

WYKORZYSTANIE ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH I KOMUNALNYCH
W PRODUKCJI ROLNICZEJ

Tadeusz Wolski

Katedra i Zakład Chemii Nieorganicznej i Analitycznej AM
w Lublinie

WSTĘP

Intensywny rozwój gospodarczy kraju i rosnąca liczba mieszkańców miast i wsi powodują powstawanie dużych ilości odpadów przemysłowych i komunalnych. Ilość przemysłowych odpadów powstających w ciągu roku kształtuje się na poziomie 160-230 mln ton. Nagromadzone dotychczas w ilości ok. 1,2 mld ton odpady przemysłowe zebrane na składowiskach, zwałowiskach i w nie zrehabilitowanych stawach osadowych zajmują powierzchnię ponad 10 tys. ha. Z tej ilości odpadów prawie 90% przypadało na 6 województw, tzn. katowickie, legnickie, wałbrzyskie, krakowskie, tarnobrzeskie i bydgoskie. Na wytworzonych w 1982 r. 158 mln ton odpadów przemysłowych zagospodarowanych zostało ok. 49 mln ton, co stanowi zaledwie 31,0%.

Sposób zagospodarowania odpadów pozostawia wiele do życzenia, gdyż duża część odpadów wykorzystywana jest do niwelacji terenów, podsadzania wyrobisk itp. Rzeczywiste wykorzystanie tych odpadów jako surowców do dalszej przeróbki nie przekracza 20% rocznego przyrostu. W ten sposób duże ilości surowców wtórnych, które mogłyby być wykorzystane w produkcji, są tracone. Oddzielnym znaczącym problemem są odpady komunalne, uciążliwe dla środowiska, a gromadzone zwłaszcza w dużych miastach i aglomeracjach miejskich. Na 1400 wysypiskach komunalnych w ciągu roku gromadzi się ponad 40 mln m³ odpadów komunalnych. Szacuje się, że co najmniej drugie tyle wywozi się na tzw. „dzikie” wysypiska. Metody kompostowania, spalania oraz odzyskiwania składników użytecznych z tych odpadów nie są stosowane. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami dokonano podziału odpadów na cztery kategorie szkodliwości. Podział ten wiąże się z wysokością opłat za składowanie odpadów. Opłaty te wynoszą od 15 do 600 złotych za składowanie 1 tony w skali rocznej [32].

Obliczono, że roczne koszty składowania odpadów kopalnianych przekraczają 36 mld zł.

Jak wynika z przedstawionych danych, zgromadzono w Polsce ogromne ilości zarówno odpadów przemysłowych, jak i komunalnych, a ich ilości ciągle rosną. Wynika z tego, że wygodniej jest gromadzić odpady przemysłowe i komunalne niż przetwarzać je na poszukiwany kompost lub przerabiać i odzyskiwać z nich cenne surowce.

Oblicza się, że racjonalne gospodarowanie odpadami wymaga w latach 1986-1990 realizacji 580 zadań inwestycyjnych, na które należałoby przeznaczyć około 116 mld złotych, co jak się wydaje, stanowi niewielką kwotę w stosunku do ponoszonych kosztów składowania i strat związanych ze skażeniem środowiska naturalnego. Tak więc wykorzystanie odpadów przemysłowych jako surowców wtórnych jest realną i efektywną rezerwą zaopatrzenia przemysłu i rolnictwa w poszukiwane komponenty, a jednocześnie przyczynić się może do ochrony środowiska [15, 16, 30, 31, 36, 43].

Zubożenie gleb w substancję organiczną powoduje duże zapotrzebowanie rolnictwa na nawozy organiczne, ich bogatym źródłem mogą być niektóre organiczne odpady przemysłowe, np. kora lub komposty otrzymywane w wyniku przetwarzania odpadów komunalnych. Rolnicze wykorzystanie odpadów może być prowadzone również w następujących kierunkach: a) odpady jako źródło wapnia i magnezu, b) odpady jako źródło mikroelementów, c) odpady jako środki strukturotwórcze i poprawiające właściwości fizyczno-chemiczne gleb i d) odpady przemysłowe w żywieniu zwierząt [1, 23].

KRYTERIA WARUNKUJĄCE STOSOWANIE ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH W ROLNICTWIE

Rolnictwo jest jednym z odbiorców odpadów przemysłowych. Problem ten jest często kontrowersyjny w świecie nauki, a także w odczuciu ogólnospołecznym. Należy zgodzić się ze stwierdzeniem, że „gleba to nie śmietnik ani składowisko odpadów”. Pamiętać również należy o tym, że odpady zgromadzone na składowiskach mogą być przyczyną wielu różnych skażeń, w tym także gleby, która może być zanieczyszczana między innymi poprzez wymywanie wielu toksycznych substancji. Aby więc uniknąć skażeń gleby i całego środowiska, należy odpady odpowiednio przerabiać, odzyskując z nich substancje użyteczne w rolnictwie lub przemyśle [1].

Warunkiem stosowania odpadów w rolnictwie jest brak w ich składzie metali ciężkich, takich jak: Pb, Cd, As, Hg, Cr, Ni, pierwiastków promieniotwórczych, związków fluoru, znacznego zasolenia - dużych stężeń chlorków, azotanów, a zwłaszcza azotynów oraz innych substancji toksycznych. W przypadku metali ciężkich lub innych substancji toksycznych, odpady przemysłowe muszą być poddawane przeróbce w celu otrzymywania właściwych komponentów stosowanych do produkcji roślinnej lub

zwierzęcej. Tylko taki tok postępowania może zapewnić produkcję zdrowej i bezpiecznej żywności. Przetwarzanie odpadów wiąże się z budową odpowiednich ciągów technologicznych i nakładami robocizny, co w konsekwencji powoduje podwyższony koszt wyrobu, za który rolnictwo nie chce płać nowych podwyższonych cen.

Dotychczasowe zużycie odpadów przemysłowych w rolnictwie zapoczątkowane w latach sześćdziesiątych spełniło poważną rolę w poprawie właściwości biologicznych, chemicznych i fizycznych naszych gleb, było również czynnikiem plonotwórczym. Łagodziło problem ochrony środowiska w przemyśle. Tę pożyteczną i uzasadnioną ekonomicznie działalność należy usilnie rozszerzać. W tym celu niezbędne jest pogłębienie współpracy placówek naukowo-badawczych resortu rolnictwa i odpowiednich przemysłów w zakresie oceny przydatności rolniczej dotychczas wykorzystywanych, a zwłaszcza nowych surowców odpadowych, jak również skutecznego ich uzdatniania do celów rolniczych. Chodzi po prostu o większe niż dotychczas zaangażowanie przemysłu w rozwiązywanie problemów wykorzystania odpadów w rolnictwie [1, 3, 56].

NIEORGANICZNE ODPADY PRZEMYSŁOWE I SUROWCE WTÓRNE JAKO PODSTAWOWE ŹRÓDŁO WAPNIA I MAGNEZU

Duży areał silnie kwaśnych gleb oraz gleb z deficytem magnezu zmniejsza efektywność nawożenia NPK, a w konsekwencji powoduje zmniejszenie plonów. Według oceny agrotechnicznej niedostatki w nawożeniu są przyczyną niższych plonów - o około 2,8 mln ton jednostek zbożowych rocznie. Przyczyną zakwaszenia gleb i niskiej zawartości magnezu, obok stosowanych pestycydów, agrotechniki i odmian roślin, a także rodzaju nawozów mineralnych, jest stosowanie nawozów charakteryzujących się fizjologiczną kwasowością. Kwasowość gleb stale rośnie, również w wyniku pobierania wapnia przez rośliny, opadania SO_2 ze spalania węgla i innych paliw w postaci tzw. kwaśnych deszczów oraz wymywania związków wapnia z gleby.

