

## MASZYNY I URZĄDZENIA DO PRECYZYJNEGO NAWOŻENIA ZIEMNIAKÓW I EFEKTY PRODUKCYJNE

Kazimierz Jabłoński

*Zakład Inżynierii Rolnictwa, Politechnika Koszalińska*

**Streszczenie.** Lepsze wykorzystanie składników mineralnych z nawozów przez ziemniaki będzie możliwe dzięki zlokalizowaniu jego bezpośrednio w redlinie podczas sadzenia. Dlatego techniczne rozwiązania tego problemu polegało na zamontowaniu na sadzarce dozownika do nawozów, który aplikuje ustalone dawki w pobliżu sadzeniaka. W podobny sposób, ale przy pomocy innego urządzenia można stosować nawozy płynne, które ze względów ekonomicznych mają przewagę nad nawozami tradycyjnymi. Doświadczenia polowe potwierdziły korzystne działanie rzędowego nawożenia mocznikiem i nawozami wieloskładnikowymi u odmian ziemniaków o różnej wczesności i przy różnych poziomach nawożenia. Zwyżka plonu handlowego w stosunku do nawożenia tradycyjnego wynosiła przeciętnie  $4,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  tj. 17,8%, natomiast przy nawożeniu nawozem wieloskładnikowym  $4,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  tj. 11,9%. Najbardziej efektywny okazał się sposób nawożenia rzędowego z obu stron sadzeniaka. Wysokie efekty produkcyjne uzyskano przy rzędowym stosowaniu nawozów płynnych podczas sadzenia. W porównaniu do tradycyjnej techniki nawożenia uzyskano wzrost plonu handlowego w przypadku RSM 32 o 17,6%, a płynnego nawozu wieloskładnikowego ADOB Mn o  $5,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  tj. 14,4% oraz wzrost zawartości skrobi w bulwach.

**Słowa kluczowe:** dozowniki nawozów, ziemniak, plon, zawartość skrobi, efekty produkcyjne

### Wprowadzenie

Precyzyjne nawożenie roślin umożliwia dostarczenie właściwej ilości nawozów w bliskim sąsiedztwie systemu korzeniowego roślin, dzięki czemu zwiększa się wykorzystanie składników mineralnych i zmniejsza zanieczyszczenie środowiska glebowego [Jabłoński 1998; Neubauer 1993]. Lepsze odżywianie roślin wpływa na wzrost plonów i polepszenie jakości. Ma to szczególne znaczenie przy uprawie roślin w szerszych rozstawach międzyrzędzi takich jak: ziemniaki, buraki, kukurydza i niektóre warzywa. Dzięki technice umieszczania nawozów w pobliżu systemu korzeniowego roślin uzyskuje się wyższą efektywność nawożenia, duże oszczędności w zużyciu nawozów mineralnych i wyraźne obniżenie kosztów produkcji [Jabłoński 1994; Marks 1996; Peters 2001; Skwarski i Skwarska 1995]. Do rzędowego precyzyjnego nawożenia można stosować nawozy granulowane i płynne jedno lub wieloskładnikowe. W tym celu producenci sadzarek skonstruowali maszyny i urządzenia do aplikacji nawozów w odpowiednie miejsce do gleby podczas sadzenia ziemniaków.

Celem badań była ocena efektów produkcyjnych w plonie bulw rzędowego nawożenia ziemniaków nawozami granulowanymi i płynnymi w porównaniu do tradycyjnego rzutowego systemu nawożenia. Określenie wpływu precyzyjnego nawożenia na zawartość skrobi w bulwach i plon skrobi.

## **Materiał i metody**

Prace doświadczalne dotyczyły oceny produkcyjnej i jakościowej plonu rzędowego sposobu nawożenia ziemniaków nawozami granulowanymi jedno i wieloskładnikowymi oraz nawozami płynnymi w porównaniu z nawożeniem tradycyjnym-rzutowym. Oceniano efekty agrotechniczne nawożenia ziemniaków stosowanego z obu stron sadzeniaka aplikowanego w taki sposób, aby nie było bezpośredniego kontaktu nawozu z sadzeniakiem przy różnych dawkach nawozów granulowanych i płynnych oraz odmianach o różnej długości okresu wegetacji sadzonych w rozstawie międzyrzędzi 67,5 i 75,0 cm. Dozowniki nawozów granulowanych i płynnych montowane były na sadzarkach dwurzędowych tarczowo chwytakowych i taśmowo czerpakowych. Ziemniaki uprawiano na glebach średnio zwięzłych po zbożowych i przyorywanych jesienią poplonach zielonych. Nawozy wysiewano w trakcie sadzenia w III dekadzie kwietnia. Stosowano pielęgnację mechaniczno chemiczną i pełną ochronę plantacji przeciwko stoncy i zarazie ziemniaka. Zbiór dokonywano kombajnem poletkowych w III dekadzie września, podczas którego określano plon jego strukturę i jakość.

