

## OCENA PORÓWNAWCZA TECHNOLOGII NAWOŻENIA POGŁÓWNEGO NAWOZAMI GRANULOWANYMI I ROZTWORAMI AZOTOWYMI

*Walery A. Dubrowin<sup>1</sup>, Antonina G. Efimenko<sup>2</sup>, Edmund Kamiński<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Uniwersytet Rolniczy, Kijów

<sup>2</sup> Mogilewski Uniwersytet Technologiczny, Mogilew

<sup>3</sup> Oddział w Kłudzienku,

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

### Wstęp

W technologii nawożenia pogłównego szczególnie ważną operacją jest aplikacja nawozów, tzn. rozsiew nawozów stałych i oprysk nawozami ciekłymi. Do rozsiewu nawozów stałych wykorzystywane są rozsiewacze przystosowane do pracy na plantacjach zbóż przy wysokości roślin do 1,1 m, o stałej szerokości roboczej zgodnej z rozstawem ścieżek technologicznych. Do oprysku nawozami ciekłymi saletrzano-mocznikowymi stosowane są opryskiwacze polowe [KAMIŃSKI 1995].

Roztwory mocznika i saletrzano-mocznikowe (RSM) wykorzystywane są do nawożenia dolistnego roślin, najczęściej łączone z nawozami mikroelementowymi i środkami ochrony roślin. Podczas nawożenia dolistnego zawartość azotu w cieczy roboczej jest mała, od kilku do kilkunastu procent, a stosowane dawki wynoszą od kilku do kilkunastu kilogramów azotu na hektar [KAMIŃSKI, KAMIŃSKI 1993; KAMIŃSKI, KAMIŃSKA 1994; KAMIŃSKI 1996].

### Cel badań

Celem badań była analiza porównawcza technologii nawożenia pogłównego stałymi nawozami mineralnymi i roztworami azotowymi oraz określenie wartości podstawowych wskaźników ekonomicznych dla tych technologii.

Badania miały również na celu przeprowadzenie analizy możliwości wykorzystania maszyn stosowanych w ochronie roślin do nawożenia roztworami saletrzano-mocznikowymi, wykazanie konieczności stosowania wyposażenia dodatkowego do opryskiwaczy oraz przedstawienie zalet łącznego wykonywania zabiegu nawożenia i ochrony roślin.

### Materiał i metody

W ostatnich latach nastąpił intensywny rozwój stosowania roztworów azotowych. Warunkiem wprowadzenia tej formy nawozów do praktyki jest rozwijanie

ich produkcji oraz dostarczenie rolnictwu odpowiednich maszyn i urządzeń do składowania, transportu, przeładunków i aplikacji [KAMIŃSKI 1996]. Skład chemiczny i właściwości produkowanych roztworów saletrzano-mocznikowych zestawiono w tab. 1.

Tabela 1; Table 1

Skład chemiczny i właściwości fizyczne  
roztworów saletrzano-mocznikowych (RSM)

Chemical composition and physical properties of ammonium-urea (RSM)

Wyszczególnienie Specification	Jedn. miary Unit of measure	28%	30%	32%
		wagowo N 28% weight N	wagowo N 30% weight N	wagowo N 32% weight N
Skład chemiczny; Chemical composition:				
- saletera amonowa; saltpetre	% wag.; % weight	40	42,8	45,7
- mocznik; urea	% wag.; % weight	30	32,2	34,3
- woda; water	% wag.; % weight	30	25,0	20,0
Zawartość azotu w formie; Nitrogen concentration:				
- saletry amonowej; in a saltpetre form	% wag.; % weight	14	15	16
- mocznika; in an urea form	% wag.; % weight	14	15	16
100 dm <sup>3</sup> roztworu zawiera N; solution concentration N	kg	35,8	39,0	42,2
Gęstość roztworu; density of solution	kg·dm <sup>-3</sup>	1,28	1,30	1,32
Wartość pH; pH value		6,5-7,5	6,5-7,5	6,5-7,5
Temperatura krystalizacji; Temperature of crystallization	°C	- 17	- 9	0

Niskie wykorzystanie azotu, sygnalizowane w badaniach rolniczych nad efektywnością nawożenia, wpłynęło na rozwój badań nad nawożeniem dolistnym i powierzchniowym roztworami saletrzano-mocznikowymi. Dotychczas nie ma jednoznacznych stwierdzeń, które z nawożeń ciekłych jest właściwsze. Należy zakładać, że oba rodzaje nawożenia znajdą zastosowanie, a ich zakres zależeć będzie od warunków glebowo-klimatycznych, uprawianych kultur. Ostatnio szczególnie podnoszony jest aspekt ekologiczny, związany ze stosowaniem nawozów azotowych, przemawiający na korzyść stosowania nawozów ciekłych.

