

Dariusz Boruszko

INTENSYFIKACJA NISKONAKŁADOWYCH METOD PRZERÓBKI KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Streszczenie. W artykule zaprezentowane zostały doświadczenia z kilkuletnich badań i obserwacji wybranych systemów oczyszczania ścieków stosujących niskonakładowe sposoby przetwarzania osadów ściekowych. Metody niskonakładowe są tu rozumiane, jako metody charakteryzujące się: prostą konstrukcją i technologią, łatwością obsługi, wykorzystaniem naturalnych procesów zachodzących w środowisku, stosowaniem urządzeń technologicznych i technicznych w niewielkim stopniu, niezawodnością działania, nieznaczną kontrolą w trakcie trwania procesu, niewielkim udziałem energii elektrycznej, niskimi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi.

W badaniach poddano ocenie kilka instalacji stosujących: kompostowanie, hydrofity oraz wermikulturę do przetwarzania osadów ściekowych. Dokonano analizy porównawczej sposobu prowadzenia procesu przetwarzania osadów pod względem technicznym i technologicznym oraz jego skuteczności. Wykorzystano badania i obserwacje własne prowadzone na oczyszczalni ścieków w Sokółce, Zambrowie, Kolnie, Nowej Wsi Etckiej z ostatnich kilku lat. Najdłuższy czas przetwarzania osadów ściekowych uzyskano w lagunach trzcinowych w Zambrowie i wynosi on 12 lat, natomiast zastosowanie wermikultury trwa dwa lata. W pozostałych analizowanych oczyszczalniach, gdzie stosowano proces kompostowania, całkowity czas przetworzenia osadów ściekowych był podobny i wynosił od około 150 do 180 dni. Zaprezentowano również wybrane wyniki badań własnych dotyczących intensyfikacji niskonakładowych metod przeróbki osadów ściekowych z zastosowaniem Efektywnych Mikroorganizmów.

Słowa kluczowe: niskonakładowe metody, osady ściekowe, kompost, wermikultura, hydrofity, efektywne mikroorganizmy.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy Nr N N523 558138.

WPROWADZENIE

Osady ściekowe powstające w oczyszczalniach ścieków często traktowane są jeszcze jako odpady, a nie jako potencjalny materiał do produkcji energii lub do pozyskania cennych surowców wtórnych, jak na przykład wartościowego nawozu w postaci kompostu. Uwzględniając wymogi prawne obecnie obowiązujące, wiadomo, że ilość odpadów „biodegradowalnych” kierowanych na składowisko, musi być sukcesywnie zmniejszana. Składowanie odpadów komunalnych nieprzetworzonych

Dariusz BORUSZKO – Wydział Budownictwa I Inżynierii Środowiska, Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Politechnika Białostocka

będzie praktycznie zabronione od 1 stycznia 2013 r. Odpady organiczne, w tym osady ściekowe, będzie trzeba zagospodarować w inny sposób, na przykład przetwarzając je metodami niskonakładowymi. Przez działanie takie rozumie się metody oparte na naturalnych procesach zachodzących w środowisku, (niewymagające ciągłej kontroli, znacznego zużycia energii i korzystania z urządzeń technicznych), takie jak: kompostowanie, suszenie słoneczne czy unieszkodliwianie na poletkach z trzciną, wierzbą lub przetwarzanie z wykorzystaniem dżdżownicy kalifornijskiej (rys. 1).

Gospodarka rolna w regionie północno-wschodniej Polski coraz powszechniej wykorzystuje osady ściekowe poddawane niskonakładowym metodom przeróbki. Na takie działania mają wpływ następujące czynniki:

- rolniczo-przemysłowa specyfika regionu,
- właściwości i charakter powstających osadów,
- dostępna na tym obszarze biomasa w postaci: słomy, trocin i zrębków; niezbędna do produkcji kompostów,
- duża ilość gleb o małej zawartości próchnicy,
- przewaga małych i średnich oczyszczalni ścieków komunalnych i mleczarskich, w których powstają osady zawierają niewielkie ilości metali ciężkich.

Wszystkie te czynniki warunkują w pewien sposób możliwości stosowania procesów niskonakładowych do przeróbki osadów na tych terenach. Dlatego należy dążyć do rozpowszechniania takich metod przeróbki osadów ściekowych przed ich finalnym wykorzystaniem [1,7].