### **Charakterystyka dozowników i urządzeń do precyzyjnego nawożenia ziemniaków oraz wyniki badań**

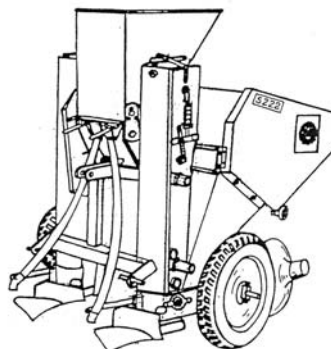
Dozowniki do nawożenia ziemniaków w Polsce są nadbudowane na sadzarkach i umożliwiają wysiew określonych dawek nawozów granulowanych podczas sadzenia. Zbiornik nawozowy o pojemności 50-80 l umieszczony jest w przedniej środkowej części sadzarki dwurzędowej w takim miejscu, aby nie zasłaniał widoku pracy zespołu wysadzającego sadzarki taśmowo czerpakowej. Zespół wysiewający dozownika jest typu kołeczkowego lub ślimakowego napędzany z osi kół sadzarki poprzez przekładnię zębowo-łańcuchową. Pokrętło znajdujące się w dolnej, bocznej ścianie zbiornika służy do regulowania dawki nawozów w zależności od potrzeb i asortymentu nawozów o różnej granulacji. Otworem wylotowym kołeczki podają nawóz do elastycznych przewodów a następnie do redlic wygarniających sadzarki i wydostaje się tuż przed lemieszem redlicy, która żłobiąc rowek na określoną głębokość przykrywa ziemią wysiany nawóz. Po wysadzeniu ziemniaków talerze lub obsypniki zagarniające zasypując je tworzą określony kształt redliny. Takie rozwiązanie techniczne jest najczęściej stosowane w krajowych sadzarkach taśmowo-czerpakowych i łańcuchowo czerpakowych.

W niektórych sadzarkach zagranicznych (Grimme, Cramer i Kverneland) siewniki nawozowe są zagregatowane z sadzarką 2 lub 4 rzędową. Pojemność zasobników na nawóz wynosi od 200-500 l. Napęd zespołu wysiewającego przekazywany jest od kół siewnika poprzez przekładnię zębowo-łańcuchową. Nawóz poprzez przewody elastyczne kierowany jest do redliczek ustawionych w odległości 10 -15 cm od siebie na odpowiednią głębokość. Redlice sadzarki wygarniają w glebie rowek do sadzeniaków a następnie talerze zagarniające tworzą redliny. Nawóz znajduje się w glebie ok. 5 cm z obu stron sadzeniaka na tej samej głębokości.



Rys. 1. Sadzarka łańcuchowo czerpakowa S 227 AKPIL z rzędownym dozownikiem nawozu

Fig. 1. Chain-bucket potato planter S 227 AKPIL with row fertilization of potato plants



Rys. 2. Sadzarka taśmowo czerpakowa S 222 z rzędownym dozownikiem nawozu

Fig. 2. Strip-bucket potato planter S 222 with row fertilization of potato plants



Rys. 3. Sadzarka taśmowo czerpakowa Grimme VL 20 E z siewnikiem do rzędownego wysiewu nawozów

Fig. 3. Strip-bucket potato planter Grimme VL 20 E with row fertilization of potato plants



Rys. 4. Sadzarka taśmowo-czerpakowa Cramer Junior z siewnikiem do rzędownego wysiewu nawozów

Fig. 4. Strip-bucket potato planter Cramer Junior with row fertilization of potato plants

Nawozy płynne RSM lub wieloskładnikowy nawóz z dodatkiem mikroelementów aplikowany jest ze zbiornika montowanego na wydłużonej ramie z przodu sadzarki bądź na podnośniku widłowym z przodu ciągnika. Napęd rozlewacza nawozu płynnego jest od WOM ciągnika do pompy wytwarzającej ciśnienie i poprzez reduktor do metalowych przewodów doprowadzających z obu stron do redlic wygarniających sadzarki. Wodny

roztwór nawozu włączany jest do gleby pod ciśnieniem 0,2-0,3 MPa. Dawka nawozu zależy od prędkości pracy ciągnika i ciśnienia ustalonego na reduktorze. Sadzarka taśmowo-czerpakowa wysadza sadzeniaki a talerze zagarniające sadzarki tworzą właściwy kształt redliny.



