nazwy
Przedplon	Gryka	Gryka	Koniczyna czerwona + owies z peluszką	Koniczyna czerwona + owies z peluszką	Groch + ziemniaki + warzywa + owies z peluszką	Groch + ziemniaki + warzywa
Zwalczanie chwastów, chorób, szkodników	Płodozmian, mechaniczne odchwaszczanie	Płodozmian, mechaniczne odchwaszczanie	Płodozmian, mechaniczne i ręczne odchwaszczanie	Płodozmian, mechaniczne i ręczne odchwaszczanie	Płodozmian, mechaniczne odchwaszczanie	Płodozmian, mechaniczne odchwaszczanie
Nawożenie naturalne N/P/K [kg/ha]	0	0	87/16/70	38/10/43	0	0
Plon [dt/ha]	32,02	39,72	40,0	22,86	40,0	21,04

Zródło: Opracowanie własne / Source: own study

W analizie energochłonności skumulowanej produkcji pszenicy ozimej wzięto pod uwagę energię wykorzystaną w związku z przygotowaniem pola pod uprawę, tj. nawożeniem oraz wapnowaniem [10, 12], następnie jednostkowe nakłady energetyczne związane z pracą maszyn (wraz z paliwem) i urządzeń poniesione na uprawę, siew, pielęgnację roślin, zbiór, transport oraz czyszczenie ziarna [12]. W przypadku, gdy słoma nie była zaorywana, uwzględniono nakłady energetyczne na jej prasowanie oraz transport.

W niektórych z analizowanych gospodarstw rolnicy podali typy wykorzystanych maszyn. Umożliwiło to w dokładny sposób wyznaczenie energii skumulowanej związanej z pracą maszyn i urządzeń. Tam, gdzie nie byli w stanie udzielić precyzyjnych informacji, przyjęto maszyny i urządzenia o masach i wydajnościach identycznych lub zbliżonych [4] tak, by porównanie obu sposobów produkcji było w miarę możliwości obiektywne.

Energochłonność skumulowana została również obliczona dla zastosowanych nawozów mineralnych i naturalnych w przeliczeniu na masę składników NPK i przynależnych im jednostkowym skumulowanym nakładom energetycznym [4, 11, 12].

Dla gospodarstw konwencjonalnych obliczono również nakłady energii skumulowanej dla środków ochrony roślin [12]. W każdym przypadku uwzględniono nakłady pracy ludzkiej.

3. Wyniki badań i dyskusja

W tab. 3 zestawiono wyniki obliczeń nakładów energii skumulowanej w produkcji pszenicy ozimej w badanych gospodarstwach rolnych konwencjonalnych i ekologicznych. Całkowitą energochłonność skumulowaną rozdzielono na zużycie energii związane z: pracą maszyn i urządzeń, zużyciem paliwa, energochłonność skumulowaną wykonania prac agrotechnicznych wyznaczono ze wzoru:

$$E_C = E_M + E_P + E_{MAT} + E_R \text{ [MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\text{]}$$

gdzie:

E_M – wyraża skumulowane nakłady energetyczne uprzedmiotowione w maszynach, urządzeniach, środkach transport oraz częściach do napraw,

E_P – wyraża skumulowane nakłady energetyczne w użytym paliwie,

E_{MAT} – wyraża energochłonność wytworzenia użytych materiałów (nasion, nawozów mineralnych, naturalnych, środków ochrony roślin),

E_R – energochłonność równoważną pracy ludzkiej.

Poszczególne składniki wyznaczono w oparciu o dane dotyczące rodzaju i typu zastosowanych maszyn i urządzeń, czasu ich pracy, wskaźników jednostkowych kosztów eksploatacji i napraw [4] oraz w oparciu o przeliczniki produktów i środków stosowanych w rolnictwie na umowne jednostki energochłonności skumulowanej [12].

W przypadku badań dwuletnich podane w tab. 3 wartości są wartościami uśrednionymi z okresu badań.

