

Ewelina KLEM-MARCINIAK<sup>1</sup>, Dariusz POPŁAWSKI<sup>1</sup>, Marta PORWOŁ<sup>1</sup>  
Joanna PAJĄK<sup>1</sup> i Krystyna HOFFMANN<sup>1</sup>

## HODOWLA OSADU PRZEZNACZONEGO DO BADAŃ BIODEGRADACJI CHELATÓW NAWOZOWYCH

### BREEDING OF THE ACTIVATED SLUDGE TO USE FOR STUDIES ON BIODEGRADATION OF FERTILIZER CHELATES

**Abstrakt:** Chelaty mikroelementowe znajdują coraz częściej zastosowanie w produkcji nawozów płynnych i drobnokrystalicznych. Ligandy o właściwościach chelatujących pozwalają stabilizować mikroskładnik w szerokim zakresie pH oraz zapewniają lepszą i skuteczniejszą przyswajalność. Związki należące do grupy aminopolikarboksylowych (APCAs) stosowane są w produkcji nawozów. Najczęściej wykorzystywana jest sól sodowa kwasu etylenodiaminotetra octowego (EDTA). Związek ten zaliczany jest do substancji niebiodegradowalnych. Jego wysokie stężenie występuje w środowisku nawet po 15 latach i może powodować remobilizację metali dennyh i rzecznych, eutrofizację wód, a w konsekwencji wprowadzenie metali ciężkich do łańcucha pokarmowego. Wpływ na środowisko naturalne określa się poprzez czas rozkładu związku pod wpływem mikroorganizmów. Stopień biodegradacji wyznacza się metodą testu statycznego i kinetycznego. W obu metodach istotna jest jakość zastosowanego osadu czynnego pobieranego z oczyszczalni ścieków. Celem badań było określenie właściwości fizykochemicznych osadu czynnego pobranego bezpośrednio z komór napowietrzających w oczyszczalni ścieków oraz modyfikacja sposobu hodowli osadu w taki sposób, by umożliwić wykorzystywanie go do badań biodegradacji chelatów nawozowych.

**Słowa kluczowe:** chelaty, mikroelementy, nawóz, osad czynny

#### Wprowadzenie

Zintensyfikowana gospodarka doprowadziła do zubożenia gleb w makro- i mikroelementy. By zniwelować występujące zjawisko, konieczne jest uzupełnienie niedoborów składników pokarmowych poprzez nawożenie. Warunkiem prawidłowego rozwoju roślin jest dostarczenie makroelementów, do których zalicza się między innymi fosfor, siarkę, potas, wapń, magnez, oraz mikroelementów. Obecnie grupa mikroskładników składa się z około 30 pierwiastków. Do najpopularniejszych, będących składnikami preparatów nawozowych, zalicza się mangan, żelazo, cynk, miedź, bor, molibden. Tylko niewielki ułamek mikroelementów zawartych w glebie stanowi przydatną i łatwo przyswajalną przez rośliny formę tych pierwiastków. Znaczna część całkowitej zawartości mikropierwiastków uznawana jest za potencjalne źródło, z którego pierwiastki śladowe zostaną uwolnione w wyniku procesów wietrzenia minerałów oraz mineralizacji materii organicznej. Szybkość zachodzenia tych procesów jest różna w zależności od różnego rodzaju gleb. Mikropierwiastki są konieczne do prawidłowego wzrostu rośliny, ponieważ wchodzi w skład wielu systemów enzymatycznych oraz katalizują przemiany chemiczne zachodzące w komórkach żywych. Umożliwiają także łatwiejsze przyswajanie makroelementów przez organizmy zielone. Zapotrzebowanie roślin na mikroelementy w stosunku do makroelementów jest zdecydowanie mniejsze (od kilku do kilkuset gramów na 1 ha uprawy) i bardziej zróżnicowane [1-4].