Rys. 5. Sadzarka taśmowo-czerpakowa S 211 z dozownikiem do rzędowego stosowania nawozów płynnych

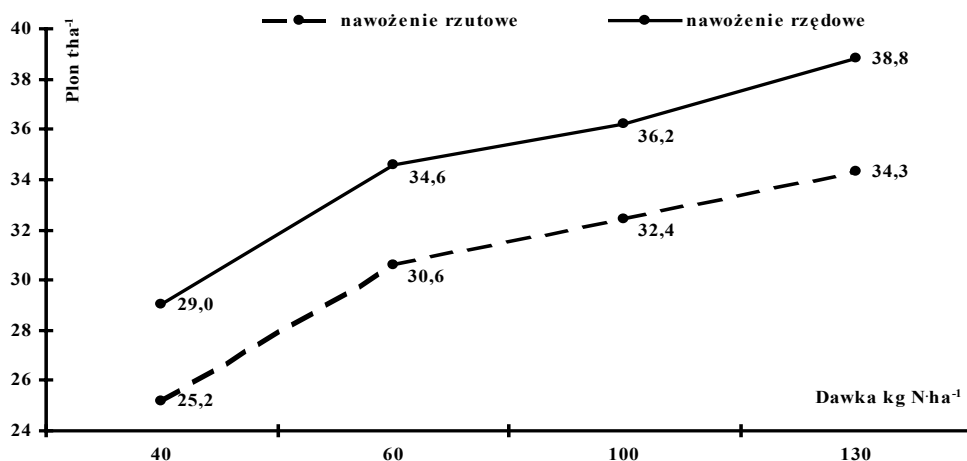
Fig. 5. Strip-bucket potato planter S 211 to row use of smooth fertilizer

Doświadczenia polowe przeprowadzone na glebach średnio zwięzłych na Pomorzu wykazały istotny wzrost plonu ziemniaka w wyniku precyzyjnego, rzędowego nawożenia azotem w formie mocznika bezpośrednio do redlin podczas sadzenia sadzarką w porównaniu do tradycyjnej metody nawożenia rzutowego. Zwyżka plonu ogólnego wynosiła  $4,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  tj. 14,7%, a plonu bulw dużych o średnicy  $> 50 \text{ mm}$  – 22,2%. Rzędowe nawożenie ziemniaków wpłynęło korzystnie na wzrost zawartości skrobi w bulwach i plon skrobi (tab. 1).

Doświadczenia przeprowadzone na odmianach ziemniaków o różnej wczesności i kilku dawkach nawożenia azotem wykazały, że korzystne efekty w plonach wystąpiły na każdym poziomie nawożenia, chociaż w miarę zwiększania dawki nawożenia procentowy udział wzrostu plonu stopniowo malał. Stwierdzono na wyższych dawkach nawożenia stosowanego rzędowo większy udział bulw dużych w strukturze plonu. Na dawce nawożenia  $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  zastosowanego w sposób rzędowy uzyskano plon bulw na podobnym poziomie jak przy nawożeniu tradycyjnym w ilości  $130 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  stosowanym rzutowo (rys. 6). Ponadto na obiektach nawożonych rzędowo stwierdzono płytsze zaleganie bulw o krótszych stolonach w redlinie, co miało duże znaczenie w ułatwieniu zbioru kombajnem przy mniejszych uszkodzeniach mechanicznych i większej wydajności pracy maszyn. Precyzyjne rzędowe nawożenie do redlin to oszczędność nawozu, wyższe plony i zmieszenie nakładów na mechaniczne zabiegi nawożenia i sadzenia oraz zbior ziemniaków.

