

Piotr Ochal

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

INNOWACJE NA RYNKU NAWOZÓW WAPNIOWYCH W POLSCE*

Słowa kluczowe: nawozy wapniowe, nawozy wapniowo-magnezowe, surowce do produkcji nawozów wapniowych, wapno z produkcji ubocznej, wapno granulowane

Wstęp

Badania prowadzone przez okręgowe stacje chemiczno-rolnicze wskazują, że w Polsce ok. 40% gleb wykazuje odczyn bardzo kwaśny lub kwaśny, 34% – odczyn lekko kwaśny, a 26% – obojętny lub zasadowy (11). Specyfiką warunków rolnictwa w Polsce jest duży udział gleb lekkich, ulegających silnemu zakwaszeniu. Znaczne zakwaszenie gleb ma charakter przede wszystkim naturalny i wynika z procesu glebotwórczego oraz rodzaju skał macierzystych. Dodatkowo nakładają się na to antropogeniczne procesy zakwaszania i zbyt małe zużycie nawozów o działaniu odkwaszającym, głównie nawozów wapniowych i wapniowo-magnezowych (1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17). Jak wynika z badań Głównego Urzędu Statystycznego, w roku gospodarczym 2014/2015 wyniosło ono zaledwie 39,0 kg·ha⁻¹ CaO (11).

Podstawowym źródłem wapna dla celów rolniczych są złoża wapieni i margli, a także dolomitów i kredy. Powstały one najczęściej jako skały osadowe na dnie mórz, które zajmowały znaczne obszary na terenie naszego kraju w dawnych okresach geologicznych lub osadzały się w śródlądowych zbiornikach wodnych w czasach po ustąpieniu lodowca (2, 3). Z tych skał poprzez mielenie i przesiewanie wytwarza się nawozy wapniowe i wapniowo-magnezowe węglanowe. Produkcja nawozów w formie tlenkowej wymaga dodatkowo przeróbki termicznej, tj. wyprażenia kamienia wapiennego (2, 3, 6, 7, 9).

Oprócz nawozów wapniowych powstających w wyniku przerobu skał wapiennych w rolnictwie wykorzystuje się również wapno z produkcji ubocznej z różnych gałęzi przemysłu (2, 3, 7, 12, 13, 15). Nawozy te charakteryzują się zróżnicowaną zawartością tlenu wapnia (CaO) i wilgotnością. Decydując się na stosowanie

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.2 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

wapien z produkcji ubocznej, koniecznie trzeba zwrócić uwagę na zawartość szkodliwych pierwiastków, głównie kadmu i ołowiu.

Mówiąc o nawozach do odkwaszania gleb, w pierwszej kolejności mamy na myśli nawozy wapniowe wytwarzane z przerobu skał wapiennych, następnie produkty uboczne z różnych gałęzi przemysłu, które w swoim składzie zawierają znaczne ilości składnika odkwaszającego. Również jako produkty do odkwaszania gleb możemy stosować nawozy organiczno-mineralne oraz osady ściekowe, do których w procesie produkcji czy higienizacji dodano wapno. Najczęściej przy produkcji tych nawozów wykorzystuje się wapno palone lub gaszone (hydratyzowane) (15).

W ostatnich latach na rynku nawozów wapniowych wprowadzono innowację, polegającą na granulowaniu wcześniej rozdrobnionej kopaliny (13). Jest to bardzo dobre rozwiązanie dla producentów rolnych i dystrybutorów. Wapna nawozowe granulowane mogą być sprzedawane luzem w big-bagach czy w workach foliowych. Granulacja nawozów wapniowych zdecydowanie ułatwia wysiew ogólnie dostępnymi rozsiewaczami do nawozów, tzw. lejkami, dzięki czemu ograniczone jest pylenie nawozu w trakcie wysiewu. Jedynym minusem jest wyższa cena, na którą składają się koszty granulacji i pakowania nawozu.

Zasoby i wydobycie kopaliny wykorzystywanych do produkcji nawozów wapniowych

Wapienie i margle

Podstawowym źródłem wapna nawozowego stosowanego w rolnictwie są skały wapienne. Wapienie o zawartości węglanu wapnia (CaCO_3) powyżej 90% są kopaliny wykorzystywane jako główny surowiec w przemyśle wapienniczym. Odmiany spełniające dodatkowe kryteria (głównie chemiczne) znajdują zastosowanie w przemyśle: chemicznym, hutniczym (jako topnik hutniczy), cukrowniczym, do produkcji mączek wapiennych, w tym sorbentów do odsiarczania spalin. Wapienie margliste i margle są kopalinami przydatnymi wyłącznie w przemyśle cementowym. Zawartość CaCO_3 w tym przypadku może być znacznie niższa (poniżej 80%), niemniej jednak w bliskim sąsiedztwie pól od źródła surowca mogą one stanowić cenne źródło nawozów wapniowych (1, 7, 8, 9).