Wyniki przedstawione w tab. 3 wskazują na większą energochłonność skumulowaną produkcji pszenicy ozimej w gospodarstwach konwencjonalnych (średnio 22931 MJ·ha⁻¹) w stosunku do gospodarstw ekologicznych (średnio 11454 MJ·ha⁻¹). W badanych gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych różnica ta wyniosła około 100% średnich nakładów energetycznych poniesionych w ekologicznym systemie produkcji. W przypadku gospodarstw konwencjonalnych wyznaczona wartość średnia była o 24% wyższa od wartości nakładów energetycznych w produkcji pszenicy ozimej podanej przez Marksa i Makowskiego [3], badanej w ścisłym eksperymencie polowym. W przypadku analizowanych gospodarstw ekologicznych, porównując z dostępnymi danymi literaturowymi, wartość ta była zbliżona do wartości średniej skumulowanych nakładów energetycznych w ekologicznej uprawie żyta ozimego, podanej przez Sławińskiego [6]. W literaturze [7], porównując nakłady energetyczne w produkcji żyta w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych stwierdzono, że różnica w nakładach na 1 ha wynosi 65% nakładów w systemie ekologicznym. W pracy Sawy i in. [5], gdzie omawiane są nakłady energetyczno-materiałowe, w aspekcie zrównoważonej produkcji rolniczej, podane nakłady energetyczne w podobnej grupie gospodarstw są około 22% niższe niż w badanych gospodarstwach ekologicznych. Jednak w pracy tej [5] nie podano większej ilości informacji, które umożliwiłyby analizę tych wyników. Analizując dane z tab. 3 dla gospodarstw konwencjonalnych można zauważyć, że dominującym składnikiem energochłonności skumulowanej była energochłonność w zastosowanych w produkcji materiałach. Stanowiły one od 57,70% (gospodarstwo K4) do 75,30% (K5). Dotyczyło to głównie nawozów mineralnych, zwłaszcza azotowych oraz materiału siewnego. Również w innych pracach, np. Dobka [1], Marksa i Makowskiego [3], Kurka [2] oraz Wójcickiego [8] udział materiałów w całkowitej energochłonności produkcji jest podobny. Pozostałą część zużycia energii generuje głównie eksploatacja maszyn i urządzeń oraz związane z tym zużycie paliwa. Wartości te wyniosły od 4200 MJ·ha⁻¹ (K1) do 6886 MJ·ha⁻¹ (K4), czyli maksymalne zróżnicowanie wynosi nieco ponad 2600 MJ·ha⁻¹.

Tab. 3. Energochłonność skumulowana uprawy pszenicy ozimej [MJ·ha⁻¹] w badanych gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych

Table 3. Accumulated energy intensity of the winter wheat production [MJ·ha⁻¹] in studied organic and conventional farms

Wyszczególnienie	Energochłonność skumulowana [MJ·ha ⁻¹]									
	K1	K2	K3	K4	K5	Wartości średnie K1-K5	E1	E2	E3	Wartości średnie E1-E3
Maszyny i urządzenia	2856	4 225	2 800	5 005	3 942	3766	1 579	6 542	3 568	3896
Paliwo	1344	2 004	1 569	1 880	1 583	1674	703	2 168	1 640	1504
Materiały	14975	17 170	17 196	11 247	20 298	16177	10 043	2 880	1 976	4966
Praca ludzka	973	1 450	1 635	1 360	1 145	1313	509	1 568	1 186	1088
Razem	20148	24849	23200	19492	26968	22931	12834	13157	8370	11454

Źródło: Opracowanie własne / Source: own study

Tab. 4. Pozostałe wskaźniki produkcyjne dla badanych gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych
 Table 4. Other indicators of production of studied organic and conventional farms

