

BADANIA JAKOŚCI TRUDNO ZBYWALNYCH FRAKCJI SUROWCÓW SKALNYCH Z KOPALNI BRASZOWICE NA POTRZEBY POLEPSZACZY GLEBOWYCH. WYNIKI BADAŃ WSTĘPNYCH

QUALITY TESTING OF THE HARD-TO-SELL FRACTIONS OF ROCK RAW MATERIALS FROM THE BRASZOWICE MINE FOR THE NEEDS OF SOIL IMPROVERS. PRELIMINARY TEST RESULTS

Mirosław Maliszewski, Grażyna Ślusarczyk, Andrzej Borowicz - „Poltegor-Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław
Jolanta Korzeniowska, Ewa Stanisławska-Głubiak – Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB, Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli, Wrocław

W artykule przedstawiono możliwość wykorzystania odpadów górniczych jako surowca wtórnego. Utworzony z trudno zbywalnej mączki gabbrowej z kopalni Braszowice polepszacz glebowy, produkt o określonych parametrach fizykochemicznych, spełnia wymagania umożliwiające zagospodarowanie w rolnictwie w celu wzbogacania gleb w makro- i mikroelementy, co potwierdzają wyniki przeprowadzanych badań.

Słowa kluczowe: odpad górniczy, surowiec wtórny, polepszacz glebowy

The article presents the possibility of using mining waste as a secondary raw material. The soil improver formed from hard-to-sell gabbro meal from Braszowice Mine as a product with specific physicochemical parameters meeting the requirements needed for management in agriculture to enrich soils with macro- and micronutrients, which is confirmed by the results of the conducted research..

Keywords: mining waste, secondary raw material, soil improver

Wstęp

Obecnie, coraz częściej odpady górnicze znajdują szerokie zastosowanie jako surowiec wtórny [2]. Jednym z kierunków jest rolnictwo. W Polsce istnieje duża potrzeba nawożenia mikro- i makroelementami. Nawożenie mikro- i makroelementami roślin uprawnych zyskuje na znaczeniu w obliczu drastycznego w ostatnim dziesięcioleciu obniżenia poziomu nawożenia obornikiem, który jest cennym źródłem zarówno makro-, jak i wielu mikrośkładników. Na potrzebę nawożenia mikroelementami wskazuje również fakt zmniejszenia zużycia nawozów mineralnych zawierających balast np. superfosfatu prostego, kainitu, kizerytu itp. oraz uprawa wysoko plonujących odmian roślin. Wymienione przyczyny systematycznie pogłębiają niedobór mikroelementów w glebach Polski.

Aktualny stan gleb w Polsce

Niezbędne dla wzrostu roślin są mikroelementy: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni oraz makroelementy: N, P, K, S, Ca, Mg. Z badań wykonanych przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa wynika, że mamy obecnie w kraju aż 60-75% gleb ubogich w bor, około 40% w miedź, 20% w molibden i 10% w cynk i mangan (rys. 1). Równocześnie tylko 0,4% stanowią gleby zanieczyszczone miedzią, a około 1,5% cynkiem.

Braki mikroelementów mogą prowadzić do chorób roślin, ograniczenia plonowania i pogorszenia jakości plonów (tab. 1, 2). Niedobory któregoś z mikroelementów mogą występować głównie w glebach bardzo lekkich, przy niewielkim zużyciu nawozów naturalnych, w glebach świeżo wziętych do uprawy, czy w warunkach intensywnej produkcji roślinnej [1, 3].

Tab. 1. Zmiany zasobności gleb w mikroelementy w latach 1965-1983 i 2009-2012 [4]

