

## NAWOŻENIE STARTOWE JAKO METODA POPRAWY EFEKTYWNOŚCI NAWOŻENIA I OBNIŻKI KOSZTÓW PRODUKCJI KUKURYDZY

Tadeusz Michalski

*Katedra Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Poznaniu*

Ireneusz Kowalik

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Poznaniu*

**Streszczenie.** W pracy zebrano szereg danych źródłowych dotyczących wpływu nawożenia startowego na rozwój i plonowanie kukurydzy. Wykazano, że nawożenie w formie startowej sprzyja pobieraniu składników oraz zwiększa plonowanie o 1-8 dt ziarna oraz zmniejsza wilgotność ziarna o ok. 1%. Przy odpowiednim siewniku i właściwym dobraniu nawozów, możliwy jest wysiew całej dawki nawozów mineralnych - łącznie z siewem ziarna. Dzięki korzystnym efektom w pobieraniu fosforu i azotu, lepszemu ich wykorzystaniu z nawozów mineralnych oraz możliwości ograniczenia liczby zabiegów, metoda przysiewnej aplikacji nawozów, sprzyja obniżce nakładów (o ok. 300 zł·ha<sup>-1</sup>) oraz ochronie środowiska. Skutkuje także przyspieszonym dojrzewaniem kukurydzy, zwłaszcza w mniej korzystnych warunkach siedliskowych. W świetle dość częstych problemów ze wschodami kukurydzy, zastrzeżenia budzi w większości rozwiązań konstrukcyjnych umieszczenie redlicy wysiewającej nawóz niezależnie od redlicy siewnej i często w dużej od niej odległości.

**Słowa kluczowe:** nawożenie startowe, kukurydza

### Wstęp

Znaczenie kukurydzy jako rośliny uprawnej wyraźnie wzrasta. W grupie nakładów na jej uprawę, nawożenie stanowi 25-35% kosztów bezpośrednich. Skuteczność i efektywność nawożenia można poprawić stosując nawożenie zlokalizowane, co jednocześnie pozwala na redukcję kosztów i zmniejszenie zagrożeń środowiskowych. Przysiewne stosowanie nawozów jest metodą powszechnie stosowaną w USA [Anderson 2006; Hergert, Wortmann 2006; Wolkowski 2003]. W Europie ten typ nawożenia nosi nazwę nawożenia startowego lub rzędowego [Hugger 1995; Günter 2002]. Mimo, że siewniki punktowe do kukurydzy stosuje się w Polsce od ponad 30 lat, dopiero od niedawna zwrócono uwagę na celowość zakupu siewnika łącznie z aplikatorem do nawożenia startowego.

Składnikiem nawozowym, który w pierwszej kolejności zaleca się do dawkowania w postaci nawożenia startowego jest fosfor [Grzebisz, Szczepaniak 2003; Jacobs 2002; Wolkowski 2000]. Zwiększona koncentracja fosforu i innych składników pokarmowych ułatwia pobieranie i zwiększa ich wykorzystanie. Dzięki tym korzystnym efektom oraz możliwości ograniczenia liczby zabiegów nawozowych, metoda nawożenia startowego

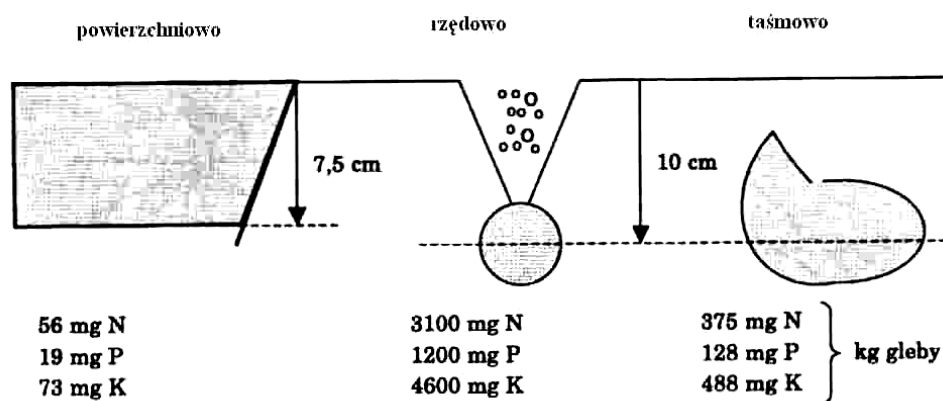
sprzyja obniżce kosztów i ochronie środowiska, a także skutkuje przyspieszonym dojrzewaniem kukurydzy, zwłaszcza w mniej korzystnych warunkach siedliskowych.