W technologii nawożenia granulowanymi nawozami azotowymi, obok maszyn uniwersalnych (przenośników, ładowarek, środków transportowych), wykorzystywane są maszyny specjalistyczne, głównie rozsiewacze tarczowe i pneumatyczne. Technologia składa się z następujących operacji: załadunek nawozu na środki transportowe, transport z gospodarstwa na pole, przeładunek nawozu na rozsiewacze nawozowe, rozsiew nawozów.

W technologii nawożenia roztworami saletrzano-mocznikowymi wykorzystuje się odpowiednio adaptowane maszyny ogólnego przeznaczenia i maszyny specjalistyczne.

Technologia składa się z następujących operacji:

- załadunek nawozów w fabryce na środki transportowe,
- transport nawozów z fabryki do magazynów w gospodarstwach,
- rozładunek nawozów do zbiorników przy bocznicach kolejowych, wozów asenizacyjnych lub zbiorników w gospodarstwie,

- składowanie nawozów w zbiornikach specjalnych i adaptowanych,
- przygotowanie mieszanki nawozowo-pestycydowej,
- transport cieczy roboczej na pole, przelewanie do opryskiwacza i oprysk plantacji.

### Rezultaty badań

Na plantacjach zbóż konieczne są ścieżki technologiczne pod koła ciągnika w odległościach 12 lub 18 m, zgodnych z szerokością roboczą rozsiewaczy i opryskiwaczy (BN-84/1900-39/03. Maszyny i urządzenia do nawożenia. Szerokości robocze). Plantacje zbóż i okopowych powinny posiadać międzyrzędzia zgodne z PN-75/R-36126 (Agrotechnika. Szerokości międzyrzędzi podstawowych roślin uprawnych). Konieczne jest to dla spełnienia warunku dopasowania do tych międzyrzędzi istniejących w ciągnikach znormalizowanych rozstawów kół (PN-86/R-36120. Ciągniki rolnicze. Rozstaw kół).

Do oprysku plantacji buraków cukrowych obsianych siewnikami 6- i 12-rzędowymi mogą być użyte opryskiwacze o szerokości roboczej 8, 10, 12 i 18 m. Rozstaw kół współpracujących z opryskiwaczami o szerokości roboczej 12 m wynosi 1,35 m, dla pozostałych 1,80 m. Sposób opryskiwania plantacji buraków cukrowych o szerokości międzyrzędzi 43/51 cm, obsianych siewnikami 6- i 12-rzędowymi jest podobny jak dla plantacji o międzyrzędziach 45 cm, a różnice dotyczą:

- występujących przejazdów, w których lewe i prawe koła ciągnika poruszają się w międzyrzędziach 43 cm, lewe koło porusza się w międzyrzędziu 51 cm, prawe w międzyrzędziu o szerokości 43 cm, koła lewe i prawe ciągnika poruszają się w międzyrzędziach o szerokości 51 cm, dlatego należy zwracać uwagę na staranne odliczanie liczby rzędów dla kolejnych przejazdów agregatu ciągnik-opryskiwacz,
- małych nieczgodności rozstawu kół ciągnika z rozstawem międzyrzędzi, w których poruszają się koła ciągnika, z uwagi na wąskie ogumienie nie zachodzi zjawisko uszkodzania roślin przez koła ciągnika.

Podczas opryskiwania plantacji ziemniaków o międzyrzędziach szerokości 67,5 cm rozstaw kół ciągników współpracujących z opryskiwaczami o szerokości roboczej 8, 12 i 16 m wynosi 1,35 m. Podczas opryskiwania plantacji ziemniaków o międzyrzędziach 75 cm rozstaw kół ciągników współpracujących z opryskiwaczami o szerokości roboczej 10, 12 i 18 m wynosi 1,5 m.