Zakwaszaniu gleb przeciwdziała się przez nawożenie wapnem nawozowym (mielony kamień wapienny, kreda, wapno podefekacyjne z cukrowni, wapno poflotacyjne z rud siarki itp.) oraz wapnem magnezowym (mielony dolomit, żużel ze stalowni itp.).

Według ocen Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, bardzo pilnego wapnowania wymaga 3,8 mln ha oraz pilnego - 5,5 mln ha, na co potrzeba około 19 mln ton $CaO + MgO$. Dodatkowym niepokojącym zjawiskiem jest spadek zawartości przyswajalnego magnezu w glebach. W chwili obecnej na obszarze około 25% gleb deficyt magnezu decyduje (zgodnie z prawem minimum) o poziomie plonów. Dlatego zapotrzebowanie z 1978 r. określone przez Ministerstwo Rolnictwa zakłada przy wapnowaniu na poziomie 3,5 mln ton $CaO + MgO$ /rok, stosowanie 1/3 tych nawozów jako wapna magnezowego. Zapotrzebowanie to nie zostało zrealizowane i rzeczywiste dostawy w latach 1978-1981 osiągnęły zaledwie 2,5 mln ton $CaO + MgO$ rocznie z niekorzystną

tendencją spadkową od 1978 r. Katastrofalnie zmalały dostawy wapna magnezowego, które obecnie pokrywają niespełna 40% potrzeb.

Według szacunkowych ocen dostarczanie rolnictwu 5 mln ton CaO + MgO zamiast 2-2,5 mln ton rocznie mogłoby spowodować zwiększenie plonów o milion ton jednostek zbożowych rocznie, bez wzrostu dostaw innych nawozów. Minimalne potrzeby należy obecnie określić na poziomie 4,2 mln ton wapna nawozowego rocznie, z tego 1/3 dostaw powinna być w formie wapna magnezowego [35, 56].

Polska jest zasobna w naturalne surowce wapniowe i wapniowo-magnezowe. Surowce te są wykorzystywane do różnych celów. W tym również jako źródła nawozów wapniowych. Produkcja nawozów z surowców naturalnych jest stosunkowo prosta i polega na ich mieleniu lub wypalaniu. Oprócz surowców naturalnych gromadzone są bardzo duże ilości surowców wtórnych stanowiących odpady z różnych przemysłów. Niektóre z tych surowców są zresztą identyczne z surowcami naturalnymi i wydziela się je raczej ze względów nomenklaturowych. Większość surowców wtórnych stanowią rzeczywiste odpady przemysłowe powstające w wyniku różnych procesów technologicznych. Surowce te po niewielkim na ogół uzdatnieniu, a często tylko po przetransportowaniu stają się nawozami wapniowymi lub wapniowo-magnezowymi pochodzenia wtórnego. Nawozy wapniowe produkowane z surowców odpadowych stanowią obecnie ponad 55% ogólnej ich ilości dostarczanej rolnictwu. Ze względu na dużą różnorodność procesów technologicznych, szczegółowa klasyfikacja tych nawozów jest dość trudna i za jej podstawę przyjęto zawartość i formę występowania składników użytecznych [56].

Popioły ze spalania węgla i pyły dymnicowe

Energię elektryczną i ciepłą w energetyce krajowej otrzymuje się ze spalania węgla kamiennego i brunatnego. Ponieważ jest on silnie zapopielony, to w trakcie jego spalania powstaje produkt uboczny w postaci stale rosnących ilości odpadów paleniskowych, tj. popiołów lotnych i żużli (w 85% popioły lotne, w 15% żużle).

Krajowy bilans odpadów paleniskowych można przedstawić na przykładzie 1980 roku, w którym powstało ok. 19,5 mln ton tych odpadów, zaś tylko ok. 5,5 mln ton zostało wykorzystane gospodarczo. Pozostałe ok. 14,0 mln ton odprowadzono na składowiska. Aktualnie na składowiskach znajduje się ok. 162 mln ton odpadów paleniskowych. Stanowią one uciążliwe sąsiedztwo dla pobliskich osiedli, lasów i pól uprawnych, a nawet urządzeń energetycznych w elektrowniach i elektrociepłowniach, zachodzi bowiem zjawisko wtórnego pylenia popiołów lotnych, które nasila się szczególnie w okresach bezdeszczowych, wywołując nawet lokalne burze pyłowe. Dlatego też opracowuje się metody zabezpieczania składowisk przed pyleniem oraz umacniania skarp i nasypów poprzez stosowanie różnych środków [7, 13].

Jednym z odbiorców popiołów lotnych ze spalania węgla brunatnych jest rolnictwo. Dostawcami tych odpadów dla rolnictwa są elektrownie w Pątnowie, Koninie, Adamowie i Bełchatowie. Właściwości fizyczne i skład chemiczny popiołów lotnych zależą od rodzaju spalanego węgla brunatnego, sposobu jego spalania oraz strefy elektrofiltrów, z której są one pobierane. Średni skład chemiczny jest następujący: około 30% CaO; 3-6% MgO, 1% K₂O; 0,5% P₂O₅; 1-2% Na₂O; 3-5% S-SO₄; 3-5% Fe oraz po około 0,1% Mn, Zn i B; 0,5% Cu; 0,2% Mo; śladowe ilości kobaltu; resztę masy popiołów stanowi krzemionka. Wapń zawarty w popiołach występuje przede wszystkim w formie tlenkowej, niemniej pewna jego ilość może występować w formie węglanowej i siarczanowej. Popioły lotne z węgla brunatnych nie zawierają poza śladowymi ilościami niklu, kadmu i arsenu, innych metali ciężkich szkodliwych dla ludzi i zwierząt oraz nie wykazują podwyższonej radioaktywności. Szczególne znaczenie dla rolnictwa mogą mieć popioły nagromadzone w III strefie elektrofiltrów. Wychwytywane są tam frakcje popiołów lotnych, w których udział krzemionki jest stosunkowo najmniejszy, natomiast są one bogate w wapń, magnez i inne składniki pokarmowe niezbędne dla roślin [7, 13, 42, 56]. Ilość mikroelementów zawartych w popiołach lotnych pokrywa w przybliżeniu wymagania pokarmowe roślin, przy czym mikroelementy te są łatwo dostępne dla roślin, gdyż 80% związków zawierających je rozpuszcza się w 2-procentowym kwasie cytrynowym.

Popioły lotne z węgla brunatnego są bardzo silnie rozdrobnione i prawie wszystkie ich cząstki przechodzą przez sito o średnicy 0,3 mm. Jest to zaleta poprawiająca ich działanie w glebie, ale jednocześnie jest to wada utrudniająca ich transport, przeładunek i równomierne rozsiewanie. Dlatego też prowadzi się badania nad poprawą właściwości fizyczno-chemicznych popiołów ze spalania węgla. Jedną z dróg prowadzących do tego celu jest granulowanie aglomeracyjne popiołów elektrownianych ściekami krochmalniczymi i gnojowicą [44]. W procesie tym uzyskuje się uzupełnienie i poprawienie składu chemicznego aglomeratów, poprawę właściwości fizycznych oraz dodatkowy efekt oczyszczania gnojowicy, polegający na częściowej redukcji zawiesin, BZT₅, a także rozpuszczalnych związków mineralnych.