Celem pracy jest przedstawienie założeń teoretycznych leżących u podstaw nawożenia startowego w kukurydzy, omówienie ważniejszych wyników prac naukowych oraz zaleceń dotyczących realizacji takiego nawożenia. Przedstawiono także krytyczną ocenę niektórych rozwiązań technicznych, na tle wymagań nawozowych i fizjologicznych roślin.

### Poprawa efektywności pobierania składników pokarmowych

Tempo pobierania biogenów u roślin o wolnym początkowym rozwoju systemu korzeniowego (burak, kukurydza), zależy od warunków siedliskowych oraz dostępności składników pokarmowych. Badania wielu autorów wskazują na ograniczający wpływ niskich temperatur gleby na pobieranie składników przez młode rośliny kukurydzy, w tym zwłaszcza fosforu. W latach o chłodnej wiosnie, kiedy po wyczerpaniu fosforu zawartego w ziarnie kukurydza nie może pobrać go w potrzebnych ilościach, obserwuje się zahamowanie wzrostu i objawy niedoboru fosforu w postaci czerwonawych przebarwień wzdłuż brzegów blaszek liściowych. Zjawisko takie w Polsce występuje dość często, powodując zahamowanie wzrostu i rozwoju kukurydzy.

O zaopatrzeniu roślin w fosfor decyduje gradient stężenia fosforu między roztworem glebowym i powierzchnią błon półprzepuszczalnych w komórkach korzenia [Grzebiś, Potarzycki 2003; Kruczek, Szulc 2006]. Wskutek bardzo powolnej dyfuzji fosforu w glebie, strefa jego pobierania jest ograniczona do bezpośredniego sąsiedztwa korzenia. Rzędowe stosowanie nawozów zwiększa wielokrotnie ich koncentrację, nieco mniej skuteczne jest nawożenie taśmowe (pasmowe) (rys. 1).



Źródło: Murphy i Dibb, za [Grzebiś, Szczepaniak 2003]

Rys. 1. Stężenie składników pokarmowych w roztworze glebowym w zależności od metody stosowania nawozu

Fig. 1. Concentration of nutrients in soil solutions depending on the method of fertilizer application

Według Maidla [1997] do połowy czerwca kukurydza wytwarza tylko 25% końcowej masy korzeniowej, z czego ponad 90% mieści się w pobliżu rzędka siewnego. Stąd roślina zdecydowanie łatwiej pobiera nawóz wysiany rzędowo, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach termicznych. Ponadto taki sposób aplikacji fosforu powoduje umieszczenie składnika pokarmowego w głębszej, wilgotniejszej warstwie gleby, wpływając na lepsze jego pobieranie.

Według Möhra i Dickinsona [1978] rzędowy sposób nawożenia powinien być realizowany przede wszystkim w warunkach stosowania ograniczonych dawek nawozów. Wraz ze wzrostem stosowanych dawek, skuteczność nawożenia zlokalizowanego maleje. Grzebisz i Szczepaniak [2003] nawożenie zlokalizowane zalecają dla warunków technologii niskonakładowych (małe dawki nawozów), ale także gleb o niskiej zasobności w składniki pokarmowe (zwłaszcza P i K); gleb o nieuregulowanym odczynie oraz zimnych wiosną, a także na terenach chronionych.