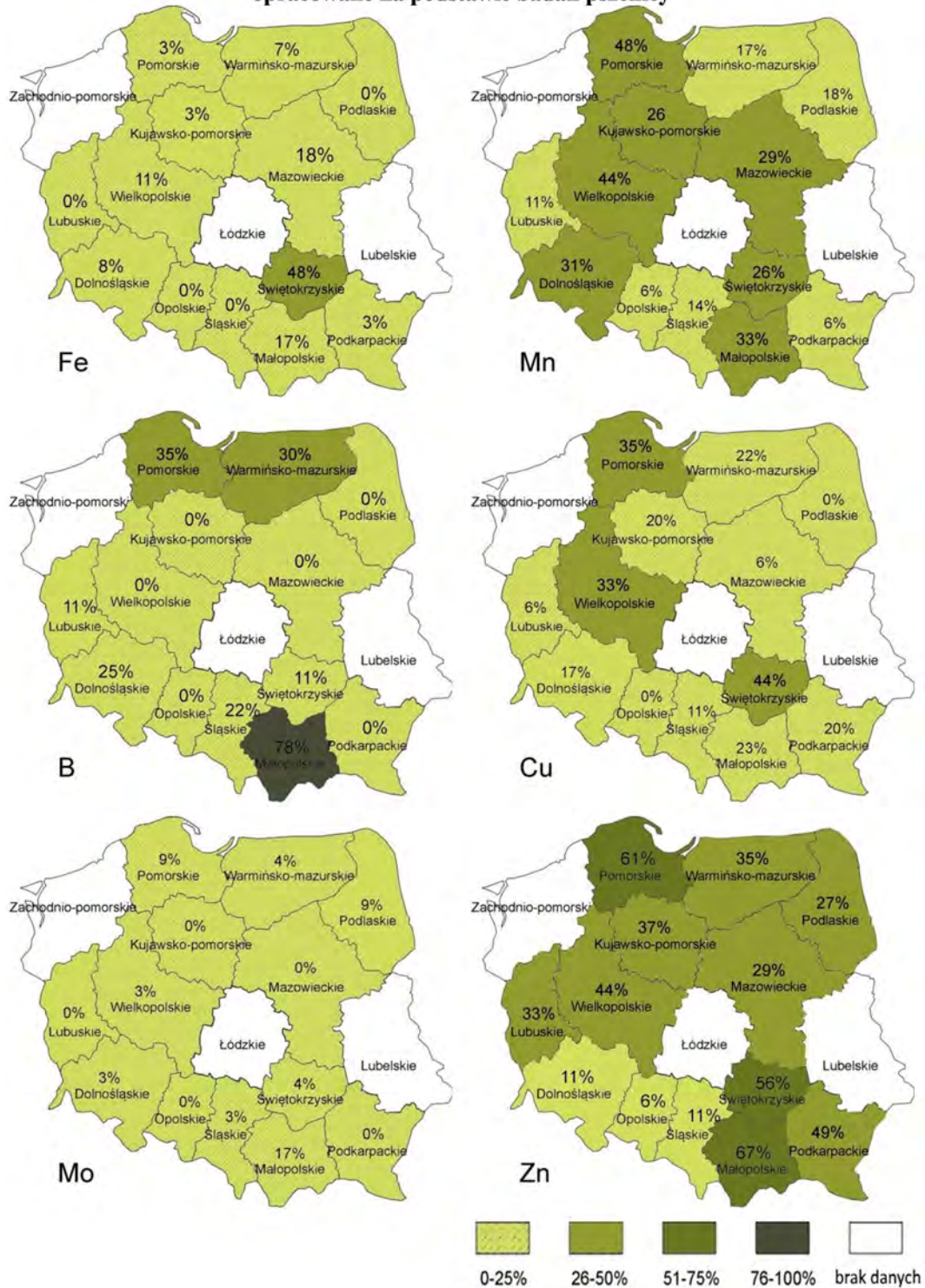
Tab. 1. Changes in soil richness in micronutrients in 1965-1983 and 2009-2012 [4]

Pierwiastek	Zasobności gleb w mikroelementy w latach 1965-2012					
	niska		średnia		wysoka	
	1965-1983	2009-2012	1965-1983	2009-2012	1965-1983	2009-2012
B	41	74	41	25	18	1
Mo	44	-	49	-	7	-
Mn	25	3	14	93	61	4
Cu	41	34	25	57	34	9
Zn	9	17	39	59	52	24
Fe	-	21	-	73	-	6

Tab. 2. Obszary o największych niedoborach mikroelementów w glebie [4]
 Tab. 2. Areas with the largest deficiency of micronutrients in the soil [4]

Województwo	Pierwiastek o niskiej zasobności				
wielkopolskie	B		Fe		Mn
mazowieckie	B	Cu	Fe	Zn	Mn
podlaskie	B	Cu	Fe		
kujawsko-pomorskie	B	Cu	Fe		Mn
warmińsko-mazurskie	B	Cu		Zn	
lubelskie		Cu	Fe	Zn	

**Niedobory mikroelementów w poszczególnych województwach Polski (w %)
 opracowane na podstawie badań pszenicy**



Rys. 1. Niedobory mikroelementów w poszczególnych województwach Polski (w %) [7]
 Fig. 1. Deficiency of micronutrients in various Polish provinces (in %) [7]

W wielu regionach niedobory mikroelementów w glebach dotyczą kilku pierwiastków, co w szczególności uwidacznia się w centralnej i wschodniej części Polski (rys. 1).