Rys. 1. Niskonakładowe metody przeróbki osadów ściekowych

Fig. 1. Low-input methods of sludge treatment

Jedną z metod intensyfikacji procesów przetwarzania osadów ściekowych jest stosowanie Efektywnych Mikroorganizmów. Odkrycie Efektywnych Mikroorganizmów zawdzięczamy profesorowi ogrodnictwa Teuro Higa z Uniwersytetu w Ryukyus na japońskiej wyspie Okinawa. Teuro Higa skompletował na początku lat

osiemdziesiątych ubiegłego wieku kompleks składający się z kilkudziesięciu szczepów różnorodnych mikroorganizmów. Zalicza się do nich wszystkie bakterie, wirusy, pierwotniaki, część grzybów i glonów. W przeważającej części są to organizmy jednokomórkowe. Ich wielkość mieści się od 0,1 do 20 μm . Mieszanka organizmów skompletowana przez prof. T. Higa pochodzi z gleby z wyspy Okinawa, jak również ze zwacza krów tam hodowanych i mikroorganizmów pozyskanych z mleczarni produkujących przetwory mleczarskie na Okinawie [13].

Ponad dwadzieścia lat badań profesora Higa pozwoliło wyselekcjonować spośród ponad dwóch tysięcy szczepów 82 tlenowe i beztlenowe mikroorganizmy, które potrafią żyć ze sobą w symbiozie. W skład Efektywnych Mikroorganizmów wchodzi głównie organizmy beztlenowe, dzięki którym w procesach metabolizmu zostaje uwolniony do środowiska wolny chemicznie tlen. Ma to znaczenie dla ochrony zanieczyszczonego środowiska, gdyż te mikroorganizmy mają silne działanie antyutleniające [5].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie parametrów techniczno-technologicznych procesów przetwarzania osadów ściekowych metodami niskonakładowymi. Ocenie poddano także wpływ Efektywnych Mikroorganizmów na intensyfikację procesów przetwarzania.

METODY BADAŃ

Badaniami objęto wybrane cztery systemy oczyszczania ścieków stosujących niskonakładowe metody przetwarzania osadów ściekowych, w których obserwacje i doświadczenia mogły być zebrane na przestrzeni minimum czterech lat. Badania przeprowadzono w oparciu o dane i obserwacje na rzeczywistych obiektach pracujących w czterech oczyszczalniach. Badania i obserwacje przeprowadzono w następujących obiektach: oczyszczalnia ścieków w Nowej Wsi Ełckiej (NWE), Sokółce (S), Kolnie (K) oraz Zambrowie z wykorzystaniem poletek osadowych z wermikulturą (ZW) i lagun osadowych z trzciną (ZT). W analizowanych oczyszczalniach osady ściekowe przetwarzane są w następujący sposób:

- w oczyszczalni ścieków w Nowej Wsi Ełckiej – proces kompostowania przyzmoowego z przewietrzaniem poprzez przerzucanie kompaktorem,
- w oczyszczalni ścieków w Sokółce i Kolnie – proces kompostowania przyzmoowego w technologii GWDA,
- w Zambrowie – proces przetwarzania z wykorzystaniem poletek z wermikulturą i lagun z trzciną pospolitą.

Parametry technologiczne i techniczne usystematyzowano w określone grupy. Analizy przeprowadzono w zakresie określenia:

- miejsca i sposobu, w którym przebiega proces przetwarzania osadów,
- charakterystyki osadu poddawanego procesowi przetwarzania,
- charakterystyki stosowanych materiałów strukturotwórczych,

- przetwarzania (kompostowania) intensywnego;
- przetwarzania (kompostowania) właściwego;
- dojrzewania [11,12].

