

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA RÓŻNYCH SPOSOBÓW UPRAWY ROLI I NAWOŻENIA NATURALNEGO W PRODUKCJI ZIEMNIAKA

Hanna Klikocka

Wydział Nauk Rolniczych, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość
e-mail: hklik@inr.edu.pl

Streszczenie. W latach 1996-2003 przeprowadzono dwa doświadczenia polowe na glebie kompleksu żytanego dobrego, w którym porównywano wpływ tradycyjnej uprawy płużnej i formowania redlin w trzech terminach: latem, jesienią i wiosną oraz dwa rodzaje nawożenia naturalnego: obornik bydlęcy i słoma wzbogacona mocznikiem i mulczowana gorzycą białą. W pracy dokonano porównania bilansu energetycznego produkcji ziemniaka i określono nakłady energetyczne poniesione na sposoby uprawy roli i rodzaje nawożenia naturalnego. Obliczono wskaźnik efektywności energetycznej. Sposoby uprawy roli nie wpływały istotnie na wielkość nakładów energetycznych i plon bulw ziemniaka, chociaż za najbardziej korzystny należy przyjąć sposób płużny i formowanie redlin jesienią. Wyższy plon bulw, plon suchej masy, korzystniejszą wartość energetyczną oraz wyższy wskaźnik efektywności energetycznej otrzymano po zastosowaniu obornika, aniżeli słomy w połączeniu z mocznikiem i międzyplonem. Nawożenie słomą wzbogacone mocznikiem i międzyplonem gorzycy białej zwiększało istotnie nakłady energetyczne, ze względu na zastosowany mocznik i międzyplon. Przy takim rodzaju nawożenia naturalnego istotnie ograniczono nakłady w postaci bezpośrednich nośników energii (paliwo), środków inwestycyjnych i pracy ludzkiej.

Słowa kluczowe: ziemniak, sposób uprawy roli, nawożenie naturalne, nakłady energetyczne, wartość energetyczna plonu, wskaźnik efektywności energetycznej

WSTĘP

Przyjmuje się, że w strukturze nakładów energetycznych uprawa roli pochłania 25-40% całkowitych nakładów na produkcję roślinną. Zużycie energii zależy od typu gleby, jej fizycznych i mechanicznych właściwości, poziomu agrotechniki uprawy, rodzaju nawożenia organicznego a także od rodzaju maszyn do uprawy roli [1,2]. W miarę intensyfikacji produkcji rolniczej, zmniejszają się nakłady energetyczne związane z pracą zwierząt pociągowych i ludzi na rzecz nakładów energetycznych zawartych w paliwie, energii elektrycznej, nawozach mineralnych, środkach ochrony roślin i innych środkach produkcji. Nakłady na uprawę

1 ha ziemniaków w Polsce wynoszą 85-158 rbh; tymczasem w krajach zachodnich kształtują się w granicach 40-50 rbh. Nakłady te można zmniejszyć poprzez stosowanie formowania redlin w zamian tradycyjnej uprawy płużnej. System jesienno-formowania redlin pod ziemniaki został zapoczątkowany w latach 60. w Holandii, następnie zastosowano go w wielu krajach Europy [4]. Na dobrze przygotowanej i wynawożonej glebie wyznacza się obsypnikiem redliny, o wysokości 20-25 cm. W latach 90., zgodnie z "Kodeksem Dobrych Praktyk w Rolnictwie" zalecono mulczowanie letnio-jesienno-redlin: gorczycą białą (*Sinapis alba*), rzepikiem ozimym (*Brassica campestris* L. var. *oleifera*), rzodkwią oleistą (*Raphanus sativus* L., var. *oleiferus*), facelią błękitną (*Phacelia tanacetifolia*) bądź wyką ozimą (*Vicia villosa*) [5]. Ma to na celu między innymi: zapobieganie erozji wietrznej i wodnej; zmniejszenie strat azotu w zimie i przeciwdziałanie w wymyciu go do wód gruntowych; umożliwienie wcześniejszego sadzenia; mniejsze o 20-30% nakłady energii i robocizny oraz zmniejszenie kosztów uprawy.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu tradycyjnej uprawy płużnej i formowania redlin za pomocą obsypnika, w trzech terminach: latem, jesienią i wiosną) oraz dwóch rodzajów nawożenia naturalnego (obornik i słoma + mocznik + międzyplon) na plonowanie i efektywność energetyczną produkcji ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

W pracy porównano wyniki badań z dwóch doświadczeń polowych, przeprowadzonych w latach 1996-2003. Przeprowadzono je metodą podbloków losowanych w układzie zależnym split-plot w czterech powtórzeniach we wsi Malice k. Zamościa (50°42'N, 23°15'E). Eksperymenty założono na glebie brunatnej wylugowanej, wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego pylastego (13% cz. spław.), kompleksu żytniego dobrego, o odczynie lekko kwaśnym (pH 5,6). Przedplonem ziemniaka odmiany średniowczesnej 'Mila' było pszenżyto jare.

