

Metoda utylizacji odpadów z przemysłu drobiarskiego na nawozy wieloskładnikowe

Utilization of poultry wastes to multicomponent fertilizers

Przedstawiono metodę utylizacji odpadów powstających w ubojniach drobiu (kaczki, gęsi, indyki, brojlery, kury). Odpady te są uciążliwe do składowania i stanowią problem sanitarny. Istota rozwiązania polega na mineralizacji składników nawozowych w odpadach stężonym kwasem siarkowym. Zawiesina porozkładowa, po separacji tłuszczu i rafinacji do jakości tłuszczu paszowego III gatunku, jest neutralizowana amoniakiem, a następnie wprowadzana do granuladora wraz z substancjami odpadowymi (popioły). Następnie formuła nawozu jest korygowana dodatkiem chlorku potasu i fosforanu jednoamonowego. Przedstawiono również możliwość wytwarzania nawozu zawiesinowego typu NPK(S) przeznaczonego dla roślin siarkolubnych (jęczmień, rośliny strączkowe) oraz wytwarzania preparatu zapobiegającego emisji związków azotu w przechowywanej gnojowicy. Nawozy te wykazały w badaniach wegetacyjnych dobre działanie plonotwórcze. Rozwiązanie jest w trakcie realizacji cyklu badawczo-wdrożeniowego.

Poultry slaughter wastes (feathers, skin, bones, muscular tissue, fat, blood) were mineralized with 65% H_2SO_4 , neutralized with NH_3 , modified by addn. of H_3PO_4 , $NH_4H_2PO_4$, K salts and ashes, granulated and dried to produce NPK(S) fertilizers contg. N 6–12%, P_2O_5 6–18%, K_2O 7–12% and SO_3 12–18% (bulk d. 900–1000 kg/m³, grain

strength 10–30 N). In some expts., the modified mixt. was added to stored manure to produce a suspension fertilizer (d. 1.5–1.65 kg/L, viscosity up to 1000 cP, pH 6.2–6.4) contg. N 8–12%, P_2O_5 5–6% and K_2O 4–7%. The fertilizing activity of the products was tested on radish and cress seeds by measuring their germination ability. The fertilizers did not significantly differ in their usability (germination efficiency 65–95%). The emission of N compds. from the manure was considerably reduced.

Odpady z sektora rolno-spożywczego powstają głównie w ubojniach, zakładach przetwórstwa mięsnego, mleczarniach, chłodniach, gospodarstwach rolnych, ogrodnictwie i hodowlanych, cukrowniach, browarach, gorzelniach oraz innych zakładach zajmujących się produkcją i przetwórstwem żywności. Liczba zakładów tego typu jest w Polsce bardzo duża i sięga kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu tysięcy. W zakresie zagospodarowywania odpadów osiągnięto znikomy postęp, co wynika z trudności ich utylizacji ze względu na zróżnicowane właściwości fizyczne i chemiczne, małą trwałość biologiczną oraz nierównomierną generację w cyklu rocznym¹⁾.

Najwięcej odpadów organicznych pochodzenia roślinnego powstaje w cukrowniach. Są one przeznaczone głównie na cele rolnicze. Odpady z przetwórstwa owoców i warzyw są przeznaczane na pasze oraz wykorzystywane jako surowce w produkcji pektyn, destylatów owocowych, kwasu cytrynowego, aromatów i barwników. Odpady te w większości mogą być stosowane w procesie współkompostowania np. z osadami ściekowymi²⁾ (tabela 1).

Osady ściekowe z zakładowych oczyszczalni ścieków jedynie w niewielkim stopniu są poddawane procesom odzysku lub unieszkodliwiania w zakładach przemysłu mięsnego. Osady te składają się głównie z tłuszczów zwierzęcych, białka, odchodów zwierzęcych i krwi. Mogą być dodawane do masy kompostowej lub unieszkodliwiane za pomocą metod biologicznych. Obecnie w Polsce dominującym sposobem uniesz-

Prof. dr hab. inż. Henryk GÓRECKI – notkę biograficzną i fotografię Autora drukujemy w bieżącym numerze na str. XXX

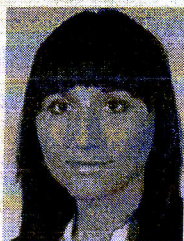
Dr Helena GÓRECKA – notkę biograficzną i fotografię Autorki drukujemy w bieżącym numerze na str. XXX

Dr hab. inż. Katarzyna CHOJNACKA, prof. PWr – notkę biograficzną i fotografię Autorki drukujemy w bieżącym numerze na str. XXX

Prof. dr hab. inż. Zbigniew DOBRZAŃSKI – notkę biograficzną i fotografię Autora drukujemy w bieżącym numerze na str. XXX

* Autor do korespondencji:

Instytut Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych, Politechnika Wrocławska,
ul. Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław,
tel.: (71) 320-24-86, fax: (71) 320-34-69,
e-mail: helena.gorecka@pwr.wroc.pl



Mgr inż. Małgorzata ARTMAŃSKA w roku 2009 ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Jest zatrudniona w Instytucie Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej. Specjalność – chemia techniczna i systemy jakości w technologii chemicznej.