Pozyskiwanie polepszaczy glebowych z produktów odpadowych

Kryteria do spełnienia dla polepszaczy glebowych uzyskiwanych z mączki skalnej

Stosowanie w rolnictwie dużych ilości nawozów sztucznych zawierających azot, fosfor i potas nie rozwiązuje problemu degradacji polskich gleb, ponieważ pogłębia się deficyt innych makroelementów, takich jak siarka, wapń, magnez oraz mikroelementów (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni). W celu uzupełnienia deficytu można zastosować polepszacze glebowe utworzone z mączki skalnej o określonych wymaganiach.

Polepszacze nie mogą zawierać nadmiaru ołowiu, kadmu, arsenu, rtęci. Ponadto, proponuje się, aby udział ziaren o średnicy poniżej 0,063 mm przekraczał 70% ogólnej masy polepszacza glebowego. Ze względu na znaczne zakwaszenie polskich gleb należy stosować materiał skalny o odczynie zasadowym lub obojętnym.

Dopuszczalne stężenia metali ciężkich w nawozach mineralnych (poza wapniem)

Podstawa prawna:

1. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 147 poz. 1033)

2. Rozporządzenie MRiRW z dnia 18 czerwca 2008 r. (Dz. U. Nr 119, poz. 76)

3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki w 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)

4. Rozporządzenie (WE) nr 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. w sprawie nawozów.

W nawozach mineralnych (poza wapnem) dopuszczalne stężenia metali ciężkich na 1 kg suchej masy nawozu wynoszą:

arsen (As) - 50 mg
kadm (Cd) - 50 mg
ołów (Pb) - 140 mg
rtęć (Hg) - 2 mg

Zdaniem autorów, dla mączek skalnych należy przyjąć takie same kryteria.

Zagospodarowanie frakcji trudno zbywalnych z zakładu przerobczego kopalni gabra w Braszowicach

Złóża gabra w Polsce zlokalizowane są na Dolnym Śląsku. Spośród 5. udokumentowanych, aktualnie eksploatowane jest złożo gabra w Braszowicach. Według „Bilansu zasobów złóż kopalin...” na dzień 31.12.2017 r. [11]

• udokumentowane zasoby i wydobycie gabra w Polsce wynosi:

- zasoby bilansowe : 505 194 tys. t

- wydobycie: 2517 tys. t

• eksploatowane złożo Braszowice (fot. 1.):

- zasoby geologiczne bilansowe: 117 150 tys. t

- zasoby przemysłowe: 116 563 tys. t

- wydobycie: 1248 tys. t.

Tab. 3. Zestawienie zasobów i wydobycia gabra w województwie dolnośląskim w latach 2013-2017 wg „Bilansu zasobów złóż kopalin...”
Tab. 3. Listing of the resources and mining output of gabbro in the Lower Silesia voivodship in 2013-2017 according to „The Balance of Mineral Resources...”

Rok	Zasoby		Wydobycie
	geologiczne bilansowe	przemysłowe	
	[tys. t]	[tys. t]	[tys. t]
2013	531 630	252 342	2 100
2014	529 243	249 955	2 344
2015	527 267	247 976	1 979
2016	525 578	246 290	1 686
2017	523 061	270 125	2 517



Fot. 1. Kopalnia gabra w Braszowicach
Fot. 1. Gabbro Mine in Braszowice

Udokumentowane zasoby geologiczne i przemysłowe oraz wydobycie gabra na Dolnym Śląsku w latach 2013-2017 zestawiono w tabeli 3 [5, 6, 8, 9, 11].

W zakładzie górniczym w Braszowicach wytwarza się kruszywo łamane w różnych asortymentach:

- grysy szlachetne 2/5, 4/8, 2/8, 8/11
- tłuczeń kolejowy 31,5/50
- kamień łamany 60/80, 80/120
- miał kamienny 0/5
- mączka kamienna 0/0,63 mm

Próbkę do badań pobrano w kopalni gabra w Braszowicach z odpylarni (fot. 2), gdzie uzyskuje się mączkę skalną, ponieważ do celów wytwarzania polepszacza glebowego udział ziaren o średnicy poniżej 0,063 mm powinien być jak największy.

