

MAREK MARKS, JANUSZ NOWICKI, MAREK NOWICKI

Katedra Systemów Rolniczych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w OlsztynieOCENA ENERGETYCZNA RÓŻNYCH SPOSOBÓW
ZAGOSPODAROWANIA ODŁOGU

Evaluation of energy efficiency of different methods of fallow land redevelopment

ABSTRAKT: W latach 1996–2000, na glebie lekkiej wytworzonej z pyłu zwykłego, zawierającej 10–13% frakcji spławialnych, przeprowadzono ściśle statyczne doświadczenie polowe, w którym porównywano różne sposoby przywracania do użytkowania rolniczego 5-letniego odłogu. Jego zagospodarowanie przeprowadzono według 8 wariantów rozwiązań agrotechnicznych w czteropolowym zmianowaniu: mieszanka zbożowo-strączkowa – żyto ozime – ziemniak – pszenżyto ozime. Nakłady energetyczne poniesione na agrotechnikę badanych roślin uprawnych były najwyższe przy zastosowaniu do likwidacji odłogu Roundupu i 3-krotnego gryzowania jesienią.

Najbardziej energochłonna okazała się agrotechnika ziemniaka, najmniej zaś pszenżyta ozimego. Najwyższą wartością energetyczną charakteryzował się plon ziemniaka ($63270\text{--}68715\text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$), nieco słabiej prezentowało się żyto i pszenżyto ozime, a najslabiej mieszanka zbożowo-strączkowa ($13020\text{--}14982\text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$). Największy udział w strukturze nakładów energetycznych miały nawozy oraz środki techniczne i paliwo, najmniejszy zaś – środki ochrony roślin. Na zróżnicowanie efektywności energetycznej najsilniej wpływały sposoby zagospodarowania odłogu oraz wielkość plonów roślin uprawnych. Najwyższy wyliczony wskaźnik efektywności energetycznej uzyskano w uprawie pszenżyta ozimego, a najniższy przy mieszance zbożowo-strączkowej. Najwyższą efektywnością energetyczną, a w związku z tym największą przydatnością praktyczną wyróżniała się kombinacja A zagospodarowania odłogu.

słowa kluczowe – key words:

odłóg – *fallow land*, sposób zagospodarowania – *method of redevelopment*, nakłady energii – *energy inputs*, wskaźnik efektywności energetycznej – *energy effectiveness index*

WSTĘP

W okresie transformacji ustrojowej, głównie z powodu spadku opłacalności produkcji, około 2,5 mln ha gruntów ornych w Polsce wyłączono z uprawy; najczęściej pozostały one w formie odłogów. Po wejściu w struktury Unii Europejskiej i wprowadzeniu dopłat bezpośrednich część tych pól powraca do użytkowania rolniczego. Po odłogowaniu krótkotrwałym przywrócenie im funkcji rolniczej daje się przeprowadzić stosunkowo łatwo, za pomocą typowych maszyn i narzędzi stanowiących standardowe wyposażenie każdego gospodarstwa. Znacznie trudniejszym

zadaniem pozostaje natomiast zagospodarowanie wieloletniego odłogu, na którym proces sukcesji wtórnej jest poważnie zaawansowany; tu często niezbędne są zabiegi nawet o charakterze rekultywacyjnym, z wykorzystaniem specjalistycznych środków technicznych i herbicydów nowej generacji. Na ogół tego rodzaju przedsięwzięcia wiążą się z dużymi nakładami energetycznymi i skutkują wysokimi kosztami zagospodarowania. Ich rekompensata w postaci uzyskiwanego plonu uprawianych roślin po zagospodarowaniu odłogu rozkłada się na dłuższy okres czasu, niekiedy na kilka lat.

Celem pracy była ocena efektywności energetycznej różnych sposobów agrotechnicznego zagospodarowania 5-letniego odłogu w czteropolowym zmianowaniu.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1996–2000, w uniwersyteckiej Stacji Doświadczalnej w Tomaszku koło Olsztyna przeprowadzono ścisły statyczny eksperyment nad zagospodarowaniem odłogu. Doświadczenie założono na glebie lekkiej, wytworzonej z pyłu zwykłego, zawierającej 1,40–1,42% substancji organicznej i 10–13% frakcji spławialnych, o odczynie lekko kwaśnym (pH w 1 M KCl 5,6–5,7) oraz wysokiej zasobności w potas, średniej w fosfor, magnez, bor i miedź. Pod względem przydatności rolniczej glebę tę zaliczono do klasy bonitacyjnej IVa, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie zlokalizowano na 5-letnim odłogu (pozostawionym bez uprawy od 1991 roku po zbiorze żyta ozimego), zastosowano układ losowanych bloków, w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletek do siewu i zbioru wynosiła 48 m².