Fosfor jest niezbędny roślinom. Dla wytworzenia 1 tony ziarna (łącznie ze słomą) kukurydza musi pobrać 10-12 kg fosforu, co przy uprawie na kiszonkę odpowiada ok. 5 kg fosforu na jedną tonę suchej masy. Przy plonach, jakie najczęściej uzyskuje się z kukurydzy, wynosi to 60-80 na 1 hektar [Michalski, Kowalik 1998; Kruczek, Szulc 2005, 2006]. Stosując fosfor na całą powierzchnię, zaleca się zwykle dawkę 100-130 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a więc o ok. 50 kg ponad potrzeby pokarmowe. Rzędowe stosowanie nawozów fosforowych jest więc korzystne pod względem odżywiania się roślin, umożliwia zmniejszenie nakładów, ma również aspekt ekologiczny [Grzebisz, Potarzycki 2003; Kruczek, Szulc 2005, 2006]. Mniejsze dawki fosforu, pozwalają na obniżenie kosztów nawożenia, a jednocześnie można się spodziewać zmniejszonego zagrożenia strat fosforu do wód gruntowych i powierzchniowych.

### **Wpływ rzędowego nawożenia na rozwój i plonowanie kukurydzy w świetle prac badawczych.**

W Polsce pierwsze badania efektywności nawożenia startowego prowadzono w latach 70-tych [Dubas, Duhr 1983]. Jak wynika z tab. 1 nawożenie startowe działa różnie w poszczególnych latach. W latach o długiej chłodnej wiosnie (1973, 1977) powodowało wzrost plonów o 5-9 dt·ha<sup>-1</sup>, zaś w bardziej korzystnych warunkach wpływało tylko w niewielkim stopniu na plonowanie. W tych i kolejnych badaniach stwierdzono natomiast wyraźny wzrost zawartości fosforu w młodych roślinach kukurydzy o 10-50%. Wykazano, że w warunkach Wielkopolski nawożenie startowe średnio daje przyrosty plonu o 2 dt ziarna – co dokumentują tabele 1-2 [Kruczek 2005, Kruczek, Szulc 2005, 2006]. Podobne lub korzystniejsze wyniki uzyskali także: Hergert i Wortmann [2006], Jacobs [2002], Jokela [2001] oraz Wołkowski [2000, 2003]. Korzystne działanie nawożenia startowego było szczególnie wyraźne w przypadku stosowania nawozów dwuskładnikowych typu amofos [Kruczek 2005].

Tabela 1. Wpływ nawożenia startowego fosforem na plonowanie ziarna kukurydzy [ $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]  
 Table 1. Effect of application of phosphate fertilizers on crops and moisture contents of corn grains  
 [metric decatons per hectare]

Sposób wysiewu nawozu fosforowego	Lata							Średnio
	1971	1972	1973	1974	1976	1977	1978	
rzutowo	37.1	45.2	66.8	52.6	55.4	59.0	36.1	50.3
rzędowo	37.0	46.0	74.6	52.1	56.4	63.8	35.3	52.1

Źródło: Dubas, Duhr [1983]

Tabela 2. Wpływ sposobu aplikacji nawozów fosforowych na plony i wilgotność ziarna kukurydzy  
 Table 2. Effect of the application method of phosphate fertilizers on crops and moisture contents of corn grains

Źródło	Cecha	Sposób nawożenia	2000	2001	2002	2003	Średnio
Kruczek [2005]	Plon ziarna [ $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	Rzutowo	-	97,7	66,8	100,9	88,5
		Rzędowo	-	102,2	67,4	104,1	91,3
		NIR	-	2,63	r.n.	1,03	1,19
Kruczek, Szulc [2005]	Plon ziarna [ $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	Rzutowo	91,5	94,6	58,6	105,7	87,6
		Rzędowo	94,0	94,8	60,1	107,2	89,0
		NIR	1,76	r.n.	r.n.	1,21	0,95
	Wilgotność ziarna [%]	Rzutowo	33,0	27,3	28,5	22,6	27,9
		Rzędowo	32,3	27,0	28,1	22,4	27,5
		NIR	0,49	r.n.	r.n.	0,18	0,19

