

# Właściwości fizykochemiczne nawozów dostępnych na rynku i możliwości wytwarzania nawozów mieszanych

Andrzej BISKUPSKI, Sebastian SCHAB, Agnieszka MYKA, Michał DAWIDOWICZ – Instytut Nawozów Sztucznych, Puławy

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 5, 541-548

## Wstęp

W interesie każdego producenta jest dążenie do produkcji jak najlepszych wyrobów. Prace nad oceną produktów nawozowych oraz możliwość skomponowania na ich podstawie nawozów typu *bulk blending* były niejednokrotnie publikowane oraz dyskutowane również podczas poprzednich sympozjów granulacji. Pracownicy Instytutu Nawozów Sztucznych oraz Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej niejednokrotnie porównywali i oceniali produkty nawozowe dostępne na rynku polskim. Sytuacja w branży nawozowej w kraju, a mianowicie wyższa podaż nad popytem, zmusza producentów do szukania nowych rozwiązań technologicznych dla istniejącej już produkcji oraz wprowadzania nowych nawozów na rynek. Szczególnie widoczne jest to w przypadku technologii nawozów azotowych, gdzie odchodzi się od granulacji wieżowej w stronę zapewniającą lepsze jakościowo produkty granulacji mechanicznej. Dzięki temu na rynku dostępnych jest dużo nawozów wysokiej jakości i uziarnieniu pozwalającym na wytwarzanie nawozów mieszanych. Przykładem tego trendu, który ma miejsce zarówno w polskich wytwórniach jak i u producentów spoza naszego kraju, jest saletra amonowa.

W pracy zebrano wyniki badań nad właściwościami fizycznymi i chemicznymi wybranych nawozów wytypowanych do sporządzenia mieszanek nawozowych oraz oceniono zgodność fizyczną i chemiczną tych produktów.

## Kryteria i metody oceny jakości nawozów mineralnych

Jakość określonego nawozu mineralnego, podobnie jak innego wyrobu chemicznego, jest to zespół cech określających własności użytkowe wyrobu, odróżniające ten nawóz od innych wyrobów tego typu i określających jego zachowanie w czasie od jego wytworzenia aż do zużycia. Do oceny jakości nawozów służą kryteria, ujęte najczęściej w normach dotyczących całych grup nawozów lub pojedynczych wyrobów przemysłu nawozowego i przemysłów pokrewnych. Pod pojęciem nawozu o dobrej jakości należy rozumieć nawóz o zgodnej z deklarowaną zawartością składników pokarmowych, o zgodnej z deklarowaną zawartością zanieczyszczeń oraz o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych. Pojęcie jakości w odniesieniu do różnych nawozów jest sprecyzowane w sposób odmienny. Chcąc porównać jakość różnych nawozów należy sprecyzować pojęcia uniwersalne, które pozwolą na porównanie zespołu własności użytkowych poszczególnych wyrobów. Przy takim pojmowaniu jakości nawozów, do zespołu kryteriów oceny jakości nawozów należy włączyć wielkość i cechy dodatkowe (oprócz wcześniej wymienionych), takie jak: łączna zawartość składników pokarmowych, możliwości mieszania z innymi nawozami, wymagane warunki przechowywania i stosowania oraz efekty agronomiczne ich stosowania. Wyniki oceny jakości nawozów dokonywane przez ich użytkownika oraz ich cena, służą doborowi odpowiednich rodzajów i ilości nawozów do planowanej uprawy dla zdefiniowanych warunków glebowych. Producent nawozów podejmuje natomiast de-

cyzje co do wielkości produkcji i ich jakości przewidując cenę, jaką może uzyskać, która powinna zapewnić opłacalność produkcji. Można bowiem podejmować produkcję różnych nawozów, lecz tylko niektóre ich rodzaje przy odpowiedniej wysokości produkcji mogą zapewnić efektywność ekonomiczną produkcji.