Surowce cementowo-wapiennicze występują dość powszechnie w różnych formacjach geologicznych, głównie w południowej i centralnej Polsce. Blisko 60% udokumentowanych zasobów stanowią utwory jurajskie. Duże znaczenie mają także wapienie dewońskie, triasowe i kredowe, natomiast podrzędne: prekambryjskie, kambryjskie, karbońskie i neogeńskie. Większość zasobów znajduje się w czterech regionach: świętokrzyskim, krakowsko-częstochowsko-wieluńskim, lubelskim i opolskim. W Polsce północnej wapienie jurajskie udokumentowano w obszarze Barcin-Piechcin koło Inowrocławia na Kujawach (1).

Geologiczne zasoby bilansowe omawianej grupy kopalin na koniec 2014 r. wyniosły ogółem 18 424,30 mln t, w tym 12 833,47 mln t (69,7%) obejmowało 70 złóż udokumentowanych dla przemysłu cementowego, a 5 590,83 mln t (30,3%) 120 złóż dla przemysłu wapienniczego. W 2014 r. wielkość geologicznych zasobów bilansowych wapieni dla przemysłu wapienniczego zmniejszyła się o 50,10 mln t. Zasoby geologiczne złóż zagospodarowanych (czynnych i eksploatowanych okresowo) stanowią 33,8% zasobów udokumentowanych dla przemysłu cementowego i odpowiednio 33,7% dla przemysłu wapienniczego (1).

Górnictwo skalne omawianych kopalin koncentruje się na obszarze trzech województw: świętokrzyskiego, którego udział wynosi 42,7% krajowego wydobycia wapieni i margli dla przemysłu cementowego i wapienniczego, opolskiego (udział 21,2%) oraz na terenie województwa kujawsko-pomorskiego o udziale 15,2%. Wydobycie obu omawianych kopalin w 2014 r. osiągnęło wielkość 41,36 mln t, co oznacza wzrost wydobycia o 2,28 mln t w stosunku do poprzedniego roku. W głównej mierze przyczynił się do tego wzrost wydobycia wapieni dla przemysłu cementowego (2,54 mln t), natomiast wydobycie surowca dla przemysłu wapienniczego zanotowało spadek (0,25 mln t) w porównaniu do roku poprzedniego. W przypadku wapieni i margli dla przemysłu wapienniczego, największą dynamiką spadku cechowała się eksploatacja na terenie województwa świętokrzyskiego (spadek o 5%), a nieznaczny wzrost wydobycia zanotowano jedynie na terenie województwa dolnośląskiego i opolskiego (1).

Kreda

Kreda jest to wapienna, miękka i porowata skała osadowa, cechująca się wysoką zawartością węgla wapnia (CaCO_3) i bardzo drobnziarnistą strukturą. Znajduje zastosowanie m.in.: w przemyśle gumowym, papierniczym, chemicznym, farmaceutycznym, kosmetycznym, ceramicznym, cementowym, do produkcji farb i lakierów, tworzyw sztucznych, materiałów budowlanych, w rolnictwie jako kreda nawozowa do wapnowania gleb oraz w hodowli zwierząt jako kreda pastewna. Surowiec naturalny jest coraz częściej zastępowany przez mączki wapienne z przemiału wapieni i marmurów oraz przez surowiec uzyskiwany w procesie strącania z roztworów (1, 7).

Genetycznie, złoża kredy występujące w Polsce można podzielić na: złoża kredy piszącej i złoża kredy jeziornej (1).

Kreda pisząca jest organogenicznym osadem morskim o barwie białej lub kremowej, składającym się głównie ze szczątków organizmów planktonicznych: kokolitów i skorupki otwornic. W Polsce kreda pisząca występuje na Lubelszczyźnie w utworach okresu kredowego, a także na obszarze północno-wschodniej Polski, gdzie utwory kredowe występują w formie kier lodowcowych w obrębie utworów czwartorzędowych. Złoża kredy piszącej, udokumentowane w obrębie kier lodowcowych, licznie występują w rejonie Kornicy i Mielnika nad Bugiem na pograniczu województw: mazowieckiego i podlaskiego. Udokumentowano w tym rejonie kilkanaście złóż, z których 7 jest obecnie eksploatowanych (1).