Na glebach o wysokiej zawartości fosforu, nawożenie startowe może być realizowane w formie nawożenia azotowego lub azotowo-potasowego [Güter 2002; Hergert i Wortmann 2006]. W badaniach Maidla [1997] i Kruczka [2004] startowe stosowanie nawozów azotowych korzystnie wpływało na początkowy wzrost roślin i poziom plonowania. Pozytywne oddziaływanie było wyraźniejsze przy niskich dawkach azotu. Kruczek [2004] wykazał, że spośród nawozów najlepiej działała hydrofoska (nawóz wieloskładnikowy) gorzej saletra amonowa a najslabiej mocznik.

### Technika aplikacji

Nawożenie startowe może być realizowane poprzez umiejscowienie nawozu: w rzędku siewnym; powyżej rzędka siewnego; poniżej nasion; z boku nasion oraz z boku i poniżej nasion. Jako standard przyjmuje się najczęściej umieszczanie nawozu 5x5 tj. 5 cm w bok i 5 cm poniżej rzędka siewnego. Umieszczenie nawozu w bezpośrednim pobliżu ziarna zwiększa zasolenie gleby i może ograniczyć pobieranie wody przez rośliny. Największą wrażliwość na zasolenie wykazują rośliny w fazie kiełkowania i początkowych stadiach rozwojowych. Ocenę wpływu nawozów na stężenie roztworu glebowego dokonuje się poprzez tzw. indeks solny „Is”, porównując go do saletry sodowej (=100). Najmniejszym „Is” odznaczają się superfosfaty (8-10), a największym kainit i sól potasowa (106, 120)

## Nawożenie startowe...

oraz saletra amonowa (105) [Gorlach 2001; Hergert, Wortmann 2006]. Jeśli przyjmiemy superfosfat potrójny jako punkt odniesienia (=1), fosforan amonu (DAP) uzyskuje wartość 2, saletra amonowa 10,5 a sól potasowa 12, co wskazuje że dwa ostatnie nawozy są ponad 10 razy bardziej zasalające niż superfosfat. Przyjmuje się, że w standardowo stosowanym nawożeniu startowym nie należy w sumie wysiewać więcej niż 100-120 kg N+K<sub>2</sub>O [Anderson 2007, Hergert, Wortmann 2006; Jokela 2001; Michalski, Kowalik 2001]. Niektórzy autorzy w tym rachunku zalecają również uwzględnić zawartość siarki w nawozie (licząc kg S lub też 1/2 S). Wprawdzie w niektórych badaniach nie stwierdzono szkodliwości azotu nawet w dawce 130 kg [Kruczek 2004], ale takie nawożenie jest ryzykowne. Znane są przypadki całkowitego zniszczenia wschodów kukurydzy przez nadmierne dawki zastosowanych startowo nawozów. Winą po części można też obciążyć rozwiązania konstrukcyjne siewnika, gdzie redlica siewna niezbyt dokładnie odwzorowuje pracę redlicy nawozowej, w efekcie czego nawóz umieszczany jest wyżej i bliżej nasion, zwiększając zasolenie.

Tabela 3. Maksymalne dawki składników nawozowych w zależności od umiejscowienia nawozu startowego

Table 3. Maximum doses of fertilizer components depending on location of the initial fertilizer operation

Umiejscowienie nawozu	Nawóz płynny APP 10+34+0*		Łącznie składniki nawozowe: N+K <sub>2</sub> O+S**	
	Dawka nawozu	Dawka N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Gleba piaszczysta	Gleba średnia i ciężka
	l·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup>	kg·ha <sup>-1</sup>
Razem z ziarnem (pop-up)	47	5 + 27	6	10
0,6 do 1,2 cm od ziarna	94	9 + 32	9	17
2,54 cm od ziarna	360	36 + 122	17	45
5,08 cm i więcej od ziarna	> 360	>36 + 122	23	90