Metoda granulowania aglomeracyjnego popiołów elektrownianych gnojowicą sprawdza się w praktyce do zmiany stanu ciekłego gnojowicy na stały, dzięki czemu można uniknąć wielu niedogodności związanych z rozprowadzaniem hydromechanicznych ścieków gnojowicy, zwłaszcza w okresie zimowym. Metoda ta jest szczególnie przydatna tam, gdzie wieloletnie tradycyjne stosowanie gnojowicy zmodyfikowało gleby tak dalece, że ich dalsze obciążenie tego typu ściekami stanowi zagrożenie dla środowiska. Jest to tym bardziej na czasie, że problem właściwego zagospodarowania ogromnych ilości gnojowicy powstającej w trakcie przemysłowego chowu bydła i trzody metodą bezściółkową jest bardzo istotny dla dalszego rozwoju i intensyfikacji produkcji zwierzęcej. Znanych jest wiele sposobów i prób rozdziału części stałych od płynnych gnojowicy lub też przechodzenia na metodę hodowli ściółkowej [5].

Otrzymywanie aglomeratów popiołowo-gnojowicowych pozwoliło na wykonanie badań nad ich wpływem na niektóre fizyczno-chemiczne i biologiczne właściwości gleb [44]. W celu prześledzenia procesów zachodzących w glebie pod wpływem nawożenia aglomeratami przeprowadzono doświadczenia inkubacyjne na trzech glebach z pól produkcyjnych o zróżnicowanej genezie oraz zawartości węgla ogólnego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że nawożenie aglomeratami spowodowało przesunięcie odczynu glebowego w kierunku obojętnego lub lekko alkalicznego. W glebach nie nawożonych aglomeratami następowało równocześnie obniżenie odczynu. Wprowadzenie aglomeratów osłabiło tempo rozkładu substancji organicznej, ograniczając straty węgla, oraz zmniejszało wyraźnie wydzielanie się dwutlenku węgla i amoniaku w procesie inkubacji. Na podstawie uzyskanych wyników można sądzić, że zastosowanie aglomeratów popiołowo-gnojowicowych powoduje wiele korzystnych zmian w składzie chemicznym gleby i daje efekty zbliżone lub nawet korzystniejsze niż równoważne nawożenie mineralne. Taka forma wykorzystania odpadów przemysłowych w postaci popiołów lotnych oraz rolniczych w postaci gnojowicy, oprócz korzyści agrotechnicznych, przyczynia się do ochrony naturalnego środowiska.

W literaturze opisano wiele innych zastosowań węgla brunatnego oraz popiołów z jego spalania do otrzymywania nawozów wieloskładnikowych oraz wieloskładnikowych o przedłużonym działaniu w szerokiej praktyce rolniczej [20, 26]. Opracowano również podłoża do uprawy roślin ze zmniejszoną potrzebą nawożenia pogłównego oraz koncentraty podłożowe różnych typów dla uprawy roślin [27]. Ponadto pyły dymnicowe ze spalania węgla kamiennego oraz zeolity stosowano jako dodatki paszowe dla żywienia zwierząt przeżuwających i uzyskano korzystne wyniki przyrostu wagi oraz znaczną poprawę jakości mięsa [40].

Fosfogipsy

Podczas wytwarzania kwasu fosforowego, półproduktu do otrzymywania skoncentrowanych nawozów fosforowych i wieloskładnikowych, powstaje fosfogips. Przy przetworzeniu 1 t P_2O_5 zawartego w surowcu fosforowym powstaje około 4,5-5,5 ton odpadu fosfogipsowego. Bezpośrednie zastosowanie tego odpadu jest niemożliwe ze względu na dużą wilgotność (20-40% w zależności od rodzaju przetwarzanych surowców) oraz zawartości zanieczyszczeń, takich jak nie przereagowany surowiec, nie odmyty kwas fosforowy, a także związki fluoru. Fosfogips powstający przy przetwarzaniu surowców fosforytowych odznacza się ponadto aktywnością promieniotwórczą wynikającą z obecności uranu, radu i toru. W przypadku użycia tego odpadu jako surowca do wytwarzania materiałów budowlanych możliwa jest emisja gazowego radioaktywnego radonu (Rn^{222}).

Pomimo wielu sprawdzonych możliwości wykorzystania fosfogipsu w różnych gałęziach przemysłu, zagadnienie jego skutecznej utylizacji jest nadal otwarte. Ocenia się, że w świecie utylizuje się zaledwie 3% produkowanego fosfogipsu, większość wywozi się na składowiska lub zatapia w rzekach i oceanach. Oprócz składowania fosfogipsu w wyrobiskach kopalnianych, każdy inny sposób składowania stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Rocznie składowuje się w kraju ok. 2,5-2,8 mln ton fosfogipsu. Oblicza się, że aktualnie na składowiskach znajduje się ok. 25 mln t fosfogipsu w trzech zakładach produkujących kwas fosforowy w Polsce. Składowisko w Policach zajmuje powierzchnię ok. 50 ha, a wysokość hałdy wynosi 37 m. W najbliższych latach zajdzie konieczność zwiększenia powierzchni składowiska do 85 ha [12, 28, 29, 34].

W ostatnich latach prowadzi się próby utylizacji fosfogipsu na potrzeby rolnictwa. Podczas badań wykonywanych w AR w Szczcinie stwierdzono, że fosfogips znajdujący się w glebach piaszczystych pochłania ze środowiska wodę i w ten sposób chroni przed zbytnim wysuszeniem warstwę gleby dostępnej dla korzeni roślin uprawnych. Istniały również koncepcje wykorzystania fosfogipsu do rozcieńczania skoncentrowanych nawozów mineralnych (gnojowica z hodowli trzody oraz odchody farm kurzych) [21]. Wykonano też próby zastosowania fosfogipsu razem z torfem jako taniego podłoża do produkcji grzybów. Fosfogipsy wykorzystano ponadto do doświadczeń wazonowych z gorczycą i jęczmieniem oraz doświadczeń polowych, które prowadzono w badaniach z odmianą pastewną jęczmienia i ziemniakami. Zastosowanie fosfogipsu do celów uprawowych w doświadczeniach polowych nie wpłynęło w sposób wyraźny na zróżnicowanie plonów. Obserwowano jedynie minimalną tendencję do wzrostu plonów przy zastosowaniu wyższej dawki fosfogipsu, natomiast sam fosfogips, spowodował w stosunku do obiektu kontrolnego bez nawożenia, wzrost plonu ziarna jęczmienia o 16% i plonu ziemniaków o 12% [21].

W ramach prac naukowo-badawczych zespół pracowników Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej i ZCh „Police” opracował bezodpadową metodę produkcji NPK oraz kredy nawozowej zamiast fosfogipsu. Proces konwersji fosfogipsu przebiega według reakcji:



Reakcję prowadzi się w bezmieszadłowym reaktorze typu krystalizatora z wymuszoną cyrkulacją zawiesiny krystalicznej, przy czym gazowy amoniak i dwutlenek węgla wprowadza się bezpośrednio do cyrkulującej zawiesiny. Proces ma charakter ciągły, filtracja zawiesiny jest prowadzona w prasie filtracyjnej. Filtratu, stanowiącego roztwór siarczanu amonowego o stężeniu 38-42% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, używa się do przemywania fosfogipsu. Opracowany układ technologiczny gwarantuje uzyskanie stopnia konwersji (fosfogipsu) większego od 95%. Produkowany osad kredy zawiera 75%

CaCO_3 , 1-5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i 1-3% P_2O_5 . Osad kredy jest w 50% rozpuszczalny w 2-procentowym kwasie cytrynowym. Opracowana metoda przerobu fosfogipsu na kredę nawozową umożliwi jej produkcję w jednym zakładzie w ilości ok. 350 tys. ton rocznie o składzie: 70% CaCO_3 ; 1-5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i 1-2% P_2O_5 . Rolnicze wykorzystanie kredy (otrzymanej z fosfogipsu) do odkwaszania gleby, przy nawożeniu 3-4 t/ha, będzie dodatkowym źródłem fosforu w ilości 30-80 kg P_2O_5 /ha, przy czym znaczna jego część jest zawarta w formie rozpuszczalnej w kwasie cytrynowym. Podobną metodę przerobu odpadowego gipsu, powstającego w produkcji kwasu cytrynowego, zastosowano do jego utylizacji [8, 12, 14, 28, 29, 34].