Kreda jeziorna ma zazwyczaj barwę białą, biało-żółtą lub szarą i jest silnie wilgotną, mazistą masą. Powstaje w wyniku biochemicznego wytrącania i gromadzenia się osadu węglanowego na dnie jezior. Istotną rolę w procesie wytrącania węglanów odgrywają rośliny pobierające z wody rozpuszczony dwutlenek węgla CO_2 , powodując zmiany stopnia nasycenia roztworu i krystalizację kalcytu. Poza węglanami, osady jeziorne zawierają materię organiczną i materiał przyniesiony z ładu. Kreda jeziorna zawiera co najmniej 80% węglanu wapnia CaCO_3 , natomiast osad zawierający 50-80% jest określany jako gytia wapienna. Bardzo często pokłady kredy jeziornej i gytii zalegają pod pokładami torfów. Takie następstwo osadów wynika z wypłykania i stopniowego zarastania zbiornika sedymentacyjnego jakim jest jezioro. Złoża kredy jeziornej są zazwyczaj czwartorzędowe i występują w północnej i północnozachodniej Polsce. Znane są także nagromadzenia kredy trzeciorzędowej, wydobywanej jako kopalina towarzysząca ze złóż węgla brunatnego w rejonie Bełchatowa (1).

Wydobycie w 2014 roku wyniosło 145 tys. t i było niższe niż w 2013 roku o 11,3 tys. t, czyli 7,2%. Większość wydobywania stanowi kreda piszcząca (prawie 127 tys. t – 87,4%), która jest wydobywana w 7 kopalniach (6 w województwie mazowieckim, 1 w województwie podlaskim). Pozostałą część wydobywania – 18 tys. t (12,6%), stanowi kreda jeziorna, która jest obecnie wydobywana tylko ze złoża Lubiatowo III (województwo zachodniopomorskie). Wydobycie kredy piszczącej w stosunku do roku poprzedniego spadło minimalnie o 1,7 tys. t (1,3%), natomiast wydobycie kredy jeziornej było mniejsze o 9,6 tys. t (34,5%). Kreda jeziorna jest także okresowo pozyskiwana ze złóż węgla brunatnego w rejonie Bełchatowa.

Dolomity

Dolomity to skały osadowe węglanowe, w których skład wchodzi podwójne węglany wapnia i magnezu. Czysty minerał dolomit, o wzorze chemicznym $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ zawiera około 30,4% CaO, 21,7% MgO oraz 47,9% CO_2 . Czyste dolomity występują stosunkowo rzadko i zazwyczaj towarzyszą skałom wapiennym oraz zawierają różne domieszki (7). Dolomity mają zastosowanie w przemyśle hutniczym, szklarskim a także w budownictwie i drogownictwie. Otrzymywanie nawozów wapniowo-magnezowych zwykle stanowi produkcję uboczną. Wykorzystuje się do tego głównie drobne frakcje odpadów poprodukcyjnych. Złoża dolomitów występują na południu Polski w województwach: śląskim, dolnośląskim i małopolskim. Geologiczne zasoby bilansowe dolomitów w 2014 r. wyniosły 403,48 mln t i były większe w stosunku do roku wcześniejszego o 68,98 mln t. Geologiczne zasoby złóż eksploatowanych wyniosły 236,15 mln t, co stanowiło około 58,5% całości zasobów bilansowych dolomitu. Wydobycie dolomitów w 2014 r. wyniosło 3 131 tys. t i wzrosło o 296,9 tys. t w stosunku do 2013 r. (1).

Technologia produkcji nawozów wapniowych

Nawozy stosowane do odkwaszania gleb produkuje się na bazie surowców naturalnych, pozyskiwanych ze złóż zawierających minerały wapnia (kalcyt CaCO_3) lub wapnia i magnezu (dolomit $\text{CaCO} \cdot \text{MgCO}_3$). Surowcem do produkcji tych nawozów mogą być również produkty uboczne w różnych gałęziach przemysłu. Szczegółowe wymagania jakościowe dla typów wapna nawozowego znajdują się w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 8 września 2010 r. Dz. U. Nr 183, poz. 1229, załącznik nr 6. Nawozy wapniowe można też wprowadzać do obrotu na podstawie Rozporządzenia Komisji (UE) nr 463/2013 z dnia 17 maja 2013 r. (18, 19, 20).

W przypadku nawozów wapniowych wprowadzanych na rynek na podstawie Rozporządzenia Komisji (UE) 463/2013 z dnia 17.05.2013 r. (Dz.U.UE.L.2013.134.1) zmieniającego Rozporządzenie (WE) 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie nawozów, w celu dostosowania jego załączników I, II i IV do postępu technicznego. W Rozporządzeniu UE, w rubryce dotyczącej minimalnej zawartości składników pokarmowych wprowadzono minimalną liczbę zobojętniania oraz inne do wymagań krajowych normy w stosunku do przesiewu, uwzględniające odsiew na mokro i sucho. W normach europejskich, w porównaniu do norm krajowych, brakuje informacji dotyczącej minimalnej procentowej zawartości składników nawozowych (CaO , $\text{CaO} + \text{MgO}$), które według wymogów unijnych deklaruje sam producent, łącznie z podaniem ich formy i rozpuszczalności (18, 23).