<sup>1</sup> Zakład Technologii i Procesów Chemicznych, Politechnika Wroclawska, ul. M. Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław, tel. 71 320 20 65, fax 71 328 04 25, email: krystyna.hoffmann@pwr.edu.pl  
Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole' 16, Zakopane, 5-8.10.2016

Nawozy mikroelementowe produkowane są w formie: nawozów stałych z dodatkiem soli mikroelementowych, nawozów płynnych z dodatkiem soli mikroelementowych, nawozów specjalnych, fryt nawozowych oraz chelatów. Obecnie jednym z najpopularniejszych rozwiązań w produkcji mikronawozów jest wykorzystanie związków chelatujących. Są to syntetyczne związki kompleksowe, które posiadają połączenia kleszczowe między organicznym ligandem i mikroelementem. Dzięki temu ich struktura charakteryzuje się dużą trwałością oraz stabilnością. Specyficzna budowa kompleksu ułatwia ich przemieszczanie się w roślinie. Dodatkowo ligandy o właściwościach chelatujących pozwalają stabilizować mikroskładnik w szerokim zakresie pH, zapewniając lepszą i skuteczniejszą przyswajalność składników odżywczych przez roślinę. Chelaty pozwalają na jednorazowe wprowadzenie kilku mikroelementów do środowiska, dlatego mogą być stosowane jako płynne nawozy wieloskładnikowe podczas trwania całego cyklu wegetacji. Dawkowanie tego typu nawozów jest mniejsze, co ogranicza niekorzystny wpływ na środowisko. Związki chelatujące powinny charakteryzować się biodegradowalnością nieprzekraczającą znacznie czasu pobrania mikroelementu nawozowego przez roślinę. Współcześnie stosowane związki chelatujące to głównie związki należące do grupy aminopolikarboksyłowych (APCAs). Charakteryzują się zdolnością do tworzenia kompleksów z jonami metali. Wykazują trwałość chemiczną oraz termiczną. Są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Zatwierdzone przez Parlament Europejski czynniki chelatujące zostały zapisane w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 marca 2012 roku (tab. 1) [1, 3-7].

Tabela 1

Czynniki chelatujące [5]

Table 1

Fertilizers chelating agents [5]

Lp.	Kwasy lub sole	Skrót	Wzór sumaryczny
1	kwasy etylenodiaminotetraoctowy	EDTA	$C_{10}H_{16}O_8N_2$
2	kwasy 2-hydroksyetylenodiaminotrioctowy	HEEDTA	$C_{10}H_{18}O_7N_2$
3	kwasy dietylenotriaminopentaoctowy	DTPA	$C_{14}H_{25}O_{10}N_5$
4	kwasy [o,o]: etylenodiamino-di [(orto-hydroksyfenylo)octowy]	[o,o] EDDHA	$C_{18}H_{20}O_6N_2$
5	kwasy [o,p]: etylenodiamino-N-[(orto-hydroksyfenylo)octowy]-N'-[(para-hydroksyfenylo)octowy]	[o,p] EDDHA	$C_{18}H_{20}O_6N_2$
6	kwasy [o,o]: etylenodiamino-N,N'-di[(orto-hydroksymetylofenylo)octowy]	[o,o] EDDHMA	$C_{20}H_{24}O_6N_2$
7	kwasy [o,p]: etylenodiamino-N-[(orto-hydroksymetylofenylo)octowy]-N'-[(para-hydroksymetylofenylo)octowy]	[o,p] EDDHMA	$C_{20}H_{24}O_6N_2$
8	kwasy etylenodiamino-N,N'-di [(5-karboksy-2-hydroksyfenylo)octowy]	EDDCHA	$C_{20}H_{20}O_{10}N_2$
9	kwasy etylenodiamino-N,N'-di [(2-hydroksy-5-sulfofenylo)octowy] oraz produkty jego kondensacji	EDDHSA	$C_{18}H_{20}O_{12}N_2S_2+n^*(C_{12}H_{14}O_8N_2S)$
10	kwasy iminodiburszynowy	IDHA	$C_8H_{11}O_8N$
11	kwasy N,N'-di (2-hydroksybenzylo)-etylenodiamino-N,N'-dioctowy	HBED	$C_{20}H_{24}N_2O_6$

Najczęściej stosowany jest kwas lub sól disodowa kwasu etylenodiaminotetraoctowego (EDTA). Związek ten jest zaliczany do związków niebiodegradowalnych. Wprowadzony do środowiska utrzymuje wysokie stężenie przez kilkanaście lat. Niszcząco wpływa na

faunę, powodując remobilizację metali dennych i rzecznych, eutrofizację wód, a w konsekwencji wprowadzenie do łańcucha pokarmowego metali ciężkich [6, 8].

Przyszłość przemysłu nawozowego bezpośrednio związana jest z rozwojem biodegradowalnych związków chelatujących mikroelementy. Nadal poszukuje się nowych substancji chelatujących, które będą charakteryzowały się wysokim stopniem skompleksowania oraz odpowiednim czasem biodegradacji. By określić wpływ na środowisko związków kompleksujących mikroelementy nawozowe, należy zbadać ich podatność na biodegradację, stosując test kinetyczny oraz statyczny. W obu tych metodach wykorzystywany jest osad czynny [9].