DOŚWIADCZENIE I: Przeprowadzono w latach 1996-2000. Po zbiorze pszenżyta jarego wykonano podorywkę (10 cm), następnie wniesiono obornik bydlęcy (1) (30 t·ha⁻¹), który przyorano orką odwrotną (20 cm). Na tak przygotowanych poletkach wykonywano i badano następujące sposoby uprawy roli: A. Tradycyjny – płużny – orka zimowa (25 cm); B. Jesienne formowanie redlin – formowanie obsypnikiem redlin o wysokości 25 cm; C. Wiosenne formowanie redlin – jesienią bez dalszej uprawy, wiosną sadzenie ziemniaków sadzarką z równoczesnym formowaniem redlin (25 cm).

DOŚWIADCZENIE II: Przeprowadzono w latach 2001-2003. Po zbiorze pszenżyta jarego wniesiono mocznik (1 kg N na 100 kg słomy) i przyorano pociętą słomę (2), za pomocą podorywki (10 cm). Następnie na tak przygotowanych poletkach wykonywano: D. Letnie formowanie redlin – formowanie obsypnikiem

redlin (25 cm), siew gorczycy białej (*Sinapis alba*); E. Jesienne formowanie redlin – siew gorczycy białej, kultywatorowanie (15 cm), formowanie obsypnikiem redlin o wysokości 25 cm; F. Wiosenne formowanie redlin – siew gorczycy białej, wiosną sadzenie ziemniaków sadzarką z równoczesnym formowaniem redlin (25 cm) – tabela 1.

Tabela 1. Porównywane czynniki

Table 1. Compared factors

Doświadczenie I – Experiment I (1996-2000)	Doświadczenie II – Experiment II (2001-2003)
Czynnik – Factor I: sposób uprawy roli – tillage method A. uprawa tradycyjna płużna – ploughing B. redlinowa jesienna – autumn ridges C. redlinowa wiosenna – spring ridges	Czynnik – Factor I: sposób uprawy roli – tillage method D. formowanie redlin latem – summer ridges E. redlinowa jesienna – autumn ridges F. redlinowa wiosenna – spring ridges
Czynnik II – rodzaj substancji naturalnej, Factor II – kinds of natural matter 1. obornik bydlęcy – cattle manure (30 t·ha ⁻¹)	Czynnik II – rodzaj substancji naturalnej, Factor II – kinds of natural matter 2. słoma (3 t·ha ⁻¹) + 46 kg N·ha ⁻¹ + międzyplon (gorczyca b.) – straw + urea + catch-crop (white mustard)

W obu doświadczeniach powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 19,5 m² (3 m x 6,5 m), zaś obsada roślin 44 tys. szt·ha⁻¹. Ziemniaki uprawiano w rozstawie rzędów 67,5 cm. Nawożenie mineralne było następujące (kg·ha⁻¹): N –100 (saletra amonowa), P₂O₅ – 100 (superfosfat potrójny granulowany) – doświadczenie I, P₂O₅ – 90 (superfosfat potrójny granulowany) – doświadczenie II, K₂O-180 (siarczan potasu) – doświadczenie I, K₂O-140 (siarczan potasu) – doświadczenie II. Szczegółowy terminarz prac polowych przedstawiono w tabeli 2. Ochronę ziemniaka przed agrofagami prowadzono zgodnie z zaleceniami IOR i opisano szczegółowo we wcześniejszej pracy [5].