Tabela 1. Odpady przemysłu spożywczego wytworzone i w przeszłości składowane (2007 r.)³⁾, Tg

Table 1. The wastes of food-processing industry produced and deposited in the past, Tg

Ogółem	Poddane odzyskowi	Unieszkodliwione		Magazynowane czasowo	Odpady dotychczas składowane (nagromadzone; stan w końcu 2007)
		razem	w tym składowane		
58 729	42,2	15,0	12,1	1,5	757 554

Tabela 2. Ilości komunalnych osadów ściekowych wytwarzanych w Polsce w latach 1999–2004⁵⁾

Table 2. Amounts of municipal wastewater deposits in Poland in 1999–2004⁵⁾

Rok	Ilość wytwarzanych osadów, Gg s.m.	Odsetek ludności obsługiwanej przez oczyszczalnie, %
1999	354	48,0
2002	435	56,7
2004	476	59,0

kodliwiania osadów ściekowych jest gromadzenie ich na składowiskach odpadów komunalnych, na wydzielonych na terenie oczyszczalni składowiskach lub w lagunach. Jednak w zaleceniach UE postuluje się zakaz składowania odpadów o zawartości ponad 5% substancji organicznych, co w praktyce eliminuje możliwość ich składowania. Od 2015 r. nie będzie możliwości deponowania osadów na składowiskach. Zakłada się, że osady w 52% będą wykorzystane rolniczo lub będą poddane kompostowaniu, a w pozostałej części spalane⁴⁾ (tabela 2).

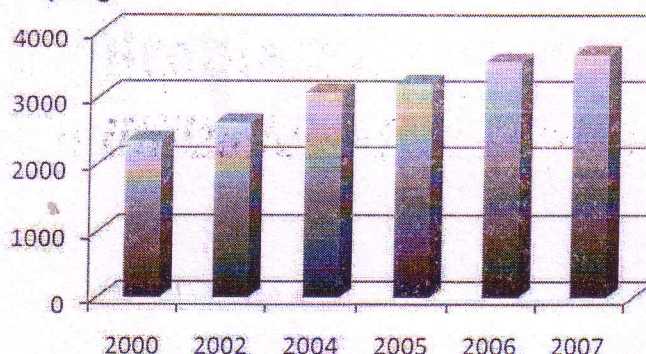
Największe problemy z zakresu gospodarowania odpadami są udziałem branży mięsnej i drobiarskiej oraz ściśle z nimi powiązanej branży utylizacyjnej. Ilość odpadów w tych branżach szacuje się na ok. 700 Gg, z czego odpady szczególnego ryzyka stanowią 45 Gg, odpady wysokiego ryzyka 60 Gg, a odpady niskiego ryzyka 565 Gg. Średniej wielkości zakłady drobiarskie produkują dodatkowo ok. 7–8 Gg odpadów rocznie. Średniej wielkości ferma wytwarza w ciągu doby ok. 7 Mg pierza kurzego o zawartości wilgoci ok. 40%. W Polsce rocznie produkuje się 8–9 Gg tego odpadu. Kolejnym przykładem może być ferma niosek, w której ilość padłych z przyczyn naturalnych kur szacuje się miesięcznie na ok. 0,5% obsady, co przy obsadzie fermy 100 tys. sztuk daje straty 33 kg dziennie. W skali roku jest to ponad 12 Mg⁶⁾ (tabela 3).

Tabela 3. Odpady inne niż niebezpieczne wg sposobu unieszkodliwiania, 2006 r.³⁾, Gg

Table 3. The wastes other than hazardous according the method for their processing in 2006³⁾, Gg

Rodzaj odpadów	Odpady poddane odzyskowi w procesach innych niż spalanie	Odpady unieszkodliwiane w procesach składowania i magazynowania	Odpady unieszkodliwiane biologicznie
Odpady zwierzęce i roślinne z wyłączeniem odpadów zwierzęcych z preparatów i produktów żywnościowych, uryna i obornik	1 116,6	2 505,0	44,231
Odpady zwierzęce z preparatów i produktów żywnościowych	0,000	0,098	0,031
Odchody zwierzęce, mocz i obornik	325,8	0,161	0,300

tys.Mg

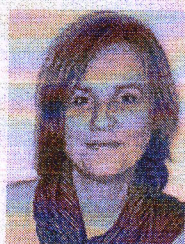


Rys. 1. Tendencja zmian w skali produkcji przemysłu mięsnego w Polsce w latach 2000–2007³⁾

Fig. 1. Trends in the capacity of the meat-processing industry in Poland in 2000–2007³⁾

Skala produkcji przemysłu mięsnego w Polsce zwiększa się z roku na rok (rys. 1), więc ilość generowanych odpadów zarówno z hodowli, jak i z przetwórstwa mięsnego także będzie wzrastać. Wraz z nią zwiększać się będzie zagrożenie dla środowiska. Dlatego tak ważne jest poszukiwanie i wdrażanie nowych sposobów przetwarzania ścieków hodowlanych i odpadów na produkty nie zagrażające środowisku.

