

OCENA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DWUPOLOWYCH CZŁONÓW ZMIANOWANIA UGÓR – PSZENICA OZIMA

Marek Marks, Przemysław Makowski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Celem pracy była ocena efektywności energetycznej dwupolowych członów zmianowania ugór – pszenica ozima. Ocenę przeprowadzono w oparciu o wyniki doświadczenia polowego zrealizowanego w latach 2003-2006 w Zakładzie Doświadczalno-Produkcyjnym Bałcyny, należącym do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Przedplonem dla pszenicy ozimej były: ugór czarny, ugór herbicydowy i trzy warianty ugoru zielonego z gorczycą białą, koniczyną perską i życią westerwoldzką. Stwierdzono, że najwyższe nakłady energetyczne poniesiono na utrzymanie ugoru czarnego, a najniższe – ugoru herbicydowego. Z porównywanych dwupolowych członów zmianowania najwyższym wskaźnikiem efektywności energetycznej (8,2) charakteryzował się układ: koniczyna perska – pszenica ozima, przy jednocześnie najmniejszych nakładach energii na produkcję 1 jednostki zbożowej (JZ). Najniższy wskaźnik efektywności energetycznej (5,4) zanotowano w członie zmianowania: życica westerwoldzka – pszenica ozima.

Słowa kluczowe: ugór, pszenica ozima, nakłady energii, wskaźnik efektywności energetycznej

WSTĘP

W świetle wielowiekowej nauki i praktyki rolniczej ugór miał i nadal ma ugruntowaną pozycję. Już w prymitywnych systemach gospodarowania stanowił nieodłączną część płodozmianu [Nowicki i in. 2007]. Ugorowanie gruntów ma na celu zwiększenie potencjału bioenergetycznego gleby, umożliwienie skuteczniejszej walki z chwastami, mobilizację składników pokarmowych oraz ułatwienie wykonania zabiegów uprawowych.

W przypadku ubiegania się o płatności bezpośrednie producenci rolni są zobowiązani do przestrzegania minimalnych wymagań pielęgnacyjnych dla gruntów rolnych [Rozporządzenie Ministra... 2004]. Wymagania dotyczące ugorowania gruntu ornego

uważa się za spełnione, jeżeli podlegał on uprawie, ale nie był obsiewany przez okres dłuższy niż 6 miesięcy lub był pokryty roślinnością i podlegał co najmniej jednokrotnemu koszeniu w terminie do 30 lipca [Rozporządzenie Ministra... 2007]. Sposób pielęgnowania gleb czasowo wyłączonych z uprawy (ugorowanych) powinien przede wszystkim zapewnić najkorzystniejsze warunki wznowionej po nich produkcji towarowej. Nie mniej ważnym elementem jest również optymalizacja sposobu ugorowania pod względem ekonomicznym.

Celem pracy jest ocena efektywności energetycznej różnych sposobów jednorocznego ugorowania jako przedplonów dla pszenicy ozimej w dwupolowym członie zmianowania ugór – pszenica ozima.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań, na podstawie których wykonano stosowne wyliczenia, pochodzą ze ścisłego eksperymentu polowego, przeprowadzonego w latach 2003–2006 w Zakładzie Doświadczalno-Produkcyjnym Bałcyny. Doświadczenie polowe założono na glebie płowej, średnio pylastej, oddolnie oglejonej. Podłożem są gliny lekkie bezszkieletowe, zawierające do 26% części spławianych i do 17% frakcji pyłowych. Poziom powierzchniowy typu mollic zawiera około 23% części spławianych i 12% frakcji pyłowych. Gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem ($\text{pH}_{\text{KCL}} 5,2-6,2$) i średnią zawartością w substancję organiczną (1,3-1,9%). Pod względem przydatności rolniczej zakwalifikowano ją do klasy bonitacyjnej IIIa i kompleksu pszennego dobrego.

W doświadczeniu, zakładanym corocznie w stanowisku po pszenicy ozimej, analizowano sześć dwupolowych członów zmianowania o poniższym doborze i następcie roślin:

- rzepak jary – pszenica ozima (obiekt kontrolny),
- ugór czarny – pszenica ozima,
- ugór herbicydowy – pszenica ozima,
- ugór obsiewany gorczycą białą – pszenica ozima,
- ugór obsiewany życią westerwoldzką – pszenica ozima,
- ugór obsiewany koniczyną perską – pszenica ozima.