Uprawa roślin wymaga równoczesnego stosowania różnych składników pokarmowych w ilościach dostosowanych do potrzeb konkretnych roślin i warunków glebowych. Tylko niekiedy do zaspokojenia potrzeb pokarmowych konkretnej rośliny w sposób optymalny, można zastosować jeden nawóz wieloskładnikowy. Częściej byłoby wskazane użycie kombinacji kilku nawozów w odpowiednich proporcjach w jednym lub kilku zabiegach nawożenia. W przypadku nawozów stałych, użycie kilku nawozów w jednym zabiegu nawożenia jest możliwe po spełnieniu kilku warunków. Do najważniejszych należą:

- dobre właściwości fizyczne i chemiczne mieszanin (brak wzajemnej reaktywności składników, sypkość podczas długotrwałego przechowywania)
- dobre wymieszanie poszczególnych składników
- brak skłonności do segregacji granul.

Ważną cechą nawozów stałych granulowanych jest wytrzymałość na ściskanie, ścieranie i inne podobne bodźce mechaniczne, a także utrzymanie wysokiej wytrzymałości przez długi czas przechowywania.

Istotnym warunkiem uzyskania mieszanki nawozowej o dobrych właściwościach jest odpowiedni dobór składników pod względem uziarnienia. Nawozy mieszane, pomimo wielu zalet, mają bowiem jedną bardzo istotną wadę, jaką jest skłonność do segregacji ziaren podczas ich transportu oraz podczas wysiewu. Upraszczając to zagadnienie należy stwierdzić, że głównymi przyczynami zjawiska segregacji cząstek różnych składników nawozów mieszanych są:

- różna szybkość staczania się granulek (cząstek) różnych składników po złożu (np. podczas transportu nawozu do magazynu)
- przesiewanie ziaren drobnych przez wolne przestrzenie między ziarnami większymi pod wpływem wstrząsów, np. podczas transportu (przesiewaniu podlegają głównie cząstki o średnicy mniejszej niż 1 mm)
- zależność odległości spadku granul nawozu od ich wielkości i masy podczas rozsiewania przy użyciu obrotowych urządzeń mechanicznych.

Należy podkreślić, że mieszaniny fizyczne nawozów mineralnych są stosowane głównie do nawożenia przedsięwzięgo. W ich skład wchodzi z reguły wszystkie makroelementy, ale ze zmniejszoną dawką azotu oraz ewentualnie mikroelementy. Pozostałą część azotu oraz mikroelementy stosuje się pogłównie. Uważa się, że na skłonności do segregacji cząstek poszczególnych nawozów wpływ mają przede wszystkim:

- różnice rozmiarów cząstek poszczególnych nawozów (mniejsze cząstki mają tendencje do gromadzenia się w dolnej części partii nawozu)

- różnice gęstości poszczególnych nawozów w granulach (cząstki nawozów o większej gęstości gromadzą się w dolnej partii nawozu)
- różnice kształtu cząstek poszczególnych nawozów (cząstki nawozów o kształcie kulistym łatwiej przemieszczają się w masie nawozu niż cząstki o nieregularnym kształcie).

Dla celów praktycznych uważa się, że wystarczającym kryterium przy doborze składników stałych mieszanin nawozowych jest zbliżony rozmiar granul [1 ÷ 3].

### Skład chemiczny i właściwości fizyczne wybranych nawozów

Na rynku dostępnych jest wiele rodzajów nawozów, zarówno pojedynczych jak i wieloskładnikowych. Do badań wytypowano nawozy azotowe, fosforowe, potasowe oraz azotowo-fosforowe. Wyjątkami w tym zestawieniu są saletra z ANWIL SA, która nie jest oferowana w sprzedaży oraz nawóz USP, który był produkowany w Z.Ch. Siarkopol, a nad którego technologią wytwarzania ciągle pracuje Zakład Nawozów INS. W Tabelicy I zebrano wyniki testów wytrzymałości granulatów oraz zawartości składników pokarmowych według deklaracji producentów.