Źródło: \*Hergert, Wortmann 2006; \*\*Anderson 2007; Jokela 2001

W USA dużą wagę zwraca się na zależność między bezpieczną dawką a odległością wysiewanego nawozu od nasion. W warunkach niskiej zasobności gleby w fosfor lub szybkiej jego degradacji, razem z nasionami kukurydzy lub zbóż można stosować tylko superfosfat w ilości 20-30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na hektar [Jokela 2002]. Jak wynika z danych zawartych w tabeli 3, stosując nawóz razem z nasionami, nie należy przekraczać łącznej dawki 10 kg azotu i potasu. Ustawiając redlicę nawozową 2,5 cm od nasion, można wysiać do 25-40 kg azotu i potasu, a przy najczęściej zalecanym umiejscowieniu nawozu: 5 cm obok i 5 cm poniżej nasion - nie więcej niż 90-100 kg N+K, natomiast dla P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> może to być nawet 150 kg·ha<sup>-1</sup> (tab. 3). Według Maidla [1997], w przypadku startowego nawożenia azotem, lepiej stosować go płycej obok nasion lub wyżej. Nie stwierdził on szkodliwości dawki azotu na poziomie nawet 180 kg N, ale stosowanej po wschodach i w dalszej odległości od rzędów roślin kukurydzy.

Pierwsze konstrukcje siewników punktowych z aplikatorem nawozów były wyposażone w redlice zespolone. Pozwalało to z dużą dokładnością wysiewać nawóz w standardowej odległości 5x5 cm. Obecnie większość siewników, zwłaszcza do wysiewu nawozów

sypkich ma redlicę nawozową umieszczoną z przodu, często w znacznej odległości od redlicy siewnej. Powoduje to, zwłaszcza w wyeksploatowanych siewnikach lub na nierównych polach, umieszczanie nawozu w zmiennej odległości od nasion. Odległość ta często może okazać się zbyt mała w relacji do zasalającego działania większych dawek nawozów, i w efekcie mogą powstać szkody w obsadzie roślin lub też zahamowanie ich rozwoju. Tak więc w przypadku trudności z odpowiednim przygotowaniem siewnika i eliminacją luzów, lepiej zwiększyć odległości np. do 8 cm od nasion.

Powszechnym trendem w nowoczesnej uprawie jest dążenie do zmniejszania ilości zabiegów i obniżki kosztów produkcji. Nawożenie startowe umożliwia zastosowanie całej dawki nawozów mineralnych pod kukurydzę w jednym przejeździe - łącznie z siewem. Ponieważ zwiększa się wówczas ryzyko zasolenia, istotny jest odpowiedni dobór nawozów ale też odpowiednich rozwiązań technicznych aplikatora, tak by nawóz znalazł się w zalecanej odległości od nasion. Aktualne rozwiązania konstrukcyjne często tego nie zapewniają, zwłaszcza pracując na nierównych polach czy w warunkach uproszczonej uprawy.

Ważnym czynnikiem decydującym o skuteczności nawożenia zlokalizowanego może być również dobór odmian. Wśród odmian występują mieszańce konsekwentnie reagujące zwyżką plonu ziarna na nawożenie startowe, ale także odmiany obojętne na taki system aplikacji nawozu. Najprawdopodobniej wiąże się to ze zróżnicowaną wrażliwością na warunki termiczne oraz różną dynamiką początkowego rozwoju systemu korzeniowego [Kruczek, Szulc 2005, 2006].

Nawożenie startowe (rzędowe) kukurydzy - jak wykazano wyżej, pozwala na ograniczenie dawek nawozów oraz lepsze ich wykorzystanie przez rośliny, czego dowodem jest zwiększone plonowanie. W oparciu o cytowane pozycje literaturowe, można jako w miarę pewny przyjąć przyrost plonu ziarna na poziomie 2 dt na hektar, przy jednoczesnym zmniejszeniu wilgotności ziarna około 1%. Uwzględnić też trzeba możliwość redukcji ilości 1-2 zabiegów nawożenia mineralnego. Daje to określone korzyści finansowe oraz środowiskowe (mniejsze zużycie paliwa, mniejsze ugniatanie). Reasumując: lepszy rozwój roślin i zwiększone plonowanie, redukcja ilości zabiegów oraz zmniejszona dawka nawozów składają się na rachunek zysków, jakich można oczekiwać stosując nawożenia startowe. Efektem ujemnym może być dodatkowy koszt wyposażenia siewnika oraz zwiększone nakłady na zabieg łącznego siewu z nawożeniem. Próbę wyliczenia dodatnich efektów ekonomicznych przedstawiono w tabeli 4. W sumie daje to dodatni efekt finansowy wartości około 300 złotych (wg cen 2006).