Nowym problemem, ale jednocześnie nową możliwością, jest wykorzystanie do celów nawozowych produktów chemicznego przetwarzania osadów ściekowych oraz popiołów ze spalania biomasy. Odnawialne źródła energii stają się istotnym składnikiem bilansów energetycznych państw europejskich i będą one ogrywać zasadniczą rolę w działaniach na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych, poprawy bezpieczeństwa energetycznego i wspierania rozwoju społeczno-gospodarczego.



Mgr inż. Marzanna BARAŃSKA w roku 1994 ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Jest pracownikiem Zakładu Chemii dla Rolnictwa Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej. Specjalność – technologia chemiczna.



Mgr inż. Sylwia BIEGAŃSKA w roku 2007 ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Jest pracownikiem Zakładu Chemii dla Rolnictwa Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej. Specjalność – chemia techniczna.

Tabela 4. Skład chemiczny popiołów z niektórych rodzajów biomasy i węgla brunatnego¹⁾, %

Table 4. Chemical composition of ash from combustion of biomass and lignite, %

Biomasa	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O
Kora drzewna	15,8–38,2	0,84–2,04	0,88–1,72	0,27–0,33	0,78–1,21
Zrębki	17,9–37,5	3,01–6,52	2,87–7,08	0,40–1,96	2,40–11,70
Słoma	7,28–34,50	2,27–2,77	3,71–7,62	0,08–2,19	25,0–28,3
Trociny sosnowe	3,61	0,73	0,67	0,24	2,21
Wierzba	48,60	4,29	6,44	0,63	9,29
Mączki mięso-kostne	b.d.	b.d.	3,46–4,41	0,5–1,3	0,4–0,7
Węgiel brunatny	4,10	1,68	0,18	1,47	1,19

b.d. brak danych

Tabela 5. Zawartość składników nawozowych w wybranych odpadach¹⁾, %Table 5. Content of fertilizing components in some wastes¹⁾, %

Rodzaj odpadu		Sucha masa	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Odpady drobiarskie	kości	40–80	4,07	25,5	0,91
	pierze	40–50	10,4	0,46	0,33
Obornik	bydlęcy	25,0	0,64	b.d.	b.d.
	trzody chlewnej	25,0	0,55	b.d.	b.d.
Gnojówka		1–2	0,3–0,6	< 0,04	b.d.
Gnojowica	bydlęca	8,0	0,27	b.d.	b.d.
	trzody chlewnej	4,0	0,30	b.d.	b.d.
Pomiot ptasi	kurzy	50,0	2,31	b.d.	b.d.
	indyjskie	55,0	2,40	b.d.	b.d.
Komposty	z resztek roślinnych ¹	b.d.	0,9–1,8	0,12–0,94	0,1–1,04
	z odpadów komunalnych ²	b.d.	0,7–2,6	0,4–1,4	0,2–0,7
Słoma		90,0	0,5–0,7	0,2	1,5
Osady ściekowe		0,39–3,97	3,99–7,37	b.d.	b.d.
Osady ściekowe ze ścieków garbarskich ³		18,0	4,1	2,26	b.d.
Łupiny orzecha		b.d.	0,96	0,28	5,17
Odpady z produkcji herbaty		b.d.	2,46	0,48	5,83
Odpady z produkcji tytoniu		b.d.	1,97	0,45	4,71
		%	g/kg		
Wywar gorzelniany ⁴	kukurydziany	7,41	21,6	b.d.	b.d.
	żytni	5,83	30,7	b.d.	b.d.
	mieszany	5,99	27,6	b.d.	b.d.
Mieszanina odpadów poubojowych (gęsi, kaczki) ⁵		30–40	2,8	0,8	0,4

b.d. brak danych

¹Badania dotyczyły odpadów roślinnych produkowanych w kompostowniach Warszawy²Na podstawie wyników uzyskanych z analizy składu kompostu wyprodukowanego wg technologii DANO w Katowicach w latach 1993–2001³Dane dotyczą próbek osadów z oczyszczalni biologiczno-mechanicznej Krakowskich Zakładów Garbarskich, pobieranych w 4 tygodniowych seriach przez okres 4 miesięcy⁴Wywary gorzelniane wykorzystane do badań pochodziły z gorzelnii „Agro-San” w Jurowcach. Probki pobrano w okresie zimowym 2007 r.⁵Odpady stanowiące surowiec w prowadzonych badaniach nad wytwarzaniem nawozów typu NPK(S)

W traktacie akcesyjnym o przystąpieniu do Unii Europejskiej Polska zadeklarowała wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej do 7,5% w 2010 r. i do 14% w 2020 r. Ponieważ hydrogeologiczne uwarunkowania Polski nie pozwalają uzyskać tak znacznego udziału odnawialnych źródeł z energetyki wodnej, wiatrowej lub geotermalnej, największym zainteresowaniem cieszy się biomasa.

