KONSORCJUM „MODAS”

POLSKI CERTYFIKOWANY MATERIAŁ ODNIESIENIA (CRM)

DLA WIELOPIERWIASTKOWEJ ANALIZY ŚLADOWEJ, WRAZ Z WARTOŚCIAMI INFORMACYJNYMI DLA NIEKTÓRYCH ANALITÓW Z GRUPY PCB I WWA

Tkanka Dorsza: MODAS–5 Cod Tissue (M–5 CodTis)

INFORMACJE OGÓLNE

PRZEZNACZENIE:	KONTROLA JAKOŚCI PRACY LABORATORIÓW SPECJALIZUJĄCYCH SIĘ W NIEORGANICZNEJ ANALIZIE ŚLADOWEJ. WALIDACJA METOD ANALITYCZNYCH. KALIBRACJA APARATURY KONTROLA JAKOŚCI PRACY LABORATORIÓW SPECJALIZUJĄCYCH SIĘ W ORGANICZNEJ ANALIZIE ŚLADOWEJ. WALIDACJA METOD ANALITYCZNYCH. KALIBRACJA APARATURY
PIERWIASTKI Z CERTYFIKOWANYMI WARTOŚCIAMI STĘŻEŃ:	As, Ba, Br, Cl, Cs, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, P, Rb, S, Se, Sr, Zn
PIERWIASTKI Z INFORMACYJNYMI WARTOŚCIAMI STĘŻEŃ:	Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Li, Ni, Pb
ANALITY Z INFORMACYJNYMI WARTOŚCIAMI STĘŻEŃ:	PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153, PCB-180, Piren, Benzo(a)piren, Benzo(b)fluoranten, Benzo(k)fluoranten), Benzo(a)antracen, Indeno (1,2,3-cd)piren

Certyfikowany w ramach Konsorcjum „MODAS” przez Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Dorodna 16, 03-195 Warszawa, przez zespół Laboratorium Jądrowych Technik Analitycznych pod kierownictwem dr hab. Haliny Polkowskiej-Motrenko (prof. IChTJ)

Certyfikowany w ramach Konsorcjum „MODAS” przez Katedrę Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, przez zespół pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Piotra Konieczki

POCHODZENIE, PRZYGOTOWANIE I BADANIE MATERIAŁU

Materiał tkanka dorsza, z ryb pochodzących z Morza Bałtyckiego, został przygotowany przez Politechnikę Gdańską. Po liofilizacji i zmieleniu przeprowadzono przesiewanie przez sita o średnicy oczek 200 µm. Homogenizację przeprowadzono w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej (IChTJ). Całość materiału (ok. 60 kg) umieszczono w pojemniku polietylenowym (PE) o poj. 110 dm^3 i poddano homogenizacji przez wymieszanie w homogenizatorze w czasie 16 godzin. Homogenizator umożliwiający obrót pojemnika w trzech płaszczyznach zapewnia dobre wymieszanie zawartości. Następnie materiał rozdozowano w porcjach 50 g do zakręcanych butelek ze szkła bursztynowego o poj. 250 cm^3 (przyszły materiał odniesienia MODAS-5 Cod Tissue (M-5 CodTis)) oraz w porcjach 10 g do zakręcanych butelek ze szkła bursztynowego o poj. 60 cm^3 (próbki wysyłane do uczestników porównania międzylaboratoryjnego). W celu zapewnienia długookresowej trwałości nowego materiału odniesienia, wszystkie pojemniki z M–5 CodTis poddano sterylizacji radiacyjnej wiązką elektronów (o energii 13 MeV) w akceleratorze liniowym LAEA-13 (wielkość dawki ok. 27 kGy). Wszystkie powyższe operacje prowadzono w taki sposób, aby w jak najwyższym stopniu zapobiec możliwości ewentualnego zanieczyszczenia materiału.

Badanie jednorodności materiału wykonano metodą spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS). Statystyczna obróbka uzyskanych wyników analitycznych dla Cu, Fe, Mn, Sr, V i Zn z zastosowaniem analizy wariancji (ANOVA), wykazała dobrą homogeniczność materiału dla próbek o masie nie mniejszej niż 100 mg. Oszacowano także standardową niepewność wynikającą z niehomogeniczności.

