

Dział: Rolnictwo

ISSN

[http://www.npt.up-poznan.net/tom1/zeszyt1/art\\_2.pdf](http://www.npt.up-poznan.net/tom1/zeszyt1/art_2.pdf)

Copyright ©Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

---

PIOTR SZULC, ANDRZEJ KRUCZEK, HUBERT WALIGÓRA, WITOLD SKRZYPCZAK

## WARTOŚĆ ENERGETYCZNA SUROWCA KUKURYDZY W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU STOSOWANIA FOSFORU

Katedra Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

**Streszczenie.** Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2000-2003 w Zakładzie Doświadczalno-Dydaktycznym w Swadzimiu koło Poznania. Stosowano dwa sposoby nawożenia: rzutowo – na całą powierzchnię i rzędowo – jednocześnie z siewem nasion. Skuteczność nawożenia oceniano przy wzrastającym nawożeniu – od 14,4 kg ha<sup>-1</sup> P do 56,7 ha<sup>-1</sup> P i stosowaniu superfosfatu i fosforanu amonu. Zastosowanie fosforanu amonu zwiększało plon energii netto kolb w porównaniu z superfosfatem. Rzędowy wysiew nawozów zwiększał plon energii netto kolb, plon energii netto ziarna, plon białka strawnego kolb oraz białka strawnego ziarna w stosunku do wysiewu rzutowego. Wykazano wpływ rodzaju nawozu i sposobu jego stosowania na energie netto kolb i ziarna. Rzędowe zastosowanie fosforanu amonu zwiększało plon energii netto kolb i plon energii netto ziarna, w stosunku do aplikacji rzutowej.

**Słowa kluczowe:** kukurydza, wysiew rzędowy, wysiew rzutowy, rodzaj nawozu

### Wstęp

W Polsce dominującym sposobem aplikacji nawozów jest wysiew rzutowy (GRZEBISZ i GAŁA 1999). Prowadzi on do uwstecznienia składnika wprowadzonego do gleby w formie nawozu bądź do tego, że trafi on w miejsca będące poza zasięgiem korzeni rośliny uprawnej (GRZEBISZ i GAŁA 1999, MOSKAL 1972, WITHERS i SHARPLEY 1995). W kukurydzy sianej w szerokie rzędy główna masa korzeni rozwija się bezpośrednio pod rzędami roślin, natomiast rozwój korzeni w środkowej części międzyrzędzia jest mniejszy i stosunkowo późny (DOSCH i GUTSER 1994). Stąd też, przy rzutowym stosowaniu nawozów, rozwijający się system korzeniowy nie znajduje wystarczająco dużo fosforu, co ogranicza jego rozwój. Znacznie lepszym sposobem zwiększenia dostępności fosforu jest nawożenie rzędowe zlokalizowane w bezpośredniej bliskości nasion, które po zastosowaniu razem z siewem nazywamy nawożeniem startowym (LU i MILLER 1993, MURPHY 1984, RHOADS i WRIGHT 1998, RAUN i BARRETO 1995,

VITOSH i IN. 1995). Nawożenie rzędowe, zwiększając dostępność składników pokarmowych, powoduje lepsze odżywienie młodych roślin i tym samym przyczynia się do stymulacji ich początkowego rozwoju (EL-HAMID i WOODARD 1995, KRUCZEK 2004 a, KRUCZEK i SZULC 2005, RHOADS i WRIGHT 1998). Metoda jest praktykowana na zachodzie Europy, natomiast w Polsce przeprowadzono jedynie fragmentaryczne badania dotyczące takiej metody aplikacji fosforu pod kukurydzę (DUBAS i DUHR 1983, FOTYMA i KĘSIK 1984).

Celem podjętych badań było określenie wpływu sposobu nawożenia kukurydzy fosforem na wartość energetyczną kolb i ziarna w zależności od rodzaju nawozu i zasobności gleby w fosfor.