Pierwszym etapem produkcji wapna nawozowego jest dokładne rozdrobnienie skały wapiennej tak, aby spełniała minimalne wymagania normatywne dla nawozów wapniowych. Drugim etapem może być obróbka termiczna, która polega na wyprężaniu kamienia wapiennego lub w przypadku wapna magnezowego tlenkowego – prażeniu rozdrobnionego dolomitu (3). Do wapnowania wykorzystuje się również tzw. wapno gaszone, które powstaje w wyniku traktowania wodą wapna palonego (2, 6, 7, 9). Kolejny etap produkcji zależy od producenta, może on poddać surowiec granulacji, mieszać różne odmiany i typy wapna nawozowego, np. wapna tlenkowe i węglanowe (13).

Nawozy wapniowe granulowane

Od 2010 r. obserwuje się trend do wprowadzania na rynek granulowanych form zmielonego wcześniej wapna nawozowego, a także środków wapnujących uzyskiwanych w wyniku mieszania różnych odmian wapna nawozowego (13). Należy przy tym zaznaczyć, że proponowane przez producentów nowe formuły wapna o różnych wielkościach granul, spotykają się z aprobatą ze strony odbiorców. Główną zaletą nowych form wapna nawozowego jest to, że wapno takie daje się stosunkowo łatwo rozsiewać różnego typu rozsiewaczami. Ograniczone jest poza tym pylenie i przemieszczanie się drobnych cząstek wapna pod wpływem wiatru na sąsiednie pola i tereny zabudowane. Zdaniem producentów wapna, stosunkowo nietrwałe granule

łatwo rozpadają się pod wpływem wilgoci w glebie i praktycznie nie ograniczają aktywności chemicznej wapna. Proces granulacji nie może jednak ukrywać niedokładności rozmiaru obowiązujących dla określonych odmian wapna. W myśl rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 8 września 2010 r. (Dz. U. Nr 183 poz. 1229) dla znacznej ilości odmian wapna nawozowego (wszystkie odmiany wapna zawierającego magnez i odmiany 01, 02, 03, 04, 05 wapna niezawierającego magnezu) wymagany jest odsiew na sicie o boku oczek 2 mm – na poziomie nie większym niż 10 lub 25% całkowitej masy nawozu, ponadto dla odmian wapna zawierającego magnez 03, 04, 05, 06, 07 i dla odmian 04, 05 wapna niezawierającego magnezu wymagany jest przesiew przez sito o boku oczek 0,5 mm, na poziomie co najmniej 50% całkowitej ilości wapna (19). Po zgranulowaniu odmiany wapna nie dają się zidentyfikować na podstawie zwykłej analizy sitowej („na sucho”), nie jest możliwe także ustalenie tą metodą analityczną wyjściowego składu ziarnowego badanego nawozu, dlatego wymagane w tym przypadku jest zastosowanie analizy sitowej „na mokro” (13).

Również w Rozporządzeniu Unijnym dopuszcza się granulację zmielonych surowców wapiennych, niemniej jednak po oznaczeniu uziarnienia na mokro muszą one spełniać parametry przesiewu jak wapna sypkie. Rozporządzenie to pozwala na wprowadzanie do obrotu mieszanek środków wapnujących z innymi typami nawozów WE (sekcja G5 rozporządzenia). Produkty takie możemy uzyskiwać przez mieszanie, prasowanie lub granulowanie środków wapnujących wymienionych w sekcjach od G.1 do G.4 z typami nawozów wymienionych w sekcjach A, B lub D. Zabrania się mieszania siarczanu amonu lub mocznika z wapnem tlenkowym lub wodorotlenkowym wymienionym w sekcji G.2. Niedozwolone jest także mieszanie, a następnie prasowanie lub granulowanie superfosfatów typów A.2.2 a), b) lub c) z dowolnymi typami wapna opisanymi w sekcjach od G.1 do G.4. Minimalne wymagania dla takich typów nawozów wynoszą:

- liczba zubożenia 15%;
- 3% N w przypadku mieszanek zawierających typy nawozów o minimalnej zawartości N;
- 3% P_2O_5 w przypadku mieszanek zawierających typy nawozów o minimalnej zawartości P_2O_5 ;
- 3% K_2O w przypadku mieszanek zawierających typy nawozów o minimalnej zawartości K_2O . Potas w przeliczeniu na K_2O rozpuszczalny w wodzie (18). Koniecznie trzeba zadeklarować wapń całkowity, magnez całkowity jeśli jego zawartość jest równa lub większa niż 3% MgO. Jeżeli zawartość chlorku nie przekracza 2% Cl, można dodać informację „niska zawartość chlorków” (18).