Ugór czarny utrzymywany był za pomocą glebogryzarki. Zabieg gryzowania wykonywano w momencie, kiedy chwasty osiągały wysokość około 10-15 cm lub w znacznej części pokrywały powierzchnię gleby. Ugór herbicydowy utrzymywano na zasadzie podobnej jak ugór czarny. Zamiast gryzowania stosowano oprysk herbicydem Roundup 300 SL w dawce $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Gorczyca biała oraz ostatni pokos koniczyny perskiej i życicy westerwoldzkiej były przyorywane jako zielony nawóz.

Pszenicę ozimą odmiany Zyta wysiewano w II dekadzie września w ilości zapewniającej obsadę po wschodach na poziomie $500 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$, czyli około $275-280 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

W celu oceny wartości przedplonowej stanowisk pod pszenicę ozimą celowo stosowano zmniejszone nawożenie azotowe. Wynosiło ono łącznie $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dawkę nawozu dzielono na dwie części, stosując pierwszą w ilości $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ wiosną w momencie ruszenia wegetacji w postaci 46% mocznika, a drugą – $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w postaci 34% saletry amonowej w pełni krzewienia pszenicy.

W ramach ochrony pszenicy ozimej przed agrofagami w poszczególnych latach badań stosowano opryski odpowiednimi dostępnymi na rynku preparatami według zaleceń Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu.

Przeprowadzony rachunek energetyczny ugorowania i uprawy pszenicy ozimej obejmował: nakłady energii według strumieni (siła robocza, materiały, maszyny, ciągniki, nośniki energii), nakłady energii według ogniw agrotechniki (uprawa roli, siew, nawożenie, pielęgnacja, zbiór), energetyczną wartość produkcji, nakłady jednostkowe energii i efektywność energetyczną.

W celu wyeliminowania zmienności w latach za podstawę oceny ekonomicznej przyjęto średnie plony nasion rzepaku jarego, ziarna pszenicy ozimej oraz zielonki koniczyny perskiej i życicy westerwoldzkiej uzyskane w latach 2003-2006. Analizę efektywności energetycznej przeprowadzono, posługując się metodą opisaną przez Wielickiego [1989], a zalecaną przez FAO. Przy ustalaniu wartości energetycznej plonów przyjęto, że 1 kg zielonki stanowi równowartość 0,71 MJ lub 1 kg suchej masy – 18,36 MJ [Wójcicki 1981]. Wielkość nakładów skumulowanych w środkach produkcji (materiałach) ustalono według faktycznego zużycia nawozów, materiału siewnego i środków ochrony roślin.

Wysokość nakładów energetycznych z tytułu zastosowania w procesie produkcyjnym ciągników i maszyn ustalono, mnożąc jednostkową materiałochłonność zestawu przez energetyczny ekwiwalent wynoszący 112 MJ·kg⁻¹. Pracę ludzką obliczono, przyjmując za Pawlakiem [1989] normatyw 40 MJ·rbh⁻¹. Ilość zużytego paliwa oraz innych materiałów i środków produkcji przeliczono na MJ, wykorzystując w tym celu odpowiednie wskaźniki energii skumulowanej, stosowane w rachunku energetycznym produkcji roślinnej [Wójcicki 1981, Maciejko 1984, Wielicki 1986, Anuszewski 1987, Goć i Muzalewski 1997, Wielicki 1989]: nawozy azotowe (1 kg N) – 77 MJ, nawozy fosforowe (1 kg P₂O₅) – 15 MJ, nawozy potasowe (1 kg K₂O) – 10 MJ, środki ochrony roślin (1 kg substancji aktywnej) – 300 MJ, nasiona roślin motylkowatych drobnonasiennych i traw (1 kg) – 30 MJ, nasiona roślin oleistych i strączkowych (1 kg) – 24 MJ, ziarno siewne pszenicy ozimej (1 kg) – 16,0 MJ, paliwo płynne (1 kg) – 48 MJ.