## **Materiał i metody**

Badania polowe wykonano w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Swadziemiu koło Poznania w latach 2000-2003. Doświadczenie prowadzono w układzie split-plot z trzema czynnikami w czterech powtórzeniach polowych. Badano cztery dawki fosforu:  $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  ( $17,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$ ),  $70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  ( $30,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$ ),  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  ( $43,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$ ) i  $130 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  ( $56,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$ ), dwa rodzaje nawozów: superfosfat potrójny granulowany ( $46\% \text{ P}_2\text{O}_5$ ) i polidap NP ( $18\% \text{ N}$  i  $46\% \text{ P}_2\text{O}_5$ ) oraz dwa sposoby wysiewu nawozu: rzutowy – na całą powierzchnię przed siewem nasion i rzędowy, zlokalizowany – wykonany jednocześnie z siewem nasion. Nawożenie azotem i potasem zostało wykonane przed siewem kukurydzy w dawkach  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$  w postaci saletry amonowej i  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$  ( $99,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}$ ) w postaci soli potasowej  $60\%$ . Przedsiębiorcą dawkę azotu na obiektach, gdzie zastosowano polidap, pomniejszono o ilość azotu wnoszonego w tym nawozie. Do siewu wykorzystano siewnik punktowy Monosem z nabudowanym aplikatorem nawozów. Redlice nawozowe ustawiono w stosunku do redlic nasiennych w ten sposób, aby nawóz był umieszczony w glebie  $5 \text{ cm}$  z boku i  $5 \text{ cm}$  poniżej nasion. Siew nasion wykonano na głębokość  $5\text{-}6 \text{ cm}$ . W doświadczeniu wysiano mieszańca Mona (FAO 250) hodowli Pioneer.

Oceny wartości energetycznej kolb i ziarna dokonano metodą Kellnera, wyliczając jednostki owsiane, które przeliczono na energię netto, przyjmując, że  $1 \text{ j.o.} = 7,6 \text{ MJ}$  energii netto dla trzody chlewnej.

Wyniki jednoroczne poddano jednoczynnikowej analizie wariancji, a następnie wykonano syntezę dla doświadczeń wielokrotnych. Istotność różnic szacowano na poziomie  $\alpha = 0,05$ .

Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej, gatunku piasków gliniastych lekkich, płytko zalegających na glinie lekkiej, należącej do kompleksu żytniego dobrego. Dane dotyczące zasobności gleby w składniki pokarmowe i jej kwasowości umieszczono w tabeli 1.

Warunki termiczne we wszystkich latach badań były sprzyjające dla kukurydzy (tab. 2). Szczególnie korzystne pod tym względem były lata 2002 i 2003, w których średnie temperatury powietrza, w okresie od kwietnia do września, były odpowiednio o  $2,1$  i  $1,9^\circ\text{C}$  wyższe od średniej wieloletniej. Najmniej korzystnym rokiem pod względem warunków termicznych był rok 2001. Zdecydowanie większe różnice pomiędzy latami wystąpiły w ilości opadów atmosferycznych. Największą ich sumę dla okresu wegetacji odnotowano w 2001 roku. Suma ta wynosiła  $341 \text{ mm}$  i była o  $41 \text{ mm}$  większa od sumy

Tabela 1. Warunki glebowe w Swadzimiu  
Table 1. Soil conditions at Swadzim

Wyszczególnienie	Rok			
	2000	2001	2002	2003
N-NH <sub>4</sub> (mg·100 g <sup>-1</sup> s.m. gleby)	0,15	0,12	0,10	0,09
N-NO <sub>3</sub> (mg·100 g <sup>-1</sup> s.m. gleby)	0,46	0,32	0,30	0,50
P (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ·100 g <sup>-1</sup> gleby)	17,7	29,6	24,7	14,6
P (mg P·100 g <sup>-1</sup> gleby)	7,7	12,9	10,8	6,4
K (mg K <sub>2</sub> O·100 g <sup>-1</sup> gleby)	19,3	16,3	14,8	6,3
K (mg K·100 g <sup>-1</sup> gleby)	16,0	13,5	12,3	5,2
Mg (mg Mg·100 g <sup>-1</sup> gleby)	4,6	3,6	4,8	5,6
pH (w 1n KCl)	6,10	6,80	6,97	6,40