Sporządzanie roztworów nawozowo-pestycydowych może odbywać się w gospodarstwie lub na polu. Do sporządzania roztworów użyte mogą być opryskiwacze, specjalne urządzenia stacjonarne i przewoźne oraz przystosowane do tej operacji wozy asenizacyjne. Jako przykładowe rozwiązania można wymienić: mieszalnik PEMIX 1004 produkcji węgierskiej o pojemności zbiornika głównego 4 000 dm<sup>3</sup>, pojemności zbiornika wstępnego mieszania 130 dm<sup>3</sup>, mieszalnik STK 5 produkcji bułgarskiej o pojemności zbiornika głównego 4 000 dm<sup>3</sup>, pojemności zbiornika wstępnego mieszania 630 dm<sup>3</sup>, wozy PS-45/S i PS-90/S produkcji polskiej o pojemnościach zbiorników 4 000 i 9 000 dm<sup>3</sup>.

Do oprysków stosuje się opryskiwacze połowe ciągnikowe zawieszane o pojemnościach zbiorników 300-800 dm<sup>3</sup>, wyposażone w belki opryskowe o szerokoś-

ci roboczej 12 lub 18 m. Opryskiwacze przyczepiane o pojemnościach zbiorników 1 000 do 2 000 dm<sup>3</sup> posiadają belki opryskowe o szerokościach roboczych 18 lub 24 m. Szerokość robocza opryskiwacza powinna być zgodna z rozstawem ścieżek technologicznych zakładanych na plantacjach zbóż. Przy opryskach plantacji okopowych szerokość roboczą opryskiwacza trzeba dopasować do szerokości międzyrzędzi i szerokości roboczych siewników buraczanych i sadzarek ziemniaków. W niektórych przypadkach występuje konieczność zaślepienia skrajnych dysz opryskujących, celem ograniczenia szerokości roboczej.

Obecnie produkowany jest szeroki asortyment rozpylaczy do zabiegów ochrony roślin, nawożenia dolistnego i powierzchniowego grubokroplistego. W uprawie polowej dominują rozpylacze szczelinowe, tzw. płaskostrumieniowe. Do zabiegów nawożenia grubokroplistego roztworami saletrzano-mocznikowymi zalecane są rozpylacze otworkowe (z trzema, pięcioma lub ośmioma otworkami w jednym rozpylaczu).

Producenci rozpylaczy przewidują szeroką gamę rozpylaczy grubokroplistych do nawozów azotowych. Na szczególną uwagę zasługują rozpylacze firm Tee Jet i Lechler. Firma Lechler oferuje następujące trzy typy rozpylaczy: rozpylacze płaskostrumieniowe antydryfowe (AD), rozpylacze trzy- i pięciootworowe wyłącznie do aplikacji nawozów.

Wartości dawek RSM-28 w litrach i azotu w kg·ha<sup>-1</sup> dla różnych prędkości roboczych z uwzględnieniem rozpylaczy trzy- i pięciootworowych firmy Lechler zamieszczono w tab. 2.

Tabela 2; Table 2

Dawki na hektar roztworu RSM-28 i czystego azotu przy różnych prędkościach roboczych  
Dosages per hectare of RSM-28 solution and pure nitrogen with different working speed

Rodzaj rozpylaczy Type of sprayers	Ciśnienie Pressure (Mpa)	Wydatek Expense (dm <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup> )	RSM (dm <sup>3</sup> ) Azot (kg) Nitrogen (kg)	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0
				(km·h <sup>-1</sup> )	(km·h <sup>-1</sup> )	(km·h <sup>-1</sup> )	(km·h <sup>-1</sup> )	(km·h <sup>-1</sup> )	(km·h <sup>-1</sup> )
Rozpylacze trzy- otworowe z kryzą o średnicy 1 mm 3 hole sprayers with 1 mm plate diameter	0,1	0,53	RSM (dm <sup>3</sup> )	106,0	97,8	90,9	79,5	70,7	63,6
			N (kg)	37,9	35,0	32,5	28,5	25,3	22,8
	0,2	0,76	RSM (dm <sup>3</sup> )	152,0	140,3	130,3	114,0	101,3	91,2
			N (kg)	54,4	50,2	46,6	40,8	36,3	32,6
	0,3	0,97	RSM (dm <sup>3</sup> )	194,0	179,0	166,3	145,5	129,3	116,4
			N (kg)	69,5	64,1	59,5	52,1	46,3	41,7
Rozpylacze pię- ciootworowe z kryzą o średnicy 1 mm; 5 hole sprayers with 1 mm plate diame- ter	0,1	0,48	RSM (dm <sup>3</sup> )	96,0	88,6	82,3	72,0	64,0	57,6
			N (kg)	34,4	31,7	29,5	25,8	22,9	20,6
	0,2	0,64	RSM (dm <sup>3</sup> )	128,0	118,2	109,7	96,0	85,3	76,8
			N (kg)	45,8	42,3	39,3	34,4	30,5	27,5
	0,3	0,78	RSM (dm <sup>3</sup> )	156,0	144,0	133,7	117,0	104,0	93,6
			N (kg)	55,8	51,6	47,9	41,9	37,2	33,5