Tabela 1. Wpływ sposobu nawożenia ziemniaków mocznikiem na plon i zawartość skrobi  
 Table 1. Effect fertilization method on potato yield and starch content in tuber

Sposoby nawożenia ziemniaka	Plon [ $t \cdot ha^{-1}$ ]				Zawartość skrobi [%]	
	ogólny	handlowy $\varnothing > 40$ mm	bulw dużych $\varnothing > 50$ mm	skrobi		
Precyzyjny rzędowy	35,9	32,7	22,6	5,77	16,1	
Rzutowy (tradycyjny)	31,3	27,8	18,5	4,91	15,7	
Wzrost plonu do tradycyjnego	$t \cdot ha^{-1}$	4,6	4,9	4,1	0,86	-
	%	14,7	17,6	22,2	17,5	0,4
NIR przy $p = 0,05$	$2,3 t \cdot ha^{-1}$	$2,5 t \cdot ha^{-1}$	$2,0 t \cdot ha^{-1}$	$0,58 t \cdot ha^{-1}$	0,4%	



Rys. 6. Wpływ dawek nawożenia N i sposobów jego zastosowania na plon ziemniaków  
 Fig. 6. Effects of doses fertilization N and methods of spreading on potato yield in tubers

Doświadczenia polowe w wielu krajach wykazały istotny wzrost plonu i poprawę jakości bulw ziemniaka w wyniku zastosowania nawożenia rzędowego do redlin podczas sadzenia sadzarką [Neubauer, 1993; Peters, 2001]. Jednak w miarę wzrostu poziomu nawożenia azotowego w większości doświadczeń efekty produkcyjne nawożenia rzędowego były coraz mniejsze (tab. 2).

Bardzo efektywne okazało się zastosowanie rzędowo płynnych nawozów azotowych w formie roztworu saletrzano-mocznikowego RSM 32 oraz wieloskładnikowego nawozu NPK z mikroelementami. Zwyżka plonu ogólnego w porównaniu do tradycyjnego nawożenia mocznikiem wynosiła odpowiednio 11,5% i 13,5% a handlowego o średnicy bulw  $> 40$  mm 17,6% i 14,4% (tab. 3 i 4). Należy nadmienić, że płynne nawozy mineralne są znacznie tańsze od nawozów granulowanych i koszty nawożenia wyraźnie niższe.

Tabela 2. Wpływ sposobów nawożenia i dawek N na plon - odmiana Panda (doświadczenia niemieckie)  
Table 2. Effect fertilization method on dose N potato yield – cultivars Panda (germane experiment)

Dawka nawożenia doglebowego [kg N·ha <sup>-1</sup> ]	Sposób nawożenia	Plon bulw [t·ha <sup>-1</sup> ]	Różnica w plonach bulw		NIR przy p = 0,05 [t·ha <sup>-1</sup> ]
			[t·ha <sup>-1</sup> ]	[%]	
80	rzędowy	32,8	4,1	14,3	2,8
	rzutowy	28,7			
120	rzędowy	39,4	2,1	5,6	2,0
	rzutowy	37,3			

Tabela 3. Wpływ rzędowego nawożenia płynnym nawozem RSM 32 na plon ziemniaków i zawartość skrobi. Wyniki z lat 2000-2002

Table 3. Effect row fertilization of RSM 32 solution on yield and starch content of potato. Means from the years 2000-2002

Sposób nawożenia mineralnego		Plon [t·ha <sup>-1</sup> ]			% skrobi
		ogólny	handlowy	skrobi	
Mocznik – tradycyjny		37,3	32,9	5,76	15,4
RSM 32 – rzędowy		41,6	38,7	6,20	15,0
Wzrost plonu do nawożenia tradycyjnego	t·ha <sup>-1</sup>	4,3	5,8	0,44	-0,4
	%	11,5	17,6	7,6	-2,6
NIR przy p = 0,05		2,7 t·ha <sup>-1</sup>	4,1 t·ha <sup>-1</sup>	0,35 t·ha <sup>-1</sup>	n.i.

Doświadczenia polowe wykazały, że precyzyjne nawożenie płynnymi nawozami wieloskładnikowymi wpłynęło na wzrost plonu handlowego o 5,2 t·ha<sup>-1</sup> tj. 14,4% nie powodując pogorszenia jakości bulw. Wysokie efekty produkcyjne nawożenia mineralnego uzyskano niezależnie od zastosowanej dawki (tab. 4).

Tabela 4. Wpływ sposobu nawożenia płynnym nawozem ADOB P na plon ziemniaków i zawartość skrobi. Wyniki z lat 2000-2002

Table 4. Effect row fertilization of ADOB P solution on yield and starch content of potato. Means from the years 2000-2002

Sposób nawożenia mineralnego	Dawka kg N·ha <sup>-1</sup>	Plon t·ha <sup>-1</sup>		% skrobi
		ogólny	handlowy Ø > 40 mm	
Mocznik -tradycyjnie	40	34,9	30,8	15,5
	80	41,3	37,3	15,6
	120	44,3	40,7	15,2
Średnio		40,2	36,3	15,4
Rzędowy płynny ADOB P podczas sadzenia	40	40,9	36,5	16,0
	80	46,1	42,3	15,4
	120	50,4	45,8	15,2
Średnio		45,8	41,5	15,5
Wzrost plonu w porównaniu do tradycyjnego	t·ha <sup>-1</sup>	5,6	5,2	0,1
	%	13,9	14,4	0,6
NIR przy p = 0,05		4,2 t·ha <sup>-1</sup>	4,0 t·ha <sup>-1</sup>	n.i.