Tabela 2. Warunki pogodowe w Swadzimiu  
Table 2. Weather conditions at Swadzim

Lata	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
Temperatura (°C)							
2000	12,1	15,7	17,5	16,3	18,5	12,9	15,5
2001	8,3	15,2	15,3	19,9	19,3	12,2	15,0
2002	8,9	16,8	18,1	20,6	21,4	14,1	16,6
2003	8,6	15,7	19,2	19,8	20,0	15,1	16,4
1958-2003	7,8	13,3	16,5	18,2	17,7	13,4	14,5
Opady (mm)							
2000	15,7	47,4	29,9	73,0	95,6	38,8	300,4
2001	33,1	10,4	67,8	65,8	44,6	119,3	341,0
2002	34,2	45,7	38,1	29,6	56,1	15,8	219,5
2003	16,2	24,0	40,4	97,7	5,8	15,9	200,0
1958-2003	33,2	51,4	58,7	72,8	57,1	45,4	318,6
Współczynnik hydrotermiczny zabezpieczenia w wodę według Sieliana <sup>1)</sup>							
2000	0,43	0,97	0,57	1,44	1,66	1,00	1,01
2001	1,33	0,22	1,48	1,07	0,74	3,26	1,35
2002	1,28	0,87	0,71	0,46	0,84	0,37	0,76
2003	0,56	0,49	0,70	1,59	0,09	0,35	0,63
1958-2003	1,42	1,25	1,19	1,29	1,04	1,13	1,22

<sup>1)</sup> Interpretacja współczynnika hydrotermicznego według MOLGI (1986):  
0,00-0,50 – susza,  
0,51-1,00 – półsusza (wilgotność dla większości roślin niedostateczna),  
1,01-2,00 – względna wilgotność (wilgotność dla większości roślin dostateczna),  
> 2,01 – duże uwilgotnienie (wilgotność dla większości roślin nadmierna).

opadów w 2000 roku, o 121,5 mm wyższa od sumy opadów w 2002 roku i aż o 141 mm wyższa od sumy opadów w 2003 roku. Wyliczone współczynniki hydrotermiczne zabezpieczenia w wodę według Sielianinowa, uwzględniające w sposób kompleksowy zarówno temperatury powietrza, jak i opady atmosferyczne, pozwoliły stwierdzić, że umiarkowanie korzystne warunki pogodowe panowały w 2001 roku (z wyjątkiem maja) i w 2000 roku (z wyjątkiem kwietnia i w mniejszym stopniu czerwca). Pozostałe dwa lata badań charakteryzowały się znacznymi okresowymi niedoborami wilgoci w całym okresie wegetacji. W 2003 roku, mimo najniższej sumy opadów w okresie kwiecień-wrzesień, kukurydza miała w miarę wystarczające warunki wilgotnościowe, dzięki zbliżonym do normy miesięcznej opadom w czerwcu i przekraczającym normę opadom w lipcu.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość składników pokarmowych i mineralnych w słomie, kolbach i ziarnie oraz koncentracja energii netto kolb i ziarna nie zależały od żadnego z czynników doświadczenia (tab. 3, 4). We wcześniejszych badaniach dotyczących sposobów stosowania nawozów azotowych i wieloskładnikowych również nie wykazano wpływu sposobu nawożenia kukurydzy na zawartość składników pokarmowych oraz wartość paszową kolb i ziarna (KRUCZEK 2004 b).

Zastosowanie fosforanu amonu zwiększało plon energii netto o 5,31 GJ·ha<sup>-1</sup> w porównaniu z superfosfatem (tab. 5). Rzędowy wysiew nawozów zwiększał plon energii netto kolb o 3,17 GJ·ha<sup>-1</sup> i plon energii netto ziarna o 1,21 GJ·ha<sup>-1</sup> oraz plon białka strawnego kolb o 0,38 dt·ha<sup>-1</sup> i białka strawnego ziarna o 0,16 dt·ha<sup>-1</sup> w porównaniu z wysiewem rzutowym. Uzyskany wynik potwierdza KRUCZEK (2004 b). Autor ten w wyniku nawożenia rzędowego kukurydzy azotem i nawozem wieloskładnikowym uzyskał większy plon energii netto i plon białka strawnego kolb i ziarna w porównaniu z nawożeniem rzutowym.

