

WPLYW PRODUKTU Z RADIACYJNEGO OCZYSZCZANIA SPALIN  
Z SO<sub>2</sub> I NO<sub>x</sub> NA SKŁAD CHEMICZNY GLEBY ORAZ PLON I JAKOŚĆ  
UPRAWIANYCH ROŚLIN

*E. Niedźwiecki<sup>1</sup>, S. Stankowski<sup>2</sup>, R. Malinowski<sup>1</sup>, R. Maciorowski<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza, ul. J. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin  
e-mail: kgleb@agro.ar.szczecin.pl

<sup>2</sup>Katedra Biometrii i Doświadczalnictwa, Akademia Rolnicza  
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-442 Szczecin

**Streszczenie.** Produkt otrzymany z jednoczesnego radiacyjnego oczyszczania spalin kotłowych z SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> stanowił mieszaninę siarczanu amonu (85-95%) i azotanu amonu (5-10%) i zawierał 20,4% azotu ogółem, 20,9% siarki oraz w małych ilościach inne makroskładniki. Zastosowany do nawożenia rzepaku ozimego, kukurydzy oraz pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego i jarego, równolegle z innymi nawozami azotowymi, znajdującymi się w dystrybucji handlowej i ich kombinacji, wpłynął podobnie jak nawozy azotowo-siarkowe na właściwości chemiczne gleby. Wyraźniejszy wpływ zastosowanych wariantów nawozowych widoczny jest na przykładzie składu chemicznego roślin. Przede wszystkim zauważalny jest najczęściej wzrost ilości azotu ogólnego oraz siarki ogólnej w nasionach rzepaku i pszenżyta ozimego oraz w suchej masie kukurydzy.

**Słowa kluczowe:** nawożenie azotem i siarką, właściwości gleby, skład chemiczny i wartość technologiczna nasion.

## WSTĘP

W Elektrociepłowni Pomorzany w Szczecinie zainstalowano drugi w Polsce nowoczesny system jednoczesnego oczyszczania spalin kotłowych z tlenków azotu i siarki metodą radiacyjną. W procesie oczyszczania otrzymuje się krystaliczny produkt, swoim składem chemicznym przypominający głównie nawóz mineralny, siarczan amonu. Badania przeprowadzone w Katedrze Glebo-

znawstwa Akademii Rolniczej w Szczecinie [9] nad składem chemicznym produktu wykazały, że jest on mieszaniną siarczanu amonu (85-95%) i azotanu amonu (5-10%). Dominuje więc w nim azot (24,5%) oraz siarka (20,9%), inne makroskładniki występują w małych ilościach (Mg-0,14%, Ca-0,17%, Na-0,14%, K-0,10%). Zawartości metali ciężkich w produkcie są zbliżone do ilości występujących w nawozach mineralnych, organicznych i odpadach gospodarczych, stosowanych powszechnie w rolnictwie [1, 4]. W wielu krajach Europy oraz USA, Japonii i w Chinach produkt uzyskał atest nawozu azotowego i jest powszechnie stosowany w rolnictwie.

Celem przedstawionych badań było określenie w doświadczeniach wdrożeniowych przydatności nawozowej produktu, na tle mineralnych nawozów azotowych, w uprawie rzepaku i zbóż.

#### METODYKA

Doświadczenia wdrożeniowe na glebie lekkiej przeprowadzono w sezonie 1999/2000, w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Lipki w pobliżu Stargardu Szczecińskiego, z następującymi roślinami: pszenica ozima, pszenżyto ozime, pszenżyto jare, rzepak ozimy, rzepak jary i kukurydza. W każdym z doświadczeń porównywano 6 następujących wariantów: 1 - kontrola bez nawożenia, 2 - saletra amonowa, 3 - siarczan amonowy, 4 - produkt, 5- saletra amonowa + siarczan amonowy, 6 - saletra amonowa + produkt. Dawka azotu stosowana we wszystkich wariantach była taka sama dla danej rośliny (dawki nawozowe dla poszczególnych gatunków były zróżnicowane: 120 kg N·ha<sup>-1</sup> – pszenica ozima, pszenżyto ozime, rzepak jary, kukurydza; 150 kg N·ha<sup>-1</sup> – rzepak ozimy). Plon nasion lub suchej masy roślin (kukurydza) określono na podstawie wyników z 4 replikacji. Analizę gleby i materiału roślinnego przeprowadzono na próbach średnich z 4 replikacji dla badanych 6 wariantów nawozowych. Plony roślin omówiono na podstawie różnicy, między średnim plonem z wariantów, gdzie stosowano nawożenie azotowe, a plonem roślin z kontroli bez nawożenia.