Tabela I

#### Właściwości fizykochemiczne wybranych nawozów mineralnych

Lp.	Nazwa próbki	Producent	Zawartość składników pokarmowych	Wytrzymałość, N	Średni rozmiar, mm
1.	Saletra GM	ZAK	32% N całkowitego, w tym 16% w formie azotanowej i 16% w formie amonowej	69,3	3,99
2.	AN-32	Anwil SA	32% N całkowitego, w tym 16% w formie azotanowej i 16% w formie amonowej	53,5	4,08
3.	AN I	Wytwórnia zagraniczna I	32% N całkowitego, w tym 16% w formie azotanowej i 16% w formie amonowej	36,15	4,15
4.	CANWIL S	Anwil SA	27% N całkowitego	95	3,89
5.	Saletrzak I	Wytwórnia zagraniczna I	27% N całkowitego	82,8	3,78
6.	NS 32 5 II	Wytwórnia zagraniczna II	32% N całkowitego, w tym 16% w formie azotanowej i 16% w formie amonowej, 5% S	81,3	3,45
7.	CAN GM	Wytwórnia zagraniczna III	27% N całkowitego	61,5	3,64
8.	CAN 27	Wytwórnia zagraniczna IV	27% N całkowitego	112,85	4,45
9.	Sól potasowa biała	import ZAP	50% K <sub>2</sub> O	77,6	3,12
10.	Sól potasowa czerwona	import ZAP	60% K <sub>2</sub> O	128,56	3,42
11.	CSP	GZNF	40% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	158,45	3,84
12.	TSP	GZNF	46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	121,3	3,91
13.	USP	INS	20% N całkowitego, 10% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	37,42	3,01
14.	Polimap	Z.Ch. Police	14% N w formie amonowej, 52% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> w formie fosforanu jednoamonowego	67	2,6
15.	Polidap	Z.Ch. Police	18% N amonowego, 46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> w formie fosforanu amonowego	72,1	2,81

Wszystkie nawozy wybrane do sporządzenia nawozów mieszanych charakteryzują się wysoką lub zadowalającą wytrzymałością na ściskanie. Ciekawostką jest fakt, że wyniki testów wykazały bardzo dobre właściwości fizyczne saletry ZAK, w porównaniu do produktów oferowanych przez zagranicznych wytwórców. Można to tłumaczyć inną technologią produkcji. Wśród saletrzaków zdecydowanie najlepiej wypadła CAN 27 produkowany przez jedną z zagranicznych wytwórni.

Nawóz USP wytworzony na instalacji doświadczalnej INS ma zadowalającą wytrzymałość na ściskanie. Można przypuszczać, że jego ewentualna produkcja w skali przemysłowej znacznie podniesie wytrzymałość granul.

### Ocena przydatności granulatów nawozowych do wytwarzania nawozów mieszanych

Rozważając możliwość wytwarzania różnych nawozów mieszanych należy wziąć pod uwagę zgodność chemiczną ujętą w tabelach mieszania (Tab. 2, Tab. 3) oraz zgodność fizyczną, czyli dane dotyczące ich uziarnienia (wartości SGN, UI i ewentualnie MQI). Z pierwszego typu danych wynika, czy wchodzi w rachubę mieszanie składników w dowolnym czasie, bezpośrednio przed użyciem (wysiewem), czy też nie wolno mieszać danych składników.

Tabela 2

#### Zgodność chemiczna nawozów mineralnych [4]

Azotan amonu									
X	Mocznik								
OK	OK	Siarczan amonu							
OK	L	OK	TSP						
OK	L	OK	OK	SSP					
OK	OK	OK	L	L	DAP				
OK	OK	OK	OK	OK	OK	MAP			
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Chlorek potasu		
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Siarczan potasu	

L – można mieszać bezpośrednio przed rozsiaaniem

X – nie można mieszać

OK – można mieszać w dowolnym czasie przed rozsiaaniem

Tabela 3

#### Zgodność chemiczna nawozów mineralnych oraz nawozu USP

USP										
L	Azotan amonu									
OK	X	Mocznik								
L	OK	OK	Siarczan amonu							
OK	OK	L	OK	TSP						
OK	OK	L	OK	OK	SSP					
OK	OK	OK	OK	L	L	DAP				
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	MAP			
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Chlorek potasu		
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Siarczan potasu	

L – można mieszać bezpośrednio przed rozsiaaniem

OK – można mieszać w dowolnym czasie przed rozsiaaniem

X – nie można mieszać

Ponieważ nawóz USP nie był wcześniej ujęty w żadnej tabeli mieszania, przeprowadzono próby zgodności chemicznej tego nawozu z innymi znanymi komponentami. Badanie polegało na zmieszaniu nawozu USP z innymi nawozami i badaniu wytrzymałości granул po czasie. Wyniki badań zgodności chemicznej przedstawiono w rozszerzonej tabeli mieszania nawozów (Tab. 3).