Biomasa jako paliwo pochodzi obecnie z odpadów przemysłu rolnospożywczego i z leśnictwa. Jest nią drewno, słoma, produkty uboczne z hodowli zwierząt i plantacje roślin dobieranych specjalnie dla celów energetycznych. Z 2 Mg biomasy można obecnie uzyskać tyle energii, ile z 1–1,5 Mg węgla kamiennego. Jednocześnie stosowanie biomasy do celów energetycznych pozwala spełnić ostre kryteria dotyczące ogra-

niczenia emisji do atmosfery dwutlenku węgla, tlenków siarki i azotu, pyłów, dioksyn, chloru oraz metali ciężkich. W wyniku spalania biomasy emitowana jest taka ilość CO_2 , jaką rośliny pobrały wcześniej z otoczenia. Mała zawartość azotu w biomase przyczynia się do ograniczenia emisji NO_x . W związku z tym, że wykorzystanie biomasy do celów energetycznych będzie stale rosło, zwiększała się będzie także ilość popiołów powstających w wyniku jej spalania. Podczas spalania czystej biomasy powstaje 0,5–12,5% popiołu, który może być wykorzystany jako nawóz mineralny. Popioły z poszczególnych rodzajów biomasy różnią się znacząco składem chemicznym¹⁾ (tabela 4).

Zawartość składników nawozowych w wybranych odpadach zawiera tabela 5.

Uzasadnienie celowości badań

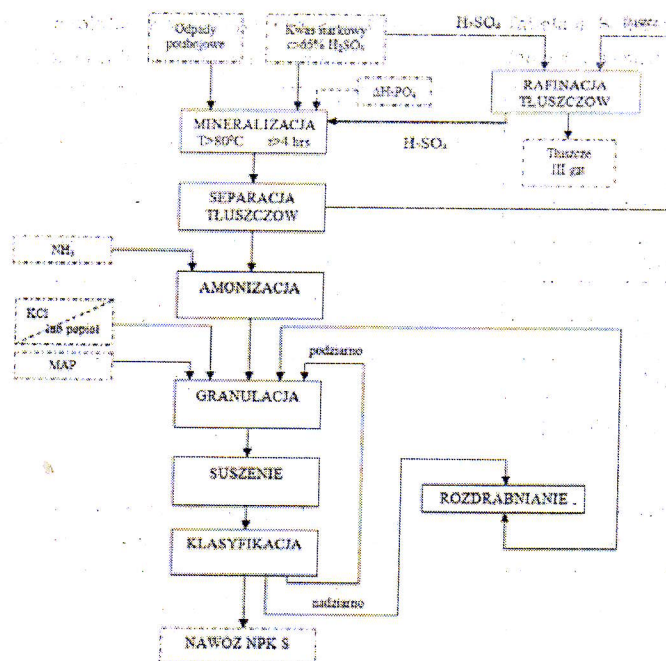
Większość ubojni drobiu, a także ubojni zwierząt gospodarskich ma coraz większe problemy z pozbywaniem się uciążliwych odpadów ze względu na ich skład i zagrożenie sanitarne, ale również na rosnące koszty związane z ich zagospodarowaniem. W chwili obecnej większa ubojnia drobiu w ciągu doby wytwarza 20–30 Mg odpadów poubojowych (pierze, jelita, krew, tkanka mięsna). Koszt odbioru tych odpadów to aż 300–400 zł/Mg, co w ciągu roku wymaga wydatkowania 2–4 mln zł⁸⁾. W 1 Mg takich odpadów znajduje się 20–30 kg N, 2–8 kg P_2O_5 i 1–5 kg K_2O . Przy założeniu, że składniki zawarte w 1 Mg odpadów zostaną włączone w produkt nawozowy, ich rynkowa wartość nawozowa wyniesie 20–60 zł, a w skali roku 0,2–0,6 mln zł. Dodatkową wartość można uzyskać, wykorzystując do wytwarzania stałego granulowanego nawozu popioły ze spalania mączki kostnej, biomasy⁹⁾ lub drewna.

Koncepcja utylizacji zakłada mineralizację wszystkich wytworzonych w ubojni odpadów w procesie rozkładu stężonym, co najmniej 65-proc. H_2SO_4 . Rozwiązanie takie, chronione patentem zgłoszonym przez Politechnikę Wrocławską¹⁰⁾, umożliwia korzystanie ze zużytych kwasów siarkowych powstających w wielu zakładach (Petrochemia Blachownia, Zachem, KGHM), dając w efekcie nawóz o podwyższonej zawartości siarki, wyjątkowo dobrze nadający się do nawożenia roślin siarkolubnych, takich jak rzepak, rośliny motylkowe i wiele warzyw.

Metoda wytwarzania nawozów wieloskładnikowych z odpadów poubojowych

Zgodne z założeniami rozwiązanie technologiczne powinno być integralną częścią układów technologicznych ubojni, zapewniając przetworzenie na produkty nawozowe wszystkich powstających w trakcie uboju odpadów (pierze, skóra, kości, tkanka mięsna, tłuszcz, krew). Zakłada się więc zmienność składu wsadu surowcowego, a także konieczność usunięcia ze strumienia odpadów porozkładowych tłuszczów, których zawartość w mieszaninie odpadów poubojowych jest zmienna i wynosi 1–10% mas. Zmienność składu komponentów nawozowych może być jednak buforowana poprzez stosowanie nadmiaru kwasu siarkowego, neutralizowanego amoniakiem, oraz wzbogacenie strumienia nawozowego półproduktami (ekstrakcyjny kwas fosforowy, fosforan amonowy, sole potasu, popioły).