Proces kompostowania został umownie podzielony na trzy etapy: kompostowania wstępnego (obejmującego okres rozruchu procesów i pierwsze etapy zachodzące w mieszaninie kompostowej), kompostowania właściwego (obejmującego okres właściwych przemian w mieszaninie kompostowej) oraz dojrzewania kompostu (obejmującego okres przemian końcowych i stabilizacji właściwości kompostu). W pracy przedstawiono wyniki i parametry procesów przetwarzania osadów ściekowych w/w metodami oraz zmiany temperatury w procesie kompostowania. Przedstawione w pracy wyniki badań i obserwacji, przeprowadzone analizy oraz dane literaturowe pozwalają na proste porównanie i ocenę analizowanych niskonakładowych metod przetwarzania osadów ściekowych. Do oceny przyjęto podstawowe kryteria odnoszące się do ekonomiki i skuteczności procesów. Jako kryteria oceniające ekonomiczny aspekt analizowanych procesów przyjęto: koszty eksploatacyjne wraz z amortyzacją, nakłady na infrastrukturę techniczną, nakłady eksploatacyjne, bilans energetyczny. Jako kryteria oceniające aspekt skuteczności analizowanych procesów przyjęto: jakość kompostu, zapewnienie higienizacji osadów, emisje do środowiska towarzyszące przeróbce, wymagana powierzchnia.

Do dalszych badań celem intensyfikacji przetwarzania osadów ściekowych zastosowano Efektywne Mikroorganizmy. Badania z zastosowaniem EM prowadzono na obiektach rzeczywistych stosujących analizowane technologie przetwarzania osadów ściekowych. Badania prowadzone są m.in. w oczyszczalni ścieków w Zambrowie – wermikultura z zastosowaniem dżdżownic kalifornijskich, przetwarzanie z zastosowaniem trzciny pospolitej i wierzby energetycznej [9].

Badania prowadzono w instalacjach własnego projektu (fot 1.). Instalacje badawcze charakteryzują się następującymi parametrami:

- wymiary pojedynczego poletka badawczego 2 m długości i 2 m szerokości;
- ilość poletek badawczych 6szt w układzie 2 poletka obsadzone wierzbą energetyczną, 2 poletka obsadzone trzcina pospolitą, 2 poletka z wermikulturą;
- wysokość wypełnienia poletek obsadzonych trzcina i wierzbą 60 cm (trzy frakcje wypełnienia);
- poletka zostały zdrenowane i wykonano instalację odprowadzającą odcieki oraz doprowadzającą osad ściekowy zagęszczony.

Poletka z trzcina obsadzone zostały rocznymi sadzonkami trzciny pochodzącej z oczyszczalni w Zambrowie w ilości 5 szt./m² natomiast poletka z wierzbą energetyczną rocznymi sadzonkami z prywatnej hodowli odmiana *Salix viminalis* w ilości 4 szt./m². Zasilanie instalacji osadami ściekowymi mleczarskimi rozpoczęto w maju 2010 r. w ilości 0,5 kg sm osadu/m² powierzchni poletka na jedno zalanie osadem stopniowo zwiększając dawkę do 2,0 kg sm osadu/m² powierzchni poletka oraz czę-

stotliwość zalewań (stosowano osad ściekowy z oczyszczalni ścieków mleczarskich wstępnie zagęszczony o uwodnieniu około 98%).



Fot. 1. Instalacja badawcza w połowie okresu wegetacyjnego -1-szy rok (Boruszko)

Fig. 1. Installation of the research in the middle of the growing season – first year

Poletka z trzcinią obsadzone zostały rocznymi sadzonkami trzciny pochodzącej z oczyszczalni w Zambrowie w ilości 5 szt./m² natomiast poletka z wierzbą energetyczną (*Salix viminalis*) rocznymi sadzonkami z prywatnej hodowli w ilości 4 szt./m². Zasilanie instalacji osadami ściekowymi mleczarskimi rozpoczęto w maju 2010 r. w ilości 0,5 kg sm osadu/ m² powierzchni poletka na jedno zalanie osadem stopniowo zwiększając dawkę do 2,0 kg sm osadu/ m² powierzchni poletka oraz częstotliwość zalewań (stosowano osad ściekowy z oczyszczalni ścieków mleczarskich wstępnie zagęszczony o uwodnieniu około 98%).

Poletka z wermikulturą zasilone zostały tym samym osadem ściekowym mleczarskim ale o uwodnieniu około 80% jednorazowo w ilości około 1,5 m³ uwodnionego osadu na jedno poletko o powierzchni 4 m². Przed zasileniem osadem poletko obwałowano tzw. matecznikami z dżdżownicami kalifornijskimi pochodzącymi z oczyszczalni ścieków w Zambrowie.