W próbkach glebowych określono: pH w H<sub>2</sub>O i pH w KCl – potencjometrycznie, przyswajalny fosfor i potas - metodą Egnera-Riehma, przyswajalny magnez - metodą Schachtschabela. Węgiel organiczny - metodą Tiurina. Siarkę siarczanową - metodą Bradsleya-Lancastera. W próbkach glebowych i roślinnych ogólną zawartość azotu oznaczono metodą Kjeldahla, a ogólną zawartość makroskładników i pierwiastków śladowych (rozpuszczalnych w stężonych kwasach HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub>) przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej typu Unicam

Solaar 929. Fosfor ogólny oznaczono kolorymetrycznie, a siarkę ogólną w roślinach metodą Bradsleya-Lancastera.

Zawartości przyswajalnych i ogólnych form makroelementów w glebie oraz metali ciężkich w glebie i roślinach, przedstawiono, ze względu na ich niewielkie różnicowanie między poszczególnymi wariantami, w postaci średnich łącznie ze wszystkich wariantów nawozowych.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Doświadczenia polowe z różnymi wariantami nawożenia azotowego rzepaku i zbóż (pszenicy, pszenżyta ozimego, jarego i kukurydzy) założono na glebie lekkiej, brunatnordzawej [8]. Poziom ornopróchniczny tej gleby wykazywał skład granulometryczny piasku gliniastego lekkiego i charakteryzował się zawartością węgla ogólnego średnio 0,71%, i azotu ogólnego średnio 0,102%, co kształtuje stosunek C:N - 6,98.

Zastosowane w różnych kombinacjach nawozy azotowe w uprawie zbóż, powodowały obniżenie odczynu gleby, szczególnie w uprawach pszenżyta ozimego i jarego (Tab. 1). Przy tym zaznaczył się wzrost siarki siarczanowej w glebie, w wariantach z siarczanem amonu i produktem. Natomiast w badanym poziomie ornopróchnicznym gleby (Tab. 2) nie stwierdzono wpływu nawożenia na istotne zmiany w zawartościach składników przyswajalnych: fosforu, potasu i magnezu oraz w zawartościach form ogólnych: azotu, fosforu, potasu, magnezu, wapnia i sodu. Oznaczone ilości metali ciężkich: niklu, ołowiu, cynku, manganu i żelaza były, według Kabaty-Pendias [3] i Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska [11], charakterystyczne dla gleb lekkich użytkowanych rolniczo (Tab. 3). Podobne oddziaływanie produktu na glebę lekką i średnią stwierdzono we wcześniejszych, wstępnych doświadczeniach wazonowych i polowych przeprowadzonych w Akademii Rolniczej w Szczecinie [9, 10, 12, 13].

Pszenica ozima reagowała silną zwyżką plonu na nawożenie azotowe we wszystkich wariantach, przeciętnie - 17 dt ha<sup>-1</sup>. Jakkolwiek różnice pomiędzy wariantami nawozowymi okazały się nieistotne statystycznie, to jednak zaobserwowano wyraźną tendencję do silniejszej reakcji pszenicy na nawożenie nawozami azotowo-siarkowymi, w porównaniu z użyciem saletry amonowej. W skrajnym przypadku różnica wynosiła około 7 dt ha<sup>-1</sup>. Warianty nawozowe, w których stosowano produkt, okazały się nieznacznie lepsze od wariantów, w których zastosowano siarczan amonowy. Na szczególną uwagę zasługuje pozytywny efekt działania produktu w porównaniu z siarczanem amonowym.

**Tabela 1.** Skład chemiczny gleby przy różnych wariantach nawozowych w doświadczeniu z uprawą rzepaku ozimego i zbóż

**Table 1.** Chemical composition of the soil fertilized with different fertilization variants in the experiment with the cultivation of winter rape and grain crops