Biorąc pod uwagę sezonowe stosowanie nawozów jesienią i wiosną przy ciągłej pracy ubojni, rozwiązanie produkcyjne wymaga konieczności budowy obiektu technologicznego obejmującego węzeł granulacji, suszenia i klasyfikacji, co wiąże się również z ponoszeniem wydatku energetycznego na suszenie i cyrkulację strumienia granulowanego. Rozwiązanie takie przedstawiono na schemacie ideowym na rys. 2. Proces technologiczny polega na mineralizacji mieszaniny odpadów poubojowych stężonym kwasem siarkowym (co najmniej 65-proc. H_2SO_4), przy czym stosunek H_2SO_4 do masy odpadów (zawierającej 40–60% wody) wynosi 0,8–1,2. Stosowanie większego nadmiaru kwasu przy neutralizacji strumieniem amoniaku pozwala uzyskiwać produkty o większej zawartości azotu. Mineralizację odpadów prowadzi się w temperaturze wyższej niż 80°C, przy czasie przebywania co najmniej 4 h. Rozkład może być prowadzony również z dodatkiem kwasu fosforowego lub azotowego wraz z dodatkiem mocznika (rys. 2).



Rys. 2. Schemat ideowy wytwarzania granulowanego nawozu NPK(S) o składzie 6–12% N, 6–18% P_2O_5 , 7–12% K_2O (12–18% SO_3) z separacją substancji tłuszczowych

Fig. 2. Production of the granulated NPK(S) fertilizer containing N 6–12%, P_2O_5 6–18%, K_2O 7–12% (SO_3 12–18%) with separation of fats

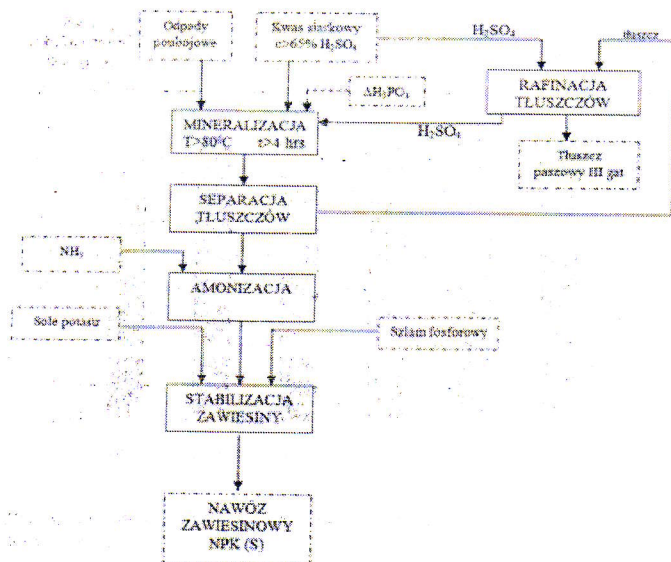
Ze względu na zawartość tłuszczów w odpadach, w układzie technologicznym przewidziano zbiornik-sedymentator, o czasie przebywania ok. 1 h, i proces rafinacji tłuszczów wejściowym stężonym kwasem siarkowym. Rafinacja taka, jak wykazują badania, pozwala uzyskać tłuszcz odpowiadający normatywowi tzw. tłuszczu paszowego III gatunku, spełniającego wymagania jakościowe (zawartość wody < 1,5%, liczba nadtlenkowa < 20 meq O/kg^{11,12)}. Roztwór porozkładowy po usunięciu tłuszczów neutralizuje się w reaktorze typu cross-reactor gazowym amoniakiem i wprowadza się do granulatora wraz z dodatkiem fosforanu(V) amonu (MAP) oraz cyrkulującego strumienia podziarnego i mielonego nadziarnego. Stosunek recyrkulatu do odbieranego produktu o średniej 1–3 mm wynosi 3–8.

Wytwarzany w badaniach czwórtotechniczny produkt, w zależności od stosowanego nadmiaru kwasu i składu mieszaniny odpadów, zawierał N 6–12% (w tym 4–8% w formie N- NH_4), P_2O_5 6–8%, K_2O 8–10%, SO_3 12–20%. Gęstość usypowa uzyskanego granulatu wynosiła 900–1100 kg/m³, a wytrzymałość granulki mierzona aparatem ERWEKA TBH 10–30 N.

W negocjacjach z właścicielem ubojni rozważany jest również wariant uproszczony, polegający na mineralizacji odpadów i separacji tłuszczów na terenie ubojni i przesyłaniu zawiesiny porozkładowej do zakładów wytwarzających nawozy NPK w formie granulowanej. Analizowany jest również taki wariant, który rozwiązałby problem pełnej utylizacji odpadów w ciągu 4–5 miesięcy (wrzesień, październik, miesiące wiosenne). To rozwiązanie technologiczne, znacznie uproszczone pod względem aparaturowym i o małym zużyciu energii, polega na wytwarzaniu wieloskładnikowych nawozów w formie zawiesinowej do bezpośredniego dogłębowego stosowania. Pozwala więc na eliminację z linii technologicznej bardzo kosztownego i trudnego w eksploatacji węzła granulacji. Na rys. 3 przedstawiono schemat ideowy rozwiązania wariantowego.