W przypadku plonu energii netto kolb i ziarna stwierdzono wystąpienie interakcji pomiędzy rodzajem nawozu oraz sposobem jego aplikacji (tab. 6). Po zastosowaniu fosforanu amonu (polidap) wysiewanego rzędowo uzyskano wyższą energię netto kolb o 5,69 GJ·ha<sup>-1</sup> i ziarna o 2,26 GJ·ha<sup>-1</sup> w stosunku do aplikacji rzutowej. Rzędowa aplikacja fosforanu amonu zwiększała plon energii netto kolb o 7,83 GJ·ha<sup>-1</sup> i plon energii netto ziarna o 1,47 GJ·ha<sup>-1</sup> w porównaniu z superfosfatem wysiewanym w ten sam sposób. Przy tradycyjnym, rzutowym sposobie stosowania nawozów ich rodzaj nie miał wpływu na wielkość plonów energii netto kolb i ziarna.

Uzyskany wynik informuje iż do nawożenia rzędowego najlepiej używać nawozów dwuskładnikowych, zawierających azot i fosfor. Jak podają BUCHNER i STURM (1985) oraz MOSKAL (1972) i MURPHY (1984), przemiany związków fosforowych w glebie zależą od obecności soli towarzyszących, z których największy wpływ wywierają związki azotowe. Autorzy ci stwierdzili, że pobieranie i wykorzystanie fosforu przez rośliny jest uzależnione od pobrania nieorganicznych związków azotowych, jako rezultatu wzajemnych powiązań fizjologicznych w metabolizmie rośliny.

Tabela 3. Zawartość składników mineralnych (2000-2003)  
Table 3. Content of mineral components (2000-2003)

Wyszczególnienie	Zawartość w suchej masie (%)															
	azot			fosfor			potas			magnez			wapń			
	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	
Dawka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg·ha <sup>-1</sup> )																
40	1,046	1,650	1,682	0,128	0,293	0,329	1,337	0,385	0,372	0,158	0,093	0,102	0,463	0,007	0,008	
70	1,027	1,604	1,689	0,135	0,299	0,323	1,369	0,409	0,368	0,151	0,088	0,093	0,545	0,009	0,008	
100	0,019	1,690	1,711	0,124	0,291	0,226	1,267	0,404	0,376	0,152	0,090	0,099	0,445	0,007	0,009	
130	0,990	1,681	1,727	0,128	0,290	0,324	1,169	0,407	0,350	0,153	0,094	0,103	0,453	0,007	0,007	
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Rodzaj nawozu																
superfosfat	1,025	1,648	1,690	0,133	0,285	0,320	1,292	0,392	0,361	0,157	0,089	0,095	0,456	0,007	0,008	
fosforan amonu	1,016	1,664	1,715	0,126	0,297	0,336	1,280	0,410	0,372	0,150	0,093	0,104	0,497	0,007	0,008	
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Sposób nawożenia																
rzutowo	1,020	1,664	1,698	0,130	0,290	0,324	1,266	0,392	0,366	0,148	0,090	0,097	0,492	0,007	0,008	
rzędowo	1,020	1,648	1,706	0,130	0,292	0,332	1,305	0,410	0,367	0,159	0,092	0,102	0,461	0,007	0,008	
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	

r.n. – różnice nieistotne.

Tabela 4. Zawartość składników pokarmowych (2000-2003)  
Table 4. Content of feeding nutrients (2000-2003)

Wyszczególnienie	Zawartość w suchej masie (%)															
	białko ogólne			włókno surowe			popiół			tłuszcz surowy			BNW			
	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	słoma	kolby	ziarno	
Dawka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg·ha <sup>-1</sup> )																
40	6,02	10,18	11,00	31,07	6,97	3,19	5,46	1,29	1,40	1,19	4,85	4,97	56,25	76,71	79,44	
70	5,95	10,29	10,94	31,01	6,82	3,23	5,50	1,22	1,41	1,09	4,70	5,00	56,46	76,97	79,42	
100	5,96	10,37	11,05	30,91	7,19	3,28	5,63	1,29	1,49	1,20	4,86	5,21	56,31	76,29	78,97	
130	5,98	10,21	10,95	31,35	6,88	3,38	5,51	1,45	1,44	1,18	4,74	5,52	55,98	76,72	78,81	
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Rodzaj nawozu																
superfosfat	6,02	10,34	10,91	31,18	6,96	3,29	5,40	1,34	1,42	1,16	4,78	5,08	56,24	76,57	79,30	
fosforan amonu	5,94	10,18	11,07	30,99	6,97	3,24	5,64	2,29	1,44	1,17	4,78	5,22	56,26	76,77	79,02	
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	
Sposób nawożenia																
rzutowo	5,99	10,18	10,97	31,01	7,01	3,25	5,46	1,32	1,44	1,17	4,81	5,16	56,36	76,68	79,18	
rzędowo	5,97	10,35	11,00	31,15	6,92	3,29	5,59	1,31	1,42	1,16	4,76	5,14	56,13	76,67	79,14	
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	

r.n. – różnice nieistotne.