Wskaźnik efektywności energetycznej (E_c) obliczono według wzoru:

$$E_c = \frac{P_e}{N_e}$$

gdzie:

P_e – wartość energetyczna plonu uzyskanego z ha, MJ,

N_e – wielkość nakładów energetycznych poniesionych na uzyskanie plonu z ha.

WYNIKI

Największe nakłady energii wydatkowano na utrzymanie obiektu kontrolnego, którego elementem zmianowania w cyklu produkcyjnym był rzepak jary (tab. 1). Łącznie wyniosły one 14736,3 MJ·ha⁻¹, a najwyższą według strumieni energii składową (79,3%) stanowiły materiały użyte do produkcji – nawozy, środki ochrony roślin i nasiona. Spośród porównywanych wariantów jednorocznego ugorowania najbardziej energochłonnym wariantem konserwującym glebę okazał się ugór czarny; nakłady energii wyniosły 5997,7 MJ. Były one o 59,3% niższe w porównaniu z obiektem kontrolnym, a w struk-

turze wydatkowania największą składową (77,0%) stanowiły nośniki energii, następnie ciągniki i maszyny (15,7%) oraz nakłady pracy żywej (7,3%). W dalszej kolejności z niemal identycznymi względem siebie nakładami energetycznymi plasowały się stanowiska ugoru zielonego, a więc po koniczynie perskiej, życicy westerwoldzkiej i gorczycy białej. Struktura strumieni energii była podobna, a największy udział miały w niej nośniki energii. Najmniejsze nakłady energetyczne poniesiono na utrzymanie ugoru herbicydowego. Stanowiły one jedynie 19,8% nakładów wydatkowanych na uprawę rzepaku jarego w obiekcie kontrolnym, a głównym strumieniem (60% wszystkich nakładów) okazały się nośniki energii, a następnie w 22,3% – materiały.

Tabela 1. Nakłady energii wydatkowanej na utrzymanie stanowisk jednorocznego ugorowania
Table 1. Energy outlays for maintenance of one year fallow land

Element agrotechniki Agricultural technique element	Obiekt kontrolny (rzepak jary) Control facility (spring rape)	Po jednorocznym ugorowaniu – After holding land fallow for one year										
		ugór czarny black fallow				ugór herbicydowy herbicide treated fallow		ugór zielony – green fallow				
		MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹
Uprawa roli Soil cultivation	1741,9	11,8	5997,7	100	2015,7	69,1	3456,5	89,2	2574,1	64	2574,1	63,9
Nawożenie Fertilization	11689,3	79,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siew Sowing	327,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	418,5	10,8	1078,5	26,8	718,5	17,8
Pielęgnacja Crop cultivation	385,9	2,7	0,0	0,0	902,2	30,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zbiór Harvest	592,0	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	368,2	9,2	736,5	18,3
Suma Total	14736,4	100	5997,7	100	2917,9	100	3875,0	100	4020,8	100	4029,1	100

Pośród ogniw agrotechniki najwięcej nakładów energii na uprawę rzepaku jarego (obiekt kontrolny), aż 79,3%, przypadło na nawożenie, a tylko 11,8% na uprawę roli. Reszta zabiegów agrotechnicznych (siew, pielęgnacja i zbiór) stanowiła łącznie tylko 8,9% nakładów.

Z porównywanych sposobów ugorowania najbardziej energochłonnym okazał się ugór czarny, gdzie 100% nakładów energetycznych przypadło na uprawę roli (zespół upraw późniowych po zbiorze przedplonu oraz kilkakrotne gryzowanie).

W ogólnym bilansie nakładów energii wszystkich wariantów ugoru zielonego dominującym elementem agrotechniki okazała się również uprawa roli, ponieważ w różnych wariantach utrzymania gleby nie aplikowano nawozów. W strukturze wydatkowanej energii zawarła się ona w przedziale od 63,9% w ugorowaniu koniczyną perską (nieomalże taki sam udział jak z życicą westerwoldzką – 64%) do 89,2% w ugorowaniu z gorczycą białą. W najmniej energochłonnym sposobie konserwacji gleby, tj. ugorze herbicydowym, największy udział w wydatkowaniu energii również przypadł uprawie roli – 69,1%.