Pracochłonność zabiegów (nakłady pracy ludzkiej i mechanicznej) określono na podstawie faktycznych danych uzyskanych w warunkach produkcyjnych, z uwzględnieniem produkcji stosowanych przy uprawie ziemniaków [6]. Wykorzystanie mocy ciągnika C-360 3P z odpowiednio dobranymi maszynami przyjęto średnio za 70% uwzględniając, że pracuje on na glebie lekkiej, na polu o długości 100 m. Zużycie paliwa obliczono według wzoru (1):

$$Z_p = Mn \cdot Ps \cdot 0,13 \quad (1)$$

gdzie: Z_p – ilość zużytego paliwa (kg), Mn – moc nominalna silnika (kW), Ps – czas pracy silnika (h), 0,13 – współczynnik odpowiadający przeciętnemu jednostkowemu zużyciu paliwa (kg·kWh⁻¹).

Tabela 2. Terminy wykonania zabiegów agrotechnicznych i zastosowane agregaty (1996-2003)
Table 2. Time-limits of realization of agrotechnical treatments and implements used (1996-2003)

Zabiegi Treatments	Dekada i miesiąc Decade and month	Agregat Implement	Masa maszyny Machine weight	Wykorzystanie w okresie Period of use	Nakłady pracy Labour consumption		Sposoby uprawy roli i rodzaj substancji natu- ralnej* Tillage And kinds of natural matter							
			kg	h	Godz.·ha ⁻¹ Hours ha ⁻¹	rg	cnh	A	B	C	D	E	F	
Ciągnik – Tractor C 360 3P	–	–	2455	12000	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+
Rozdrobienie słomy Straw cut	2-3 VIII	Z-961	320	600	1,0	1,0	–	–	–	+	+	+	+	+
Siew mocznika Urea sowing	3 VIII	N-012	100	1000	0,5	0,5	–	–	–	+	+	+	+	+
Podorywka Skimming	3 VIII	U-025/1	286	2000	1,7	1,7	+	+	+	+	+	+	+	+
Letnie formowanie Spring forming of ridges	3 VIII	P-447	250	1000	1,2	1,2	–	–	–	+	–	–	–	–
Siew gorczycy White mustard sowing	3 VIII	N-012	100	1000	0,5	0,5	–	–	–	+	+	+	+	+
Załadunek obornika Manure loading	3 IX	T-365	435	5000	4,5	4,5	+	+	+	–	–	–	–	–
Roztrząsanie obornika Manure spreading	3 IX	N-228	1640	1250	4,5	4,5	+	+	+	–	–	–	–	–
Orka odwrotka Reversible ploughing	3 IX	U-023/1	308	2000	2,0	2,0	+	+	+	–	–	–	–	–
Gruberowanie – Cultivation	3 X	U-418/1	278	1500	1,0	1,0	–	–	–	–	+	–	–	–
Jesienne formowanie redlin Autumn forming of ridges	3 X	P-447	250	1000	1,2	1,2	–	+	–	–	–	–	–	–
Orka przedzimowa Prewinter ploughing	3 X	U-023/1	308	2000	3,0	3,0	+	–	–	–	–	–	–	–
Bronowanie – Harrowing	3 III	U-212/2	240	1900	0,4	0,4	+	–	+	–	–	–	–	+
Gruberowanie – Cultivation	1 IV	U-418/1	278	1500	1,0	1,0	+	–	+	–	–	–	–	+
Nawożenie mineralne Mineral fertilization	2 IV	N-012	100	1000	0,5	0,5	+	+	+	+	+	+	+	+
Sadzenie – Planting	2-3 IV	S-211	720	800	8,0	4,0	+	+	+	+	+	+	+	+
Opielanie – Weeding	1-2 V	P-430/2	405	840	1,0	1,0	+	+	+	+	+	+	+	+
Obsypywanie – Earthing up	2-3 V	P-447	250	1000	1,2	1,2	+	+	+	+	+	+	+	+
Opryskiwanie: chwasty Spraying: weeds	1-2 VI	P-081/0	350	1000	0,5	0,5	+	+	+	+	+	+	+	+
Opryskiwanie: inne patogeny Spraying: other pathogens	1VI- 3 VII	P-081/0	350	1000	1,5	1,5	+	+	+	+	+	+	+	+
Kopanie – Potato lifting	2-3 IX	Z-609/2	730	800	3,2	3,2	+	+	+	+	+	+	+	+
Zbiór i transport Harvesting and transport	2-3 IX	T-040	1340	6000	120	12	+	+	+	+	+	+	+	+

*Sposób uprawy roli – jak w tabeli 1, Tillage methods – as in Table 1.