Podczas badania stwierdzono, że nawóz USP był kompatybilny z innymi testowanymi nawozami. Nawozy mieszane na jego bazie będzie można sporządzać w dowolnym czasie przed rozsiewem. Wyjątkiem są ewentualne mieszanki nawozowe z saletrą amonową oraz z siarczanym amonem. Takie nawozy można wytwarzać tylko bezpośrednio przed rozsiewem. Z danych dotyczących zgodności fizycznej wynikają natomiast informacje, czy mieszanka sporządzona ze składników o określonym uziarnieniu zapewni równomierne nawożenie całego arealu we wszystkie składniki zawarte w nawozie mieszanym. Wielkości SGN i UI określa się przy użyciu wzorów:

$$SNG = \left[ \frac{\Delta r [PLUS(r_m) - 50]}{PLUS(r_m) - PLUS(r_w)} + r_m \right] \times 100 \quad (1)$$

$$UI = \frac{S}{L} \times 100 \quad (2)$$

$$S = \left[ \frac{\Delta r [PLUS(r_m) - 95]}{PLUS(r_m) - PLUS(r_w)} + r_m \right] \times 100 \quad (3)$$

$$L = \left[ \frac{\Delta r [PLUS(r_m) - 10]}{PLUS(r_m) - PLUS(r_w)} + r_m \right] \times 100 \quad (4)$$

gdzie:

$PLUS(r_m)$  – odsiew na sicie o mniejszym wymiarze oczka

$PLUS(r_w)$  – odsiew na sicie o większym wymiarze oczka

$r$  – różnica wymiarów większego i mniejszego oczka sita.

Wielkości  $rm$  i  $rw$  dobiera się w ten sposób, aby między nimi była zawarta średnica granул, przy której odsiew wynosi 50% (przy obliczaniu SGN), 95% (przy obliczaniu S) i 10% (przy obliczaniu L).

Rozważając możliwości sporządzania mieszanek różnych nawozów oblicza się wielkości SGN i UI dla wszystkich komponentów oraz oblicza się średnie wartości SGN i UI dla mieszaniny i odchylenia od tych wartości dla wszystkich komponentów. Dopuszcza się mieszanie nawozów ze sobą wówczas, gdy odchylenia SGN i UI dla składników mieszaniny nie przekraczają  $\pm 10\%$  od wartości średnich. Przedziały te są powszechnie stosowane w przypadku oceny nawozów pod kątem sporządzania nawozów mieszanych i mają swoje uzasadnienie statystyczne [5, 6]. W przypadkach, gdy jedna z wielkości SGN lub UI mieści się w dopuszczalnym przedziale, a druga nie, nie dyskwalifikuje się takiej mieszaniny (składnika), lecz oblicza wielkość MQI (Mixing Quality Index – współczynnik jakości mieszaniny):

$$MQI = 100 - (SrSGN + SrUI) / 100 \quad (5)$$

gdzie:

$Sr$  jest względnym odchyleniem standardowym wielkości SGN lub UI dla nawozów wchodzących w skład mieszanki obliczanym zgodnie ze wzorami:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$Sr = \frac{S}{\bar{x}} \quad (7)$$

Im wartość MQI jest bliższa 100, tym lepsza jest jakość mieszanki pod względem uziarnienia. Według Canadian Fertilizer Institute graniczną wartością MQI, przy której dopuszcza się sporządzanie mieszanki, jest 85. Jeśli jednak uzyskujemy z obliczeń wynik niższy niż 85, wówczas możemy sporządzić daną mieszankę jednak jej zastosowanie do nawożenia wymaga użycia nadatku 2% jej masy w stosunku do potrzeb nawozowych na każdą jednostkę odstępstwa wartości MQI od wartości granicznej. Amerykańska literatura z lat 1970-80 wskazuje, że głównym wymaganiami zabezpieczającym mieszankę przed segregacją, jest dobór nawozów o uziarnieniu leżącym w przedziale 1,5-4 mm, a najlepiej żeby 95% nawozu posiadało frakcje w przedziale 2-4 mm [7, 8]. Można rozważyć wiele nawozów do sporządzenia mieszanek nawozowych. W pracy wybrano kilka przykładowych (Tab. 4).