Przedmiotem badań było 8 różnych wariantów likwidacji odłogu w czteropolowym zmianowaniu: mieszanka zbożowo-strączkowa – żyto ozime – ziemniak – pszenżyto ozime, które usystematyzowano w dwie grupy. Pierwsza (cztery warianty oznaczone symbolami A, B, C, D) obejmowała zabiegi wyłącznie mechaniczne (orka, talerzowanie, gryzowanie, bronowanie itp.). Przed ich wykonaniem porastającą odłóg roślinność skoszono i po przesuszeniu usunięto z pola. W drugiej grupie znajdowały się 4 warianty tzw. mechaniczno-chemiczne (E, F, G, H), w których mechaniczna uprawa roli została poprzedzona likwidacją roślinności z użyciem herbicydu Roundup 360 SL w dawce 6 l·ha⁻¹ na ok. 3 tygodnie przed wykonaniem zabiegów mechanicznych.

Szczegółowy opis porównywanych wariantów zagospodarowania odłogu zamieszczono pod tabelą 1. Likwidację 5-letniego odłogu z uwzględnieniem 8 wariantów agrotechnicznych rozpoczęto w sierpniu 1996 roku i zakończono wiosną 1997 r. wysiewając – jako pierwszą roślinę – mieszankę zbożowo-strączkową (owies, wyka jara, groch polny) z przeznaczeniem na zielony nawóz; przed jej przyoraniem jesienią 1997 r. zastosowano talerzówkę. W następnych latach uprawa roli na wszystkich 8 obiektach była ujednolicona. Obejmowała ona pełny lub skrócony zespół zabiegów późniejszych, złożony z podorywki i jej doprawiania, a przedsięwzięcie przygotowanie pola pod żyto i pszenżyto ozime – orkę siewną z zabiegami doprawiającymi, które

przeprowadzono narzędziami biernymi; pod ziemniak wykonano orkę przedzimową (pod którą zastosowano 25 t·ha⁻¹ obornika) i wiosenne jej doprawianie.

Jako rośliny testowe uprawiano: w sezonie wegetacyjnym 1997 r. mieszankę zbożowo-strączkową, w 1998 – żyto ozime (odmiana Dańkowskie Złote), w 1999 r. – ziemniak (Anielka) i w 2000 r. – pszenżyto ozime (Bogo). Nawożenie mineralne na 1 ha pod żyto ozime stosowano w dawkach 80 kg N, 50 kg P₂O₅, 100 kg K₂O; pod ziemniak 90 kg N, 60 kg P₂O₅, 100 kg K₂O i pod pszenżyto ozime 65 kg N i 16 kg P₂O₅. Zabiegi ochrony roślin stosowano tylko w uprawie ziemniaka jednakowo we wszystkich wariantach zagospodarowania odłogu.

Analizę efektywności energetycznej przeprowadzono posługując się metodą opisaną przez Wielickiego (10), a zalecaną przez FAO. Przy ustalaniu wartości energetycznej plonów przyjęto, że 1 kg suchej masy stanowi równowartość 18,36 MJ. Wykorzystując wskaźniki opracowane przez Ziotecką i in. (13) plony główne (ziarno, bulwy, zielonka) przeliczono na suchą masę, a następnie na MJ. Wielkość nakładów skumulowanych w środkach produkcji ustalono według faktycznego zużycia nawozów, materiału siewnego i środków ochrony roślin.