Wskaźnik efektywności energetycznej (E_e) obliczono według wzoru (2):

$$E_e = P_e / N_e \quad (2)$$

gdzie: P_e – wartość energetyczna plonu uzyskanego z 1 ha (MJ), kg suchej masy plonu podstawowego ma wartość 18,36 MJ [7]. N_e – wielkość nakładów energetycznych poniesionych na uzyskanie plonu z 1 ha (MJ).

W nakładach energetycznych uwzględniono cztery źródła energii: bezpośrednie nośniki energii (paliwo), surowce i materiały (obornik, słoma pszenżytnia, nasiona i słoma gorczyca, nawozy NPK, sadzeniaki, S.A pestycydów), środki inwestycyjne (zużycie maszyn i narzędzi rolniczych w trakcie eksploatacji) i pracę ludzką [1,3,7,8]. Przy obliczaniu nakładów związanych ze zużyciem nośników energii stosowano następujące współczynniki: praca żywa (ludzka) – 40 MJ·rbh⁻¹; obornik – 200 MJ·t⁻¹, słoma pszenżytnia i międzyplon gorczyca białej – 710 MJ·t⁻¹, nawozy azotowe (N) – 77 MJ·kg⁻¹, nawozy fosforowe (P₂O₅) i siarkowe (S) – 14 MJ·kg⁻¹, nawozy potasowe (K₂O) – 10 MJ·kg⁻¹, nasiona gorczyca białej – 30 MJ·kg⁻¹, ziemniaki sadzeniaki – 2,5 MJ·kg⁻¹, środki ochrony roślin (w S.A.) – 300 MJ·kg⁻¹, olej napędowy – 52 MJ·kg⁻¹, zużycie ciągników i maszyn rolniczych 112 MJ·kg⁻¹, części zamienne – 80 MJ·kg⁻¹, materiały do napraw – 30 MJ·kg⁻¹, smary – 22 MJ·kg⁻¹ [1,3].

Wielkość jednostkowych nakładów energetycznych skumulowanych w ciągnikach i maszynach rolniczych odnosi się do 1 kg ich masy (tab. 1). Zużycie maszyn określono w kg·h⁻¹ ich pracy i przeliczono na MJ. Masę części zamiennych określano na poziomie 30% zużycia (masy) ciągników i maszyn. Materiały zużyte do napraw stanowiły 4% masy części zamiennych, a smary 4% zużytego paliwa [3].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu analizy wariancji, a istotność różnic między średnimi sprawdzano testem Tukey'a na poziomie istotności $P = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane sposoby uprawy roli (tradycyjny płużny i formowanie redlin latem, jesienią bądź wiosną) nie wywierały istotnego wpływu na ogół nakładów energetycznych. Jednakże w przypadku stosowania tradycyjnej uprawy płużnej (A) odnotowano w strukturze nakładów duży udział bezpośrednich nośników energii (paliwa), środków inwestycyjnych i pracy ludzkiej. Zastosowanie redlinowych metod uprawy roli zmniejszało udział wymienionych nakładów, odpowiednio o: 27% (paliwa), 27% (środków inwestycyjnych) i 6% (pracy ludzkiej) (tab. 3). Istotnie większe nakłady energetyczne, niezależnie od sposobu uprawy poniesiono w przypadku nawożenia naturalnego w postaci: słoma + mocznik + międzyplon gorczyca białej (2) aniżeli po zastosowaniu obornika (1). W tym przypadku

o strukturze nakładów energetycznych zdecydowały użyte surowce i materiały, a zwłaszcza nakład energii zawartej w moczniku, wniesionym do przyorywanej słomy oraz energia zawarta w międzyplonie gorczycy białej ($5710 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$). Jednakże w przypadku stosowania słomy istotnie obniżono nakłady energetyczne zawarte w paliwie (o 32%), środkach inwestycyjnych (o 37%) i pracy ludzkiej (o 6%). Podobne obserwacje poczynili też inni autorzy [1,3].

Tabela 3. Nakłady energetyczne i ich struktura (1996-2003)

Table 3. Energy inputs and structure (1996-2003)