Do potwierdzenia wymagań stawianych nawozom wapniowym wprowadzanym na rynek oraz stwierdzenia zgodności z typem są upoważnione laboratoria akredytowane zamieszczone w obwieszczeniu Ministra Gospodarki z dnia 28 kwietnia 2014 r. w sprawie listy akredytowanych laboratoriów upoważnionych do wykonywania badań potwierdzających spełnianie przez nawozy oznaczone znakiem „NAWÓZ WE” wymagań określonych dla tych nawozów w odrębnych przepisach (16).

Wapna z produkcji ubocznej i odpady zawierające wapń

Środki wapnujące pozyskuje się także jako produkty uboczne w wielu procesach przetwórczych, przemysłowych, w których niezbędnym składnikiem jest skała wapienna. Jest ona wykorzystywana m.in. w przemyśle cukrowniczym, celulozowym i siarkowym jako materiał do flotacji, a także w samym procesie produkcyjnym. Mogą one być wprowadzane do obrotu jako nawozy, jeśli spełniają kryteria określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 8 września 2010 r. dotyczące:

- dopuszczalnych zawartości kadmu i ołowiu w wapnie nawozowym;
- kryterium minimalnej zawartość CaO;
- maksymalnego uwilgotnienia w zależności od odmiany i typu wapna;
- w niektórych przypadkach także stężenie chlorków i siarczków.

Poniżej scharakteryzowano kilka typów wapna pochodzących z produkcji ubocznej.

Wapno defekacyjne powstaje w procesie ekstrakcji cukru, w trakcie którego tzw. mleczo wapienne wiąże niecukrowe związki obecne w soku surowym. Wapno defekacyjne jest silnie uwodnione i w świeżej masie zawiera około 20% CaO. Obecnie wapno defekacyjne poddaje się procesowi suszenia do uzyskania 70% suchej masy i w takiej formie traktowany jest jako wapno nawozowe. W zależności od typu wapno defekacyjne może zawierać od 20 do 35% CaO w formie węglanowej oraz szereg związków mineralnych, składników pokarmowych, około 0,4-0,8% N, 0,9-1,8% P₂O₅, i 0,1-0,25% K₂O, plus dodatkowo mikroelementy (2, 7, 9).

Wapno pokarbidowe powstaje w procesie produkcji acetyleny jako produkt uboczny. Podczas wytwarzania acetyleny do karbidu dodawana jest woda, w wyniku czego uzyskuje się palny gaz wodorotlenek wapna, zwany wapnem pokarbidowym. Produkt ten zawiera około 30-35% CaO w formie wodorotlenku wapnia (2, 7, 9).

Wapno pocelulozowe powstaje jako produkt uboczny w produkcji papieru. Zawiera do 40% CaO w formie węglanowej. Wapno nawozowe pocelulozowe, aby mogło być stosowane w rolnictwie, nie może zawierać więcej niż 3,5% chlorków i 1,5% siarczków (2, 7, 9).

Wapno posodowe otrzymywane jest w procesie produkcji sody. W zależności od typu może zawierać od 20 do 35% CaO w formie węglanu wapnia. Wapno to, aby mogło być stosowane w rolnictwie, musi spełniać wymagania co do maksymalnej zawartości chlorków dla wapna posodowego suchego – najwyżej 2,5%, wapno posodowe odsączone i podsuszone – 3% (2, 7, 9).

Wapno posiarkowe jest produktem ubocznym po flotacji siarki i zawiera około 30% CaO w formie węglanowej i może zawierać maksymalnie 1,5% siarczków (2, 7, 9).

Środki wapnujące, które nie spełniają kryteriów dla typów wapna nawozowego można wprowadzić do obrotu po uzyskaniu pozwolenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Minister wydaje pozwolenie, jeśli produkt uzyskał pozytywną opinię Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, dotyczącą jego jakości i przydatności do stosowania. Podstawą opracowania opinii są wyniki badań właściwości fizykochemicznych i chemicznych wykonanych w akredytowanym laboratorium (13).