Długookresową trwałość M–5 CodTis zbadano porównując wyniki analityczne uzyskane po 0, 2, 4, 6, 10, 12 i 15 miesiącach przechowywania w kontrolowanych warunkach, w klimatyzowanym pomieszczeniu (temp. 20 °C). Z losowo wybranego z pojemnika w powyższych odstępach czasu, pobierano ok. 250 mg próbki materiału, które następnie analizowano metodą ICP-MS. Statystyczna obróbka wyników oznaczeń zawartości As, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Se, Sr i Zn wykazała brak jakichkolwiek tendencji wskazujących na niestabilność materiału w czasie. Wyznaczona została również standardowa niepewność związana z długookresową trwałością materiału. Monitorowanie trwałości będzie kontynuowane podczas dalszego przechowywania MODAS–5 Cod Tissue. Badano także trwałość materiału w warunkach transportu (trwałość krótkookresowa) i wyznaczona została standardowa niepewność związana z krótkookresową trwałością materiału. Wykazano, iż niepewność związana z krótkookresową trwałością materiału nie ma istotnego znaczenia i może być pominięta.

Oznaczanie zawartości wilgoci

Wyniki oznaczenia stężeń pierwiastków podawane są w przeliczeniu na stałą masę (suchą masę). W celu wyznaczenia suchej masy należy odrębne naważki materiału (inne niż te wykorzystywane do oznaczania pierwiastków) suszyć w temperaturze 85 °C w ciągu 48 h.

Wielopierwiastkowa analiza śladowa

CERTYFIKACJA

Wyznaczenie certyfikowanych (atestowanych) wartości stężeń pierwiastków w materiale MODAS–5 Cod Tissue zostało osiągnięte na drodze porównania międzylaboratoryjnego o zasięgu światowym, w którym uczestniczyło 49 laboratoriów z 10 krajów dostarczając 505 średnich laboratoryjnych (2367 pojedynczych oznaczeń) dla 62 pierwiastków. Organizatorzy wyrażają wdzięczność wszystkim uczestnikom za udział w badaniach. Z otrzymanych wyników została utworzona baza danych, którą poddano następnie obróbce statystycznej stosując opublikowaną wcześniej metodę z późniejszymi modyfikacjami [1-5]. Jej istotę stanowi procedura odrzucania wyników odbiegających przy równoległym zastosowaniu czterech kryteriów statystycznych tj. testu Dixona, testu Grubbsa, współczynnika skośności oraz współczynnika spłaszczenia dla $\alpha = 0{,}05$. Z populacji pozostałej po odrzuceniu wyników odbiegających dla danego pierwiastka obliczana jest następnie średnia generalna, odchylenie standardowe, błąd standardowy oraz przedział ufności. Średnia generalna może uzyskać status wartości certyfikowanej wyłącznie po spełnieniu następujących kryteriów:

1. Stosunek jednostronnego przedziału ufności do średniej generalnej:

$$\frac{SD \cdot t_{0.05}}{\overline{X} \cdot \sqrt{N}} \begin{cases} \leq 20\% & \text{(pierwiastki śladowe)} \\ \leq 10\% & \text{(makroskładniki)} \end{cases}$$

lub względne odchylenie standardowe (SD):

$$\frac{SD}{\overline{X}} \begin{cases} \leq 25\% & \text{(pierwiastki śladowe)} \\ \leq 15\% & \text{(makroskładniki)} \end{cases}$$

Pierwiastki o stężeniu powyżej 5000 mg kg-1 (ppm) uważa się za makroskładniki.
2. Średnia generalna musi być wyznaczona z populacji co najmniej 4 średnich laboratoryjnych pozostałych po odrzuceniu wyników odbiegających, uzyskanych za pomocą więcej niż jednej techniki analitycznej. Jeśli wyniki zostały uzyskane tylko jedną metodą, wówczas ich liczba nie może być mniejsza od 5.
3. Jeżeli warunki (1) i (2) są spełnione, ale liczba wyników odbiegających przekracza 50 %, wówczas uruchamiana jest dodatkowa procedura, która bada zmiany średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego po odrzuceniu każdego kolejnego wyniku. Proces odrzucania wyników odbiegających zatrzymuje się wtedy, gdy zmiany zarówno średniej arytmetycznej, jak i odchylenia standardowego stają się mniejsze lub równe 15%, po czym sprawdza się, czy spełnione jest kryterium (1).
4. Jeżeli spełnione są powyższe kryteria, ale wśród populacji zaakceptowanych średnich laboratoryjnych występują znaczące rozbieżności pomiędzy wynikami uzyskanymi za pomocą różnych technik analitycznych, wówczas stężenie danego pierwiastka nie uzyskuje statusu wartości polecanej, lecz jedynie informacyjnej. Wartości informacyjne można przypisać tym pierwiastkom, które wprawdzie nie spełniają kryteriów (1)–(4), natomiast spełniają następujący warunek:

$$\frac{SD \cdot t_{0.05}}{\overline{X} \cdot \sqrt{N}} \begin{cases} \leq 50\% & \text{(pierwiastki śladowe)} \\ \leq 30\% & \text{(makroskładniki)} \end{cases}$$

i zostały obliczone na podstawie, co najmniej 3 średnich generalnych pozostałych po odrzuceniu wyników odbiegających. Podawane są wyłącznie, jako liczby, bez niepewności. Pierwiastki, które nie spełniały powyższego kryterium były traktowane, jako będące poza wszelką klasyfikacją.

Prawidłowość certyfikacji, w przypadku niektórych pierwiastków (As, Co, Fe, Se), została dodatkowo potwierdzona wynikami uzyskanymi za pomocą podstawowych pomiarowych procedur odniesienia opartych na radiochemicznej neutronowej analizie aktywacyjnej (RNAA) [6-8], a także spektrometrii mas rozcieńczeń izotopowych (IDMS) w przypadku Hg [9, 10].

Wartości certyfikowane zachowują spójność pomiarową z układem SI. Spójność tę uzyskano analizując równolegle z próbkami M–5 CodTis także inny certyfikowany materiał odniesienia (CRM) o możliwie jak najbardziej zbliżonej matrycy.

Zgodnie z obecnie obowiązującymi zaleceniami dla producentów certyfikowanych materiałów odniesienia, oprócz niepewności analitycznej należy brać pod uwagę także niepewność związaną z niehomogenicznością, krótko- i długoterminową trwałością oraz oznaczaniem zawartości wody. W związku z tym, ponieważ niepewność standardowa wynikająca z krótkookresowej trwałości jest do zaniedbania, standardowa niepewność złożona wartości certyfikowanej u_c posiada cztery składowe:

$$u_c = \sqrt{u_{interlab}^2 + u_{lstab}^2 + u_{inhom}^2 + u_m^2}$$

gdzie $u_{interlab}$ jest standardową niepewnością średniej generalnej uzyskaną w procesie statystycznej obróbki danych z porównania międzylaboratoryjnego, u_{lstab} standardową niepewnością związaną z długoterminową trwałością, u_{inhom} standardową niepewnością związaną z niehomogenicznością, u_m standardową niepewnością oznaczania zawartości wody. Niepewność rozszerzona (U), odpowiadająca poziomowi ufności 95%, jest wynikiem mnożenia u_c przez współczynnik pokrycia $k = t_{0,05}$, którym jest wartość parametru t-Studenta dla $\alpha = 0,05$ oraz n – 1 stopni swobody, gdzie n jest liczbą średnich laboratoryjnych użytych do obliczenia średniej generalnej.

WARTOŚCI CERTYFIKOWANE DLA M–5 CodTis

Makroskładniki		Pierwiastki śladowe			
Pierwiastek	Stężenie wt%	Pierwiastek	Stężenie mg kg^{-1}	Pierwiastek	Stężenie ng g^{-1}
Cl	0,38 ± 0,11	As	1,64 ± 0,27	Ba	162 ± 28
K	1,93 ± 0,12	Br	24,8 ± 3,9	Cs	59 ± 5
Mg	0,12 ± 0,02	Cu	1,38 ± 0,09	Hg	310 ± 22
Na	0,34 ± 0,02	Fe	13,2 ± 1,1	Mn	921 ± 75
P	0,96 ± 0,12	Rb	4,54 ± 0,33		
S	1,05 ± 0,16	Se	1,33 ± 0,10		
		Sr	4,07 ± 0,36		
		Zn	20,1 ± 1,1		