Wariant	pH		SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	C ogólny	N ogólny	C:N
	H <sub>2</sub> O	KCl	mg 100 <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>	[%]		
rzepak						
1	7,33	7,20	1,50	0,74	0,098	7,55
2	7,42	7,33	0,75	0,69	0,103	6,70
3	7,47	7,40	1,80	0,71	0,092	7,72
4	7,40	7,28	2,10	0,70	0,100	7,00
5	7,43	7,32	0,83	0,72	0,103	6,99
6	7,55	7,46	1,10	0,66	0,103	6,41
pszenica ozima						
1	5,82	4,61	0,50	0,76	0,109	6,97
2	5,83	4,70	0,45	0,75	0,092	8,15
3	5,31	4,29	2,15	0,72	0,084	8,57
4	5,40	4,47	1,25	0,74	0,098	7,55
5	5,71	4,62	0,65	0,69	0,100	6,90
6	5,62	4,60	0,50	0,71	0,103	6,89
pszenżyto ozime						
1	6,24	5,71	1,67	0,72	0,112	6,43
2	5,98	4,97	2,70	0,67	0,084	7,98
3	5,80	4,70	5,28	0,64	0,089	7,19
4	5,76	4,88	3,00	0,64	0,089	7,19
5	5,96	4,92	3,52	0,65	0,100	6,50
6	6,09	4,95	1,80	0,66	0,072	9,17
pszenżyto jare						
1	6,21	5,46	0,95	0,65	0,084	7,74
2	6,13	5,26	0,95	0,67	0,098	6,84
3	6,10	5,33	0,85	0,67	0,103	6,50
4	6,01	4,78	1,15	0,68	0,084	8,10
5	5,63	4,50	0,95	0,59	0,089	6,63
6	5,95	4,76	0,85	0,67	0,098	6,84
kukurydza						
1	6,97	6,76	0,70	0,76	0,103	7,38
2	6,92	6,85	0,70	0,76	0,084	9,05
3	6,69	7,09	0,75	0,73	0,109	6,70
4	6,83	6,60	2,30	0,76	0,112	6,79
5	6,73	6,63	1,65	0,75	0,086	8,72
6	6,90	6,86	0,70	0,72	0,114	6,32

**Tabela 2.** Zawartość przyswajalnych i ogólnych form makroelementów w glebie [ $\text{mg } 100^{-1}\text{g}^{-1}$  s.m.] średnio z różnych wariantów nawozowych w doświadczeniu z uprawą rzepaku ozimego i zbóż

**Table 2.** The average content of available and total forms of macroelements in the soil [ $\text{mg } 100^{-1}\text{g}^{-1}$  dry matter] for the different fertilization variants in the experiment with the cultivation of winter rape and grain crops

Roślina	Składniki przyswajalne			Składniki ogólne				
	P	K	Mg	P	K	Mg	Ca	Na
rzepak	23,4	9,2	2,2	55,7	102,3	77,5	329,1	3,5
pszenica ozima	5,8	9,9	2,2	51,0	101,6	73,1	87,8	3,4
pszenżyto ozime	6,0	9,7	2,6	48,8	90,6	68,4	85,8	2,8
pszenżyto jare	8,1	9,5	1,9	52,8	110,5	81,4	118,6	3,9
kukurydza	20,3	13,0	2,7	59,4	115,9	77,8	228,1	4,5

**Tabela 3.** Ogólna zawartość pierwiastków śladowych w glebie [ $\text{mg kg}^{-1}$  s. m.] średnio z różnych wariantów nawozowych w doświadczeniu z uprawą rzepaku ozimego i zbóż

**Table 3.** Total content of trace elements in the soil [ $\text{mg kg}^{-1}$  dry matter] on the average for different with the cultivation of winter rape and grain crops

Roślina	Pb	Zn	Cu	Ni	Mn	Fe
rzepak	10,6	29,0	4,0	3,6	367,9	5181,3
pszenica ozima	9,5	24,1	3,8	4,0	316,8	5397,5
pszenżyto ozime	7,7	23,0	3,5	4,2	312,9	5036,5
pszenżyto jare	8,8	23,3	3,6	3,6	300,4	5651,7
kukurydza	10,8	26,8	4,7	3,1	358,4	5292,5

Pszenżyto reagowało silniej na nawożenie w porównaniu z pszenicą, gdyż różnica w plonie, w stosunku do kontroli, wynosiła  $25,5 \text{ dt ha}^{-1}$ . Zastosowanie nawozów azotowo-siarkowych, za wyjątkiem produktu, dawało lepszy efekt w porównaniu z użyciem saletry amonowej, jakkolwiek różnice nie zostały potwierdzone statystycznie.

Pszenżyto jare nawożone reagowało przyrostem plonu o około  $13 \text{ dt ha}^{-1}$ , w porównaniu z wariantem kontrolnym. Badane warianty nawozowe w podobny sposób wpływały na plon ziarna a różnice w skrajnym przypadku wynosiły około  $3 \text{ dt ha}^{-1}$ . Można było zaobserwować tendencję do niższego plonowania wariantów nawożonych siarczanem amonu i produktem, w porównaniu z saletrą amonową i kombinacją saletry z nawozami azotowo-siarkowymi.