Biodegradacja związków chelatujących w środowisku wodnym w warunkach testu statycznego prowadzona jest zgodnie z zaleceniami zawartymi w normie PN-88/C-05561 [10]. Opiera się na określeniu szybkości, z jaką maleje stężenie tego związku na podłożu mineralnym zaszczerpionym osadem czynnym. Odbywa się to w warunkach tlenowych, w temperaturze pokojowej. Proces prowadzi się przez 20 dni. Podatność na biochemiczny rozkład ocenia się na podstawie prowadzonych codziennie oznaczeń stężenia badanego związku, chemicznego zapotrzebowania na tlen i pomiaru pH. Dodatkowo określa się czas adaptacji biomasy, czyli okresu, kiedy rozkład zachodzi w minimalnym stopniu lub nie zachodzi wcale [10].

Przeprowadzenie biodegradacji w warunkach testu kinetycznego polega na oznaczeniu efektywności biochemicznego utleniania badanego związku chelatującego w urządzeniu modelowym. Aparatura składa się ze zbiornika zasilającego oraz zbiornika dla odpływu, komory napowietrzania oraz osadnika wtórnego. Codziennie doprowadza się świeże ścieki syntetyczne oraz roztwór badanego związku. Dopływ dozowany jest w takiej ilości, aby czas kontaktu dopływu z osadem czynnym w komorze napowietrzania wynosił około 3 godziny. Po tygodniowym czasie adaptacji osadu stężenie wprowadzanego związku chelatującego zwiększa się zgodnie z instrukcjami zawartymi w normie PN-C-04646:2001 [11]. Redukcję określa się na podstawie analizy zawartości badanego związku oraz chemicznego zapotrzebowania na tlen. Pomiarów dokonuje się w dopływie przed kontaktem z osadem czynnym i w odpływie po kontakcie z osadem czynnym. Dodatkowo wykonuje się oznaczenia przewodnictwa elektrolitycznego, pH oraz temperatury [11].

### **Metodyka badań**

W badaniach wykorzystano osad czynny pochodzących z oczyszczalni ścieków z Kątów Wrocławskich. Jest to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna z osadem czynnym. Oczyszcza 2900 m<sup>3</sup>/dobę ścieków komunalnych doprowadzanych klasyczną siecią kanalizacyjną oraz ścieków dostarczanych samochodami asenizacyjnymi z pobliskiego terenu. Zakład nastawiony jest na wysoki stopień neutralizacji związków fosforu i azotu, które mogą powodować eutrofizację wód. Stosowany proces technologiczny opiera się na oczyszczaniu mechanicznym, biologicznym oraz przeróbce osadów. Oczyszczony ściek trafia do osadnika wtórnego, gdzie w wyniku sedymentacji oddzielany jest od osadu czynnego. Klarowny ściek trafia do rzeki Bystrzycy, a osad jest recykulowany do komory. Osad, pochodzący z Oczyszczalni Ścieków w Kątach Wrocławskich, hodowany jest bez dodatku związków żelaza - PIX i PAX. Są to środki strącające oraz koagulujące, które wspomagają proces oczyszczania ścieków, wiążąc

siarczki oraz eliminując przykry zapach. W hodowli laboratoryjnej osadu czynnego związki PIX oraz PAX niekorzystnie wpływają na kondycję osadu oraz zafałszowują przeprowadzane testy do biodegradacji [12, 13].

Laboratoryjną hodowlę osadu czynnego prowadzono zgodnie z normą PN-C-04616-10:1987 [9]. Wykorzystywany osad stanowi kłaczkowatą zawiesinę mikroorganizmów zawierającą między innymi bakterie heterotroficzne, wiciowce, pierwotniaki, orzęski oraz małe bezkręgowce. Najistotniejszymi mikroorganizmami są orzęski osiadłe. Ich dominacja jest wskaźnikiem efektywnego oczyszczania ścieków. Hodowla osadu czynnego w warunkach laboratoryjnych opiera się na namnażaniu biomasy. Odbywa się to w trzech bioreaktorach, każdy o pojemności roboczej  $3,5 \text{ dm}^3$  (rys. 1). Reaktory zaopatrzone są w pompki wodne zakończone kamieniami napowietrzającymi. W ten sposób osad poddawany jest aeracji. Stałe napowietrzanie zapewnia również ciągły ruch w całej objętości bioreaktora, co zabiega osiadananiu i gniciu osadu. Cały proces zachodzi w warunkach ciśnienia atmosferycznego oraz w temperaturze  $21^\circ\text{C}$  [9-13].