Tabela 4. Szacunkowe efekty stosowania nawożenia startowego w [zł·ha<sup>-1</sup>]

Table 4. Evaluated financial results of initial fertilization in [PLN per hectare]

Efekt stosowania	Wielkość zmiany	Cena jednostkowa	Efekt finansowy zł·ha <sup>-1</sup>
Wzrost plonu	+ 2 dt·ha <sup>-1</sup>	50 zł	+100
Wilgotność ziarna	- 1,0 %	10 zł·t% * 10 ton	+100
Całość nawozu P i K razem z siewem	Brak nawożenia jesiennego	30-50 zł	+ 30-50
Zmniejszenie dawki P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-30 kg·ha <sup>-1</sup>	2 zł·kg <sup>-1</sup>	+ 60
	-60 kg·ha <sup>-1</sup>	2 zł·kg <sup>-1</sup>	+ 120
RAZEM	-	-	+290-370

*Źródło: obliczenia własne*

## Podsumowanie

Wpływ nawożenia startowego na rośliny uwidacznia się poprzez lepszy wigor początkowy, przyspieszenie rozwoju oraz lepsze wyrównanie roślin. W późniejszym okresie obserwuje się przyspieszenie kwitnienia i dojrzewania roślin oraz zmniejszenie wilgotności ziarna podczas zbioru. Dodatnie efekty uwidaczniają się silniej w trudniejszych warunkach agrotechnicznych jak np. przy niskiej zasobności w P; na glebach piaszczystych oraz w systemie bezorkowym. Dodatni efekt ekonomiczny nawożenia startowego można określić średnio na 300-350 zł·ha<sup>-1</sup>. Odpowiada to ok. 10% nakładów ponoszonych na produkcję ziarna kukurydzy na 1 ha (łącznie z suszeniem).

Rozwiązania techniczne siewników powinny zapewniać utrzymanie zaplanowanej odległości między nawozem a nasionami, zwłaszcza w kontekście stosowania coraz większych dawek nawozów tą metodą. Aktualne rozwiązania konstrukcyjne często tego nie zapewniają, zwłaszcza pracując na nierównych polach i warunkach uproszczonej uprawy.