*) certyfikowany na podstawie wyników z jednej techniki analitycznej

WARTOŚCI INFORMACYJNE DLA M–5 CodTis

Bi	7 ng g^{-1}
Ca	0,11 wt %
Cd	5 ng g^{-1}
Co	14 ng g^{-1}
Cr	201 ng g^{-1}
Li	26 ng g^{-1}
Ni	136 ng g^{-1}
Pb	45 ng g^{-1}

Warunki przechowywania i trwałość

Materiał MODAS M–5 CodTis należy przechowywać w temperaturze pokojowej bez dostępu światła w szczelnie zamkniętym pojemniku. W takich warunkach zachowuje on trwałość co najmniej do 31-12-2020 r. Uwaga: gwarancja trwałości materiału dotyczy przechowywania go w odpowiednich warunkach w opakowaniu zamkniętym przez wytwórcę.

Warszawa, 31 maja 2015 r

LITERATURA

1. R. Dybczyński, Anal. Chim. Acta, 117 (1980) 53-70.
2. R. Dybczyński, H. Polkowska-Motrenko, Z. Samczyński, Z. Szopa, Geostandards Newsletter, 15 (1991) 163-185.
3. Z. Szopa, J. Jaszczuk, R. Dybczyński, Nukleonika, 41 (1996) 117-127.
4. R. Dybczyński, B. Danko, K. Kulisa, E. Maleszewska, H. Polkowska-Motrenko, Z. Samczyński, Z. Szopa, Chem. Anal. (Warsaw), 49 (2004) 143-158.
5. H. Polkowska-Motrenko, R.S. Dybczyński, E. Chajduk, Accred. Qual. Assur., 15 (2010) 245-259.
6. R. Dybczyński, B. Danko, J. Radioanal. Nucl. Chem., 181 (1994) 43-49.
7 R. Dybczyński, B. Danko, H. Polkowska-Motrenko, Z. Samczyński, Talanta, 71 (2007) 529-536.
8. R.S. Dybczyński, H. Polkowska-Motrenko, E. Chajduk, B. Danko, M. Pyszynska, J. Radioanal. Nucl. Chem., 302 (2014) 1295-1302.
9. A. Krata, B. Ari B, C. Quetel,„Isotope Dilution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry applied for establishment of reference value of the total Hg content in a mineral feed test material for IMEP-111", European Commission, Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgium, JRC62101, 2010.
10. L. Fischer, M. Brunner, T. Prohaska, S. Hann, J. Anal. At. Spectrom., 27 (2012) 1983-1991.

LISTA UCZESTNIKÓW PORÓWNANIA MIĘDZYLABORATORYJNEGO M–5 CodTis

(w porządku alfabetycznym)

Prof. dr hab. D. Barałkiewicz, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań;
Dr A. Bielicka-Giełdoń, Uniwersytet Gdański, Gdańsk;
Prof. dr hab. M. H. Borawska, Dr hab. K. Socha, Dr J. Soroczyńska, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku;