Szulc P., Kruczek A., Waligóra H., Skrzypczak W., 2007. Wartość energetyczna surowca kukurydzy w zależności od sposobu stosowania fosforu. Nauka Przyr. Technol. 1, 1, #2.

Tabela 5. Koncentracja energii netto, plon energii netto i plon białka strawnego (2000-2003)  
Table 5. Net energy concentration, net energy yield and digestible protein yield (2000-2003)

Wyszczególnienie	Koncentracja energii netto (MJ·kg <sup>-1</sup> s.m.)		Plon energii netto (GJ·ha <sup>-1</sup> )		Plon białka strawnego (dt·ha <sup>-1</sup> )	
	kolby	ziarno	kolby	ziarno	kolby	ziarno
Dawka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg·ha <sup>-1</sup> )						
40	9,82	10,42	87,14	74,34	6,87	7,33
70	9,83	10,42	98,14	74,32	7,83	7,28
100	9,81	10,42	91,97	69,82	7,40	6,89
130	9,81	10,43	92,53	73,38	7,33	7,21
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Rodzaj nawozu						
superfosfat	9,81	10,42	89,79	72,75	7,21	7,10
fosforan amonu	9,82	10,43	95,10	73,18	7,51	7,25
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	2,499	r.n.	r.n.	r.n.
Sposób nawożenia						
rzutowo	9,82	10,42	90,86	72,36	7,17	7,10
rzędowo	9,82	10,42	94,03	73,57	7,55	7,26
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	2,683	1,197	0,257	0,113

r.n. – różnice nieistotne.

Tabela 6. Plon energii netto kolb i ziarna w zależności od rodzaju nawozu i sposobu nawożenia (2000-2003)

Table 6. Net energy yield of ears and grain in dependence from doses of phosphorus and the method of fertilization (2000-2003)

Rodzaj nawozu	Sposób nawożenia			
	rzutowo	rzędowo	rzutowo	rzędowo
Superfosfat	89,45	90,12	72,66	72,84
Fosforan amonu	92,26	97,95	72,05	74,31
	plon energii netto kolb		plon energii netto ziarna	
	(GJ·ha <sup>-1</sup> )			
NIR <sub>0,05</sub>	I/II – 3,795		I/II – 0,363	
	II/I – 3,664		II/I – 0,474	

## Wnioski

1. Rzędowa aplikacja nawozów zwiększyła plon energii netto kolb i ziarna oraz plon białka strawnego kolb i ziarna w porównaniu z wysiewem rzutowym nawozów. Zastosowanie fosforu amonu zwiększało plon energii netto kolb w stosunku do superfosfatu.

2. Rzędowa aplikacja fosforu amonu zwiększała plon energii netto kolb i ziarna w porównaniu z rzutowym wysiewem tego nawozu. Gdy stosowano superfosfat, sposób wysiewu nawozu nie miał wpływu na te cechy.