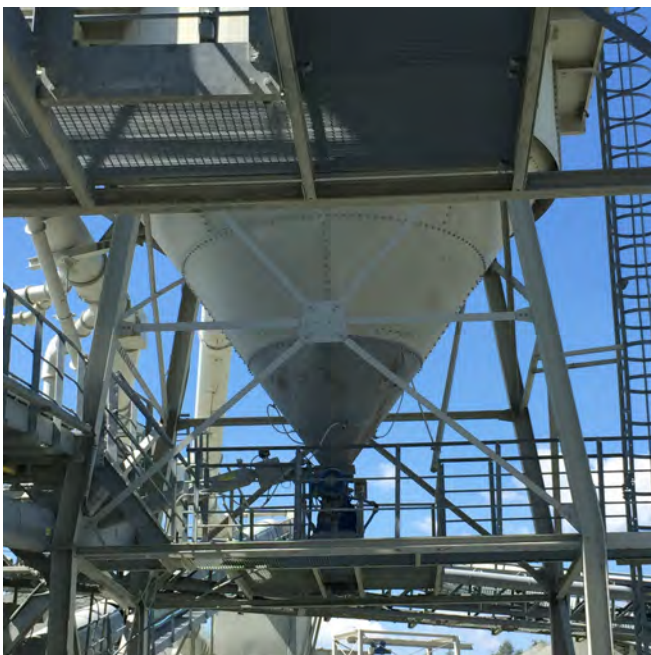
Według informacji uzyskanej w kopalni, rocznie wytwarza

się ponad 100 tys. ton trudno zbywalnej mączki gabraowej.

Mączkę skalną poddano analizie granulometrycznej, której wyniki przedstawiono na rysunku 2 i 3. Badania granulometryczne wykazały udział ziaren o średnicy poniżej 0,063 mm w badanej próbce na poziomie 77,34%. Biorąc pod uwagę, że mamy do czynienia z naturalnym produktem trudno zbywalnym, wynik spełnia przyjęte kryteria.

Procedury badawcze/normy

- pH - Rozporządzenie (WE) nr 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13.10.2003 r. Zał. III metoda 4
- potas rozp. w wodzie – PN-EN 15477:2009
- wapń całkowity – PN-EN 15960:2011 PN-EN 16196:2013-05
- wapń rozp. w wodzie - PN-EN 15961:2017-02 PN-EN 16196:2013-05
- magnez całkowity - PN-EN 15960:2011 PN-EN 16197:2013-05



Fot. 2 . Zakład przeróbki kopalni gabra Braszowice oraz próbka mączki skalnej
Fot. 2. The processing plant of the Braszowice gabbro Mine and a rock meal sample

-magnez rozp. w wodzie - PN-EN 15961:2017 PN-EN 16197:2013-05

- ołów, kadm, arsen, rtęć – Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8.09.2010 r. zał. 3 (Dz.U.Nr183)

Wyniki zawartości metali ciężkich (Pb, Cd, As, Hg) wskazują, że mączkę gąbrową można stosować jako polepszacz glebowy.

Ponadto, wykorzystując fluorescencyjną spektrometrię rentgenowską z dyspersją energii (EDX), wykonane zostały badania składu pierwiastkowego. Wyniki badań zamieszczono w tabeli 5.

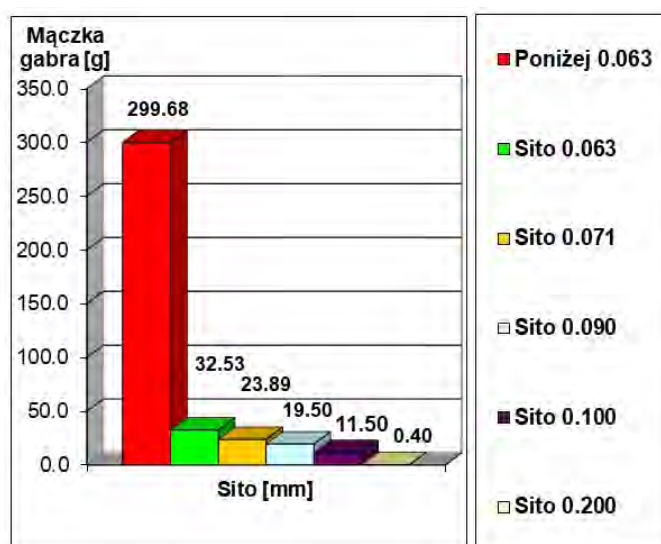
Sposób przygotowania polepszacza glebowego

Mączkę gąbrową należy poddać granulacji. Jest to niezbędne ze względu na jej pylenie podczas transportu i wysiewania na pola. Znanych jest wiele metod granulacji frakcji skał pylistych. W każdym przypadku należy dopasować sposób granulowania i urządzenia użyte w tym procesie do konkretnych warunków, jakie występują w danym złożu. Wytworzony granulat o średnicy ziaren ok. 2-3 mm należy poddać workowaniu i przewieźć na pole, gdzie zostanie wysiany. Pod wpływem warunków atmosferycznych granulaty powinny ulec szybkiemu rozpuszczeniu.