Tablica 4

Wartości SGN, S, L i UI dla wybranych nawozów

Lp.	Nazwa próbki	Producent	SGN	S	L	UI
1.	Saletra GM	ZAK	387,17	295,64	440,76	67,07
2.	AN-32	Anwil	374,18	265,96	482,72	55,09
3.	CAN	Wytwórnia Zagraniczna I	357,3	250	465	52,8
4.	CANWIL S	Anwil	419,8	324,2	532,4	60,9
5.	Saletrzak I	Wytwórnia Zagraniczna I	371,76	266,47	481	55,4
6.	NS 32 5 II	Wytwórnia Zagraniczna II	302,52	222,7	388,77	55,09
7.	CAN GM	Wytwórnia Zagraniczna III	401,38	297,97	503	59,24
8.	CAN 27	Wytwórnia Zagraniczna IV	377,82	272,02	486,74	55,89
9.	Sól potasowa biała	import ZAP	311	240,4	392,6	61,2
10.	Sól potasowa czerwona	import ZAP	250	116,7	317,9	36,7
11.	CSP	GZNF	315,54	216,02	423,77	50,97
12.	TSP	GZNF	315,84	203,63	425,25	47,88
13.	USP	INS	305,9	207,9	390,7	53,2
14.	Polimap	Z.Ch. Police	256	134,1	321,6	41,7
15.	Polidap	Z.Ch. Police	280	202,2	355,4	56,9

#### Przydatność nawozów granulowanych do wytwarzania mieszanek nawozowych typu *bulk blending*

Prawidłowe nawożenie wymaga użycia całego zestawu składników pokarmowych, w ilościach dostosowanych do potrzeb uprawianych roślin. Potrzeby roślin mogą być zaspokajane przez użycie nawozów pojedynczych (najczęściej w kilku zabiegach nawożenia) lub też przy użyciu nawozów wieloskładnikowych. Nawozy stałe wieloskładnikowe dzieli się na nawozy kompleksowe, zawierające wszystkie składniki pokarmowe w jednej granuli oraz na nawozy mieszane, które powstają przez fizyczne zmieszanie cząstek (granул, kryształów, łamańców) różnych nawozów. W przypadku nawozów stałych produkty granulowane lub grubokrystaliczne mogą być składnikami nawozów mieszanych (*bulk blending*), produkty krystaliczne mogą być wykorzystywane jako surowce przy otrzymywaniu nawozów granulowanych lub też przy otrzymywaniu nawozów pylistych mieszanych.

Zaletą nawozów mieszanych jest możliwość precyzyjnego dostosowania dawek poszczególnych składników pokarmowych do potrzeb roślin, pod warunkiem, że poszczególne komponenty nawozów będą odpowiednio dobrane. Podstawowymi kryteriami doboru komponentów nawozów mieszanych są wnioski z tak zwanych tabel mieszania

oraz zgodność SGN i UI. W Tabelicy 5 przedstawiono wyniki oceny przydatności wybranych nawozów stałych do sporządzania nawozów mieszanych.