Wyszczególnienie	Gospodarstwa							
	K1	K2	K3	K4	K5	E1	E2	E3
Plon [JZ·ha ⁻¹]	74,0	75,0	55,0	54,5	85,0	35,9	31,4	30,5
Efektywność energetyczna [JZ/GJ (energii skumulowanej)]	3,64	3,02	2,37	2,83	3,15	2,80	2,37	3,71
[MJ(żywieniowy)·ha ⁻¹]	78927	80483	59021	58484	91214	38492	33728	32740
MJ (żywieniowy)/MJ energii skumulowanej	3,90	3,24	2,54	3,04	3,38	3,00	2,54	3,98

Zródło: Opracowanie własne / Source: own study

W badanych gospodarstwach ekologicznych udziały branych pod uwagę składowych nakładów energii skumulowanej były bardzo różne i wynikały zarówno ze stosowanych zabiegów agrotechnicznych, jak i specyfiki tych gospodarstw. W przypadku gospodarstwa E1 obsianie dużego arealu pszenicą ozimą oraz innymi roślinami wiązało się z koniecznością stosowania nowoczesnych, wysokowydajnych, zagregowanych maszyn, co powodowało niskie jednostkowe nakłady związane z pracą maszyn i urządzeń oraz zużytym paliwem (2282 MJ·ha⁻¹). Z kolei gospodarstwo to było obciążone w badanym okresie dużymi nakładami energetycznymi podczas zabiegu wapnowania, co spowodowało znaczny wzrost skumulowanych nakładów energetycznych na produkcję.

W gospodarstwie E2 park maszynowy był przestarzały, mało zagregowany, co wiązało się z wielokrotnością przejazdów maszyn i względnie dużą liczbą roboczogodzin. Było to jedyne z badanych gospodarstw ekologicznych, w którym duży udział w nakładach energetycznych miało prasowanie i transport słomy (ok. 40% całości nakładów energetycznych). Łączyło się to z prowadzoną w tym gospodarstwie produkcją zwierzęcą. Również w tym gospodarstwie Również w tym gospodarstwie istotne nakłady energetyczne związane były z nawożeniem naturalnym.

Najmniejszą energochłonnością skumulowaną produkcji z badanych gospodarstw ekologicznych charakteryzowało się gospodarstwo E3. W rozkładach energetycznych nie było nawożenia, wapnowania, jak również nie zagospodarowywano słomy. Z kolei nakłady energetyczne związane z pracą pozostałych maszyn i urządzeń oraz zużytym paliwem nie powodowały istotnego zachwiania proporcji w porównaniu z pozostałymi gospodarstwami.

Analizując wartości zawarte w tab. 1, 2 i 4 można zauważyć różnice w plonach uzyskanych w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych. Średni plon w badanych gospodarstwach konwencjonalnych wyniósł 65,8 dt·ha⁻¹, a w ekologicznych - 32,6 dt·ha⁻¹. Tak duża różnica wynika z ekstensywności produkcji ekologicznej, nie stosowania nawozów mineralnych ani chemicznej ochrony roślin. Jednak, analizując w tab. 4 efektywność energetyczną [9] związaną z nakładami energii skumulowanej na liczbę uzyskanych jednostek zbożowych (JZ) stwierdzić można, że w obu typach produkcji uzyskuje się wartości zbliżone, średnio 3,0 JZ/GJ dla badanych gospodarstw konwencjonalnych i 2,96 JZ/GJ dla gospodarstw ekologicznych. Pochodną tych wyników są informacje zawarte w dwóch ostatnich wierszach tab. 4. Zawarty w ostatnim wierszu współczynnik wyraża stosunek energii żywieniowej w mące otrzymanej z plonu zboża do nakładów energii skumulowanej związanej uzyskaniem plonu. W przypadku badanych gospodarstw współczynnik ten, po uśrednieniu, wy-

niósł 3,22 dla gospodarstw konwencjonalnych i 3,17 dla stosujących system ekologiczny.