Odpady zawierające wapń

W przypadku stosowania produktów ubocznych zawierających wapń, jeśli nie są spełnione wymagania dla odpowiedniej odmiany wapna nawozowego, produkt uboczny jest traktowany jako odpad. Wytwórcę odpadu obowiązują wówczas przepisy o odpadach. Wapno z produkcji ubocznej, które nie spełnia któregokolwiek kryterium dla typu wapna nawozowego, może być stosowane do odkwaszania gleb jako odpad na mocy Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie procesu odzysku R10. Producent nie może wówczas wprowadzać takiego odpadu do obrotu handlowego, może natomiast zbywać go lokalnie po uzyskaniu stosownego zezwolenia, określonego w przywołanym rozporządzeniu. Na nim ciąży także wykonanie analiz gleby i odpadu. W załączniku do rozporządzenia wyszczególnione są następujące rodzaje odpadów dopuszczonych do takiego odzysku (tab. 1); (21).

Tabela 1

Odpady zawierające wapń

Kod odpadu	Rodzaj odpadu
02 04 02	Nienormatywny węglan wapnia oraz kreda cukrownicza (wapno defekacyjne)
03 03 09	Odpady szlamu wapiennego (pokaustyzacyjnego)
ex 06 01 99	Odpad z produkcji siarczanu magnezu nawozowego
ex 06 02 99	Odpady węglanu wapnia i odpady z gaszenia wapna palonego
ex 06 03 99	Odpady z fizykochemicznej obróbki kamienia wapiennego – z przesiewu i przepału kamienia wapiennego
06 09 04	Poreakcyjne odpady związków wapnia, inne niż wymienione w 06 09 03 i 06 09 80
ex 06 09 99	Odpad z produkcji roztworu ortofosforanów z ekstrakcyjnego kwasu fosforowego
ex 06 10 99	Odpady z produkcji soli azotanowych: saletra wapniowa i magnezowa
07 01 80	Wapno pokarbidowe niezawierające substancji niebezpiecznych (inne niż wymienione w 07 01 08)
10 13 04	Odpady z produkcji wapna palonego i hydratyzowanego
ex 19 02 99	Odpady zawierające węglan wapnia pochodzące z oczyszczania solanki
19 09 03	Osady z dekarbonizacji wody

Źródło: Rozporządzenie... (21)

W procesie odzysku wymienionych odpadów metodą rozpraszania na powierzchni ziemi, w celu poprawy jej właściwości, musi być spełniony szereg warunków. Odpad, jak i gleba, na której będzie zastosowany, muszą być przebadane pod względem zawartości metali ciężkich przez akredytowane laboratorium. Dawkę odpadu określa się w taki sposób, aby zastosowanie odpadu poprawiło właściwości gleby, a jednocześnie nie przyczyniło się do jej zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Odpady stosowane do odkwaszania gleby muszą spełniać wymagania odnośnie dopuszczalnego stężenia ołowiu i kadmu, takie jak dla wapna nawozowego. Odpad można stosować na gleby kwaśne i bardzo kwaśne o pH poniżej 5,5.

Osady ściekowe zawierające wapń

Osady ściekowe higienizowane wapnem charakteryzują się wysoką zawartością tlenu wapnia CaO, która wynosi zazwyczaj 30% w suchej masie. Osady takie powinny być stosowane podobnie jak nawozy wapniowe, czyli do odkwaszania gleb. Podstawowym ograniczeniem jest możliwość stosowania osadów na glebach o pH powyżej 5,6, w związku z czym osady te można stosować tylko na glebach kategorii agronomicznych średnich i ciężkich (12). Zalecane dawki wapna w tonach CaO na 1 ha na 4 lata podano w tabeli 2.

Tabela 2

Zalecane dawki wapna w tonach CaO na 1 ha na 4 lata

Gleba	Odczyn gleby pH		
	5,6-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0
Średnia	1,7	1,0	-
Ciężka	3,0	2,0	1,0

Źródło: Jadczyzyn, 2010 (12)

Wapnowanie przeprowadza się średnio raz na 4 lata, więc osad jako źródło wapnia można wprowadzać w dawkach skomasowanych na 2 lub 3 lata. Rozporządzenie Ministra Środowiska określa maksymalną dawkę osadu w rolnictwie i do rekultywacji gruntów na cele rolnicze. Wynosi ona 3 Mg s.m.·ha⁻¹ na 1 rok, w dawkach skumulowanych 6 Mg s.m.·ha⁻¹ na 2 lata i 9 Mg s.m.·ha⁻¹ na 3 lata. Stosując osady, trzeba uwzględnić przede wszystkim zawartość wapnia, aktualne pH gleby, a także zawartość innych składników użytecznych, azotu, fosforu, a także szkodliwych metali ciężkich. Aby taki odpad mógł być zastosowany w rolnictwie, musi spełniać wymagania postawione w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r., poz. 257, w sprawie komunalnych osadów ściekowych. Badania metodami referencyjnymi komunalnych osadów ściekowych obejmują ustalenie:

- 1) wartości pH;
- 2) zawartości s.m. – wyrażonej w procentach masy komunalnych osadów ściekowych;
- 3) zawartości substancji organicznej, azotu ogólnego, w tym azotu amonowego, fosforu ogólnego, wapnia i magnezu – wyrażonej w procentach s.m.;
- 4) zawartości metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci, niklu, cynku, miedzi i chromu – wyrażonej w mg/kg s.m.;
- 5) obecności bakterii chorobotwórczych z rodzaju *Salmonella* w 100 g osadu;
- 6) liczby żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Toxocara* sp. w kg s.m.