Do stabilizacji zawiesiny nawozowej, która już ma wyraźne właściwości cieczy nieniułonowskiej (brak sedymentacji) można wprowadzić jako korektę formuły nawozowej szlamy z oczyszczania ekstrakcyjnego kwasu fosforowego lub w ograniczonej ilości (do 5–10% zawiesiny) popioły zawierające związki potasu i magnezu.

Sprawdzono również wpływ dodania strumienia porozkładowego na stabilizację składu gromadzonej w zbiornikach gnojowicy. Badania



Rys. 3. Schemat ideowy wytwarzania nawozu zawiesinowego NPK(S) o składzie 8-12% N, 5-6% P_2O_5 , 4-7% K_2O

Fig. 3. Production of the suspension NPK(S) fertilizer containing N 8-12%, P_2O_5 5-6% and K_2O 4-7%

laboratoryjne¹³) wykazały, że dodatek powyżej 0,5% tego półproduktu do gnojowicy może niezwykle skutecznie zmniejszyć emisję związków azotu z gnojowicy, nawet o ponad 50%. Badania te zostały poprzedzone doświadczeniami nad dodatkiem kwasu siarkowego do gnojowicy w gospodarstwach rolnych w Wielkopolsce. Wykazano bardzo dużą skuteczność takiego zabiegu¹³). Wprowadzenie takiej modyfikacji w gospodarce rolnej wymaga przede wszystkim badań w skali technicznej oraz działań nad upowszechnieniem tego rozwiązania.

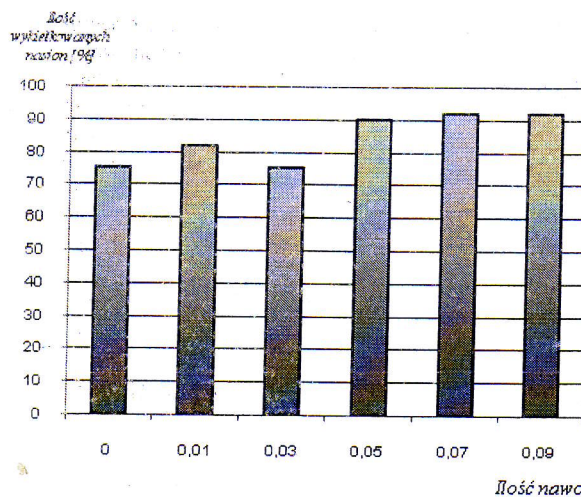
Wytworzony w badaniach ćwierćtechnicznych nawóz zawiesinowy miał gęstość 1,50-1,65 kg/dm³, barwę czarnobrazową, lepkość do 1000 cP i pH 6,2-6,4. W zależności od stosowanej ilości kwasu siarkowego w procesie mineralizacji oraz zastosowanych produktów uzyskano nawozy zawierające N 8-12%, P_2O_5 5-6% i K_2O 4-7%.

Badania zdolności kiełkowania

Zbadano przydatność rolniczą wytworzonych nawozów¹⁵). Badania te obejmowały testy zdolności kiełkowania nasion rzodkiewki i rzeżuchy. Nasiona umieszczano na wacie i podlewano wodą dejonizowaną, a następnie do każdej z szalek wprowadzano zróżnicowane dawki nawozów. Liczba wykiełkowanych roślin w stosunku do liczby umieszczonych na wacie nasion pozwoliła na ustalenie, czy nawóz nie przejawia biologicznej toksyczności dla roślin. Na rys. 4 i 5 przedstawiono wyniki tych testów, w szerokich przedziałach stężeń nawozów (0-0,1%), stwierdzając, że nie ma istotnych różnic statystycznych w liczbie kiełków. W przypadku doświadczenia z nasionami rzodkiewki, zdolność kiełkowania wynosiła ok. 86%, a w przypadku rzeżuchy ok. 82%.

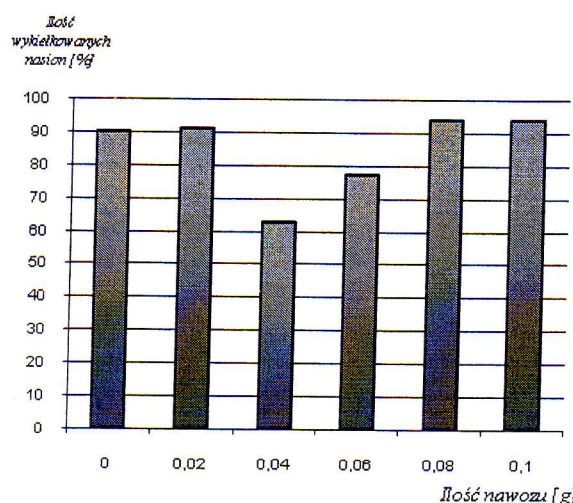
Badania właściwości nawozowych

W uzgodnieniu ze specjalistami z zakresu uprawy i nawożenia wytworzono do badań vegetacyjnych dwa produkty, granulowany i zawiesinowy, przeznaczone do testów vegetacyjnych w badaniach mikropoletkowych w uprawie rzepaku jarego i gorczycy białej w Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB (IUNG-PIB) w Jelczu-Laskowicach. Badania przeprowadzono na glebach pławych o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego na glinie lekkiej i średniej. Gleby te cechował odczyn kwaśny lub lekko kwaśny (pH 5,0-6,0) oraz średnia zawartość fosforu, potasu i magnezu. Testy vegetacyjne prowadzono na mikropoletkach o powierzchni 3 m², w trzech powtórzeniach z obiektem kontrolnym. Roślinami testowymi były rzepak jary odmiany Huzar i gorczyca biała odmiany Ascot.