Dodatkowo każdą instalację (jedną obsadzoną wierzbą, jedną obsadzoną trzcinią i jedną z wermikulturą zasilano preparatem EM-A. Zasilanie w odstępach około 2 tygodniowych w rozcieńczeniu preparatu z wodą 1-100 powierzchniowo na powierzchnię poletek i w postaci oprysków.

W instalacji badawczej umieszczono stację meteorologiczną pozwalającą na ciągły monitoring podstawowych parametrów pogodowych tj. temperatura, opad, wilgotność, kierunek i prędkość wiatru, nasłonecznienie.

Opisano także wpływ Efektywnych Mikroorganizmów na stan roślin zastosowanych do przetwarzania osadów.

WYNIKI BADAŃ

Przetwarzanie osadów komunalnych w obiektach rzeczywistych

W tabeli nr 1 przedstawiono uzyskane parametry techniczne i technologiczne pracy poszczególnych obiektów i charakterystykę materiałów poddawanych przetwarzaniu.

Osady ściekowe miały uwodnienie od 99% w lagunach osadowych obsadzonych trzciną w oczyszczalni w Zambrowie do 75% w oczyszczalni w Sokółce. Odczyn osadów ściekowych wynosił od 5,42 pH w Nowej Wsi Ełckiej do 6,9 w Zambrowie, natomiast sucha masa organiczna wynosiła od 58% s.m. w Zambrowie do 69% s.m. w Sokółce. Ilość osadów wyrażona w suchej masie poddawanych przetwarzaniu była najwyższa w oczyszczalni w Nowej Wsi Ełckiej i wynosiła 3,29 Mg s.m./d. Jest to zdecydowanie większy obiekt od pozostałych poddanych badaniom.

W oczyszczalniach, gdzie osady ściekowe przetwarzano w procesie kompostowania dodawano materiały strukturotwórcze. W przypadku oczyszczalni w Nowej Wsi Ełckiej były to zrębki i słoma w stosunku wagowym odpowiednio 0,21 i 0,1 Mg/ 1 Mg osadu, w oczyszczalni w Sokółce i Kolnie były to trociny i słoma w stosunku wagowym odpowiednio 0,5 i 0,01 Mg/1 Mg osadu.

W tabeli nr 2 przedstawiono dwa istotne parametry, charakteryzujące omawiane procesy przetwarzania osadów ściekowych w analizowanych obiektach. Z punktu widzenia jakości sanitarnej produktu końcowego jest to średnia temperatura uzyskiwana w poszczególnych etapach oraz z punktu widzenia kinetyki i ekonomiki całego procesu jest to czas trwania poszczególnych etapów przetwarzania.

Tabela 1. Charakterystyka materiałów poddawanych przetwarzaniu i parametry techniczno-technologiczne
Table 1. Characteristics of materials subjected processing, and technical and technological parameters

Położenie obiektu - miejscowość	NWE	S	K	ZW	ZT
Wyszególnienie		Wartość lub wielkość poszczególnych parametrów			
Jednostka					
Miejsce dla kompostowania					
Ilość pryzm (poetek, lagun)	3	3	4	12	3
Wysokość pryzm (wypełnienia poetek, lagun)	2,5	2	2	0,5	3,2
Szerokość podstawy pryzm (poetek, lagun)	5	3	3	15	ok.41
Długość pryzm (poetek, lagun)	50	10	10	15	ok. 42
Powierzchnia zajmowana bezpośrednio przez pryzmę (poletko, lagunę)	250	30	40	225	1720
Powierzchnia zajmowana bezpośrednio przez wszystkie pryzmy (poletka, laguny)	750	90	120	2675	5160
Powierzchnia przewidziana na ciągi komunikacyjne	1870	450	600	300	300
Charakterystyka osadu poddanego przetwarzaniu					
Ilość uwodnionego osadu	8000 21,918	720 1,97	310 0,85	84,4 0,23	126,6 0,35
Uwodnienie osadu	85	75	76	90	99
Sucha masa osadu	15	25	24	10	1
Ilość suchej masy osadu	Mg s.m./rok 3,29	180 0,49	74,5 0,20	150 0,41	175 0,48
Sucha masa organiczna	60	69	63	58	58
Ilość suchej masy organicznej	720 1,97	125 0,34	47 0,13	87 0,238	101,5 0,278
Odczyn osadu	5,42	6,65	5,90	6,9	6,9
Charakterystyka materiału strukturotwórczego					