Tabela 5

**Ocena przydatności wybranych nawozów stałych do sporządzania nawozów mieszanych typu bulk blending**

Lp.	Składnik mieszaniny		Wynik oceny			Wynik ostatecznej oceny
	I	II	SGN	UI	MQI	
1.	CAN WZ I	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	43,59	-
2.	CAN WZ I	CSP	+	+	82,53	+
3.	Saletra nawozowa WZ I	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	48,29	-
4.	Saletra nawozowa WZ I	CSP	+	+	87,39	+
5.	USP	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	56,43	-
6.	USP	Sól potasowa granulowana (biała)	+	+	91,04	+
7.	Saletra ZAK	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	28,16	-
8.	Saletra ZAK	Sól potasowa granulowana (biała)	-	+	78,09	-
9.	Saletra ZAK	CSP	-	-	66,28	-
10.	CAN Węgry GM	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	33,90	-
11.	CAN Węgry GM	Sól potasowa granulowana (biała)	-	+	79,75	-
12.	NS 32-5 WZ II	Sól potasowa granulowana (czerwona)	+	-	55,57	-
13.	NS 32-5 WZ II	Sól potasowa granulowana (biała)	+	+	93,37	+
14.	NS 32-5 WZ II	CSP	+	+	88,77	+
15.	AN-32 Anwil	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	38,36	-
16.	AN-32 Anwil	Sól potasowa granulowana (biała)	+	+	84,94	+
17.	Saletra ZAK	CSP	-	-	66,28	-
20.	CAN WZ III	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	33,90	-
21.	CAN WZ III	Sól potasowa granulowana (biała)	-	+	79,75	-
22.	CAN WZ III	CSP	-	+	72,44	-
23.	NS 32-5 WZ II	Sól potasowa granulowana (czerwona)	+	-	55,57	-
24.	NS 32-5 WZ II	Sól potasowa granulowana (biała)	+	+	93,37	+
25.	NS 32-5 WZ II	CSP	+	+	88,77	+
26.	AN-32 Anwil	Sól potasowa granulowana (czerwona)	-	-	38,36	-
27.	AN-32 Anwil	Sól potasowa granulowana (biała)	+	+	84,94	+
28.	AN-32 Anwil	CSP	+	+	77,07	+
29.	CANWIL S	Sól potasowa granulowana (czerwona)	+	-	29,08	-
30.	CANWIL S	Sól potasowa granulowana (biała)	-	+	78,59	-
31.	CANWIL S	CSP	-	+	67,38	-
32.	CAN 27 WZ IV	Sól potasowa granulowana (biała)	+	+	79,86	+
33.	CAN 27 WZ IV	CSP	+	+	80,77	+

Jak wynika z tabeli oceny, tylko dla dwunastu z ponad trzydziestu zaproponowanych mieszanek, uzyskano wyniki pozytywne. W większości przypadków niezgodność tylko jednego czynnika decydowała o dyskwalifikacji nawozu mieszanego. Z krajowych produktów bardzo dobrze wypadł nawóz CSP z GZNF. W większości przypadków mieszanki skomponowane na jego bazie są możliwe do praktycznego zastosowania.

Możliwości wytwarzania nawozów mieszanych nie są duże, ale można je znacznie zwiększyć w wyniku działań natury organizacyjnej, praktycznie bez dalszych inwestycji.

#### Literatura

- Gucki T., Winiarski A.: *Zagadnienia segregacji mechanicznie zmieszanych nawozów granulowanych*. Przem. Chem. 1974, **53**, 12, 731-734.
- NPK from raw materials. Phosph. a. Potass. 1993, **184**, 34-36.
- Winiarski A., Kruk J.: *Ocena jakościowa uziarnienia nawozów przeznaczonych do mieszanek*. Materiały Kongresu Technologii Chemicznej, Wrocław 15-18 września 1997, 1479-84. Dolnośl. Wyd. Edukac., Wrocław 1998.
- www.summitfertz.com
- Cheval J.L.: *Material selection for the production of high quality blends*. Fertilizer Industry Round Table, Baltimore, Nov. 1986.
- Leysdon D.: *Bulk blends face new challenges*. Phosph. a. Potass. 1995, **200**, 38-42.
- Achorn F.P., Kimbrough H.L.: *Application of granular fertilizer*. Agricult. Chem. 1970, **1**.
- Hoffmeister G.: *Quality control in a bulk blending plant*. TVA Fertilizer Bulk Blending Conference, Louisville, Kentucky, Aug. 1-2, 1973,

Dr inż. Andrzej BISKUPSKI – ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej (1969). Obecnie pracuje w Instytucie Nawozów Sztucznych w Puławach na stanowisku kierownika Zakładu Nawozów. Specjalność – technologia nieorganiczna.

Mgr inż. Sebastian SCHAB – ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej (2006). Obecnie pracuje w Instytucie Nawozów Sztucznych w Puławach na stanowisku asystenta. Specjalność – technologia nieorganiczna.

Mgr Agnieszka MYKA w 2004 roku ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. W roku 2007 rozpoczęła pracę w Zakładzie Nawozów Instytutu Nawozów Sztucznych, gdzie pracuje do chwili obecnej na stanowisku specjalisty inżynierjno-technicznego. Specjalność – chemia nieorganiczna

Mgr Michał DAWIDOWICZ – ukończył studia wyższe na Wydziale Chemicznym Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej (2008). Obecnie pracuje w Instytucie Nawozów Sztucznych w Puławach na stanowisku chemika. Specjalność – technologia nieorganiczna.