Prof. dr hab. E. Bulska, Dr A. Krata, Dr A. Ruszczyńska, Mgr A. Łuciuk, Uniwersytet Warszawski, Warszawa;
Dr. Y. Bychkova, Laboratory of Mineral Substance Analysis IGEM RAS, Moscow, RUSSIA;
Prof. dr hab. inż. K. Chojnacka, Politechnika Wrocławska, Wrocław;
Dr. E. Chuparina, Vinogradov Institute of Geochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, RUSSIA;
Mgr M. Cibor, Wessling Polska Sp. z o.o., Kraków;
Mgr M. Drewnowska, Mgr A. K. Kojta, Uniwersytet Gdański, Gdańsk;
Mr. B. Ermolaev, Mrs. G. Granovskay, Mrs. O. Okina, Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, RUSSIA;
Mgr A. Florek, Hamilton Poland S.A., Gdynia;
Prof. dr hab. B. Godlewska-Żyłkiewicz, Uniwersytet w Białymstoku, Białystok;
Mgr Andrzej Jaklewicz, Dr Marzena Kuras, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa;
Dr. R. Jasan, Dr. S. Resnizky, Mrs. R. Plá, Argentine National Atomic Energy Commission, Buenos Aires, ARGENTINA;
Prof. dr hab. R. Jędrzejczak, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Warszawa;
Dr. V. K. Karandashev, Institute of Microelectronics Technology and High Purity Materials, Russian Academy of Sciences, Moscow, RUSSIA;
Mgr inż. D. Karmasz, Mgr E. Górecka, Pani E. Kałwa, Mgr inż. J. Retka, Mgr J. Kucharzyk, Mgr W. Bureć-Drewniak, Państwowy Instytut Geologiczny, Centralne Laboratorium Chemiczne, Warszawa;
Mgr inż. D. Kolasa, Mgr A. Bajszczak, Mgr J. Dłubak, Prof. dr hab. A. Czerwiński, Dr Z. Rogulski, Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa;
Prof. Dr. V.P. Kolotov, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of Russian Academy of Sciences, Moscow, RUSSIA;
Prof. dr hab. inż. P. Konieczka, Mgr inż. K. Dubalska, Mgr inż. M. Rutkowska, Politechnika Gdańska, Gdańsk;
Dr W. Korol, Instytut Zootechniki, Krajowe Laboratorium Pasz, Lublin;
Mgr M. Kozłowska, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Szczecinie;
Mgr J. Krzywicka, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku, Delegatura w Suwałkach;
Mr. S. Lierhagen, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, NORWAY;
Dr. V. A. Maihara, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares- IPEN/CNEN, Sao Paulo, BRAZIL;
Dr M. Mania, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa;
Mgr J. Markowski, Instytut Zootechniki, Krajowe Laboratorium Pasz, Szczecin;
Dr. V. G. Merkulov, Tomsk Polytechnic University Tomsk, RUSSIA;
Dr B. Mikuła, Dr A. Kita, Dr B. Feist, Uniwersytet Śląski, Katowice;
Mgr J. Ostrowski, Instytut Nawozów Sztucznych, Puławy;
Dr. V. I. Otmahov, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, RUSSIA;
Mr. A. Pastorelli, National Reference Laboratory, Rome, ITALY;
Dr A. Pawlaczyk, Dr hab. M. I. Szynkowska, Politechnika Łódzka, Łódź;
Mgr Z. Polański, ARSO Polański Sp. z o.o., Baniocha k/Warszawy;
Mgr inż. K. Rajczykowski, Mgr inż. K. Widziewicz, Dr hab. inż. K. Loska, Dr hab. inż. I. Korus, Politechnika Śląska, Gliwice;
Dr inż. M. Rajkowska-Myśliwiec, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin;
Mgr J. Sacharewicz, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Białystok;
Dr inż. Z. Samczyński, Dr B. Danko, Mgr I. Kużelewska, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;
Prof. Dr. M. Santoso, Center of Nuclear and Science Technology Application, National Nuclear Energy Agency, Bandung, INDONESIA;
Mgr K. Skarupska, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze;
Dr. A. Sorbo, Dr. M. Ciprotti, Dr. A.C. Turco, European Union Reference Laboratory for Chemical Elements in Food of Animal Origin, Rome, ITALY;
Prof. dr hab. I. Staneczko-Baranowska, Dr inż. B. Kowalski, Politechnika Śląska, Gliwice;
Dr. J.H. Sterba, Vienna University of Technology, Vienna, AUSTRIA;
Mrs. N. Todorova, Central Laboratory of Veterinary Control and Ecology, Sofia, BULGARIA;
Mgr inż. M. Turkowska, Instytut Nawozów Sztucznych, Gliwice;
Dr. H. Uggerud, Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, NORWAY;
Dr. S. Waheed and Dr. N. Siddique, Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology, Islamabad, PAKISTAN;
Dr inż. M. Wełna, Dr inż. A. Leśniewicz, Dr inż. A. Szymczycha-Madeja, Dr inż. J. Borkowska-Burnecka, Prof. P. Pohl, Politechnika Wrocławska, Wrocław;

ANALITY Z GRUPY PCB I WWA

WARTOŚCI INFORMACYJNE

PRZEZNACZENIE:	KONTROLA JAKOŚCI PRACY LABORATORIÓW SPECJALIZUJĄCYCH SIĘ W ORGANICZNEJ ANALIZIE ŚLADOWEJ. WALIDACJA METOD ANALITYCZNYCH. KALIBRACJA APARATURY
ANALITY Z INFORMACYJNYMI WARTOŚCIAMI STĘŻEŃ:	PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-153, PCB-180, Piren, Benzo(a)piren, Benzo(b)fluoranten, Benzo(k)fluoranten), Benzo(a)antracen, Indeno (1,2,3-cd)piren