Sposób uprawy roli Tillage methods*	Bezpośrednie nośniki energii Direct energy carriers		Surowce i materiały Raw materials and materials		Środki inwestycyjne Investments		Praca ludzka Human labour		Ogółem Total
	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	MJ·ha ⁻¹	%	
A _{I(II)}	9310	21,93	23365	55,03	3664	8,63	6120	14,41	42459
B	8459	20,47	23365	56,54	3507	8,49	5992	14,50	41323
C	8406	20,38	23365	56,66	3485	8,45	5984	14,51	41240
D	5905	13,77	29075	67,82	2244	5,23	5648	13,17	42872
E	6065	14,07	29075	67,46	2285	5,30	5672	13,16	43097
F	5852	13,69	29075	68,00	2204	5,16	5624	13,15	42755
Średnia dla sposobu uprawy – Mean for tillage method									
A _(I)	9310	21,93	23365	55,03	3664	8,63	6120	14,41	42459
D	5905	13,77	29075	67,82	2244	5,23	5648	13,17	42872
B+E (x)	7662	17,20	26490	62,76	2896	6,86	5832	13,82	42210
C+F (x)	7129	16,97	26490	63,07	2845	6,77	5804	13,82	41998
Średnia dla rodzaju substancji naturalnej – Mean for natural matter									
1 _(II)	8725	20,94	23365	56,07	3552	8,52	6032	14,47	41674
2	5941	13,85	29075	67,76	2245	5,23	5648	13,16	42908
NIR _{I(II)}	r.n.,	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.
LSD _{I(II)}	n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.
NIR _I	r.n.,	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.
LSD _I	n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.	–	r.n., n.s.
NIR _{II}	857	–	2138	–	110	–	115	–	434
LSD _{II}									

*Sposób uprawy roli jak w tabeli 1 – Tillage methods – as in Table 1;

r.n.; n.s. – różnica nieistotna przy $P = 0,05$ – not significant difference at $P = 0.05$.

Badane sposoby uprawy roli nie różnicowały istotnie poziomu plonu ziemniaka i jego wartości energetycznej (tab. 4). Jednakże, po zastosowaniu uprawy tradycyjnej płużnej (A) i formowania redlin jesienią (B + E) otrzymano wyższy plon

bulw ziemniaka i plon suchej masy bulw (odpowiednio o 11% i 18%). W związku z tym wartość energetyczna plonu po zastosowaniu uprawy tradycyjnej i jesiennej formowania redlin była wyższa o 18% aniżeli w przypadku pozostałych sposobów, chociaż nie potwierdzono tego statystycznie. Istotny wzrost plonu bulw (o 12%), plonu suchej masy bulw (o 24%) oraz ich wartości energetycznej (o 24%) uzyskano po zastosowaniu obornika (1) w stosunku do przyoranej słomy, wzbogaconej mocznikiem i mulczowanej gorczycą białą (2). Podobne spostrzeżenia poczynili inni autorzy [1,2].

Tabela 4. Efektywność energetyczna ziemniaka (1996-2003)

Table 4. Energy effectiveness of potato (1996-2003)

Sposób uprawy roli Tillage methods*	Plon bulw Yield of tubers	Plon suchej masy Yield of dry matter	Wartość energetyczna plonu Energy value of crop	Wskaźnik efektywności energetycznej Energy effectiveness index
	t·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	MJ·ha ⁻¹	
A _{I(II)}	28,5	7,68	141005	3,32
B	30,1	7,54	138434	3,35
C	27,0	6,94	127418	3,09
D	24,7	5,53	101531	2,37
E	25,7	5,79	106304	2,47
F	24,2	5,50	100980	2,36
Średnia dla sposobu uprawy – Mean for tillage method				
A _(I)	28,5	7,68	141005	3,32
D	24,7	5,53	101531	2,37
B+E (x)	27,9	6,67	122369	2,91
C+F (x)	25,6	6,22	114199	2,73
Średnia dla rodzaju substancji naturalnej – Mean for natural matter				
I _(II)	28,5	7,39	135619	3,25
2	24,9	5,61	102938	2,40
NIR _{I(II)} - LSD _{I(II)}	r.n., n.s.	r.n., n.s.	r.n., n.s.	r.n., n.s.
NIR _I - LSD _I	r.n., n.s.	r.n., n.s.	r.n., n.s.	r.n., n.s.
NIR _{II} - LSD _{II}	3,1	0,57	5877	0,36

*Sposób uprawy roli jak w tabeli 1 – Tillage methods – as in Table 1;

r.n.; n.s. – różnica nieistotna przy P = 0,05 – not significant difference at P = 0.05.