Rys. 1. Bioreaktory służące do hodowli osadu czynnego

Fig. 1. Bioreactor used to breeding of the activated sludge

Do każdego z bioreaktorów codziennie dolewano świeżo przygotowaną porcję ścieków. Syntetyczne ścieki swoim składem ilościowym i jakościowym odpowiadały typowym ściekom bytowo-gospodarczym. Stanowiły one roztwory podstawowych składników organicznych i mineralnych. Roztwory przygotowywano w kolbach o pojemności  $1 \text{ dm}^3$  poprzez dodanie odpowiednich składników, a następnie uzupełnieniu wodą destylowaną. Skład jakościowy wszystkich roztworów ścieków syntetycznych przedstawiono w tabeli 2. Wprowadzane do reaktorów próbki ścieków stanowiły mieszaninę  $5 \text{ cm}^3$  z każdego rodzaju ścieku syntetycznego oraz wody destylowanej, której ilość zależała od rozcieńczenia osadu. Sposób przygotowania próbek pokarmu opracowano na podstawie danych literaturowych oraz własnych doświadczeń.

Skład jakościowy poszczególnych ścieków syntetycznych

Tabela 2

Qualitative composition of synthetic sewage

Table 2

Numer kolby ze ściekiem syntetycznym	Związek	Ilość substratu [g/dm <sup>3</sup> ]
1	Glukoza	25
	Bulion suchy	76,25
2	Octan sodu	2,5
	Fosforan potasu I zas.	2,5
	Fosforan potasu II zas.	6,25
	Chlorek amonu CZDA	2,5
	Chlorek potasu	6,25
	Chlorek sodu	6,25
3	Siarczan magnezu	5
	Siarczan manganu II	0,612
4	Chlorek wapnia bezw.	0,973
5	Węglan potasu kwaśny	20



Rys. 2. Mikroorganizmy występujące w osadzie czynnym - orzęski osiadłe

Fig. 2. The microorganisms present in activated sludge - *Epistylis plicatilis*

Po upływie 7 dni od rozpoczęcia hodowli osadu czynnego w warunkach laboratoryjnych wprowadzono recyrkulację. Codziennie podczas podawania pokarmu zlewano 50 cm<sup>3</sup> zalegającego w dolnych partiach bioreaktora osadu. Operacja ta pozwala utrzymać osad w dobrej kondycji i zapobiega jego starzeniu się. Każdorazowo pobierano również próbkę do badań mikroskopowych określających obecność oraz udział odpowiednich gatunków mikroorganizmów. Najczęściej występującymi mikroorganizmami były orzęski osiadłe (rys. 2), wolno pływające oraz wrotki (rys. 3) [9, 13-15].



Rys. 3. Mikroorganizmy występujące w osadzie czynnym - wrotek

Fig. 3. The microorganisms present in activated sludge - *Platyzoa*

## Wyniki przeprowadzonych badań

Tabela 3

## Results of the research

Table 3

Pomiar	Próbka	Wynik	
		<i>t</i> = 0 dni	<i>t</i> = 20 dni
Zawartość wapnia	ściek	0,42%	0,093%
	osad	0,38%	0,101%
Zawartość magnezu	ściek	0,015%	0,024%
	osad	0,001%	0,064%
ChZT metodą dichromianową	osad	2004,5 mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	4907,5 mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
ChZT metodą nadmanganianową	osad	9,26 mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	8,18 mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>
Zawartość związków żelaza	ściek	2,33 mg Fe/100 g próbki	1,61 mg Fe/100 g próbki
	osad	6,67 mg Fe/100 g próbki	1,54 mg Fe/100 g próbki
Zawartość związków fosforu	osad	0,028 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g próbki	0,012 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g próbki
Zawartość OWO	ściek	0,013%	0,003%
	osad	0,29%	0,16%
Zawartość wilgoci	osad	95,41%	95,32%
Zawartość zawiesin	osad	1,26 mg/dm <sup>3</sup>	4,07 mg/dm <sup>3</sup>
pH	osad	7,75	-