W technologii produkcji pszenicy ozimej największe nakłady energii (15800 MJ·ha⁻¹) pochłaniają użyte materiały (tab. 2). W grupie nakładów materiałowych 66,4% stanowią

nawozy, 31,4% materiał siewny, a jedynie 2,2% środki ochrony roślin. Drugim w kolejności strumieniem nakładów energii są nośniki energii ($1754,1 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), w poborze których największy udział ma uprawa roli (54,3%), następnie zbiór (17,9%) i pielęgnacja (13,2%). Trzecim w kolejności poborcą energii są ciągniki i maszyny ($731,1 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), gdzie struktura zapotrzebowania rozkłada się następująco: 35,5% przypada na zbiór, 34,5% na uprawę roli, 15% na pielęgnację, nawożenie to 9,2% i siew 5,8%. Ostatnim strumieniem nakładów energii jest nakład pracy żywej; w przypadku produkcji pszenicy ozimej stanowił on $196,6 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 2. Nakłady energii według strumieni i elementów agrotechniki wydatkowanych na uprawę pszenicy ozimej

Table 2. Energy outlays according to agricultural technique flows and elements for cultivation of winter wheat

Element agrotechniki Agricultural technique element	Nakład pracy żywej Labor		Ciągniki i maszyny Tractors and machines		Nośniki energii Energy carriers		Materiały Materials		Razem Total	
	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	%	$\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$	%
Uprawa roli Soil cultivation	94,5	48,1	251,9	34,5	953,0	54,3	0,0	0,0	1299,4	7,0
Nawożenie Fertilization	24,0	12,2	67,5	9,2	139,1	7,9	10484,0	66,4	10714,6	58,0
Siew Sowing	20,0	10,2	42,5	5,8	115,9	6,6	4968,0	31,4	5146,4	27,8
Pielęgnacja Crop cultivation	39,9	20,3	109,6	15,0	231,9	13,2	348,0	2,2	729,4	3,9
Zbiór Harvest	18,2	9,3	259,6	35,5	314,2	17,9	0,0	0,0	592,0	3,2
Suma Total	196,6	100	731,1	100	1754,1	100	15800	100	18481,8	100

Stwierdzono, iż najbardziej energochłonne w produkcji pszenicy ozimej jest nawożenie, na które przypada 58% całości nakładów energii. Drugim pod względem energochłonności jest siew, stanowiący 27,8% nakładów (ze względu na użyty materiał siewny), następnie uprawa roli – 7%, pielęgnacja – 3,9% oraz zbiór – 3,2%.

Efektywność energetyczna jest wskaźnikiem syntetycznym – pochodną energii skumulowanej w plonach do energii wniesionej w nakładach. Średnio w badanych członach zmianowania wskaźnik ten kształtował się na bardzo wysokim poziomie (tab. 3). Najwyższy wskaźnik efektywności produkcji, wynoszący 8,2, stwierdzono w członie zmianowania: koniczyna perska – pszenica ozima. Jednocześnie okazało się, że jest to układ charakteryzujący się najmniejszym nakładem energii na produkcję 1 JZ.

Drugie miejsce w rankingu pod względem efektywności produkcji zajęły człony zmianowania: gorczyca biała – pszenica ozima oraz ugór herbicydowy – pszenica ozima. Trzecie miejsce przypadło dla zmianowania ugór czarny – pszenica ozima, którego współczynnik efektywności produkcji wyniósł 6,1. Jednocześnie okazało się, że w tym członie zmianowania nakład energii użytej do produkcję 1 JZ był najwyższy spośród pozostałych i wyniósł $295,3 \text{ MJ}\cdot\text{JZ}^{-1}$.

Najniższy wskaźnik efektywności energetycznej zanotowano w członie zmianowania (obiekt kontrolny) rzepak jary – pszenica ozima (5,8) oraz życica westerwoldzka –

pszenica ozima (5,4). W układzie następstwa roślin żyćca westerwoldzka – pszenica ozima nakład poniesiony na wyprodukowanie 1 JZ był jednym z najwyższych i wyniósł 282,3 MJ·JZ⁻¹.