ZAPOTRZEBOWANIE ROLNICTWA, PRZEMYSŁU NAWOZOWEGO I PASZOWEGO NA NIEKTÓRE MIKROELEMENTY

Wzrost plonów we współczesnym rolnictwie powoduje deficyt składników pokarmowych roślin, głównie z powodu wywożenia dużej części zbiorów poza obręb gospodarstw rolnych; musi on być uzupełniany nawozami mineralnymi. Tylko część składników pokarmowych, pobieranych z gleby przez rośliny, wraca w pole w formie gospodarskich nawozów organicznych. Dla zapewnienia wysokiego poziomu plonów niezbędne jest zatem uzupełnianie zasobów glebowych składnikami pochodzącymi z zewnątrz.

Jak wynika z literatury [35], rolnictwo nasze stosuje w formie nawozów mineralnych 63% i w formie nawozów organicznych 37% masy NPK. Proporcje te będą utrzymywały się przez najbliższe lata.

Oprócz nawozów podstawowych, takich jak: NPK, Ca, Mg, dla intensywnego rolnictwa niezbędne są mikroelementy: Cu, B, Mn, Mo i Zn. W najbliższych 10 latach roczne zapotrzebowanie rolnictwa, np. na miedź, będzie wynosiło ok. 1400 ton, a na

T a b e l a 1

Zapotrzebowanie na mikroelementy w tonach czystego składnika [53]

Rodzaj użytku	Rodzaj mikroelementu				
	B	Cu	Mn	Mo	Zn
Grunty orne	750	600	100	10	50
Użytki zielone	-	500	100	-	-
Warzywnictwo	40	30	10	10	5
Sadownictwo	30	-	10	-	10

bor - 800 ton. Nawozy miedziowe winny być stosowane na użytkach zielonych, a ponadto pod pszenicę ozimą i kukurydzę, zaś borowe - pod buraki cukrowe, rzepak, strączkowe i motylkowe. Pozostałe mikroelementy (Mn, Mo i Zn), obok Cu i B, są

niezbędne dla ogrodnictwa [35, 53]. Wymienione pierwiastki są stosowane przeważnie jako mikroelementy, ale niektóre stosuje się również jako środki ochrony roślin, np. fungicyd miedziowy (miedzian) używany do zwalczania zarazy ziemniaczanej oraz chorób roślin sadowniczych.

T a b e l a 2

Zapotrzebowanie na dodatki paszowe w roku 1985/86 według MRIGŻ oraz ZPPP „Bacutil” [35]

Wyszczególnienie	Ilość w tonach
Węglan wapnia	140-160
Mocznik	30-40
Siarczan sodu bezw.	3,5-5,0
Siarczan magnezu bezw.	2-4
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3000-4000
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	700-1000
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	80-100
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4000-5000
Tlenek magnezu 62%	1300-1600
Jodek potasu	2-4

Na podstawie wyników analiz glebowych, efektów uzyskanych w doświadczeniach, bilansu mikroelementów oraz wzajemnego stosunku składników makro- i mikroelementowych w plonach, opracowano perspektywiczny plan ilościowego i asortymentowego zapotrzebowania na nawozy mikroelementowe [35, 53]. Zestawienie ilościowe zapotrzebowania na mikroelementy przedstawia tabela 1.

Składniki mineralne są stosowane również jako dodatki paszowe poprawiające walory odżywcze pasz gospodarskich i przemysłowych. Zapotrzebowanie na te składniki przedstawia tabela 2. Ważnym dodatkiem paszowym jest również tlenek manganu.

ODPADY PRZEMYSŁOWE ZAWIERAJĄCE NIEKTÓRE MIKROELEMENTY

Wyróżniamy dwie grupy odpadów przemysłowych zawierających niektóre pierwiastki będące mikroelementami: stałe i ciekłe. Odpady te mogą być przerabiane na użyteczne rolniczo preparaty. Do stałych odpadów przemysłowych zaliczamy: a) odpady metalicznej miedzi w postaci wiórów, skrawków, opiłków itp., powstające w czasie jej obróbki mechanicznej, b) odpadowy dwutlenek manganu, będący produktem ubocznym przy prowadzeniu niektórych procesów utleniania w przemysłowych syntezach, c) odpadowy stop azotynu sodu, powstający w procesie tzw. zaostżenia drutów molibdenowych. Stop zawiera około 25% molibdenianu sodu, d) sypki odpad w postaci tzw. koncentratu kobaltowego, który powstaje podczas przeróbki złomu węglików

spiekanych po odzyskaniu wolframu, e) stały odpad poprodukcyjny po przerobieniu borkalcytu na boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$). Odpad ten o składzie: B_2O_3 - 6%, CaCO_3 - 54%; MgCO_3 - 3%; SiO_2 - 15%, stanowić może cenne źródło wapnia, magnezu i boru [41].

Ciekłe odpady przemysłowe należą do grupy ścieków potrawiennych o charakterze kwaśnym lub alkalicznym i zawierają takie pierwiastki, jak: molibden, miedź i żelazo. Do tej grupy odpadów należą:

a. Kwaśne ścieki potrawienne powstające w czasie produkcji skrętek wolframowych do produkcji żarówek i innych źródeł światła, a zawierające w swym składzie kwas siarkowy i azotowy w znacznych stężeniach oraz molibden w postaci jonu molibdenylowego - MoO_2^{+2} w ilości do 80-100 g Mo/dm³. Ścieki te powstają w znacznych ilościach (w jednym zakładzie do ścieków przechodzi ok. 20 ton metalicznego Mo rocznie).

b. Alkaliczne ścieki potrawienne powstające w czasie trawienia folii i blach molibdenowych stosowanych do produkcji lamp żarowych i elektronowych. Ścieki tego typu zawierają w swym składzie ok. 20-procentowy roztwór ługu sodowego lub potasowego oraz 40-60 g Mo/dm³.

c. Kwaśne miedziowe ścieki potrawienne powstające w czasie produkcji tzw. obwodów drukowanych w przemyśle teleradiotechnicznym, które zawierają do 100 g Cu/dm³, zwykle w postaci chlorku miedziowego, oraz kwas solny. Tego typu ścieki powstają w kraju w bardzo wielu zakładach, a ich ilość w przeliczeniu na metaliczną miedź daje około 80-100 ton tego metalu w skali roku.

d. Ścieki potrawienne z trawienia żelaza i stali należą do tej grupy ciekłych odpadów przemysłowych, która występuje w największych ilościach. Wyróżnia się tu dwa typy ścieków; ścieki kwaśne zawierające siarczan żelazawy, pewną ilość nie przereagowanego kwasu siarkowego, chlorek żelazawy i pewną ilość kwasu solnego [11, 45, 46, 51-55].

Przetwarzanie ciekłych odpadów przemysłowych zawierających molibden

Przetwarzanie odpadów stałych i ścieków potrawiennych szczegółowo przedstawiono w poprzedniej publikacji [53]. Dlatego też w tym opracowaniu przykładowo omówiono przetwarzanie kwaśnych ścieków potrawiennych zawierających molibden, który w całości jest importowany do Polski z drugiego obszaru płatniczego.