Kukurydza reagowała wyższą plonem na nawożenie przeciętnie o około 4 dt ha<sup>-1</sup>. Spośród badanych wariantów nawozowych najniższą efektywność nawożenia stwierdzono po zastosowaniu produktu, gdyż plon suchej masy kukurydzy był niższy na tym wariantcie o 15%, w porównaniu z najlepszym wariantem nawozowym. Kombinacja saletry z produktem nieco osłabiła niekorzystne oddziaływanie produktu.

Plony rzepaku ozimego były niskie (Tab. 4), a różnica pomiędzy wariantami nawozowymi w skrajnym przypadku wynosiła około 1 dt ha<sup>-1</sup>. Zaobserwowano jedynie tendencję do lepszego działania kombinacji saletry amonowej z nawozami azotowo-siarkowymi.

**Tabela 4.** Plon ziarna rzepaku i zbóż (dt ha<sup>-1</sup>) oraz plon suchej masy kukurydzy (dt ha<sup>-1</sup>) w zależności od rodzaju zastosowanego nawożenia

**Table 4.** Grain yield of rape and grain crops (dt ha<sup>-1</sup>) and the dry matter yield of maize (dt ha<sup>-1</sup>) depending on the kind of applied fertilization

Wariant	Rzepak ozimy	Pszenica ozima	Pszenżyto ozime	Pszenżyto jare	Kukurydza
1	10,1	38,7	43,1	36,6	11,6
2	13,7	51,0	67,6	50,0	16,3
3	13,8	55,3	69,3	48,6	17,0
4	13,5	58,5	66,3	48,3	14,4
5	14,2	55,8	71,8	51,6	16,2
6	14,6	56,2	67,9	50,2	15,2
Średnia	13,3	52,6	64,3	47,5	15,1
NIR <sub>0,05</sub>	3,58	9,98	7,96	6,19	3,42

Przeprowadzone doświadczenia wdrożeniowe potwierdzają przydatność produktu do nawożenia szerokiego spektrum roślin uprawnych. Szczególnie korzystny efekt nawozowy produktu obserwowano w przypadku pszenicy ozimej. Słabsze działanie produktu na tle innych nawozów stwierdzono u gatunków jarych pszenicy i kukurydzy. Po zastosowaniu produktu w roślinach kukurydzy stwierdzono przebarwienia blaszek a następnie nekrozy w miejscach kontaktu z produktem. Jest to prawdopodobnie efekt zależny nie od składu chemicznego, ale od właściwości fizycznych produktu. Pylista forma powoduje, że produkt bardzo łatwo przy rozprawdzaniu przykleja się do szerokich blaszek liściowych kukurydzy oraz jego nadmiar spływa do nasady blaszek liściowych, powodując uszkodzenia roślin.

**Tabela 5.** Zawartość makroelementów w nasionach rzepaku ozimego i zbóż oraz suchej masie roślin kukurydzy [ $\text{mg } 100^{-1}\text{g}^{-1} \text{ s.m.}$ ] przy różnych wariantach nawozowych

**Table 5.** The content of macroelements in the seeds of winter rape and grain crops and the dry matter of maize [ $\text{mg } 100^{-1}\text{g}^{-1} \text{ dry matter}$ ] of different fertilization variants