Nakłady energetyczne z tytułu zastosowania w procesie produkcyjnym ciągników i maszyn wyliczono mnożąc jednostkową materiałochłonność zestawu przez energetyczny ekwiwalent wynoszący 112 MJ·kg⁻¹. Pracę ludzką przeliczono przyjmując za Pawlakiem (8) normatyw 40 MJ·rbh⁻¹. Zużyte paliwa oraz inne materiały i środki produkcji przeliczono na MJ, wykorzystując w tym celu odpowiednie wskaźniki energii skumulowanej, stosowane w rachunku energetycznym produkcji roślinnej (1, 4, 8-10, 12): nawozy azotowe (1 kg N) – 77 MJ, nawozy fosforowe (1 kg P₂O₅) – 14 MJ, nawozy potasowe (1 kg K₂O) – 10 MJ, obornik (1 t) – 200 MJ, środki ochrony roślin (1 kg substancji aktywnej) – 300 MJ, nasiona roślin strączkowych (1 kg) – 24 MJ, nasiona zbóż (1 kg) – 7,5 MJ, bulwy ziemniaka sadzeniaka (kg) – 2,5 MJ, paliwo płynne (1 kg) – 48 MJ.

Wskaźnik efektywności energetycznej (E_e) obliczono według wzoru:

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

gdzie: P_e – wartość energetyczna plonu uzyskanego z 1 ha (MJ)

N_e – wielkość nakładów energetycznych poniesionych na uzyskanie plonu z 1 ha (MJ).

WYNIKI

Grupa sposobów zagospodarowania odłogu określana jako mechaniczno-chemiczna (warianty E, F, G, H) odznaczała się wyższą energochłonnością w porównaniu ze sposobami wyłącznie mechanicznymi (tab. 1). W ciągu analizowanego czterolecia nakłady energetyczne poniesione na agrotechnikę badanych roślin były najwyższe w wariantach G, gdy do likwidacji odłogu stosowano Roundup, a następnie 3-krotnie

Tabela 1

Nakłady energetyczne poniesione na agrotechnikę uprawianych roślin (MJ·ha⁻¹)
Energy input for agricultural technical operations for the cultivated crops (MJ·ha⁻¹)

Sposoby zagospodarowania odłogu Fallow land cultivation methods	Zmianowanie; Forecrop				
	mieszanka zbożowo-strączkowa cereal-pulse mixture	żyto ozime winter rye	ziemniak potato	pszenżyto ozime winter triticale	średnio na 1 pole zmianowania average per one rotation field
A	10208	13636	36498	9831	17543
B	10440	13636	36498	9831	17601
C	10898	13636	36498	9831	17715
D	10338	13636	36498	9831	17576
E	11738	13636	36498	9831	17925
F	12489	13636	36498	9831	18114
G	12947	13636	36498	9831	18228
H	12387	13636	36498	9831	18088

Sposoby likwidacji odłogu; Fallow land liquidation methods

- A – jednokrotne talerzowanie + orka + doprawianie przedsiewne broną średnią z wałem strunowym
single application of disc harrow + tillage + preparation for sowing by middle harrow with a string roller
- B – jednokrotne kultywatorowanie + orka + doprawianie przedsiewne broną średnią z wałem strunowym
single application of cultivator + tillage + preparation for sowing by middle harrow with a string roller
- C – kultywatorowanie (3-krotne) + doprawianie przedsiewne broną średnią z wałem strunowym
cultivator application (3-times) + preparation for sowing by middle harrow with a string roller
- D – talerzowanie (3-krotne) + zestaw uprawowo-siewny z broną rotacyjną
disc harrow application (3-times) + cultivation-sowing unit based on rotational harrow
- E – Roundup + jednokrotne talerzowanie + orka + doprawianie przedsiewne broną średnią z wałem strunowym
Roundup + single application of disc harrow + tillage + preparation for sowing by middle harrow with a string roller
- F – Roundup + jednokrotne kultywatorowanie + orka + doprawianie przedsiewne broną z wałem strunowym
Roundup + single application of disc harrow + tillage + preparation for sowing by harrow with a string roller
- G – Roundup + kultywatorowanie (3-krotne) + doprawianie przedsiewne broną z wałem strunowym
Roundup + cultivator application (3-times) + preparation for sowing by harrow with a string roller
- H – Roundup + talerzowanie (3-krotne) + zestaw uprawowo-siewny z broną rotacyjną
Roundup + disc harrow application (3- times) + cultivation-sowing unit based on rotational harrow

glebogryzarkę jesienią i wiosenne doprawianie agregatem uprawowym składającym się z brony średniej i wału strunowego. Najmniej energochłonny okazał się wariant A, w którym jesienią wykonano jednokrotne talerzowanie i orkę przedzimową, a wiosną rolę doprawiono broną średnią z wałem strunowym. Najbardziej energochłonna okazała się agrotechnika ziemniaka, najmniej zaś pszenżyta ozimego.