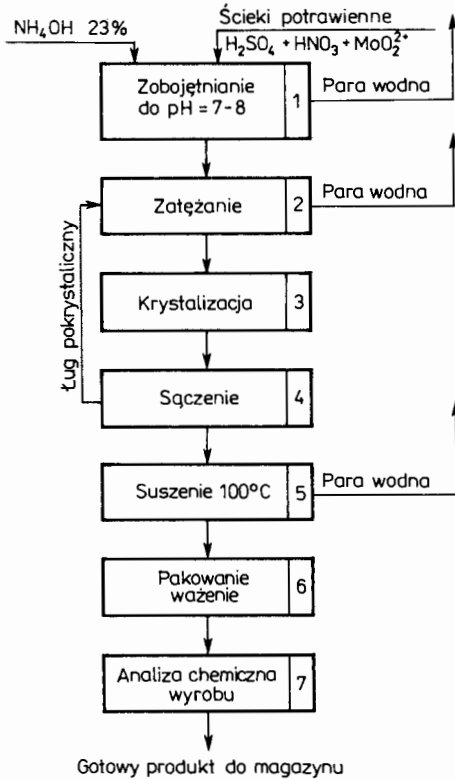
Opracowano prostą, bezodpadową metodę utylizacji zarówno ścieków kwaśnych, jak i alkalicznych zawierających molibden. Istota metody utylizacji ścieków kwaśnych polega na ich neutralizacji wodą amoniakalną lub gazowym amoniakiem, zaś ścieków alkalicznych kwasami mineralnymi, najlepiej kwasem azotowym lub fosforowym. Korzystnym wariantem przeróbki obu typów ścieków jest ich neutralizacja

przez wzajemne mieszanie. Proces technologiczny można sterować w kierunku otrzymywania czystych związków molibdenu, które mogą mieć zastosowanie, np. do produkcji materiałów lampowych, lub też prowadzić do otrzymywania produktów użytecznych rolniczo, tzn. nawozów azotowych wzbogaconych w mikroelement molibdenowy. Nawozy te mogą być otrzymywane w postaci stałej lub płynnej. W przemyśle lampowym i oświetleniowym powstają odpadowe ścieki o silnie kwaśnym odczynie, zawierające molibden w ilości do 100 g metalicznego Mo w dm^3 ścieku. Na przykład w zakładach produkujących sprzęt oświetleniowy może przechodzić do ścieków potrawiennych w ciągu roku od kilku do kilkudziesięciu ton metalicznego molibdenu. Zagospodarowując te ścieki można by z nadwyżką pokryć zapotrzebowanie naszego przemysłu nawozowego i rolnictwa na molibden.

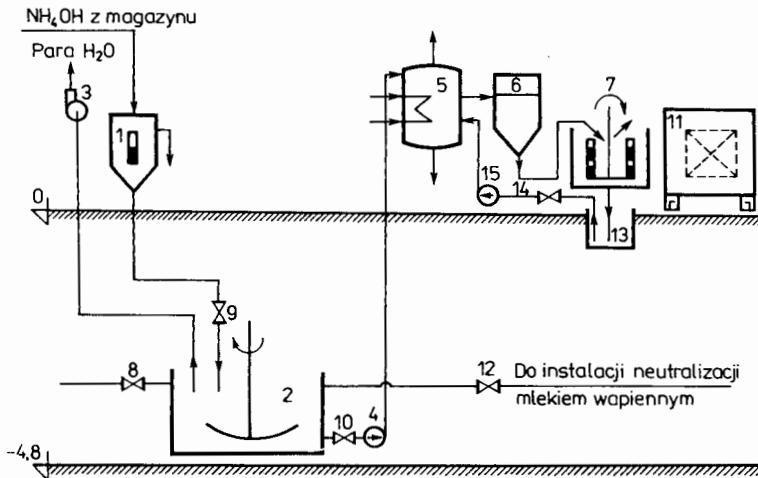
Omawiane ścieki gromadzą się w trakcie produkcji skrętek wolframowych używanych jako żarniki do produkcji żarówek elektrycznych lub w trakcie wytrawiania folii czy blach molibdenowych lub też w innych procesach trawienia tworzywa molibdenowego. Produkcja skrętek wolframowych odbywa się przez nawinięcie drutu wolframowego odpowiedniej średnicy na rdzeń drutu molibdenowego, który następnie jest wytrawiany w mieszaninie kwasu siarkowego i azotowego. Mieszanina trawiąca po zakończonym procesie trawienia ma skład: Mo - 82,5, Fe - 0,65, W - 0,15, HNO_3 - 210,6 i H_2SO_4 - 425 g/dm^3 , przy czym molibden występuje w postaci jonu molibdenowego - MoO_2^{2+} . Dotychczas odpad ten zubożętnia się mlekiem wapiennym i w postaci gęstej papki wywozi na wysypiska odpadów. W ten sposób tracony jest cenny pierwiastek, a środowisko narażone na zanieczyszczenia [11, 53].

Na podstawie omawianych poprzednio metod zaproponowano założenia techniczne odzysku molibdenu ze ścieków potrawiennych do produkcji nawozów [51, 53]. Przykładowy schemat procesu technologicznego i instalacji, opracowany dla konkretnych warunków zakładu, w którym postają ścieki molibdenowe, pokazują rysunki 1 i 2. W tym przypadku utylizacja kwaśnych ścieków potrawiennych zawierających Mo polega (rys. 1) na zubożętnianiu wodą amoniakalną (1) do pH = 7-8, zateżaniu (2), krystalizacji (3), sączeniu (4), suszeniu (5) do gotowego produktu (6 i 7).

Rysunek 2 przedstawia proponowany schemat przemysłowej instalacji technologicznej przerobu kwaśnych ścieków molibdenowych. Proces technologiczny polega na tym, że ściek potrawienny doprowadza się zaworem (8) do neutralizatora (2), do którego poprzez zawór (9) dozuje się wodę amoniakalną z miernika (1). Wydzieloną w trakcie neutralizacji parę wodną doprowadza się przy użyciu wentylatora (3). Zubożętniony ściek, poprzez zawór (10) podaje się przy pomocy pompy (4) na wyparkę (5), z której po stężeniu, uzyskany produkt przechodzi na krystalizator (6), a następnie na wirówkę (7). Po odwirowaniu kryształ przechodzi do suszarni komorowej (11), zaś roztwór ścieku do zbiornika (13), stąd przez zawór (14) pompą (15) jest podawany ponownie na wyparkę (5). Zamiast wyparki, krystalizatora wirówki oraz su-



Rys. 1. Schemat ideowy procesu technologicznego przerobu kwaśnych ścieków potrawieniowych zawierających molibden



Rys. 2. Schemat przemysłowej instalacji technologicznej przerobu ścieków potrawieniowych zawierających molibden

1 - miernik, 2 - neutralizator, 3 - wentylator, 4 i 15 - pompa wirnikowa, 5 - wyparka, 6 - krystalizator, 7 - wirówka, 11 - suszarnia komorowa, 13 - zbiornik, 8, 9, 10, 12 i 14 - zawory przelotowe odcinające

szarni komorowej można zastosować suszarnię rozpryskową, co opisano w poprzedniej publikacji [52, 53].

Uzyskane opisanymi metodami preparaty były zastosowane w Instytucie Nawozów Sztucznych do produkcji próbnej serii superfosfatu granulowanego zawierającego molibden, którą sprawdzono w doświadczeniu rolniczym, uzyskując pozytywne wyniki.