Dopuszczalną zawartość metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych określono w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. (poz. 257); (tab. 3).

Tabela 3

Dopuszczalna zawartość metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych

Lp.	Metale	Zawartość metali ciężkich w mg/kg suchej masy osadów nie większa niż przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych		
		w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne	do rekultywacji terenów na cele nierolne	przy dostosowywaniu gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu, do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz
1.	Kadm (Cd)	20	25	50
2.	Miedź (Cu)	1000	1200	2000
3.	Nikiel (Ni)	300	400	500
4.	Ołów (Pb)	750	1000	1500
5.	Cynk (Zn)	2500	3500	5000
6.	Rtęć (Hg)	16	20	25
7.	Chrom (Cr)	500	1000	2500

Źródło: Rozporządzenie... (22)

Przed zastosowaniem osadów ściekowych trzeba koniecznie zbadać grunty, na których mają być stosowane, pod względem:

- 1) wartości pH;
- 2) zawartości fosforu przyswajalnego w przeliczeniu na P_2O_5 (pięciotlenek fosforu), jeżeli osad będzie stosowany w rolnictwie – wyrażonej w mg/100 g gleby;
- 3) zawartości metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci, niklu, cynku, miedzi i chromu – wyrażonej w mg/kg s.m.

Badania gruntów wykonuje się każdorazowo przed skierowaniem danej partii komunalnych osadów ściekowych do zastosowania na gruncie. W tabeli 4 przedstawiono wartości dopuszczalne ilości metali ciężkich w wierzchniej warstwie gruntu o głębokości 0-25 cm przy stosowaniu komunalnych osadów ściekowych do rekultywacji terenów na cele nierolne, przy dostosowywaniu gruntów do określonych potrzeb, wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu oraz do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz.

Tabela 4

Dopuszczalne ilości metali ciężkich w wierzchniej warstwie gruntu

Lp.	Metale	Wartość dopuszczalna ilości metali ciężkich w mg/kg suchej masy gruntu nie większa niż na gruntach		
		lekkih	średnich	ciężkich
1.	Kadm (Cd)	3	4	5
2.	Miedź (Cu)	50	75	100
3.	Nikiel (Ni)	30	45	60
4.	Ołów (Pb)	50	75	100
5.	Cynk (Zn)	150	220	300
6.	Rtęć (Hg)	1	1,5	2
7.	Chrom (Cr)	100	150	200

Źródło: Rozporządzenie... (22)

Wapnowanie gleb rolniczych i nierolniczych przy stosowaniu stabilizowanych i odkaszanych alkalicznie – przy użyciu CaO lub Ca(OH)₂ – komunalnych osadów ściekowych jest atrakcyjnym sposobem ich neutralizowania i odzysku (15).

Nawozy organiczno-mineralne zawierające wapń

Kolejną propozycją na rynku nawozów do odkwaszania gleb mogą być nawozy mineralno-organiczne o podwyższonej zawartości CaO. Niektóre rodzaje nawozów mineralno-organicznych mogą zawierać nawet 30% wapnia w przeliczeniu na CaO. Nawozy te zawierają w swoim składzie dodatkowo inne składniki pokarmowe, np. azot, fosfor, potas oraz substancję organiczną (co najmniej 20%). Decydując się na stosowanie takiego nawozu, trzeba postępować podobnie jak z wapnem nawozowym. Podstawą ustalenia dawki jest pH gleby i kategoria agronomiczna. Podczas ustalania dawek NPK należy wziąć pod uwagę zawartość makroskładników w nawozie.

Podsumowanie

Rynek polski dysponuje szerokim asortymentem nawozów wapniowych oferowanych dla rolnictwa. Najbardziej popularnymi są wapna węglanowe, dolomity pochodzące z przerobu skał wapiennych. Zazwyczaj nawozy te powstają jako produkty uboczne w wyniku rozkruszania skał i ewentualnie potem są mielone do uzyskania właściwych parametrów ustanowionych w odpowiednich aktach prawnych.

Zasoby kopalin wykorzystywanych do produkcji nawozów wapniowych w Polsce są bardzo duże, przekraczające zapotrzebowanie rolnictwa.