RSM-28 – roztwór saletrzano-mocznikowy o zawartości azotu 28%; solution of ammonium-urea containing 28% N

Stosując opryskiwacze do oprysku roztworami saletrzano-mocznikowymi należy zwrócić uwagę na:

- gęstość roztworu, która sprawia, że do zbiornika opryskiwacza wlewana jest większa masa, w porównaniu z wodą, co może zakłócić stateczność trady-

cyjnego agregatu do ochrony roślin, składającego się z ciągnika i opryskiwacza, może wystąpić przeciążenie (przekroczenie) nośności opon opryskiwaczy przyczepianych, zwłaszcza wąskiego ogumienia stosowanego na plantacjach zbóż ze ścieżkami technologicznymi i roślin okopowych o wąskich międzyczęściach,

- wyskalowanie zbiorników opryskiwaczy w litrach, zmuszające do przeliczania na kg zawartości czystego składnika i dawki nawozu  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,
- konieczność stosowania rozpylaczy do oprysków grubokroplistych (wielootworkowych). Rozpylacze te wymagają stosowania specjalnych kołpaków, w które powinien być dodatkowo wyposażony opryskiwacz. Rozpylacze wielootworkowe współpracują z kryzą określającą dawkę nawozu, która to kryza może być wykonana jako jeden element rozpylacza lub stanowić drugi element współpracujący z rozpylaczem. Drugie rozwiązanie umożliwia wymianę samych kryz, które posiadają najczęściej otworki od 0,8 do 2,0 mm, przy regulacji wydatku z rozpylacza, lecz przy kryzach ceramicznych występują trudności montażowe z założeniem kołpaka. Montując węże rozlewowe na belkach opryskowych, obciążamy dodatkowo konstrukcję nośną belki, montaż tych węży jest dopuszczalny tylko wtedy, gdy opryskiwacz fabrycznie jest do tego przystosowany i odpowiednie zalecenia znajdują się w instrukcji obsługi.

Orientacyjna porównawcza analiza kosztów aplikacji nawozów wykazała, że koszt operacji rozsiewu nawozów stałych, wynoszący  $5\text{--}12 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$ , jest niższy od kosztu oprysku wynoszącego  $10\text{--}17 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Również koszt całej technologii nawożenia nawozami stałymi, wynoszący  $10\text{--}15 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$ , jest niższy od kosztów technologii nawożenia ciekłego, wynoszących  $11\text{--}21 \text{ PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$ , ale przy nawożeniu ciekłym dolistnym możemy jednocześnie wykonywać ochronę roślin.

### Podsumowanie

Zalety łącznego stosowania roztworów saletrzano-mocznikowych i środków ochrony roślin, to między innymi:

- łatwa dostępność składników pokarmowych w nawozach ciekłych (można stosować jako dokarmianie interwencyjne),
- możliwość pełnego zmechanizowania prac i dobre warunki bhp dla obsługi,
- wykonanie w jednym przejściu agregatu zabiegu nawożenia i ochrony roślin,
- znaczna oszczędność środka chemicznego, stosując łącznie z nawozami można obniżyć dawkę o ok. 20%,
- bardzo dobra równomierność aplikacji i dokładność dawkowania,
- szersze wykorzystanie opryskiwacza do zabiegu nawożenia i ochrony roślin,
- przy nawożeniu ciekłym dolistnym możemy jednocześnie wykonywać ochronę roślin, zmniejszając łącznie koszty zmechanizowanej produkcji roślinnej.

### Literatura

KAMIŃSKI J. 1995. *Zabiegi ochrony roślin w warunkach zintegrowanej produkcji roślinnej (na przykładzie badań Instytutu Techniki Rolniczej w Szwajcarii)*. Sprawozdanie z badań IBMF:R, symbol dok. XII/1390: 42 ss.