4. Wnioski

Uzyskane wyniki badań energochłonności skumulowanej produkcji pszenicy ozimej w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Brak stosowania nawozów mineralnych i środków ochrony roślin w badanych gospodarstwach ekologicznych był m.in. przyczyną uzyskania niskich plonów, średnio 32,6 dt·ha⁻¹. W gospodarstwach konwencjonalnych plon był dwukrotnie wyższy i wyniósł średnio 68,7 dt·ha⁻¹.
2. Brak nawożenia mineralnego i stosowania chemicznych środków ochrony roślin (kilkukrotne opryski) spowodował radykalne zmniejszenie energochłonności skumulowanej uprawy pszenicy ozimej. Uśredniona energochłonność dla badanych gospodarstw ekologicznych wyniosła 11454 MJ·ha⁻¹, a w przypadku gospodarstw konwencjonalnych była na średnim poziomie - 22931 MJ·ha⁻¹.
3. W przypadku badanych gospodarstw konwencjonalnych energia skumulowana zawarta w zastosowanych w produkcji materiałach stanowiła od 57,7% do 75,3% całości energii skumulowanej związanej z analizowaną produkcją. Energię w materiałach wniosły przede wszystkim nawozy mineralne, zwłaszcza azotowe. Wpływ różnych składników na energochłonność produkcji w przypadku badanych gospodarstw podano w tab. 3.
4. Relacje w plonowaniu między gospodarstwami konwencjonalnymi i ekologicznymi oraz relacje między energochłonnością skumulowaną produkcji w tych gospodarstwach powodują, że wskaźniki wyrażające ilość JZ na jednostkę wykorzystanej energii skumulowanej, czy też ilość wyprodukowanej energii żywieniowej na jednostkę wykorzystanej energii skumulowanej, były w obu typach gospodarstw (średnio) bardzo zbliżone.
5. Należy mieć cały czas na uwadze fakt, że inna jakość produktu i zdecydowanie niższy plon w gospodarstwach ekologicznych stanowią oddzielny problem natury ekonomicznej.

5. Bibliografia

- [1] Dobek T. K.: Ocena efektywności ekonomicznej i energetycznej produkcji pszenicy ozimej i rzepaku ozimego wykorzystanych do produkcji biopaliw. Inżynieria Rolnicza, 2007, 6(94), 41-48.
- [2] Kurek J.: Badania nakładów materiałowo-energetycznych w gospodarstwach rodzinnych. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2011, nr 2, 29-38.
- [3] Marks M., Makowski P.: Ocena efektywności energetycznej dwupolowych członów zmianowania ugór-pszenica ozima. Acta Scientiarum Polonarium, Agricultura, 2007, 6(4), 25-32.

- [4] Poradnik PROW - Przepisy ochrony środowiska, normatywy i wskaźniki funkcjonujące w produkcji rolniczej. Praca zbiorowa pod red. P. Pruska. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Brwinów 2006.
- [5] Sawa J., Huyghebaert B., Burny Ph.: Nakłady energetyczno-materiałowe w aspekcie zrównoważonej produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza, 2006, 13, 417-422.
- [6] Sławiński K.: Analiza energochłonności produkcji żyta ozimego w gospodarstwach ekologicznych. Inżynieria Rolnicza, 2011, 4(129), 243-249.
- [7] Sławiński K.: Porównanie energochłonności uprawy wybranych gatunków roślin towarowych w gospodarstwie ekologicznym i konwencjonalnym. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2010, vol. 55(4), 99-101.
- [8] Szwejkowska B., Bielski S.: Ocena energetyczna produkcji nasion soczewicy jadalnej (*Lens culinaris* Medic.). Annales Universitatis Marie Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Vol. LXVII(3), Sectio E, 2012, 54-60.
- [9] Wójcicki Z., Efektywność energetyczna produkcji rolniczej w Polsce. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2005, nr 4, 5-16.
- [10] Wójcicki Z.: Metodyczne problemy badania energochłonności produkcji rolniczej. Problemy Inżynierii Rolniczej, 2005, nr 1, 5-12.
- [11] Wójcicki Z.: Metodyka badań postępu technologicznego w gospodarstwach rodzinnych. Monografia, IBMER, Warszawa 2008.
- [12] Wójcicki Z.: Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Monografia, IBMER, Warszawa 2007.