Od 2010 roku dosyć szybko rozwinął się rynek granulowanego wapna nawozowego. Na rynku dostępne są granulowane wapna węglanowe, dolomity, kredy czy wapna tlenkowe. Koniecznie trzeba pamiętać, że granulacja nie może ukrywać zbyt grubego przemiału, a oferowane produkty muszą spełniać normy przesiewu dla deklarowanej odmiany. Wprowadzenie nawozu w takiej formie zdecydowanie ułatwia wysiew, nawet tradycyjnymi rozsiewaczami nawozowymi. Ograniczone jest pylenie nawozu, dzięki czemu możemy wapnować przy wietrznej pogodzie bez obawy znoszenia nawozu na sąsiednie pola.

Alternatywą dla tradycyjnych nawozów wapniowych mogą być nawozy organiczno-mineralne, odpady, a także osady ściekowe zawierające w swoim składzie wapń. W przypadku stosowania odpadów i osadów koniecznie trzeba przestrzegać zasad bezpiecznego ich stosowania, zgodnie z obowiązującym prawem.

Literatura

1. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2014 r. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Warszawa, 2015, ss. 474.
2. Boguszeński W.: Wapnowanie gleb. PWRiL, Warszawa, 1980, ss. 176.
3. Filipek T., Badora A., Lipiński W., Brodowska M. S., Domańska J., Harasim P., Kozłowska-Strawska J., Skowron P., Skowrońska M., Tkaczyk P.: Zakwaszenie i wapnowanie gleb. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA, 2015, ss. 236.
4. Filipek T., Fotyma M., Lipiński W.: Stan, przyczyny i skutki zakwaszenia gleb ornych w Polsce. Nawozy i Nawożenie, 2006, **27**: 7-38.
5. Filipek T.: Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb. Nawozy i Nawożenie, 2001, **8**: 5-26.
6. Fotyma M., Mercik S.: Chemia rolna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1995, ss. 356.
7. Fotyma M., Zięba S.: Przyrodnicze i gospodarcze podstawy wapnowania gleb. PWRiL Warszawa, 1988, ss. 251.
8. Gientka M.: Zasoby i wydobycie kopalin wapniowych i wapniowo-magnezowych w Polsce. Nawozy i Nawożenie, 2006, **27**: 58-68.

9. Grzebisz W.: Nawożenie roślin uprawnych 2. Nawozy i Systemy Nawożenia, PWRiL, Poznań, 2009, ss. 376.
10. Grzebisz W., Diatta J. B., Szczepaniak W.: Produkcyjne i ekologiczne uwarunkowania wapnowania gleb gruntów ornyc. Nawozy i Nawożenie, 2006, **27**: 69-85.
11. GUS: Środki produkcji w rolnictwie. 2015, ss. 43.
12. Jadczyzyn T.: Stosowanie osadów ściekowych w rolnictwie. Instrukcja upowszechnieniowa. IUNG-PIB, Puławy, 2010, **175**: 1-16.
13. Kęsik K., Jadczyzyn T.: Wprowadzanie do obrotu środków wapnujących i nawozów mineralnych zawierających wapń. IUNG-PIB, Puławy, 2012, ss. 27.
14. Lipiński W.: Odczyn gleb Polski. Nawozy i Nawożenie, 2005, **23**: 33-4.
15. Marcinkowski T. A.: Przetwarzanie osadów ściekowych w procesie wapnowania. Poznań – Wrocław, 2010, ss. 140.
16. Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 28 kwietnia 2014 r. w sprawie listy akredytowanych laboratoriów upoważnionych do wykonywania badań potwierdzających spełnianie przez nawozy oznaczone znakiem „NAWÓZ WE” wymagań określonych dla tych nawozów w odrębnych przepisach.
17. Ochal P.: Wapnowanie podstawowym elementem dobrych praktyk rolniczych. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, 2013, **37(11)**: 9-18.
18. Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 463/2013 z dnia 17 maja 2013 r. zmieniające Rozporządzenie (WE) 003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie nawozów w celu dostosowania jego załączników I, II i IV do postępu technicznego (Dz.U. UE.L.2013.134.1).
19. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 września 2010 r. w sprawie sposobu pakowania nawozów mineralnych, umieszczania informacji o składnikach nawozowych na tych opakowaniach, sposobu badania nawozów mineralnych oraz typów wapna nawozowego (Dz.U. z 2010 r., nr 183, poz. 1229).
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. z 2008 r., nr 119, poz. 765).
21. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10.
22. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych.
23. Winiarski R.: Rynek nawozów mineralnych w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, **37(11)**:139-162.

Adres do korespondencji:

dr Piotr Ochal
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 47 86 842
e-mail: pochal@iung.pulawy.pl