W strukturze nakładów energetycznych dominowały nawozy mineralne i obornik, stanowiąc ponad 50% całości nakładów (tab. 2). Następną pozycję we wszystkich sposobach zagospodarowania odłogu zajmowały środki techniczne i paliwo (ok. 23%), a najmniejszy udział miały środki ochrony roślin; w grupie wariantów mechanicznych stanowiły zaledwie 1,3%, a w mechaniczno-chemicznych – tylko 3,7%.

Tabela 2

Struktura nakładów energetycznych (%)
Structure of energy inputs (%)

Sposoby zagospodarowania odłogu* Fallow land cultivation methods	Średnio w zmianowaniu; Mean in forecrop					
	praca ludzka labour	środki techniczne i paliwo technical means and fuel	nawozy fertilizers	materiał siewny sowing material	środki ochrony roślin pesticides	nakłady ogółem total inputs
A	7,6	22,6	54,8	13,7	1,3	100
B	7,7	22,7	54,6	13,7	1,3	100
C	7,7	23,2	54,2	13,6	1,3	100
D	7,6	22,7	54,7	13,7	1,3	100
E	7,4	21,8	53,6	13,5	3,7	100
F	7,5	22,4	53,1	13,1	3,7	100
G	7,6	22,8	52,7	13,2	3,7	100
H	7,5	22,4	53,1	13,3	3,7	100

* patrz tab. 1; see tab. 1

Spśród uprawianych roślin najwyższą wartością energetyczną plonu charakteryzował się ziemniak, niższą żyto i pszenżyto ozime, a najniższą mieszanka zbożowo-strączkowa (tab. 3). Wartość ta ulegała dużemu zróżnicowaniu pod wpływem różnych

Tabela 3

Wartość energetyczna plonu (MJ·ha⁻¹)
Energetic value of the crop (MJ per ha)

Sposoby zagospodarowania odłogu* Fallow land cultivation methods	Zmianowanie; Forecrop				średnio na 1 pole zmianowania average per one rotation field
	mieszanka zbożowo-strączkowa cereal-pulse mixture	żyto ozime winter rye	ziemniak potato	pszenżyto ozime winter triticales	
A	14630	27375	73260	30750	36504
B	15211	28275	66780	28575	34710
C	17920	30750	63360	25650	34420
D	12166	27900	71460	24525	34013
E	13706	26476	61920	27825	32482
F	12999	28350	57780	25050	31045
G	12987	28575	66960	27750	34068
H	12390	27525	66420	23400	32434

* patrz tab. 1; see tab. 1

sposobów likwidacji odłogu. W przypadku mieszanki zbożowo-strączkowej i żyta ozimego najwyższą produktywność zapewniła kombinacja C, w której jako uprawę podstawową jesienią zastosowano trzykrotne gryzowanie, a przed siewem mieszanki – bronę średnią zagregatowaną z wałem strunowym. Potwierdzona też została wyższość technik wyłącznie mechanicznych (A, B, C, D) nad sposobami mechaniczno-chemicznymi (E, F, G, H).

Rośliny uprawiane w trzecim i czwartym roku trwania doświadczenia, tj. ziemniak i pszenżyto ozime, najwyższą wydajność osiągnęły w wariancie A, gdzie odłóg likwidowano poprzez jednokrotne talerzowanie, orkę przedzimową i doprawianie broną sprzężoną z wałem strunowym. W uprawie ziemniaka najgorzej wypadła kombinacja F, w której przy likwidacji odłogu jednokrotne przejście glebogryzarki poprzedzono odchwaszczaniem pola za pomocą herbicydu Roundup, a w uprawie pszenżyta ozimego wariant H – polegający na opryskiwaniu herbicydem, 3-krotnym talerzowaniu i przedsiewnym doprawianiu roli.