Wariant	N	S	P	K	Mg	Ca	Na
rzepak							
1	3192	260	686,4	751,1	300,7	538,5	1,0
2	3724	200	620,4	662,6	278,4	477,0	1,0
3	3780	260	556,6	574,3	260,5	497,0	1,3
4	3808	290	653,4	600,5	275,4	481,0	3,6
5	3864	240	653,4	590,3	275,5	490,0	1,2
6	3920	250	651,2	582,4	275,1	473,0	0,9
pszenica ozima							
1	1988	100	343,2	305,1	130,9	41,1	1,6
2	3080	90	312,4	287,2	112,0	35,7	1,4
3	2520	130	327,8	300,6	121,1	36,7	1,4
4	1994	110	323,4	263,8	104,9	35,1	1,7
5	2800	90	332,2	304,6	120,9	39,0	1,6
6	2716	100	338,8	295,6	120,5	38,8	1,6
pszenżyto ozime							
1	1680	100	303,6	384,6	119,2	35,7	1,4
2	2240	110	283,8	359,1	101,5	37,0	1,3
3	2436	100	297,0	421,7	114,4	38,0	1,4
4	3304	110	281,6	377,7	106,9	35,8	1,3
5	2100	90	303,6	411,7	118,7	41,8	1,4
6	2044	90	290,4	390,2	112,2	38,5	1,3
pszenżyto jare							
1	3192	100	325,6	398,4	125,3	29,3	1,8
2	3416	100	330,0	414,5	114,8	32,5	1,6
3	2548	110	325,6	398,9	111,5	33,2	2,0
4	2660	110	325,6	393,3	112,9	34,3	1,9
5	2940	110	321,2	391,5	112,9	33,2	1,6
6	3199	110	314,6	366,4	112,6	33,2	1,5
kukurydza							
1	1960	140	303,6	3046	95,3	437,5	6,3
2	1932	140	378,4	2793	123,3	442,0	4,5
3	1876	120	376,2	2388	135,0	481,0	4,7
4	2156	150	393,8	2156	100,1	395,0	4,1
5	1904	120	363,0	2468	135,4	390,0	4,1
6	1624	130	316,8	2210	113,3	353,5	3,8

Zastosowane w doświadczeniach warianty nawożenia azotowego istotnie wpłynęły na zawartości azotu ogólnego, a tym samym białka w roślinach. Wszystkie formy nawozów powodowały wzrost azotu ogólnego w roślinach rzepaku i kukurydzy oraz ziarnie pozostałych zbóż, w stosunku do kontroli, przy czym oznaczone ilości były znacznie wyższe niż najczęściej spotykane w tych roślinach. Słabo zaznaczył się wpływ nawozów azotowo-siarkowych na ilość siarki ogólnej w zbożach. Natomiast korzystne zwiększenie tego pierwiastka, przy nawożeniu produktem, stwierdzono w nasionach rzepaku. Zdaniem Krauze i Bowszys [6] siarka decyduje o jakości technologicznej i zawartości kwasów tłuszczowych w nasionach rzepaku. Oznaczone w badanych roślinach, ilości makroelementów (P, K, Mg, Ca i Na) i metali ciężkich (Cd, Ni, Pb, Zn, Cu, Mn i Fe) są według Krzywego i in. [7] oraz Kamińskiej i in. [5], zbliżone do najczęściej spotykanych w tych gatunkach roślinach (Tab. 5 i 6). Uzyskane wyniki składu chemicznego badanych roślin uprawnych dowodzą ich dobrej wartości technologicznej i paszowej.

**Tabela 6.** Zawartość pierwiastków śladowych w nasionach rzepaku ozimego i zbóż oraz w suchej masie roślin kukurydzy [ $\text{mg kg}^{-1}$  s.m.] średnio z różnych wariantów nawozowych

**Table 6.** The content of trace elements in the seeds of winter rape and grain crops and the dry matter of maize [ $\text{mg kg}^{-1}$  dry matter] for different fertilization variants

Roślina	Cd	Ni	Pb	Zn	Cu	Mn	Fe
rzepak	n.s.	1,2	1,8	41,0	2,9	32,1	107,6
pszenica ozima	0,1	1,8	1,7	36,1	2,0	32,8	40,6
pszenżyto ozime	n.s.	0,4	0,8	35,1	2,0	35,0	30,5
pszenżyto jare	0,1	1,3	0,7	34,7	2,6	29,3	38,8
kukurydza	0,3	7,6	0,7	11,8	2,8	28,6	104,4

n.s. - poniżej poziomu wykrywalności

## WNIOSKI

- Otrzymywany z radiacyjnego oczyszczania spalin z  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$ , produkt w postaci siarczanu amonu (ok. 90%) i azotanu amonu (ok. 10%) nie różni się istotnie zawartością metali ciężkich, od stosowanych w rolnictwie nawozów azotowych. Oddziałuje on na właściwości chemiczne gleby podobnie, jak znajdujący się w dystrybucji handlowej siarczan amonu.
- Szczególnie korzystny efekt nawozowy produktu w doświadczeniach wdrożeniowych zaobserwowano w przypadku plonu pszenicy ozimej. W nasionach



rzepaku i pszenżyta ozimego oraz w suchej masie kukurydzy, w wariancie z zastosowanym produktem, zauważalny jest wzrost ilości azotu ogólnego i siarki ogólnej.