Wskaźnik efektywności energetycznej ziemniaka nie zależał istotnie od sposobu uprawy roli, chociaż wyższy był w przypadku stosowania tradycyjnej uprawy płużnej (A) i jesiennej formowania redlin (B + E), niż w przypadku formo-

wania redlin latem (D) bądź wiosną (C + F). Zależał on natomiast istotnie od nawożenia naturalnego i był wyższy po zastosowaniu obornika (1) niż po przyoraniu słomy (2) (o 26%). Podobne informacje podają inni autorzy [1,2]. Dzienia i Szarek [2] twierdzą, że na skutek spadku pogłowia zwierząt inwentarskich oraz rejonizacji ich chowu należy poszukiwać nowych proekologicznych i energooszczędnych technologii uprawy ziemniaka, w których to alternatywnym źródłem substancji organicznej może być stosowanie słomy lub międzyplonów ścierniskowych.

WNIOSKI

1. Na glebie kompleksu żytniego dobrego porównywane sposoby uprawy roli nie różnicowały istotnie plonu ziemniaka i jego wartości energetycznej oraz wskaźnika efektywności energetycznej, chociaż najbardziej korzystne wyniki otrzymano po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płużnej i formowania redlin jesienią.

2. Na wyższy plon bulw, jego wartość energetyczną oraz wskaźnik efektywności energetycznej istotnie dodatnio oddziaływało nawożenie obornikiem aniżeli słoma wzbogaconą mocznikiem i międzyplonem gorczycy białej.

3. Nawożenie słomą w połączeniu z mocznikiem i międzyplonem gorczycy białej zwiększało istotnie nakłady energetyczne, ze względu na stosowany mocznik i międzyplon. Jednak przy takim nawożeniu znacznie ograniczono nakłady w postaci paliwa, środków inwestycyjnych i pracy ludzkiej.

PIŚMIENNICTWO

1. **Ceglarek F., Płaza A., Buraczyńska D.:** Porównanie efektywności energetycznej nawożenia ziemniaka wsiewkami międzyplonowymi i obornikiem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 500, 263-270, 2004.
2. **Dzienia S., Szarek P.:** Efektywność uprawy bezpłużnej oraz międzyplonów i słomy w produkcji ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 470, 145-152, 2000.
3. **Harasim A.:** Kompleksowa ocena płodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych. IUNG, Puławy. Rozpr. Hab., 2002.
4. **Galiën M. v.d.:** Aardappelruggen maken in de herfst. Meded. N.A.K., 23, 4, 26-28, 1966.
5. **Klikocka H.:** Wpływ konserwującej redlinowej uprawy roli i nawożenia siarką na ocenę plonowania ziemniaka. Annales UMCS, Sec. E, 59, 1, 353-361, 2004.
6. **Lorencowicz E.:** Tabele do ćwiczeń z użytkowania maszyn rolniczych. AR Lublin, 2002.
7. **Wielicki W.:** Energochłonność produkcji roślinnej. Studium międzynarodowe. Służba Roln., 1-2, 1-6, 1990.
8. **Wójcicki Z.:** Energochłonność produkcji rolniczej. Roczn. Nauk Rol. Ser. C. 75, 1, 165-197, 1981.

ENERGY EFFICIENCY OF TILLAGE METHODS
AND NATURAL FERTILIZATION IN POTATO CULTIVATION

Hanna Klikocka

Faculty of Agricultural Sciences in Zamość, Agricultural University in Lublin
ul. Szczepieńska 102, 22-400 Zamość
e-mail: hklik@inr.edu.pl

Abstract. Two field experiments were carried out in 1996-2003 on a good rye-complex soil, where the effects of soil tillage as follows: conventional (plough) and ridges forming in summer, autumn and spring, and two kinds of natural fertilizers: cattle manure and straw plus nitrogen (urea) plus catch-crop (white mustard) were estimated. This work presents a comparison of energy balance of potato production and energy inputs involved in the tillage and natural fertilizers applied. Energy value of the yield of tubers and yield of dry mass of tubers and energy efficiency index were also estimated. The tillage methods did not significantly affect the energy inputs and the yield of potato tubers, although ploughing combined with autumn formation of ridges should be accepted as the most favourable. A higher yield of potato tubers, more favourable energy value and a higher value of energy efficiency index were obtained from the object fertilized with cattle manure than from the object fertilized with straw plus urea plus catch-crop. Fertilization with straw plus urea plus catch-crop (white mustard) significantly increased the energy input value on account of the application of nitrogen (urea) and the catch-crop. However, this system of fertilization significantly reduced energy inputs from direct energy carriers (fuel), investments and human labour.

Keywords: potato, tillage methods, natural fertilization, energy inputs, yield energy value, energy efficiency index