Omawiane odpady przemysłowe, nieprzydatne dla przemysłu, stanowią często bogate źródło wielu pierwiastków dla rolnictwa. Podjęto zatem badania w ramach problemu MR-II-8, którego koordynatorem jest Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie, mające na celu inwentaryzację odpadów przemysłowych oraz opracowywanie prostych i bezodpadowych metod ich przetwarzania na preparaty nawozowe i paszowe zawierające: Mn, Mo, Co, B, Mg, Ca, Fe, a także różne formy azotu. Istnieje bowiem duże zapotrzebowanie rolnictwa na tzw. dodatki mineralne. Są to mieszaniny przeważnie fosforanu wapniowego (jako głównego składnika) z innymi solami metali (siarczanów: żelaza, cynku, miedzi, kobaltu, magnezu, manganu, węglanu wapnia i in.). Produkcja tych dodatków może być oparta na krajowych zasobach mineralnych oraz odpadach przemysłowych ciekłych i stałych. A mimo to krajowy przemysł chemiczny nie czyni żadnych kroków, aby tę produkcję rozwinąć [39].

ORGANICZNE ODPADY PRZEMYSŁOWE

Rolnictwo odczuwa wielki niedobór nawozów, a w szczególności pochodzenia organicznego, i to właśnie jest jedną z przyczyn obniżania urodzajów. Największymi „producentami” odpadów organicznych są: leśnictwo, przemysł drzewny i celulozowo-papierniczy, które w skali roku wytwarzają bardzo duże ilości kory, trocin oraz innych odpadów drzewnych. Inne rodzaje odpadów organicznych powstają w przemyśle: owocowo-warzywnym, jajczarsko-drobiarskim, zbożowo-młynarskim, mleczarskim, gorzelnianym oraz tłuszczowym i mięsny. Znaczna ilość substancji organicznych zawarta jest w odpadach komunalnych, które po przetworzeniu na kompost są poszukiwanym produktem dla potrzeb rolniczych.

Jako źródło substancji organicznej dla rolnictwa należy wymienić również węgiel brunatny surowy i zmodyfikowany oraz torf.

Kora i odpady drzewne

Roczna masa przemysłowych odpadów drzewnych i kory wynosi ok. 7,1 mln m³, z czego na odpady kory przypada ok. 1,7 mln m³. Przyjmuje się, że kora stanowi średnio ok. 15% masy iglastego i liściastego drewna tartaczego [24]. Kora jest więc ważnym surowcem odpadowym, który nie w pełni jest wykorzystywany. Odpady kory powstają głównie w wyniku skoncentrowanego okorowywania drewna w większych zakładach

przemysłu drzewnego i celulozowo-papierniczego. Istnieje możliwość zagospodarowania ok. 400 tys. m³ kory drzewnej rocznie, która jest surowcem do produkcji kompostu dla rolnictwa, płyt korowych, płyt z korobentonu itp. [24]. Innym przemysłowym odpadem drzewnym są trociny, których ilości są znaczne i w skali roku wynoszą około 1,2 mln m³ [33].

Podjęto badania z Zakładem Agrofizyki PAN w Lublinie nad przetwarzaniem odpadów ligninowo-celulozowych (kory) w celu otrzymania zmodyfikowanych preparatów korowo-mocznikowych oraz keratynowo-korowo-mocznikowych. Jako odpady przemysłowe zastosowano korę drzew iglastych oraz keratynę piór kurzych. Wykorzystanie więc odpadów przemysłowych posłużyło do otrzymywania preparatów próchnicopodobnych [4, 10, 47-50].

Metoda otrzymywania preparatów próchnicopodobnych polega na ogrzewaniu odpadów kory lub kory i keratyny z mocznikiem w temperaturze 100-110°C w czasie 1-4 godzin. Produkty otrzymane według opracowanej metody, w postaci granulowanej, są trwałe w czasie przechowywania i nie ulegają zbrylaniu, a zastosowane w aplikacjach rolniczych wykazują korzystny wpływ na strukturę gleby i stymulują wzrost i plonowanie roślin. Stwierdzono wyraźny wpływ dawki zastosowanej do nawożenia oraz pewne działanie następcze w czasie wieloletniego stosowania. Zaobserwowano, że granulaty keratyno-mocznikowe zastosowane w doświadczeniach polowych różnią się działaniem od granulatów keratyno-koro-mocznikowych. Zwiększenie kwasowości gleby po zastosowaniu do nawożenia granulatów keratyno-ligninowo-celulozowych z mocznikiem wiąże się prawdopodobnie z obecnością związków o charakterze fenolowo-kwasowym w tych granulatach, zaś zwiększenie przyswajalności potasu i miedzi spowodowane może być właściwościami kompleksującymi i jonowymiennymi keratyny. Należy podkreślić, że tworzące się w procesie termohydrolyzy produktów ligninowo-celulozowych związki fenolowe i fenolokwasy mogą być bardzo silnie wiązane na sorbentach posiadających ugrupowania peptydowe, do których należy również keratyna. Obecność znacznych ilości cystyny w keratynie może być powodem do powstania biostymulatorów wzrostu roślin z produktami rozkładu struktur ligninowo-celulozowych [47, 48].

Badano również wpływ korowej frakcji fenolowej na kiełkowanie i wzrost korzeni wybranych roślin [10]. Stwierdzono wpływ preparatów korowo-mocznikowych oraz korowo-keratynowo-mocznikowych na kiełkowanie nasion wybranych roślin. Zawartość oznaczonych fenolokwasów w tych preparatach była większa niż w samej korze użytej do ich produkcji. Wydzielone z kory frakcje fenolowe wykazywały stymulujący wpływ na kiełkowanie nasion i wzrost korzeni niektórych gatunków roślin.

WYKORZYSTANIE ODPADÓW KOMUNALNYCH

Szacuje się, że w 1985 r. w Polsce łączna ilość odpadów komunalnych wyniesie około 55 mln m³, a w 2000 r. około 115 mln m³. Problem ich zagospodarowania nabiera coraz większego znaczenia ze względu na potrzebę ochrony środowiska. Składniki zawarte w odpadach, głównie organiczne, ulegają przemianom biochemicznym i oddziałują na środowisko poprzez produkty rozkładu (dwutlenek węgla, amoniak, siarkowodor, metan, azotany, azoty, siarczany i inne).

Unieszkodliwianie odpadów miejskich może odbywać się przez: spalanie, pirolizę, składowanie na wysypiskach i kompostowanie. Składowanie odpadów na wysypiskach to najstarsza i powszechnie stosowana metoda ich unieszkodliwiania. W przyszłości będzie niewątpliwie również odgrywać zasadniczą rolę jako samodzielna metoda oraz jako niezbędne uzupełnienie innych sposobów unieszkodliwiania odpadów. Poważny mankament składowania to potrzeba przeznaczania pod wysypiska dużych powierzchni gruntów. Szczególnie problem ten zaznacza się w większych ośrodkach miejskich, gdzie bardzo często trzeba przewozić odpady na duże odległości [6, 17, 38, 43].

Zastosowanie odpadów komunalnych i przemysłowych w warzywnictwie

Od wielu lat w SGGW-AR w Warszawie prowadzone są prace naukowo-badawcze nad właściwościami różnych typów kompostów, w tym również kompostu z odpadów komunalnych otrzymanych metodą biotermiczną „Dano” oraz ich zastosowaniem do celów rolniczych [18]. Zbadano ich wpływ na plonowanie i właściwości gleb. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że nawożenie kompostami z odpadów komunalnych i innymi rodzajami kompostów oraz osadami z biologicznej oczyszczalni ścieków wpłynęło istotnie na zwyki plonów szałwi rabatowej i mieszanki traw. Komposty z odpadów komunalnych przedstawiają wyższą wartość nawozową niż komposty torfowe, z kory sosnowej i z trocin drzewnych. W większości przypadków stwierdzono zależność zawartości składników mineralnych w szałwi rabatowej i mieszance traw od nawożenia różnego rodzaju nawozami organicznymi. Nawożenie kompostami wpłynęło na zwiększenie w glebie zawartości substancji organicznej i składników mineralnych, natomiast komposty z odpadów komunalnych tylko nieznacznie wpłynęły na podwyższenie pH gleby. Komposty z odpadów komunalnych, komposty z kory sosnowej, komposty z torfu niskiego, komposty z trocin drzewnych, trociny i kora z drewna oraz osady z biologicznych oczyszczalni ścieków są cennymi nawozami organicznymi i mogą być przydatne do polepszenia fizycznych, chemicznych i biologicznych właściwości gleb przy uprawie roślin na terenach przemysłowych i w ich pobliżu [18].