Tabela 3. Bilans energetyczny członu zmianowania ugór – pszenica ozima
Table 3. Energy balance for rotation segment fallow land – winter wheat

Wyszczególnienie Item	Obiekt kontrolny (rzepak jary – pszenica ozima) Control facility (spring rape – winter wheat)	Człon zmianowania – Crops rotation segment				
		ugór czarny – pszenica ozima black fallow – winter wheat	ugór herbicydowy – pszenica ozima herbicide – fallow winter wheat	gorczyca biała – pszenica ozima white mustard – winter wheat	żyćca westerwoldzka pszenica ozima Italian ryegrass – winter wheat	koniczyna perska – pszenica ozima Persian clover – winter wheat
Nakłady – Outlays MJ·ha ⁻¹	33218,1	24479,6	21399,8	22356,8	22502,7	22510,9
Wartość produkcji – Yield value MJ·ha ⁻¹	192240,0	149220,0	143820,0	149720,0	121570	183572,0
Zysk energii skumulowanej Cumulated energy gain MJ·ha ⁻¹	159021,9	124740,4	122420,2	127363,2	99067,3	161061,1
Energochłonność produkcji Production energy intensity	0,173	0,164	0,149	0,149	0,185	0,123
Efektywność produkcji Production effectiveness	5,8	6,1	6,7	6,7	5,4	8,2
Produkcja w jednostkach zbożowych z ha Production in cereal units (JZ) per ha	120,8	82,9	79,9	96,6	79,7	140,9
Nakład energii na produkcję 1 JZ Energy outlay for 1 JZ production, MJ·JZ ⁻¹	275,0	295,3	267,8	230,7	282,3	159,8

DYSKUSJA

W gospodarce rynkowej każde przedsięwzięcie produkcyjne (rolnicze i pozarolnicze) może być uznane za racjonalne, pod warunkiem że zostało zweryfikowane zgodnie z rachunkiem ekonomicznym oraz poddane ocenie w kontekście przewidywanych negatywnych i pozytywnych skutków dla otaczającego środowiska [Woś 1992].

Stosowane obecnie w praktyce technologie produkcji roślinnej różnią się poziomem zużycia środków plonotwórczych, czyli intensywnością produkcji, a sporządzenie rachunku (bilansu) energetycznego umożliwiła najkorzystniejszy ich wybór. Ocenę wykorzystanych technologii produkcyjnych najczęściej sprowadza się do kryteriów produkcyjno-ekonomicznych, których uzupełnieniem może być rachunek energetyczny [Maciejko 1984]. Szczególną jego zaletą jest duża porównywalność wyników, niezależna od relacji cen. Może on być stosowany do oceny energochłonności poszczególnych zabiegów agrotechnicznych, m.in. uprawy roli [Gonet i Zaorski 1988, Gonet 1991,

Kordas 1999], nawożenia [Nasalski 2001], technologii uprawy wybranych gatunków [Wielicki 1986], układów płodozmianowych, a nawet całych gospodarstw rolnych [Orliński 1986, Pawlak 1989].

Pośród wszystkich ogniw agrotechniki największe nakłady energii poniesiono na nawożenie. Według Nasalskiego [2001] nawożenie stanowi podstawowy czynnik decydujący o ekonomicznej efektywności produkcji rolniczej. Jest ono znaczącym czynnikiem plonotwórczym, a jednocześnie ma poważny udział w strukturze nakładów i kosztach produkcji. O dużych nakładach energetycznych związanych z uprawą roli informują także Gonet i Zaorski [1988], Gonet [1991] i Kordas [1999].

Ważnym kryterium, również o charakterze ekonomicznym, stosowanym w analizie i ocenie produkcji rolniczej jest efektywność energetyczna, której wskaźnik wyraża się stosunkiem energii zawartej w plonach do jej nakładów poniesionych w procesie produkcji. Wielicki [1989] podaje, że w przeciętnych warunkach gospodarowania na jedną jednostkę nakładów energetycznych powinny przypadać cztery jednostki energetyczne wytworzonego produktu. W badanych dwupolowych członach zmianowania wskaźnik ten w każdym przypadku przekraczał te wartości.

WNIOSKI

1. W jednorocznym ugorowaniu najwyższe nakłady energetyczne poniesiono na utrzymanie ugoru czarnego, a najniższe – ugoru herbicydowego.