Polożenie obiektu - miejscowość	NWE	S	K	ZW	ZT
Wyszczególnienie	Jednostka	Wartość lub wielkość poszczególnych parametrów			
Zawartość suchej masy w słomie	%	88	87	5	0
Wilgotność słomy	%	12	13	-	0
Zawartość C organicznego wawowo masy suchej słomy	%	46			
Wilgotność zrębek leśnych lub (trocin)	%	10 (trocin)	10 (trocin)	10 (trocin)	0
Zawartość suchej masy zrębek leśnych lub (trocin)	%	70	90 (trocin)	90 (trocin)	0
Gęstość zrębek (trocin)	kg/m ³	450	(350)	(350)	0
Kompostowanie wstępne					
Wilgotność masy kompostowej	%	65	60	80-85	-
Stosunek wagowy materiału strukturotwórczego / osadu	Mg mat./Mg os.	0,21(słoma) + 0,1(zrębki)/1	0,5(trocin)+ 0,01(słoma)/1	0,02(trocin)/1	-
C:N w masie kompostowej	-	28,8:1	30:1	26,6:1	-
C:P w masie kompostowej	-	115:1	104:1	156:1	-
Czas kompostowania	doły	14	12	12	60
Temperatura w pryzmie (poletku, lagunie)	°C	70	58	63	24
Temperatura otoczenia	°C	14	20	20	21
Kompostowanie wiaściwe					
Czas kompostowania	doły	40	40	40	90
Temperatura w pryzmie	°C	49	45	30	20
Czas napowietrzania	doły	14	20	30	-
Sposób napowietrzania lub przewietrzania	-	Kompaktor	Wentylator wysokociśn.	Dmuchawy napowietrz.	Naturalne trzcina
Dojrzewanie kompostu					
Czas trwania	miesiące	3	4	4	4-6
Temperatura masy kompostowej	°C	32	20	18	16
Temperatura otoczenia	°C	23	16	17	16

Źródło: badania i opracowanie własne oraz [6]

Tabela 2. Zestawienie temperatury oraz czas trwania poszczególnych etapów przetwarzania osadów w badanych obiektach**Table 2.** Summary of temperature and duration of each stage of processing of sludge in the test objects

Wyszczególnienie	Jednostka	Nowa Wieś Ełcka	Sokółka	Kolno	Zambrów (wermikultura)	Zambrów (trzcina)
rodzaj materiału strukturotwórczego	-	słoma / zrębki	kora / trociny	kora / trociny	trociny	-
temperatura masy kompostowej w kompostowaniu wstępnym	°C	60-70	45-60	50-65	24	-
czas kompostowania wstępnego	doba	14	10-14	10-14	50-60	-
temperatura masy kompostowej w kompostowaniu właściwym	°C	40-50	35-45	35-40	20-25	20-25
czas kompostowania właściwego	doba	40	40	40	360-720	10-12 lat
temperatura w dojrzewaniu	°C	25-30	15-20	15-20	18-22	-
czas dojrzewania	doba	90	120	120	120	-

Źródło: opracowanie własne

Najdłuższy czas przetwarzania osadów ściekowych uzyskano w lagunach trzcinowych w Zambrowie i wynosi on 12 lat, natomiast zastosowanie wermikultury trwa dwa lata. W pozostałych analizowanych oczyszczalniach, gdzie stosowano proces kompostowania, całkowity czas przetworzenia osadów ściekowych był podobny i wynosił od około 150 do 180 dni. W odniesieniu do temperatury w procesie kompostowania pryzmowego uzyskiwano temperatury od 35-40 °C w Kolnie do 40-50 °C w Nowej Wsi Ełckiej. Przetwarzanie osadów z wykorzystaniem trzciny pospolitej i wermikultury w Zambrowie pozwalało na uzyskanie w okresie letnim maksymalnej temperatury osadu 20-25 °C.