KAMIŃSKI E. 1996. *Technologia nawożenia i ochrony roślin roztworami nawozowo-pestycydowymi*. III Międzynarodowe Sympozjum „Ekologiczne aspekty mechanizacji nawożenia, ochrony roślin i uprawy gleby”. Zeszyt 3. IBMiR, Warszawa, 25 IX 1996: 39–42.

KAMIŃSKI J. 1996. *Opryski nawozowe plantacji zbóż i okopowych*. Technika Rolnicza 4(704): 19.

KAMIŃSKI J., KAMIŃSKI E. 1993. *Technika oprysku roztworami azotowymi*. III Sympozjum „Inżynieria Systemów Bioagrotechnicznych”. Zeszyt 3. Politechnika Warszawska, Płock, 20–21 IX 1993: 243–250.

KAMIŃSKI E., KAMIONKA J. 1994. *Ocena porównawcza jakości pracy rozsiewacza tarzowego i opryskiwacza z rozpylaczami otworkowymi do ciekłych nawozów azotowych*. Warszawa. Problemy Inżynierii Rolniczej 4(6): 15–20.

**Słowa kluczowe:** rozsiewacz nawozowy, opryskiwacz polowy, nawożenie azotem

### Streszczenie

Do oprysku nawozami ciekłymi produkowane są opryskiwacze ciągnikowe, samochodowe, samojezdne, odpowiednio zabezpieczone przed korozyjnym działaniem nawozów, zapewniające uzyskanie żądanych dawek nawozów i kroplistości cieczy. Nowoczesne opryskiwacze wyposażane są w urządzenia kontrolno-sterujące, zapewniające dużą równomierność poprzeczną i podłużną oprysku (utrzymanie stałej dawki – samoczynna zmiana ciśnienia w funkcji prędkości jazdy, utrzymanie jednakowego ciśnienia na całej szerokości belki opryskowej, bieżąca kontrola parametrów roboczych opryskiwacza, zdalne sterowanie z kabiny ciągnika ułatwiające obsługę agregatu).

Orientacyjna porównawcza analiza kosztów aplikacji nawozów wykazała, że koszt operacji rozsiewu nawozów stałych wynoszący, 5–12 PLN·ha<sup>-1</sup>, jest niższy od kosztu oprysku wynoszącego 10–17 PLN·ha<sup>-1</sup>. Również koszt całej technologii nawożenia nawozami stałymi, wynoszący 10–15 PLN·ha<sup>-1</sup>, jest niższy od kosztów technologii nawożenia ciekłego, wynoszących 11–21 PLN·ha<sup>-1</sup>, ale przy nawożeniu ciekłym dolistnym możemy jednocześnie wykonywać ochronę roślin.

### COMPARATIVE ESTIMATION ENGINEERING OF TOP DRESSING BY GRANULAR FERTILIZERS AND NITRIC SOLUTION

Walery A. Dubrowin<sup>1</sup>, Antonina G. Efimenko<sup>2</sup>, Edmund Kamiński<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Agricultural University, Kiev

<sup>2</sup>Institute of Technology, Mogilev

<sup>3</sup>Branch Kłudzienko, Institute for Building, Mechanization and Electrification of Agriculture, Warszawa

**Key words:** fertilizer distribution, field spraying, nitrogen, top-dressing

### Summary

Sprayers mounted on tractors or other vehicles, or self-propelled are produced for spraying liquid fertilizers. They are resistant to corrosion and ensure proper spray coverage (required volumes and droplets of liquid). Modern sprayers are equipped with a control system, ensuring high uniformity of spray both lengthwise and crosswise (keeping the constant rate – automatic change of pressure, constant pressure on whole spray boom, actual control of sprayer operating parameters, remote control from tractor cab).

The approximate analysis of fertilizing technology costs proved that the cost of solid fertilizers spread, which amounts to 5–12 PLN·ha<sup>-1</sup>, is less than the spraying cost which varies from 10 to 17 PLN·ha<sup>-1</sup>. Also the cost of whole technology for solid fertilizer treatments, which amounting to from 10 to 15 PLN·ha<sup>-1</sup>, is less than that for liquid fertilizing technology, which is 11–21 PLN·ha<sup>-1</sup>. However, during liquid fertilizing of leaves the plant protection can be simultaneously done. Machines used for liquid fertilizing can also be employed in plant protection.

Prof. dr hab. Edmund **Kamiński**

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa

Oddział w Kludzienku

gm. Grodzisk Mazowiecki

05-824 KLUDZIENKO