Badania kontrolne hodowli osadu czynnego w warunkach laboratoryjnych wykonano w dniu rozpoczęcia hodowli oraz po upływie 20 dni od jej rozpoczęcia. Dokonano oznaczeń w ściekach:

- chemicznego zapotrzebowania tlenu wg PN-EN ISO 8467:2001 oraz PN-ISO 6060:2006 [16, 17]
- zawartości ogólnego węgla organicznego (OWO) wg PN-Z-15011-3:2001 [18]

- zawartości związków fosforu wg PN-EN ISO 6878:2006 [19]
  - zawartości zawiesin ogólnych wg PN-EN 872:2002 [20]
  - zawartości związków żelaza
  - zawartości wapnia i magnezu
  - zawartości wilgoci
  - pomiar pH
- Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tabeli 3.

### **Omówienie wyników badań**

W celu modyfikacji sposobu hodowli osadu czynnego w warunkach laboratoryjnych przeprowadzono oznaczenia chemicznego zapotrzebowania tlenu dwoma metodami - nadmanganianową oraz dichromianową, zawartości ogólnego węgla organicznego, zawartości związków fosforu i żelaza, zawartości zawiesin ogólnych i wilgoci, zawartości związków wapnia i magnezu oraz pomiaru pH. Wyniki przedstawiono w tabeli 3.

Osad czynny pochodzący z oczyszczalni ścieków w Kątach Wrocławskich jest dobrym substratem do hodowli laboratoryjnej osadu czynnego. Jednym z najważniejszych parametrów do hodowli jest zawartość żelaza oraz fosforu. Omawiane pierwiastki biogenne prowadzą do obumierania osadu oraz zahamują proces biodegradacji. Z przedstawionych badań wynika, że ilość żelaza i fosforu w próbce maleje wraz z upływem czasu. Wraz ze wzrostem zawartości zawiesin w osadzie zwiększa wydajność oczyszczania ścieków. Badany substrat wykazuje 4-krotny wzrost ilości zawiesin w ciągu 20 dni hodowli, co świadczy o wysokiej efektywności oczyszczania. Pomiar chemicznego zapotrzebowania na tlen informuje o aktywności mikroorganizmów w rozkładzie związków organicznych. Zaprezentowane efekty przeprowadzonych prób ChZT dwoma metodami - nadmanganianową oraz dichromianową - świadczą o wysokiej aktywności biomasy, która będzie wykorzystywana w procesie rozkładu związków organicznych.

### **Wnioski**

Celem pracy było opracowanie i modyfikacja sposobu hodowli osadu, który umożliwiłby jego wykorzystanie do testów biodegradacji. Jakość osadu odgrywa nadrzędną rolę w prowadzeniu procesu biodegradacji. Rodzaj oraz ilość zawartych związków wpływa bezpośrednio na efektywność przebiegu redukcji ligandów o właściwościach chelatujących wykorzystywanych w przemyśle nawozowym. Wysokie stężenie pierwiastków biogennych zahamowuje ich biorozkład. Szczególnie niekorzystnie na proces biodegradacji ligandów wpływa wysokie stężenie żelaza, które jest chelatowane przez związki należące do grupy aminopolikarboksylowych (APCAs). Żelazo wprowadzane jest do osadu czynnego w postaci związków PIX i PAX. Obecnie większość oczyszczalni ścieków stosuje koagulanty, ponieważ poprawiają jakość oczyszczania oraz eliminują przykry zapach. Oczyszczalnia ścieków w Kątach Wrocławskich jest jednym z nielicznych zakładów niedodających PIX i PAX. Opracowana metoda hodowli osadu czynnego oraz modyfikacja składu ścieków pozwoliły na wykorzystanie badanego osadu czynnego w dalszych doświadczeniach.

## Podziękowania

Praca finansowana z dotacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na działalność statutową Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej.  
Nr zlec. S50136/Z-0314