Tabela 3. Porównanie metod przetwarzania osadów ściekowych i odpadów organicznych
Table 3. Comparison of methods for processing sewage sludge and organic waste

Kryterium	Metody tlenowe (prosta technologia)	Metody tlenowe, (wyższy standard techniczny)	Metody beztlenowe	Metody naturalne
Koszty eksploatacyjne wraz z amortyzacją	Niskie 40-50 PLN/Mg	Niskie do średnich 60-100 PLN/Mg	Najczęściej wysokie 120-200 PLN/Mg	Bardzo niskie 10-30 PLN/Mg
Nakłady techniczne	Niskie, ew. napowietrzana płyta	Średnie, zadaszewanie, hala, oczyszczanie powietrza wymagające wyższych nakładów	Wysokie	Bardzo niskie
Nakłady eksploatacyjne	Bardzo niskie, przetrzymywanie przym, zastosowanie ładowarki	Średnie do wysokich, załadunek kontenerów/wież/tuneli wymaga nakładu pracy	Wysokie, skomplikowana technika regulacyjna	Bardzo niskie, często zerowe
Emisje do środowiska (jakość powietrza, akustyka odcieki)	Problem w fazie dojrzewania, odległość od zabudowy min.300m, zwracanie odcieków do obiegu	Regulowane, biofiltry do oczyszczania powietrza, zwracanie odcieków do obiegu	Nieduża objętość powietrza, powietrze jest oczyszczane, duża ilość odcieków	Emisje z dużych powierzchni o charakterze nieorganizowanym, zwracanie odcieków do obiegu
Zapotrzebowanie miejsca	Duże, ok. 5ha dla obiektu 20 000 Mg/rok	Duże, ok. 4ha dla obiektu 20 000 Mg/rok	Nieduże, przy dojrzewaniu w przymach ok. 2ha dla obiektu 20 000Mg/rok	Największe ok. 5-10ha dla obiektu 20 000Mg/rok
Jakość kompostu	Dobra, zależy od wsadu	Dobra, zależy od wsadu	Często problematyczna jakość wsadu, różna jakość kompostu	Dobra, często zależna od czasu
Higienizacja	Temperatura ponad 65°C, dobre efekty higienizacji	Temperatura ponad 65°C, dobre efekty higienizacji	Faza termofilna wymaga doprowadzenia energii z zewnątrz, lub dojrzewanie w przymach	Dobra w przypadku wermikultury, Hydrofity często zależna od czasu
Bilans energetyczny	Produkowane ciepło nie znajduje zastosowania	Produkowane ciepło nie znajduje zastosowania	Uzysk metanu, wykorzystanie w elektrociepłowniach, produkcja prądu	Brak ciepła możliwego do wykorzystania

Źródło: badania własne oraz [1,4,8,10,14]

Analiza i ocena procesów niskonakładowego przetwarzania osadów ściekowych przedstawiona w tabeli nr 3 odnosząca się do badanych obiektów i innych doświadczeń przedstawionych w literaturze [1,4,8,10,14] wskazuje między innymi kilka zasadniczych aspektów:

- duża rozpiętość w czasie niezbędnym do uzyskania gotowego produktu (od kilku miesięcy do kilkunastu lat w przypadku lagun trzcinowych), a co za tym idzie bardzo duże zróżnicowanie w stosunku do wymaganej powierzchni;
- różny stopień zaawansowania technicznego i technologicznego, co wpływa nie tylko na koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, ale także na wymagane zaangażowanie i doświadczenie eksploatatora;
- zróżnicowaną jakość uzyskiwanego produktu (w tym stan sanitarny), co wpływa na jego możliwości zastosowania i dystrybucji;
- odmienne oddziaływanie procesów na środowisko, warunkuje często konieczność stosowania urządzeń zabezpieczających (np. instalacji do dezodoryzacji).

Intensyfikacja procesów przetwarzania osadów ściekowych mleczarskich z zastosowaniem EM

Na poletkach z trzciną zasilanych osadem nadmiernym mleczarskim wysokość trzciny pod koniec czerwca 2010r. wynosiła 0,8-1,2 m, przy czym egzemplarze wyższe niż 1m, stanowiły około 75% ogólnej liczby pędów. Kolor trzciny był intensywnie zielony, co wskazywało na jej dobrą adaptację do nowych warunków.