Skład chemiczny ADOB P: N-15; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-3; K<sub>2</sub>O-4; Cu-0,15; MgO-2,5; S-1,5; B-0,05

Chemical composition ADOB P: N-15; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-3; K<sub>2</sub>O-4; Cu-0,15; MgO-2,5; S-1,5; B-0,05

## Wnioski

1. Zastosowanie sadzarek wyposażonych w nadbudowany dozownik lub połączonych z siewnikiem nawozowym przynosi wysokie korzyści produkcyjne producentom ziemniaka ograniczając nakłady pracy i koszty na zabiegi sadzenia i nawożenia.
2. Do precyzyjnego, rzędowego stosowania płynnych nawozów w trakcie sadzenia można stosować urządzenia aplikujące pod ciśnieniem płynne nawozy azotowe i wieloskładnikowe do gleby z dwóch stron sadzeniaka.
3. Precyzyjne nawożenie rzędowe pozwala zmniejszyć dawkę i obniżyć koszty produkcji bez pogorszenia jakości bulw. Przy dawce azotu  $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  uzyskano plon tej samej wielkości co przy dawce  $130 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  stosowanej tradycyjnie rzutowo.
4. Zmiana sposobu stosowania nawożenia z rzutowego na rzędowy powodowało przeciętnie wzrost plonu ogólnego ziemniaków o 13,0%, a plonu frakcji sadzeniaków o 15,2%.
5. Większe wykorzystanie składników mineralnych przez rośliny, pozwala na oszczędności nawozu i zmniejsza zanieczyszczenie wód gruntowych i środowiska naturalnego.

## Bibliografia

- Jabłoński K.** 1994. Ekonomiczne efekty rzędowego nawożenia mineralnego ziemniaków. Mat. Sesji Nauk. Makroproblemy produkcji ziemniaka w Polsce w okresie przemian społeczno-ekonomicznych. Jadwisin. s. 84-86.
- Jabłoński K.** 1988. Nawożenie ziemniaków. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa s. 98.
- Marks N.** 1996. Proekologiczne metody uprawy i nawożenia ziemniaków. Roczn. AR Poznań 49. s. 137-145.
- Neubauer W.** 1993. Reihendüngung bringt Vorteile. Kartoffelbau 44. s.14-17.
- Peters R.** 2001. Trends in der Kartoffeltechnik. Landtechnik 6. s. 382-385.
- Skwarski B., Skwarska O.** 1955. Agrotechniczne, ekonomiczne i ekologiczne aspekty alternatywnych technologii uprawy ziemniaka. Problemy Inżynierii Rolniczej 4. s. 67-78.

## THE MACHINES AND DEVICES TO PRECISE FERTILIZATION OF POTATO AND THE PRODUCTIVE EFFECTS

**Abstract.** Better utilization of mineral components of fertilizers by potato plants is possible when fertilizer is placed directly in ridge during planting. For that reason, seed planter has been equipped with fertilizer batcher which applies settled doses of fertilizer in the vicinity of potato seeds. Fluid fertilizers, which have superiority over traditional fertilizers in economical terms could be application in similar way using different kind of applicator. Field experiences confirmed beneficial action of row fertilization by various doses of urea and multi component fertilizers on the potato cultivars of various maturity. The rise of trade crop in relation to traditional fertilization was on average  $4,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  it is by 17,8%, while in the case of multi component fertilizer  $4,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  it is by 11,9%. The most effective were obtained by row application of fluid fertilizer during planting. In comparison to traditional fertilizations, the increase of trade crop was 17,6 % in the case of RSM 32 about  $5,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  it is by 14,4 % in the case of fluid fertilizer ADOB Mn. Higher content of starch was observed in growth of content of starch in tubers.

**Key words:** batchers of fertilizers, potato, crop, content of starch, productive effects

**Adres do korespondencji:**

Kazimierz Jabłoński; e-mail: kazika@wp.pl  
Zakład Inżynierii Rolnictwa  
Politechnika Koszalińska  
ul. Jana Pawła II 13/14  
75-452 Koszalin