Zbadano również wpływ odpadów komunalnych i przemysłowych na uprawę niektórych warzyw. W badaniach tych stosowano nawożenie różnego typu kompostami oraz

obornikowe. Stwierdzono, że komposty Dano miały większą zawartość pH, zawierały więcej składników mineralnych, a mniej węgla organicznego niż komposty z kory sosnowej i komposty z trocin drzewnych, natomiast obornik zawierał najwięcej wszystkich składników mineralnych. Wszystkie rodzaje kompostów oraz obornik w większości przypadków wpłynęły istotnie na wyższe plony główki kapusty, korzeni selera i szpinaku w porównaniu z nawożeniem mineralnym (NPK). Ponadto stwierdzono, że nawożenie kompostami oraz obornikiem w większości przypadków wpłynęło na zwiększenie w plonach warzyw składników mineralnych, natomiast na zmniejszenie zawartości azotu azotanowego. Nawożenie wszystkimi kompostami oraz obornikiem wpłynęło na zwiększenie w glebie zawartości węgla organicznego i składników mineralnych w porównaniu z obiektem, na którym przez trzy lata badań stosowano wyłącznie nawozy mineralne (NPK). Komposty z odpadów komunalnych, produkowane metodą biotermiczną Dano oraz komposty z kory sosnowej i komposty z trocin drzewnych, kompostowane same, jak i łącznie z odpadami roślinnymi i saletrą amonową są wartościowymi nawozami organicznymi i mogą częściowo zastąpić podstawowy nawóz organiczny - obornik, zwłaszcza w specjalistycznych gospodarstwach ogrodniczych i w warzywnictwie rejonów podmiejskich [19].

Uprawy warzyw w ogródkach działkowych i w gospodarstwach specjalistycznych, w niektórych okręgach przemysłowych oraz przy wylotowych trasach dużych aglomeracji miejskich, są zagrożone postępującą degradacją gleb i skażeniem metalami ciężkimi, a zwłaszcza ołowiem. Spalanie benzyn i olejów silnikowych w Polsce jest przyczyną rozsiewania rocznie ok. 2 tys. ton ołowiu oraz ok. 400 ton cynku i kadmu. Stosowanie nawożenia organicznego, zwłaszcza przy użyciu różnego rodzaju kompostów, może ograniczyć lub przeciwdziałać tym niekorzystnym zjawiskom [2, 9, 22, 25, 37].

PODSUMOWANIE

Gospodarka nasza cierpi na chroniczny niedostatek surowców. Jednocześnie choć brak jest dewiz na import, niewiele robi się, aby wykorzystać krajowe zasoby odpadów, których ilości ciągle wzrastają. Jednym z odbiorców surowców wtórnych i odpadów przemysłowych oraz komunalnych jest rolnictwo. Wiele nieorganicznych surowców wtórnych i odpadów przemysłowych stanowi podstawowe źródło zaopatrzenia rolnictwa w wapń i magnez. Nawozy wapniowo-magnezowe odkwaszają gleby oraz podnoszą ich żyzność, co w efekcie prowadzi do wzrostu plonów i produkcji zdrowej żywności. W skali kraju występują znaczne braki nawozów wapniowych, a zwłaszcza wapniowo-magnezowych. Ponadto rolnictwo nasze, a szczególnie produkcja warzyw, cierpi na niedobory wielu, dotychczas importowanych, mikroelementów jako składników preparatów nawozowych i ochrony roślin. Składniki te odgrywają również ważną rolę w żywieniu zwierząt jako dodatki paszowe.

Okazuje się, że istnieją w kraju zasobne źródła wielu wymienionych składników w postaci niewykorzystanych surowców wtórnych i odpadów przemysłowych, uciążliwych dla producenta i zanieczyszczających środowisko. Do odpadów tych należą stałe i ciekłe substancje pochodzące z kopalnictwa, przemysłu metalurgicznego, elektronicznego, lampowego, chemicznego i innych.

Przetwarzanie przemysłowych i komunalnych odpadów jest konieczne ze względu na brak terenów pod składowiska (aktualna powierzchnia składowisk ponad 10 tys. ha), bardzo duże koszty składowania, ochronę środowiska, straty spowodowane niewykorzystaniem cennych i poszukiwanych metali (Co, Mo, Cu i in) oraz duży iedobór nawozów organicznych, które można uzyskać przez przetworzenie niektórych odpadów przemysłowych i komunalnych.

Opracowano fizyczno-chemiczne metody przetwarzania odpadów przemysłowych (miedziowych, kobaltowych, molibdenowych, manganowych, żelazowych, borowych, magnezowych, keratynowych i korowych) na preparaty chemiczne i produkty użyteczne dla rolnictwa. Metody te są proste w realizacji i charakteryzują się małymi nakładami robocizny, gdyż nie wymagają budowy skomplikowanych ciągów technologicznych. Są one wydajne, bo wszystkie produkty powstające w czasie procesu technologicznego mogą być użytecznie wykorzystane.

Urodzajność gleb piaskowych można zachować, odtworzyć, a nawet powiększyć w drodze intensywnego nawożenia organicznego, wykorzystując do tego celu (oprócz obornika) zasoby masy organicznej zawartej w odpadach komunalnych, w osadach z biologicznego oczyszczania ścieków miejskich i niektórych przemysłowych, w odpadach drzewnych, a szczególnie korze, w mało kalorycznym węglu brunatnym, w gnojowicy oraz w ziemi próchnicznej i torfach zalegających na terenach przeznaczonych do zabudowy technicznej.

Przetwarzanie odpadów komunalnych i budowa kompostowni są przedsięwzięciami, które powinny znaleźć się w planach najbliższych i perspektywicznych.

LITERATURA

1. Aura, 1983 (11), 25, Odpady przemysłowe dla rolnictwa.
2. Curzydło J.: Jakie uprawy przy autostradach i w rejonie Huty im. Lenina. Aura, 1985, 7, 15-17.
3. Czuba R.: Płynne nawozy mineralne - stan i perspektywa. Chemik, 1985, 38, 3, 74-79.
4. Dechnik I.: Stare i nowe koncepcje poprawy żyzności gleby. Ossolineum, Wyd. PAN, 1982.
5. Dechnik I., Wolski T., Czajkowski J., Błaszak Z.: Sposób otrzymywania stałych nawozów organiczno-mineralnych z gnojowicy. Pat. PRL nr 127076, 1979.
6. Drab M.: Jak unieszkodliwiać odpady miejskie, Aura, 1983 (12), 26-27.
7. Dzierżanowski K.: Metoda hydroobsiewu tania i sprawdzona. Aura, 1984, 6, 33-34.
8. Fijałkowski A.: Problem zagospodarowania gipsu odpadowego z produkcji kwasu fosforowego w Gdańsku. Przem. Chem., 1984, 63, 8 409-410.