Rys. 4. Liczba wykiełkowanych nasion rzodkiewki w zależności od dawki nawozu

Fig. 4. Number of radish germs as a function of fertilizer dose



Rys. 5. Liczba wykiełkowanych nasion rzeżuchy w zależności od dawki nawozu

Fig. 5. Number of cress germs as a function of fertilizer dose

Określono wpływ badanego nawozu na wielkość suchej masy rzepaku jarego. Dokonano oceny przyswajalności przez rośliny głównych składników pokarmowych (N, P, K, Mg, Ca, Na i S). Porównano działanie dwóch dawek badanego nawozu z działaniem komercyjnych nawozów mineralnych prostych. Oceniono stan odżywienia roślin składnikami pokarmowymi w wybranych fazach rozwojowych roślin testowych. Dokonano oceny zawartości Cd, Zn, As, Pb i Hg w roślinach rzepaku i gorczycy pobieranych z obiektów nawożonych badanymi nawozami oraz nawozami stosowanymi w praktyce rolniczej¹⁴).

Schemat doświadczenia uwzględniał obiekt kontrolny (bez nawożenia), obiekty z nowymi nawozami w mniejszej dawce (80 kg N/ha), w dawce 2 razy większej (160 kg N/ha) oraz porównawczo z nawozami prostymi (komercyjnymi) w identycznych dawkach. Cały test obejmował 11 doświadczeń dla uprawy rzepaku i 11 dla gorczycy białej w różnych wariantach wprowadzania nawozów¹⁴).

Wytworzone w warunkach laboratoryjnych nawozy granulowany S-NPK(S) 6:8:7(18) i zawiesinowy L-NPK(S) 8:5:7(15) przebadano w trwającym 2 lata doświadczeniu mikropoletkowym w celu określenia ich przydatności rolniczej w uprawie rzepaku jarego i gorczycy białej.

W testach vegetacyjnych badano właściwości nawozów wytworzonych z odpadów poubojowych z Zakładu AMI Aksamsky z Mikstatu w skali ćwierćtechnicznej. Skład wytworzonych produktów aplikacyjnych podano w tabeli 6. Pełną dokumentację badań przedstawiono w opracowaniu IUNG-u¹⁶) oraz w pracy¹⁴).

Tabela 6. Skład nawozów wytworzonych w skali 1/4-technicznej

Table 6. Composition of the fertilizers made in the pilot plant

Składnik	Jednostka	Granulowany S-NPK(S)	Zawiesinowy L-NPK(S)
P ₂ O ₅	%	5,6	5,6
K ₂ O	%	7,6	7,6
SO ₃	5	15	15
N ogólny	%	6,15	7,9
w tym:			
N-NH ₄	%	2,62	2,6
N-NO ₂	%	0,61	3,7
N-org	%	2,42	1,2
As	ppm	19,2	8,51
Cd	ppm	2,81	< 0,05
Hg	ppm	0,46	0,002
Pb	ppm	96,22	< 1,0

Tabela 7. Plony suchej masy rzepaku jarego

Table 7. Crop of dry mass of spring rape

Obiekt	Plon kg/3m ²	Plon względny
Kontrolny	1,3	100
NPK 80*	1,61	124
S-NPK(S) 80	1,60	123
L-NPK(S) 80	1,62	125

*nawóz prosty (komercyjny) NPK w dawce 80 kg N/ha

Tabela 8. Pobór składników pokarmowych z plonem rzepaku jarego, g/3m²Table 8. Nutrient ??????? by crop of spring rape, g/3m²

Obiekt	N _{or}	P	K	Mg	S _{or}
Kontrolny	40,3	3,94	27,6	2,57	11,4
NPK 80*	43,5	4,55	36,9	3,08	10,7
S-NPK(S) 80	41,6	4,61	36,2	3,49	15,4
L-NPK(S) 80	47,0	5,00	51,3	3,60	13,1

*nawóz prosty (komercyjny) NPK w dawce 80 kg N/ha

W tabeli 7 przedstawiono porównawcze dane dotyczące plonu roślin, a w tabeli 8 pobór składników pokarmowych z plonem rzepaku (g/3m²) na obiekcie kontrolnym (bez nawozu) oraz na poletkach nawożonych badanymi nawozami (S i L) oraz nawozami prostymi, komercyjnymi w identycznych dawkach. Plony wg testu Tukeya ($\alpha < 0,05$) porównywanych obiektów nie różnią się istotnie.

Przy uwzględnianiu istotnych statystycznie zawartości składników pokarmowych (weryfikacja testem Tukeya) badania vegetacyjne wykazały brak istotnych różnic w plonie i poborze składników pokarmowych w wielu wersjach stosowania tych nawozów⁽⁴⁾. Badania te wykazały także, że we wszystkich badanych obiektach plon suchej masy był znacznie większy niż w obiekcie kontrolnym, stwierdzono też, że działanie plonotwórcze nowych typów nawozów w formie granulowanej i zawiesinowej było zbliżone do efektywności nawozów komercyjnych, a więc produktów drogiej i wytwarzanych wyłącznie z surowców nieodnawialnych.