#### LITERATURA

1. **Fotyma M., Mercik S.:** Chemia rolna. PWN, Warszawa, 1995.
2. Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zwartości w glebach makro- i mikroelementów. Inst. Upr. Nawoż. i Glebozn. Seria P, (44), Puławy, 1990.
3. **Kabata-Pendias A.:** Zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi gleb użytków rolnych. W: Wybrane zagadnienia związane z chemicznym zanieczyszczeniem gleb. PAN, Wydaw. Ossolineum, Wrocław, 69-81, 1989.
4. **Kabata-Pendias A., Piotrowska M.:** Pierwiastki śladowe jako kryterium rolniczej przydatności odpadów. Inst. Upr. Nawoż. i Glebozn. Seria P, (33), 1987.
5. **Kamińska W., Kardasz T., Strahl A.:** Skład chemiczny roślin uprawnych i niektórych pasz pochodzenia roślinnego. Inst. Upr. Nawoż. i Glebozn. Puławy 1976.
6. **Krauze A., Bowszys T.:** Wpływ stosowania różnych technologii nawozów siarkowych na plonowanie i jakość rzepaku ozimego i jarego. Fol. Univ. Agric. Stetin. 204, Agric. (81), 2000.
7. **Krzywy E., Nowak W., Wołoszyk Cz.:** Chemia Rolna. Wydaw. AR Szczecin, 1997.
8. **Niedźwiecki E., Koźmiński Cz.:** Agricultural production of light soil in the protective zone of Miedwie lake water intake for Szczecin. Roczn. Glebozn. T. 45, 1/2, 21-26, 1994.
9. **Niedźwiecki E., Stankowski S., Malinowski R.:** Skład chemiczny produktu w postaci siarczanu amonu i saletry amonowej z odsiarczania i odazotowania spalin oraz jego wpływ na właściwości gleby piaszczystej. Folia Univ. Agric. Stetin. 204, Agricultura (81), 197-202, 2000.
10. **Niedźwiecki E., Stankowski S., Murkowski A., Malinowski R.:** Wstępne badania przydatności nawozowej produktu w postaci siarczanu amonu i saletry amonowej z odsiarczania i odazotowania spalin kotłowych pod uprawę kukurydzy. Folia Univ. Agric. Stetin. 204, Agricultura (81), 203-210, 2000.
11. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska: Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Bibl. Monitoringu Środ., Warszawa, 1995.
12. **Stankowski S., Niedźwiecki E., Malinowski R.:** Wstępne wyniki badań polowych nad wpływem produktu z radiacyjnego oczyszczania spalin z SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> na skład chemiczny gleby oraz plon i jakość ziarna pszenicy jarej. Folia Univ. Agric. Stetin. 204, Agricultura (81), 211-218, 2000.
13. **Stankowski S., Niedźwiecki E., Malinowski R., Woś H.:** Wstępne wyniki badań polowych nad wpływem produktu z radiacyjnego oczyszczania spalin z SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> na skład chemiczny gleby oraz plon i jakość nasion rzepaku ozimego. Folia Univ. Agric. Stetin. 204, Agricultura (81), 219-226, 2000.

THE INFLUENCE OF THE PRODUCT FROM RADIATION  
PURIFICATION OF FLUE GASES OF SO<sub>2</sub> AND NO<sub>x</sub> ON THE CHEMICAL  
COMPOSITION OF THE SOIL, AND THE YIELD AND QUALITY  
OF CULTIVATED CROPS

*E. Niedźwiecki<sup>1</sup>, S. Stankowski<sup>2</sup>, R. Malinowski<sup>1</sup>, R. Maciorowski<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Soil Science, Agricultural University

J. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

<sup>2</sup>Department of Biometry and Experimentation, Papieża Pawła VI 3, 71-442 Szczecin

**Summary.** The product, obtained from radiation purification of flue gases of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>, was the mixture of ammonium sulphate (85-95%) and ammonium nitrate (5-10%) and contained 20,4% of nitrogen all in all, 20,9% of sulphur and small amounts of other macroelements. The applied product for fertilizing winter rape, maize, winter wheat, winter and spring triticale, simultaneously with other commercially distributed nitrogen fertilizers, affected the chemical properties of the soil similarly to nitrogen – sulphur fertilizers. A more distinct effect of the applied fertilizer variants was observed in the chemical composition of the plants, first of all in the increase of total nitrogen and sulphur in rape and triticale seeds and dry matter of maize.

**Key words:** nitrogen and sulphur fertilization, soil properties, seeds- chemical composition, technological value.