Pod koniec sierpnia, 60-80% roślin miało wyraźnie rozwinięty kwiatostan. W czasie odwadniania osadu, w okresie sierpień-wrzesień, pędy przy podłożu były średnio grube lub grube, miały zabarwienie szarozielone i znaczną wytrzymałość na łamanie się pod wpływem deszczu i wiatru, a liście były intensywnie zielone. Ogólna liczba pędów trzciny, w przeliczeniu na 1 m² poletka, wynosiła w sierpniu średnio około 50 szt/m². W poletku zasilanym dodatkowo preparatem EM-1 zaobserwowano o około 10 % szybszą adaptację sadzonek trzciny do nowych warunków (intensywniejsza barwa, nieznacznie szybszy wzrost, wyższy udział pędów najwyższych. Zaobserwowano też mniejszą liczbę owadów latających przy powierzchni osadu.

Na poletkach z wierzbą energetyczną zasilanych osadem nadmiernym mleczarskim wysokość wierzby pod koniec czerwca 2010r. wynosiła 1,2-1,7 m, przy czym egzemplarze wyższe niż 1,5m, stanowiły około 70% ogólnej liczby pędów. Kolor wierzby był intensywnie zielony pędy zdrowe, co wskazywało na jej dobrą adaptację do nowych warunków.

Pod koniec sierpnia, 40-50% roślin miało bujny rozrost nowych pędów. W czasie odwadniania osadu, w okresie sierpień-wrzesień, pędy przy podłożu były średnio grube lub grube, miały zabarwienie szarozielone i znaczną wytrzymałość na łamanie się pod wpływem deszczu i wiatru, a liście były intensywnie zielone. Ogólna liczba pędów wierzby, w przeliczeniu na 1 m² poletka, wynosiła w sierpniu średnio około 10 szt/m². W poletku zasilanym dodatkowo preparatem EM-1 zaobserwowa-

no o około 10 % szybszą adaptację sadzonek wierzby do nowych warunków (intensywniejsza barwa, nieznacznie szybszy wzrost, wyższy udział pędów najwyższych. Zaobserwowano też mniejszą liczbę owadów na powierzchni osadu [2,3].

PODSUMOWANIE

Bogactwo procesów oraz zjawisk biologicznych i fizykochemicznych zachodzących w niskonakładowych metodach przetwarzania osadów ściekowych opartych o procesy kompostowania czy przetwarzania z zastosowaniem: systemów hydrofitowych, wierzby energetycznej, wermikultury czyni je atrakcyjnym i dość uniwersalnym narzędziem rozwiązywania problemów gospodarki osadowej.

Występujące w EM mikroorganizmy beztlenowe poprzez proces metabolizmu uwalniają wolny chemicznie tlen, wykazując działanie antyutleniające. Proces ten wpływa korzystnie na stan środowiska (w tym przypadku przetwarzanego osadu ściekowego), w którym zostały zastosowane Efektywne Mikroorganizmy. Natomiast mikroorganizmy tlenowe są odpowiedzialne za utrzymanie witalności i sprzyjają rozwojowi pozytywnej mikroflory[13].

Wstępnie uzyskane doświadczenia z zastosowania Efektywnych Mikroorganizmów w niskonakładowych metodach przetwarzania osadów ściekowych wskazują na duże możliwości intensyfikacji tych procesów zarówno w odniesieniu do czasu ich trwania, a także do zmniejszenia uciążliwości (np. zapachowych). Widoczne są również inne pozytywne aspekty związane np. szybszą adaptacją roślin wykorzystywanych do przetwarzania osadów ściekowych (wierzby i trzciny), a także ich intensywniejszym wzrostem (co wpływa na większy uzysk biomasy).

Z punktu widzenia intensyfikacji niskonakładowych procesów przetwarzania osadów ściekowych niezwykle istotne jest również określenie i ocena wpływu Efektywnych Mikroorganizmów na końcowy charakter i skład fizyko-chemiczny osadów, czy produkowanych kompostów. Ponieważ są to często procesy wymagające długiego czasu przetwarzania konieczne jest kontynuowanie badań w celu potwierdzenia osiągniętych efektów.