## Literatura

- BUCHNER A., STURM H., 1985. Gezielter düngen: intensiv-wirtschaftlich-umweltbezogen. DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- DOSCH P., GUTSER R., 1994. Auch bei der düngung sparen? *Mais* 22, 2: 58-61.
- DUBAS A., DUHR E., 1983. Wpływ sposobu nawożenia fosforem na plonowanie kukurydzy. *Pam. Puław.* 81: 13-131.
- EL-HAMDI K.H., WOODARD H.J., 1995. Response of early corn growth to fertilizer phosphorus rates and placement methods. *J. Plant Nutr.* 18, 6: 1103-1120.
- FOTYMA M., KĘSIK K., 1984. Ocena skuteczności rzędowego stosowania superfosfatu przy użyciu siewnika kombinowanego konstrukcji polskiej. *Pam. Puław.* 81: 179-189.
- GRZEBISZ W., GAŁA Z., 1999. Zmiany w technice nawożenia roślin uprawnych – podstawy teoretyczne i możliwe rozwiązania praktyczne. W: *Mater. VI Międzynarodowego Symposium „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia ochrony roślin i uprawy gleby”*. IBMER, Warszawa, 23-24 września: 59-68.
- KRUCZEK A., 2004 a. Gromadzenie suchej masy w początkowym okresie wzrostu jako wyznacznik reakcji mieszańców kukurydzy na sposób nawożenia i termin siewu. *Acta Agrophys.* 4, 2: 361-372.
- KRUCZEK A., 2004 b. Skuteczność dwóch sposobów nawożenia kukurydzy nawozami azotowymi i nawozem wieloskładnikowym w zależności od poziomu nawożenia azotowego. *Fragm. Agron.* 4, 84: 55-73.
- KRUCZEK A., SZULC P., 2005. Tempo gromadzenia suchej masy przez kukurydzę w zależności od dawki fosforu, rodzaju nawozu i sposobu nawożenia *Acta Agrophys.* 6, 3: 689-700.
- LU S., MILLER M.H., 1993. Determination of the most efficient phosphorus placement for field-grown maize (*Zea mays* L.) in early growth stages. *Can. J. Soil Sci.* 73: 349-358.
- MOLGA M., 1986. *Meteorologia rolnicza*. PWRiL, Warszawa: 470-475.
- MOSKAL S., 1972. Przemiany nawozów fosforowych w glebie. *Pr. Nauk. Inst. Technol. Nieorgan. Nawoz. Mineraln. P. Wroc.* 4: 33-87.
- MURPHY L.S., 1984. Recent developments in fluid fertilizer application techniques. *AWDA Fluid Fertilizers Seminar, Sao Paulo, Brazil, October 25-26*. Great Plants Director Potash and Phosphate Institute Manhattan, Kansas, USA: 1-27.
- RAUN R.W., BARRETO J.H., 1995. Regional maize yield response to applied phosphorus in Central America. *Agron. J.* 87: 208-213.
- RHOADS F.M., WRIGHT D.L., 1998. Root mass as a determinant of corn hybrid response to starter fertilizer. *J. Plant Nutr.* 21, 8: 1743-1751.
- VITOSH M.L., JOHNSON W.J., MENGEL D.B., 1995. Tri-state fertilizer recommendations for corn, soybeans, wheat and alfalfa. *Ext. Bull. E-2567 (New)*, July: 1-21.
- WITHERS P.J., SHARPLEY A.N., 1995. Soil amendments and environmental quality. W: *Phosphorus fertilizers*. Red. J.E. Rechcigl. CRC Press LLC, Boca Raton: 65-107.



## ENERGY VALUE OF RAW MATERIAL ON THE MAIZES, IN DEPENDENCE TO METHODS FERTILIZATION OF PHOSPHORUS

**Summary.** A field experiment was carried out over the years 2000-2003, at Agricultural Experimental Station at Swadzim near Poznań. Two fertilization methods were applied: broadcasting and in rows simultaneously with sowing of grains. The effectiveness of fertilization methods was estimated at increasing levels of fertilization, from 17.4 P·ha<sup>-1</sup> to 56 P·ha<sup>-1</sup>, and with the application of superphosphate and ammonium phosphate. Use of ammonium phosphate enlarged net energy yield of ears in comparison to superphosphate. The starting fertilization enlarged net energy yield of ears, net energy yield of grain, digestible protein yield of ears and grains in relation to broadcast fertilization. An influence of the method of fertilization and the kind of fertilizer on net energy yields of ears and of grain was proved. The starting fertilization of ammonium phosphate enlarged net energy yield of ears in relation to broadcast fertilization.

**Key words:** maize, starter fertilization, broadcast fertilization, kind of fertilizer

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Piotr Szulc, Katedra Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań, Poland, e-mail: pszulc@au.poznan.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 16.02.2007*

*Do cytowania – For citation: Szulc P., Kruczek A., Waligóra H., Skrzypczak W., 2007. Wartość energetyczna surowca kukurydzy w zależności od sposobu stosowania fosforu. *Nauka Przyr. Technol.* 1, 1, #2.*