Podsumowanie

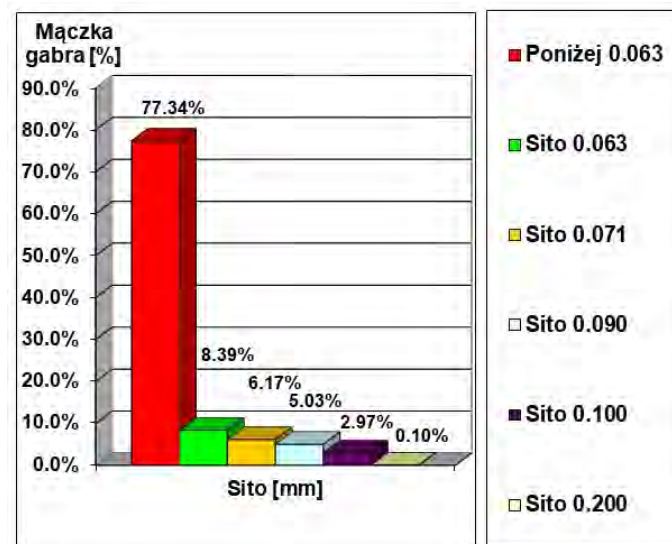
W odniesieniu do kopalni Braszowice można przyjąć, że jakość i ilość mączki gąbrowej pozwala na efektywne jej zagospodarowanie.

Niedobór mikroelementów w polskich glebach sprawia, że pomimo nawożenia nawozami sztucznymi, plonowanie jest niskie. Poprawa tego stanu może nastąpić poprzez wykorzystanie mączek skalnych. Efektywność polepszaczy glebowych tworzonych na bazie mączek skalnych będzie tym wyższa, im drobniejsze frakcje będą wysiewane na pola. Ma to bezpośredni związek z dostępnością pierwiastków zawartych w ziarnach polepszacza dla roślin. Z drugiej strony, domielanie grubszych ziaren do frakcji poniżej 0,063 mm jest bardzo kosztowne, stąd potrzebny jest kompromis między efektywnością i kosz-



Rys 2. Wyniki ilościowe analizy sitowej próbki mączki gąbrowej z kopalni Braszowice

Fig. 2. Quantitative results of sieve gabbro meal sample analysis from the Braszowice Mine



Rys 3. Wyniki ilościowe procentowe analizy sitowej próbki mączki gąbrowej z kopalni Braszowice

Fig. 3. Quantitative percentage results of sieve gabbro meal sample analysis from the Braszowice Mine

Tab. 4. Analiza mączki gąbrowej wykonana przez Stację Chemiczno-Rolniczą we Wrocławiu

Tab. 4. Analysis gabbro meal made by the Chemical and Agricultural Station in Wrocław

Próbka	pH	K ₂ O (H ₂ O)	CaO cał.	CaO (H ₂ O)	MgO cał.	MgO (H ₂ O)
Braszowice - gąbro	8,10 ± 0,40	<1,0 (0,01)	1,80 ± 0,22	<1,0 (0,1)	3,10 ± 0,43	<1,0 (0,01)
Zawartość w %						
Próbka		Pb	Cd	As	Hg	
Zawartość w mg/kg						
Braszowice - gąbro		0,82 ± 0,16	0,42 ± 0,083	2,08 ± 0,42	0,00170 ± 0,00034	
Wartości dopuszczalne (aktualnie obowiązujące)		140	50	50	2,0	

Tab. 5. Zawartość mikroelementów w 5. próbkach mączki gąbrowej

Tab. 5. The content of micronutrients in 5 gabbro meal samples

Spektrometryczna analiza próbki mączki gąbrowej z Braszowic				
Fe	Cu	Zn	Mn	Mo
Zawartość w ppm				
47949,6	221,067	34,1333	1057,733	4,8

tochłonnością. Z tego powodu autorzy artykułu wyznaczyli minimalną zawartość ziaren o średnicy $<0,063$ mm na poziomie 70%. Dostarczenie mikroelementów spowoduje wzbogacenie flory bakteryjnej żyjącej w glebie i dzięki temu wzrost ilości substancji odżywczych przyswajalnych przez rośliny.