Najwyższy wskaźnik efektywności energetycznej uzyskano w uprawie pszenżyta ozimego, najniższy zaś w przypadku mieszanki zbożowo-strączkowej (tab. 4). Mniej energochłonne, a więc bardziej efektywne, okazały się warianty mechaniczne (A, B, C, D), a wśród nich szczególnie kombinacja A, w której likwidacja odłogu polegała na jednokrotnym talerzowaniu, orce i wiosennym doprawianiu broną z wałem strunowym. Na ogół nie sprawdziły się według tego kryterium zabiegi łączące mechaniczną uprawę roli i stosowanie Roundupu (warianty E, F, G, H).

Tabela 4

Wskaźnik efektywności energetycznej
Energy effectiveness index

Sposoby zagospodarowania odłogu* Fallow land cultivation methods	Zmianowanie; Forecrop				
	mieszanka zbożowo-strączkowa cereal-pulse mixture	żyto ozime winter rye	ziemniak potato	pszenżyto ozime winter triticales	średnio na 1 pole zmianowania average per one rotation field
A	1,43	2,01	2,01	3,13	2,15
B	1,46	2,07	1,83	2,91	2,07
C	1,64	2,26	1,74	2,61	2,06
D	1,18	2,05	1,96	2,49	1,92
E	1,17	1,94	1,70	2,83	1,91
F	1,04	2,08	1,58	2,55	1,81
G	1,00	2,10	1,83	2,82	1,94
H	1,00	2,02	1,82	2,38	1,81

* patrz tab. 1; see tab. 1

DYSKUSJA

W gospodarce rynkowej każde przedsięwzięcie produkcyjne może być uznane za racjonalne, pod warunkiem że zostało zweryfikowane rachunkiem ekonomicznym oraz uzyskało właściwą ocenę w aspekcie przewidywanych negatywnych i pozytywnych skutków dla otaczającego środowiska (11). Jak podaje Maciejko (7), stosowane w praktyce technologie wytwarzania fitomasy różnią się poziomem zużycia przemysłowych środków produkcji, a sporządzenie rachunku (bilansu) energetycznego umożliwia ich najkorzystniejszy wybór. Szczególną jego zaletą jest duża porównywalność wyników niezależna od relacji cen. Może on być stosowany do oceny poszczególnych zabiegów agrotechnicznych, technologii uprawy wybranych gatunków, a także całych układów płodozmianowych.

Wśród ogniw agrotechniki za najbardziej energochłonną uznaje się tradycyjną uprawę roli, w której podstawę stanowi orka. Jak podają Dzieńka i Sosnowski (3) oraz Gonet (5), orka może pochłonąć 25–40% całkowitych nakładów robocizny i nawet do 50% ilości paliwa zużywanego w całym procesie technologicznym. Tendencje światowe w uprawie roli zmierzają w kierunku ograniczenia orki i promują technikę bezorkową. Proponuje się zatem jej zastąpienie zabiegami bardziej wydajnymi, jak np. kultywatorowanie, talerzowanie lub stosowanie agregatów uprawowych czy uprawowo-siewnych, a nawet całkowite eliminowanie mechanicznych zabiegów uprawowych na rzecz siewu bezpośredniego (2, 6). Takie postępowanie może przynieść korzyści zarówno ekonomiczne (obniżenie nakładów), jak i środowiskowe (mniejsza emisja spalin, ograniczenie ugniatania gleby, spowolnienie mineralizacji substancji organicznej, ograniczenie erozji itp.).

Zmienność nakładów energetycznych na uprawę roli wynika przede wszystkim z liczby zabiegów, jakości użytego sprzętu, kształtu pól oraz zwężności gleby. W badaniach własnych, ze względu na niższe nakłady energetyczne, w likwidacji odłogu korzystniejsze okazało się ostatecznie stosowanie tylko zabiegów mechanicznych.

Według Wielickiego (9) w ocenie produkcji rolniczej, oprócz wysokości nakładów energetycznych, ważnym kryterium o charakterze ekonomicznym pozostaje wskaźnik efektywności energetycznej. Autor ten podaje, iż w przeciętnych warunkach gospodarowania w uprawie roślin na jedną jednostkę nakładów powinny przypadać cztery jednostki energetyczne wytworzonego produktu. W badaniach własnych warunek ten nie został spełniony.