2. W nakładach energetycznych na uprawę pszenicy ozimej dominowały materiały (nawozy, środki ochrony roślin, nasiona), stanowiąc aż 85,5% całości. Wśród ogniw agrotechniki największy udział miało nawożenie i siew, osiągając odpowiednio 58,0 i 27,8% wszystkich nakładów.

3. Z sześciu porównywanych dwupolowych członów zmianowania najwyższym wskaźnikiem efektywności energetycznej (8,2) charakteryzował się układ: koniczyna perska – pszenica ozima, przy jednocześnie najmniejszych nakładach energii na produkcję 1 JZ. Najniższy wskaźnik efektywności energetycznej (5,4) zanotowano w członie zmianowania: żylica westerwoldzka – pszenica ozima.

PIŚMIENNICTWO

- Anuszewski R., 1987. Metoda oceny energochłonności produktów rolniczych (MET). Zag. Ekon. Rol. 4, 16-26.
- Goć E., Muzalewski A., 1997. Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach indywidualnych. IBMER Warszawa.
- Gonet Z., 1991. Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. Fragm. Agron. 2, 7-18.
- Gonet Z., Zaorski T., 1988. Energochłonność orki w różnych warunkach glebowych. Pam. Puł. 91, 137-152.
- Kordas L., 1999. Energochłonność i efektywność różnych systemów uprawy roli w zmianowaniu. Fol. Univ. Agric. Stetin., Agricultura 74, 47-52.
- Maciejko W., 1984. Rachunek energetyczny w rolnictwie. Zag. Ekon. Rol. 2, 85-96.
- Nasalski Z., 2001. Effectiveness of financial means invested in vegetable production. Economic Sci. 4, 247-260.

- Nowicki J., Marks M., Makowski P., 2007. Ugór jako element współczesnego krajobrazu rolniczego. *Fragm. Agron.* 4, 48-57.
- Orliński J., 1986. Analiza energochłonności skumulowanej w gospodarstwach indywidualnych. *Rocz. Nauk. Rol., s. C Ekonomia* 3, 11-20.
- Pawlak J., 1989. Analiza energochłonności produkcji roślinnej [W:] Organizacyjne i ekonomiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej w indywidualnych gospodarstwach rolnych. PWRiL Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7 kwietnia 2004 r. w sprawie minimalnych wymagań utrzymania gruntów rolnych w dobrej kulturze (Dz. U. z 2004 r., Nr 65, poz. 600).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 marca 2007 r. w sprawie minimalnych norm (Dz. U. z 2007 r., Nr 46 poz. 306).
- Wielicki W., 1986. Analiza porównawcza energochłonności roślin rolniczych. *Rocz. Nauk Rol. C* 77(3), 183-190.
- Wielicki W., 1989. Analiza efektywności energetycznej w rolnictwie. *Post. Nauk Rol.* 1, 69-86.
- Woś A., 1992. Rolnictwo zrównoważone. *Zag. Ekon. Rol.* 1-3, 9-21.
- Wójcicki Z., 1981. Energochłonność produkcji rolniczej. *Rocz. Nauk Rol. C* 75(1), 165-198.

ENERGETICS ASSESSMENT OF TWO-COURSE ROTATION: FALLOW – WINTER WHEAT

Abstract. The study aim was the assessment of energy efficiency in the two-course rotation: fallow – winter wheat. The assessment was made on the grounds of a field experiment conducted at the Experimental Station Bałcyny of the University of Warmia and Mazury in 2003-2006. The forecrops for the winter wheat were the black fallow, the herbicide treated fallow and three variants of the green fallow with white mustard, Persian clover, and Italian ryegrass. It was determined that the highest energy outlays were incurred in maintaining the black fallow and the lowest in case of herbicide fallow. Among the compared two-field segments of rotation the highest energy efficiency indicator (8.2) was characteristic for the system of Persian clover – wheat offering at the same time the lowest energy outlay for production of 1 cereal unit. The lowest energy efficiency indicator (5.4) was recorded in the rotation segment of Italian ryegrass – winter wheat.

Key words: fallow land, winter wheat, energy input, energy efficiency index

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.01.2008