Polepszacz gleby wytworzony z naturalnej mączki skalnej ma tę zaletę, że nie zachodzi niebezpieczeństwo przedawkowania substancji wprowadzanych do gleby. Proces uwalniania mikroelementów z ziaren polepszacza będzie następować powoli, stąd działanie preparatu będzie długotrwałe. Samo wykorzystanie mączki gąbrowej w rolnictwie stanowi ważny element Gospodarki Obiegu Zamkniętego, dzięki czemu spadnie ilość materiału trudno zbywalnego.

Przyszłe badania powinny zmierzać w kierunku stworzenia dokładnych map deficytu mikroelementów w polskich glebach, z drugiej zaś strony bazy ilościowej i jakościowej produktów trudno zbywalnych w kopalniach, które mogą być użyte do wytwarzania polepszaczy glebowych. Ważne jest selektywne

deponowanie mączek skalnych, aby nie dopuścić do ich mieszanania z innym materiałem skalnym (grubszej frakcji).

Reasumując, autorzy proponują przyjąć następujące kryteria dla polepszaczy glebowych wytwarzanych z mączek skalnych:

- zawartość metali ciężkich: Pb, Cd, As, Hg wg norm dla nawozów mineralnych (poza wapnem),
- udział frakcji $<0,063$ mm na poziomie 70%,
- odczyn zasadowy lub obojętny,
- ilość wytwarzanej mączki skalnej musi być na tyle duża, aby wytwarzanie polepszacza glebowego było ekonomicznie uzasadnione.

Należy podkreślić, że stworzenie bazy ilościowej i jakościowej wytwarzanych mączek skalnych umożliwi mieszanie surowca z różnych kopalń, w celu wytworzenia polepszacza o pożądanych właściwościach.

Literatura

- [1] Czuba R., *Celowość i możliwość uzupełniania niedoborów mikroelementów u roślin*. Zesz. Probl. PNR, 1996, 434 cz. I s.55-64
- [2] Nieć M., *Złoże antropogeniczne*, Przegląd Geologiczny, vol. 47, nr 1, 1999
- [3] Stanisławska-Głubiak E., Korzeniowska J., *Zasady nawożenia mikroelementami roślin uprawnych*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 2007, zeszyt 8, s.99-110, ISBN 978-83-89576-74-3
- [4] Lipiński W., *Zasobność gleb Polskich w mikroelementy*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 2013, zeszyt 34(8), s.121-131, ISBN 978-83-89576-74-3
- [5] Szufflicki M., Malon A., Tyimiński M. (red.), *Bilans Zasobów Złóż Kopalni w Polsce wg stanu na 31,12,2013*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2014, ISSN 1425-2910
- [6] Szufflicki M., Malon A., Tyimiński M. (red.), *Bilans Zasobów Złóż Kopalni w Polsce wg stanu na 31,12,2014*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2015, ISSN 1425-2910
- [7] Korzeniowska J., Stanisławska-Głubiak E., Kantek K., Lipiński W., Gaj R., *Stan Odżywienia Mikroelementami Pszenicy Ozimej Uprawianej w Polsce*, Journal of Central European Agriculture, 2015, 16(1), s. 54-64
- [8] Szufflicki M., Malon A., Tyimiński M. (red.), *Bilans Zasobów Złóż Kopalni w Polsce wg stanu na 31,12,2015*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2016, ISSN 1425-2910 [9] Szufflicki M., Malon A., Tyimiński M. (red.), *Bilans Zasobów Złóż Kopalni w Polsce wg stanu na 31,12,2016*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2017, ISSN 1425-2910
- [10] Maliszewski M., Pomorski A., Cichoń T., *Możliwości wykorzystania trudno zbywalnych frakcji amfibolitu ze złoża Pagórki Wschodnie*, Górnictwo Odkrywkowe nr 5, Wrocław 2017 r., ISSN 0043-2075
- [11] Szufflicki M., Malon A., Tyimiński M. (red.), *Bilans Zasobów Złóż Kopalni w Polsce wg stanu na 31,12,2017*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2018, ISSN 1425-2910



Ratusz w Sandomierzu

z arch. Urząd Miejski w Sandomierzu