## Bibliografia

- Anderson S.** 2007. Guidelines for rates and placement of row fertilizer. Agronomic Library [online]. Spectrum Analytic Inc. Dostępny w internecie: <http://www.spectrumanalytic.com/support/library/>
- Dubas A., Duhr E.** 1983. Wpływ sposobu nawożenia fosforem na plonowanie kukurydzy. Pamiętnik Puławski nr 81. s. 131-139.
- Gorlach E.** 2001. Ujemny wpływ nawozów na właściwości gleby. Gorlach E., Mazur T. Chemia rolna. PWN Warszawa, s. 310-322.
- Grzebiś W., Potarzycki J.** 2003. Czynniki kształtujące pobieranie fosforu przez roślinę. Journal of Elementology. Tom 8; nr 3 (Supplement). s. 47-59.
- Grzebiś W., Szczepaniak W.** 2003. Systemy nawożenia. Journal of Elementology. Tom 8; nr 3 (Supplement). s. 95-107.
- Günter J.** 2002. Geht es auch ohne Unterfussdüngung? Mais, nr 1. s. 12-15.
- Hergert G.W., Wortmann, CH. S.** 2006. Using starter fertilizers for corn, grain sorghum and soybeans. NebGuide [online], University of Nebraska-Lincoln. G361. Dostępne w internecie: <http://www.extension.unl.edu/publications/>.
- Hugger H.** 1995. Ohne Risiko bei der Düngung sparen? Mais, nr 1. s. 24-25.
- Jacobs G.** 2002. Geht es auch ohne Unterfussdüngung? Mais 1, s. 12-15.
- Jokela B.** 2001. Starter fertilizers for corn in Vermont. University of Vermont Extension. Br. 1392 [online]. Dostępne w internecie: <http://www.ctr.uvm.edu/ext/>
- Kruczek A.** 2004. Skuteczność dwóch sposobów nawożenia kukurydzy nawozami azotowymi i nawozem wieloskładnikowym w zależności od poziomu nawożenia azotem. Fragmenta Agromica 4(84): 55-73.
- Kruczek A.** 2005. Wpływ nawożenia rzędowego różnymi dawkami nawozów na plonowanie kukurydzy. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura 4 (2). s. 55-65.
- Kruczek A., Szulc P.** 2005. Tempo gromadzenia suchej masy przez kukurydzę w zależności od dawki fosforu, rodzaju nawozu i sposobu nawożenia. Acta Agrophysica 6 (3). s. 631-642.
- Kruczek A., Szulc P.** 2006. Effect of fertilization method on the uptake and accumulation of mineral components in the initial period of maize development. International Agrophysics 20. s. 11-22.
- Maidl F., X.** 1997. Standortgerechte Stickstoffversorgung. Mais, nr 1. s. 6-7.

- Michalski T., Kowalik I.** 2001. Celowość i możliwości wykorzystania siewnika nawozowego nadbudowanego na siewniku punktowym do kukurydzy. Instrukcja obsługi i katalog części siewnika punktowego ciągnikowego pneumatycznego „OMEGA” SO79/D. Wydanie I, ROLMASZ Kutno.. s. 46-48.
- Michalski T., Kowalik I.** 1998. Czy warto upowszechnić nawożenie startowe. Kukurydza 1 (11). s. 12-13.
- Möhr P.J., Dickinson E.B.** 1978. Mineral nutrition in maize. Technical Monograph. Wyd. Ciba-Geigy Agrochemicals, Basel. s. 26-32.
- Wolkowski, R.P.** 2000. Row-placed fertilizer for maize grown with an in-row crop residue management system in southern Wisconsin. Soil Tillage Res. 54. s. 55-62.
- Wolkowski L.P.** 2003. Corn and soybean responses to fertilizer placement in conservation tillage systems. Wisconsin University Extension [online]. Dostępne w internecie: <http://www.soils.wisc.edu/extension/FAPM/2003/proceedings/>. s. 1-12.

## **INITIAL FERTILIZATION – A METHOD FOR IMPROVEMENT FERTILIZING EFFECTIVENESS AND REDUCE PRODUCTION COSTS OF CORN CULTIVATION**

**Summary.** This paper includes a number of references pertaining to the effect of initial fertilization on growth and crop of corn. It was proved that the initial fertilization improves taking the nutrients from soil, increases the crop by 1-8 metric decatons of grain and reduces its moisture by about 1%. By having a proper seeder and a right selection of fertilizer it is possible to sow the whole dose of mineral fertilizers – in combination with grain sowing. Due to favourable effect of taking phosphates and nitrogen, better utilization of these components in mineral fertilizers and reduction in number of fertilizing operations, this method of combined fertilizing and sowing is beneficial for cutting the costs (by about PLN 300 per hectare) and provides better environmental protection. It also results in the earlier corn maturing, in particular within less favourable environments. Since there are frequent problems with the corn rise, there are certain doubts whether a fertilizing step (drill shoe) should really be carried out independently and often at a considerable distance from the sowing operation (sowing shoe).

**Key words:** initial fertilizing, corn

**Adres do korespondencji:**

Tadeusz Michalski; tamich@au.poznan.pl  
Katedra Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego  
ul. Wojska Polskiego 28  
60-637 Poznań