WNIOSKI

1. Spośród porównywanych sposobów zagospodarowania odłogu w czteropolo- wym zmianowaniu (mieszanka zbożowo-strączkowa, żyto ozime, ziemniak, pszenżyto ozime) najniższe nakłady energetyczne poniesiono w wariantcie A (w którym stosowano jesienią jednokrotne talerzowanie i orkę przedzimową, a wiosną przedsiewne

doprawianie broną średnią z wałem strunowym), najwyższe w wariacie H (Roundoup + 3-krotne talerzowanie przed zimą; wiosną – zestaw uprawowo-siewny z broną rotacyjną).

2. W strukturze nakładów energetycznych, niezależnie od analizowanych wariantów likwidacji odłogu, dominowały nawozy oraz środki techniczne i paliwo, stanowiąc około 77% całości nakładów.

3. Najwyższą efektywnością energetyczną, a w związku z tym największą przydatnością praktyczną, wyróżniła się kombinacja A zagospodarowania odłogu, natomiast sposoby mechaniczno-chemiczne (zwłaszcza F i H) cechowały się najniższą sprawnością energetyczną.

LITERATURA

1. Anuszewski R.: Metoda oceny energochłonności produktów rolniczych (MET). Zag. Ekon. Rol., 1987, **4**: 16-26.
2. Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J.: Wpływ uproszczonych sposobów uprawy gleby na nakłady energetyczne i plonowanie pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 162, Agricult., 1994, **58**: 45-48.
3. Dzienia S., Sosnowski A.: Uproszczenia w podstawowej uprawie roli, a wysokość nakładów energii. Fragm. Agron., 1990, **3**: 71-79.
4. Goć E., Muzalewski A.: Wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne maszyn i ciągników rolniczych stosowanych w gospodarstwach indywidualnych. IBMER Warszawa 1997.
5. Gonet Z.: Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. Fragm. Agron., 1991, **2**: 7-18.
6. Kordas L.: Energochłonność i efektywność różnych systemów uprawy roli w zmianowaniu. Fol. Univ. Agric. Stetin. 195, Agricultura, 1999, **74**: 47-52.
7. Maciejko W.: Rachunek energetyczny w rolnictwie. Zag. Ekon. Rol., 1984, **2**: 85-96.
8. Pawlak J.: Analiza energochłonności produkcji roślinnej. W: Organizacyjne i ekonomiczne aspekty mechanizacji produkcji roślinnej w indywidualnych gospodarstwach rolnych. PWRiL Warszawa, 1989, 63-68.
9. Wielicki W.: Analiza porównawcza energochłonności roślin rolniczych. Roczn. Nauk Rol., 1986, **C, 77(3)**: 183-190.
10. Wielicki W.: Analiza efektywności energetycznej w rolnictwie. Post. Nauk Rol., **1**: 69-86.
11. Woś A.: Rolnictwo zrównoważone. Zag. Ekon. Rol., 1992, **1-3**: 9-21.
12. Wójcicki Z.: Energochłonność produkcji rolniczej. Roczn. Nauk Rol., 1981, **C, 75(1)**: 165-198.
13. Ziołocka A., Kuźdowicz M., Kielanowski J.: Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. PWN Warszawa, 1979.

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY OF DIFFERENT METHODS OF FALLOW LAND REDEVELOPMENT

Summary

In a long-term, exact field experiment located on light soil developed from ordinary dust containing 10–13% of fine particles different methods of redevelopment of 5-year's old fallow land for agricultural use were compared in 1996–2000. The redevelopment was carried out according to 8 agricultural techniques setups, in the following four fields' crop rotation: mixture of cereals and pulses – winter

rye – potato – winter triticale. The energy inputs for agricultural technique operations were the highest when Roundup and 3-times' soil milling in the autumn were applied. Technique based on potatoes was the most energy-consuming, while based on winter triticale was the least intensive. The yield of potatoes was characterized by the highest energy value (from 63270 to 68715 MJ·ha⁻¹); the rye and triticale yields were slightly poorer, while the yield of mixture of cereals and pulses was the poorest (13020–14982 MJ·ha⁻¹). Fertilizers, technical equipment and fuel had the highest share in the structure of energy inputs, while the pesticides had the lowest share. The differences in energy efficiency were mainly influenced by the fallow land redevelopment method and the yield of particular crops. The highest energy efficiency was obtained in cultivation of winter triticale, and the lowest in case of mixture of cereals and pulses. and "A" method was characterized by the highest energy efficiency and was the most useful for fallow land redevelopment.

Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2005 r.