9. Garscia F.: Z badań w strefie ochronnej wokół Huty im. Lenina. Czego nie wolno uprawiać? *Aura*, 1985, 1, 11-13.
10. Gliński J., Krzaczek T., Wolski T.: Badanie wpływu próchnicopodobnych preparatów korowych na rośliny. Cz. I. Wpływ korowej frakcji fenolowej na kształtowanie i wzrost korzeni wybranych roślin, *Rocz. Glebozn.* (w druku).
11. Gliński J., Wolski R.: Utylizacja dla celów rolniczych odpadów produkcji przemysłowej zanieczyszczających środowisko. *Post. Nauk Rol.*, 1983, 3, 15-22.
12. Górecki H., Milewska A., Olszewski W., Patrzek F.: Wapno zamiast fosfo-gipsu. *Cement, Wapno, Gips*, 1985, 38, 5, 137-139.
13. Janowski B.: Jak trwale umacniać skarpy nasypów? *Aura*, 1982 (10), 29-30.
14. Kaczmarowicz G., Olesik Z., Walisch S.: Wykorzystanie odpadowego gipsu w produkcji kwasu cytrynowego metodą fermentacyjną. *Przem. Ferm. i Owoc.-Warzyw.* 1985, 1, 27-29.
15. Kalińska B.: Czy zasypią nas odpady. *Nowator*, 1985 (4), 15-17.
16. Kopacz J.: Utylizacja odpadów na tle kosztów ich składowania. *Mater. Bud.* 1985, 12, 7, 9.
17. Krogulec N.: Składowiska odpadów grożą środowisku. *Aura*, 1983 (11), 23-24.
18. Kropisz A.: Odpady nie muszą być uciążliwe dla środowiska. *Aura*, 1984, 1, 16-18.
19. Kropisz A.: Wykorzystanie odpadów komunalnych i przemysłowych w warzywnictwie. *Mater. Symp. „Wydajne i bezodpadowe metody produkcji rolniczej”*. Poznań. 1985, 20. Łukaszewicz B. i in.: Nawóz wieloskładnikowy. *UP PRL*, P-240363, 1983, *UP PRL*, P-240381, 1983.
21. Maliński R., Klupczyński Z.: Wykorzystanie fosfogipsu do celów uprawowych. *Mater. Symp. „Wydajne i bezodpadowe metody produkcji rolniczej”*, Poznań 1985.
22. Marchwińska E., Kucharski R., Karpińska B.: O ogródkach działkowych w Sosnowcu. Zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi. *Aura*, 1985, 3, 19-21.
23. Mazurczak J.: Żyźwić nie niszcząc, czyli jak produkować żywność. *Problemy*, 1982, 6, 6-10.
24. Milawski A.: Przyszłość produkcji tarcicy zależy od wykorzystania odpadów. *Gosp. Mater.*, 1984, 36, 7, 134-137.
25. Nowakowski W.: Zalecenia dla działkowiczów, *Aura*, 1983, 3, 11-12.
26. Nowosielski O. i in.: Nawóz wieloskładnikowy, *UP PRL*, P-238583, 1982.
27. Nowosielski O. i in.: Koncentrat podłożowy dla kory do uprawy roślin. *UP PRL*. P.245999, 1984.
28. Osiecka E.: Co z tym fosfogipsem. *Aura*, 1982, 7, 28-29.
29. Osiecka E.: Sposób zagospodarowania hałd fosfogipsowych. *Aura*, 1982, 10, 30.
30. Pawłowski L., Kozak Z.: Chemiczne zagrożenie środowiska w Polsce. *Wiad. Chem.* 1984, 38, 6, 451-497.
31. *Przegląd Techniczny*, 1985, 24, 5, Odpady.
32. Radecki W.: Kategoryzacja odpadów. *Aura*, 1985, 7, 33.
33. Romejko A., Gajewski W.: Trociny - możliwości ich wykorzystania. *Gosp. Mater.*, 1982, 34, 15/16, 336 - 359.
34. Schroeder J., Lewandowski M., Górecki H., Zięba S., Kuzko A.: Próba fosforogipsu na kredę nawozową w warunkach ZA „Police”. *Przem. Chem.*, 1984, 63, 8, 406-409.
35. Schroeder J., Skowroński B., Górecki H.: Chemia dla rolnictwa, *Wiad. Chem.*, 1984, 38, 6, 421-450.
36. Sieja L., Majnusz-Myśliwiec M.: Odpady niebezpieczne w południowym mikroregionie Polski - wstępna koncepcja ich zagospodarowania i unieszkodliwiania. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 1985, 59, 2, 42-46.
37. Siuta J.: Raport o degradacji gleb. *Aura*, 1985, 4, 25-26.
38. Siuta J., Wasiuk G.: Przywrócić ziemi jej życiodajne substancje. *Aura*, 1982, 7, 14-16.
39. Skrzypiński J., Nowacki H.: Czy chemia żywi? *Chemik*, 1984, 37, 8, 214-215.
40. Strzetelski J., Konarzewski A., Szarek J., Wolski T.: Wpływ T.: Wpływ zeolitów i pyłów dymnicowych na efekty produkcyjne i niektóre wskaźniki przemiany węglowodanowej u opasanych buhajków. *Rocz. Nauk Zootech.* (w druku).
41. Szyller B., Ogiąza L.: Zagospodarowanie odpadu poboraksowego w Zakładach Chemicznych „Rudniki”. *Chemik*, 1985, 38, 3, 80-81.

42. Śliwa A.: Przeciw wtórnemu pyleniu popiołów i żużli. *Aura*, 1982, 10, 28.
43. Uberna J.: Wysypiska i wylewiska komunalne w Polsce. *Aura*, 1983, 11, 20-22.
44. Wiśniewski W., Hermann J.: Wpływ aglomeratów popiołowo-gnojowicowych na niektóre fizyko-chemiczne i biologiczne właściwości gleb. *Mater. Symp. Wydajne i bezodpadowe metody produkcji rolniczej*. Poznań 1985.
45. Wolski T.: Problemy zagospodarowania i wykorzystania odpadów przemysłowych. *Gosp. Mater.* 1983, 35, 20, 535-537.
46. Wolski T.: Odpady przemysłowe zawierające mangan i ich przetwarzanie na preparaty manganowe użyteczne w produkcji roślinnej i zwierzęcej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1985, 315.
47. Wolski T.: Wykorzystanie odpadów przemysłowych do otrzymywania preparatów próchnicopodobnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1985, 315.
48. Wolski T.: Zmodyfikowane białka keratynowe, ich właściwości fizyko-chemiczne, analiza oraz zastosowanie. *Rozpr. hab.*, Akademia Medyczna, Lublin, 1985, 187.
49. Wolski T., Dechnik I., Gliński J.: Sposób otrzymywania nawozów organiczno-mineralnych. *Pat. PRL nr 107879*, 1978.
50. Wolski T., Dechnik I., Gliński J., Mazurkiewicz A.: Nawozy organiczno-mineralne i sposób otrzymywania nawozów organiczno-mineralnych. *Pat. PRL nr 129662*. 1979.
51. Wolski T., Gliński J.: Bezodpadowa metoda przetwarzania molibdenowych ścieków potrawiennych dla celów rolniczych. *Post. Nauk Rol.*, 1983, 4, 25-31.
52. Wolski T., Gliński J.: Przetwarzanie odpadów przemysłowych na sole techniczne i preparaty nawozowe. *Post. Nauk Rol.*, 1984, 2, 53-65.
53. Wolski T., Gliński J.: Odpady przemysłowe i ich przetwarzanie na sole techniczne oraz preparaty do nawożenia gleb i żywienia zwierząt. *Probl. Agrofiz. PAN*, 1985, 49.
54. Wolski T., Gliński J.: Utylization of environment polluting industrial wastes for the agriculture and the fertilizer industry, 5th International Conference Chemistry for Protection of Environment, Leuven, 1985.
55. Wolski T., Gliński J.: Odpady przemysłowe zawierające kobalt oraz ich przetwarzanie na sole techniczne i preparaty mikroelementowe. *Post. Nauk Rol.* (w druku).
56. Zięba S.: Surowce wtórne do nawożenia gleb. *PWRiL*, Warszawa 1982.