## Literatura

- [1] Hoffmann J, Hoffmann K. *Przem Chem.* 2006;8-9:827-830.
- [2] Lityński T. *Mikroelementy w życiu roślin, zwierząt i ludzi.* Kraków: Państw. Wyd. Naukowe; 1967.
- [3] Fagria NK, Filho MP, Moreira A, Guimaraes CM. *J Plant Nutr.* 2009;32(6):1044-1064. DOI: 10.1080/01904160902872826.
- [4] Szkolnik M. *Mikroelementy w życiu roślin.* Warszawa: Państw. Wyd. Rolnicze i Leśne; 1980.
- [5] Regulation (EC) No 2003/2003 of the European Parliament and of the Council of 14 June 2012 relating to fertilisers. (Rozporządzenie (WE) nr 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 czerwca 2012 r. w sprawie nawozów). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/En/TXT/PDF/?uri=CELEX:02003R2003-20130607&rid=2>.
- [6] Blom E, Haneklaus S, Schnug E. *Sci Total Environ.* 2017;577:166-173. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.153.
- [7] Pinto I, Neto I, Soaes H. *Environ Sci Pollut Res.* 2014;21:11893-11906. DOI: 10.1007/s11356-014-2592-6.
- [8] Chen L, Liu T, Ma C. *J Phys. Chem. A* 2010;114:443-454. DOI: 10.1021/jp904296m.
- [9] Polska Norma: PN-C-04616-10:1987. *Badania specjalne osadów. Hodowla standardowego osadu czynnego w warunkach laboratoryjnych.* <http://sklep.pkn.pl/pn-c-04616-10-1987p.html>.
- [10] Polska Norma: PN-C-05561:1988. *Badanie tlenowej biodegradacji związków organicznych w środowisku wodnym w warunkach testu statycznego.* <http://sklep.pkn.pl/pn-c-05561-1988p.html>.
- [11] Polska Norma: PN-C-04646:2001. *Badanie biodegradacji „częściowej” anionowych i niejonowych substancji powierzchniowo czynnych. Test potwierdzający metodą osadu czynnego.* <http://sklep.pkn.pl/pn-c-04646-2001p.html>.
- [12] Neto I, Pinto I, Soares H. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2014;21(20):11893-906, DOI: 10.1007/s11356-014-2592-6.
- [13] Kowalska A, Lenart A. *Kosmos Problemy Nauk Biol.* 2012; 297:677-689.
- [14] Kocwa-Haluch R, Woźniakiewicz T. *Czasopismo Techniczne.* 2011;108:142-161.
- [15] Błaszczuk M. *Mikroorganizmy w ochronie środowiska.* Warszawa: Wyd. Naukowe PWN; 2009.
- [16] Polska Norma PN-EN ISO 8467:2001. *Jakość wody - oznaczanie indeksu nadmanganianowego.* <http://sklep.pkn.pl/pn-en-iso-8467-2001p.html>.
- [17] Polska Norma: PN-ISO 6060:2006. *Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania tlenu.* <http://sklep.pkn.pl/pn-iso-6060-2006p.html>.
- [18] Polska Norma: PN-Z-15011-3:2001. *Kompost z odpadów komunalnych. Oznaczanie: pH, zawartości substancji organicznej, węgla organicznego, azotu, fosforu i potasu.* <http://sklep.pkn.pl/pn-z-15011-3-2001p.html>.
- [19] Polska Norma: PN-EN ISO 6878:2006. *Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu.* <http://sklep.pkn.pl/pn-en-iso-6878-2006p.html>.
- [20] Polska Norma: PN-EN 872:2002. *Badanie zawartości zawiesin. Oznaczanie zawiesin ogólnych, mineralnych i lotnych metodą wagową.* <http://sklep.pkn.pl/pn-en-872-2002p.html,options=cart>.

## BREEDING OF THE ACTIVATED SLUDGE TO USE FOR STUDIES ON BIODEGRADATION OF FERTILIZER CHELATES

Department of Technology and Chemical Processes and Department of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry  
Wrocław University of Science and Technology

**Abstract:** Microelement chelates are increasingly being used in the production of liquid fertilizers and fine crystal. Ligands for chelating properties allow to stabilize trace elements in wide range of pH and provide better and more efficient assimilation. The compounds belonging to aminopolycarboxylic group (APCAs) are used in fertilizer



production. Most commonly used is the sodium salt of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA). This compound is one of the substances, which are not biodegradable. High concentrations found in the environment even after 15 years and may cause remobilization of metal from river bottom, eutrophication and consequently, the introduction of heavy metals into the food chain. Impact on the environment is determined by the time distribution of the compound under the influence of microorganisms. The degree of biodegradation is determined by static and kinetic test. In both methods, it is important quality of the used activated sludge taken from wastewater treatment plants. The aim of the study was to determine the physicochemical properties of the activated sludge downloaded directly from the aeration chambers in sewage treatment plant and modification of breeding activated sludge in such a way as to allow use it to research fertilizer chelate biodegradation.

**Keywords:** chelate, micronutrients, fertilizer, activated sludge