BIBLIOGRAFIA

1. Boruszko D., Butarewicz A., Dąbrowski W., Magrel L.: Badania nad ostatecznym wykorzystaniem odwodnionych osadów ściekowych do nieprzemysłowego wykorzystania. Politechnika Białostocka, Białystok 2005.
2. Boruszko D.; „Doświadczenia z zastosowania niskonakładowych metod przetwarzania osadów ściekowych”; Inżynieria i Ochrona Środowiska tom13 nr1 ISBN 1505-3695, Częstochowa 2010 r., ss. 29-42.
3. Boruszko D.; Zastosowanie Efektywnych Mikroorganizmów w niskonakładowych metodach przetwarzania osadów ściekowych, Gospodarka odpadami komunalnymi t.VI, monografia pod red. Kazimierza Szymańskiego, ISBN 978-83-920914-9-3, Koszalin 2010r., ss. 143-152.

4. Ewertowska Z., Sidełko R., Szymański K.: Charakterystyka odpadów komunalnych z terenu miasta Kołobrzegu. II Konferencja Naukowo Techniczna nt. Gospodarka Odpadami Komunalnymi. Koszalin 1994.
5. Franz-Peter Mau: „Niezwykłe rezultaty stosowania EM. Efektywne Mikroorganizmy w domu i ogrodzie dla lepszego wzrostu roślin i dla zdrowia”, wyd. Fundacja Źródła Życia ISBN 978-83-87895-69-3, Mszczonów 2008 r.
6. Gawkowski W.: Rozbudowa i modernizacja Oczyszczalni Ścieków dla miasta Zambrowa w latach 2003-2004. Forum Eksploatatora, lipiec/sierpień 2008.
7. Gościński J.: Kompostowanie w Europie i w Polsce. Definicje, jakość i zastosowanie kompostu. Część III, Przegląd Komunalny 3(186)/2007.
8. Jędrzak A., Haziak K.: Określenie wymagań dla kompostowania i innych metod biologicznego przetwarzania odpadów. Pracownie Badawczo-Projektowe „EKOSYSTEM” Sp. z o.o., Zielona Góra, maj 2005.
9. Kosteczka J., Vermikultura w Polsce jako zasób zamiany osadu ściekowego w cenny nawóz organiczny, (red). Bień J.B., Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, 26-28 czerwca 1997 pt.: Osady ściekowe odpad czy surowiec? Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 1997.
10. Obarska-Pempkowiak H.: Zastosowanie systemów hydrofitowych do oczyszczania ścieków i przeróbki osadów ściekowych. [w:] Woda, ścieki i odpady w małych miejscowościach województwa podlaskiego (praca zbiorowa pod red. nauk. Boruszko D., Dąbrowski W.), Agencja Wydawniczo-Edytorska EkoPress, Białystok 2009.
11. Pilarski K. Pilarska A.: Parametry procesu kompostowania. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 1/2009.
12. Sidełko R.: Kompostowanie – Optymalizacja procesu i prognoza jakości produktu. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2005.
13. Teruo Higa; „Rewolucja w ochronie naszej planety”; wyd. Fundacja Rozwój SGGW ISBN 83-7274-052-6, Warszawa 2003 r.
14. Wewetzer D., „Biotechnologiczny” pomysł dla Łodzi. Gospodarka odpadami. Przegląd komunalny 10(109)/2000.

INTENSIFICATION OF LOW-COST METHODS OF TREATMENT OF MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE

Summary. The paper presented the experience of several years of research and observation of the sewage treatment systems using low-input ways of processing sewage sludge. Low-cost input methods are here understood as a method which is characterized by simple construction and technology, ease of use, use of natural environmental processes, the use of technological equipment and little technical, operational reliability, a small control during the process, a small share of electricity, low capital and operational costs. The studies were evaluated using several installations: composting, vermikulturęhydrofity and processing of sewage sludge. A comparative analysis method of sewage treatment process in terms of technical and technological as well as its effectiveness. Used their own studies and observations conducted at wastewater treatment plants In Sokolka, Zambrów, Kolno, New Rural Etłk the past few years. The longest processing time of sewage sludge was obtained in the lagoons and reed inZambrów it amounts to 12 years, while the use of vermikultury two years. The otheranalyzed treatment, where the composting process used, the total time of processingsewage sludge was similar and ranged from about 150 to 180 days.Also presented some results of the study on low-input intensification of sludge treatment using Effective Microorganisms.

Keywords: low-input methods, sewage sludge, compost, vermicompost, Effective Microorganisms.