Badanie te wykazały również, że zawartość pierwiastków o właściwościach toksycznych (Pb, As, Hg, Cd), występujących w stężeniach śladowych, zarówno w plonach roślin (rzepak jary, gorczyca biała), jak i w glebie były wielokrotnie mniejsze od stężeń dopuszczalnych w uprawie roślin^(17, 18).

Podsumowanie

Koncepcja wytwarzania nawozów wieloskładnikowych typu NPK(S) w formie granulowanej i zawiesinowej, a także preparatu stabilizującego skład granulometryczny gnojowicy poprzez ograniczenie emisji związków azotu, jest konkretną, potwierdzoną badaniami ofertą rozwiązania uciążliwego problemu odpadów z ubojni drobiu (gęsi, kaczki, brojłery). Wytworzone w badaniach ćwierćtechnicznych produkty poddano rolniczym testom vegetacyjnym, wykazując korzystne właściwości plonotwórcze. Zgodnie z zawartym porozumieniem z renomowaną firmą drobiarską AMI Irena i Marek Aksamsky w Mikstacie, o dużym potencjale produkcyjnym i handlowym, w tym również eksportowym, zostały podjęte prace nad budową instalacji pilotowej o zdolności przerobowej ok. 10 Mg odpadów na dobę. Planowane jest również wykonanie przez uprawniony Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa badań polowych w celu oceny przydatności nawozów do nawożenia różnych gatunków roślin uprawnych. Metoda ta daje także możliwość zagospodarowania znaczących ilości odpadowego kwasu siarkowego, z którego zagospodarowaniem są duże trudności.

Nawozy wytworzone z odpadów poubojowych przemysłu drobiarskiego spełniają pod względem składu chemicznego wymogi ustawy o nawozach i nawożeniu⁽¹⁹⁾ oraz szczegółowego rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi⁽²⁰⁾.

Otrzymano: 10-03-2010

Badania wykonane w ramach Projektu Rozwojowego Nr N R05 0008 06/2009.

LITERATURA

1. M. Artmańska, *Opracowanie stadium analizującego skalę uciążliwości i produkcji odpadów w Polsce, które zawierają makro- i mikroskładniki nawozowe wytwarzane przez przemysł rolno-spożywczy, odpady hodowlane oraz odpady z gospodarki komunalnej*, Wrocław, styczeń 2010 r., praca niepublikowana.
2. K. Chojnacka, H. Górecki, H. Górecka, 3rd Intern. Conf. on Eng. for Waste and Biomass Valorisation, Pekin (Chiny), 17-19 maja 2010 r., w druku.
3. Główny Urząd Statystyczny, *Ochrona środowiska. Informacje i opracowania statystyczne*, Warszawa 2008 r., s. 364.
4. B. Malczewska, *Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska*, Wyd. Uniw. Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2008.
5. *Krajowy plan gospodarki odpadami 2010*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2010 r..
6. K. Chojnacka, M. Barańska, H. Górecka, H. Górecki, *Przem. Chem.* 2006, **85**, nr 8/9, 1256.
7. J. Wisz, A. Matwiejew, *Energetyka* 2005, **9**, 631.
8. H. Górecka, H. Górecki, H. Sztuder, S. Strączyński, K. Chojnacka, M. Artmańska, M. Barańska, Z. Dobrzański, 3rd Intern. Conf. on Eng. for Waste and Biomass Valorisation, Pekin (Chiny), 17-19 maja 2010 r., w druku.
9. H. Górecka, *Raport końcowy z realizacji projektu badawczego Opracowanie metody utylizacji odpadowego pierza kurzego i gęsiego, kości, popiołu drzewnego i gnojowicy na nawozy*, nr: 3 T09B 148 29, grudzień 2008 r.
10. *Pat. pol.* 197609 (2008).
11. Rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 października 2002 r. ustanawiające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego nieprzeznaczonych dla spożycia przez ludzi.
12. Z. Dobrzański, *Problemy zagospodarowania tłuszczu paszowego (drobiowego)*, 31 stycznia 2010 r., praca niepublikowana.
13. *Zgł. pat. pol.* 374562 (2006); patent udzielony w 2010 r.
14. H. Górecka, H. Sztuder, U. Sienkiewicz-Cholewa, *Zesz. Probl. Post. Nauk Rolniczych PAN* 2009, **537**, 125.
15. PN-R-65950 Materiał siewny. Metody badania nasion. Grudzień 1994.
16. H. Sztuder, S. Strączyński, *Przeprowadzenie badań dotyczących przydatności rolniczej nowych rodzajów środków wspomagających uprawę roślin, pochodzących z przemysłu rolno-spożywczego*, Wrocław, październik 2008 r., praca niepublikowana.
17. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów ziemi.
18. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 października 2004 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu *Dz.U.* 04.236.2369.
19. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu *Dz.U.* 147 poz. 1033, 2007.
20. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu *Dz.U.* nr 119 poz. 765, 2008.