POLITECHNIKA GDAŃSKA

Certyfikowany w ramach Konsorcjum „MODAS" przez Katedrę Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, przez zespół pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Piotra Konieczki

Spośród 11 laboratoriów, które uczestniczyły w badaniach certyfikacyjnych, tylko nieliczna grupa przesłała wyniki oznaczeń zawartości analitów z grupy PCB i WWA w próbkach tkanek. W związku z tym, że maksymalna liczba wyników nie przekraczała 5 wartościom stężeń analitów z grupy WWA i PCB nadano wartości informacyjne.

Spójność pomiarowa:

Spójność pomiarową z układem SI zapewniano stosując wagi analityczne i odważniki wzorcowane za pomocą wzorców państwowych, wzorce kalibracyjne spójne z wzorcami międzynarodowymi i jako elementy zapewnienia i kontroli jakości CRM spójne z układem SI.

WARTOŚCI INFORMACYJNE (ZAKRES NADESŁANYCH WARTOŚCI) DLA M–5 CodTis

ANALIT	WARTOŚĆ INFORMACYJNA	LICZBA WYNIKÓW
PCB-28	0,31 µg/kg (0,20-0,45) µg/kg	3
PCB-52	0,21 µg/kg (0,19-0,25) µg/kg	3
PCB-101	0,49 µg/kg (0,19-0,76) µg/kg	3
PCB-118	2,0 µg/kg (0,70-3,8) µg/kg	3
PCB-138	3,4 µg/kg (0,27-7,2) µg/kg	4
PCB-153	4,2 µg/kg (0,27-11) µg/kg	4
PCB-180	0,94 µg/kg (0,40-2,1) µg/kg	3
Piren	1,2 µg/kg (0,27-2,5) µg/kg	4
Benzo(a)piren	1,4 µg/kg (0,27-2,7) µg/kg	4
Benzo(b)fluoranten	1,2 µg/kg (0,03-3,0) µg/kg	5
Benzo(k)fluoranten),	1,6 µg/kg (0,04-3,9) µg/kg	4
Benzo(a)antracen	0,69 µg/kg (0,06-1,5) µg/kg	4
Indeno (1,2,3-cd)piren	2,7 µg/kg (0,34-5,0) µg/kg	4

Warunki przechowywania i trwałość

Materiał MODAS M–5 CodTis należy przechowywać w temperaturze pokojowej bez dostępu światła w szczelnie zamkniętym pojemniku. W takich warunkach zachowuje on trwałość do 31-12- 2020 roku. Uwaga: gwarancja trwałości materiału dotyczy przechowywania go w odpowiednich warunkach w opakowaniu zamkniętym przez wytwórcę.

Gdańsk, 31 maja 2015 r.

LISTA UCZESTNIKÓW PORÓWNANIA MIĘDZYLABORATORYJNEGO M–5 CodTis

(w porządku alfabetycznym)

mgr Paulina Chaber, CentLab Instytutu Ochrony Środowiska - Państwowego Instytutu Badawczego, Warszawa
dr hab. Renata Gadzała-Kopciuch, mgr Anna Kiełbasa, mgr Iwona Krzemień-Konieczka, UMK Toruń
dr inż. Katarzyna Galer-Tatarowicz, Zakład Ochrony Środowiska Instytutu Morskiego w Gdańsku
dr hab. inż. Adam Grochowalski, Laboratorium Analiz Śladowych Politechniki Krakowskiej, Kraków
mgr Jadwiga Krzywicka, WIOŚ Białystok, Pracownia w Suwałkach, Suwałki
dr Alina Marcinkowska, mgr Anna Konstanciuk, J. S. Hamilton S.A., Gdynia
dr hab. inż. Bożena Zabiegała, dr inż. Marta Słomińska, dr inż. Mariusz Marć, Katedra Chemii Analitycznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, Gdańsk

Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Realizacja projektu dofinansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.
Nr umowy: INNOTECH-K1/IN1/43/158947/NCBR/12