

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Ochrony Środowiska

Streszczenie rozprawy doktorskiej

**BADANIA WPŁYWU STABILIZACJI KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH
RÓŻNYMI METODAMI NA DEGRADACJĘ WIELOPIERŚCIENIOWYCH
WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH WWA**

mgr Joanna Poluszyńska

prof. dr hab. inż. Edeltrauda Helios-Rybicka

KRAKÓW 2015

Wstęp

Powstawanie dużej liczby oczyszczalni zarówno ścieków komunalnych, jak i przemysłowych, powoduje generowanie coraz większych ilości odpadów w postaci osadów ściekowych. W połowie lat 90 w UE założono strategię postępowania z osadami zawierającymi substancje organiczne, która zakładała, że od roku 2005 nie będzie można ich deponować na składowiskach. W kontekście nowych przepisów UE z 2005 roku i tendencji światowych, najpopularniejsza do tej pory metoda zagospodarowania poprzez składowanie będzie musiała być zaniechana. W krajach Unii Europejskiej obowiązuje Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE, z dnia 19 listopada 2008 roku w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy, według której wszystkie kraje członkowskie UE muszą dostosować swoje wewnętrzne uregulowania prawne do wymogów UE. Sposoby wykorzystywania komunalnych osadów ściekowych w Polsce, a także podstawy prawne i administracyjne, reguluje od 8 stycznia 2013 roku Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach (Dz. U. 2013 poz. 21, Art. 96 Ustawy).

Priorytetowym sposobem zagospodarowania osadów ściekowych w krajach Unii Europejskiej jest ich termiczna utylizacja, która wiąże się z ogromnymi nakładami finansowymi i jest stosowana głównie w przypadku dużych miejskich oczyszczalni ścieków komunalnych. Do roku 2018 przewidywany jest wzrost wykorzystania metod termicznej utylizacji osadów ściekowych nawet do 60%. Wciąż jednak pozostanie 40% tych osadów, pochodzących głównie z małych aglomeracji miejskich oraz wiejskich, dla których termiczna utylizacja nie będzie miała zastosowania z uwagi na wysokie koszty. W wielu krajach Unii Europejskiej, jak i na Świecie osady ściekowe wykorzystywane są, po odpowiednim przetworzeniu czy stabilizacji na cele przyrodnicze, po uwzględnieniu wszystkich ograniczeń związanych z dopuszczalnymi zawartościami metali ciężkich oraz jaj pasożytów (RMŚ z dnia 13 lipca 2010 w sprawie komunalnych osadów ściekowych, Dz. U. 2010 nr 137 poz. 924).

W roku 2000 Komisja Europejska zaproponowała wprowadzenie zmian do Dyrektywy Rady z dnia 12 czerwca 1986 r., w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystania osadów ściekowych w rolnictwie, w kwestii limitów zawartości związków organicznych takich jak WWA w komunalnych osadach ściekowych stosowanych przyrodniczo. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA należą do trwałych zanieczyszczeń organicznych (POP – Persistent Organic Pollutants), których dopuszczalne stężenia opisane są w wielu dokumentach regulujących kwestie emisji zanieczyszczeń

do środowiska glebowego, wodnego i do atmosfery. Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (US EPA) umieściła 16 związków z tej grupy na liście priorytetowych zanieczyszczeń środowiska. Wprowadzone propozycje zmian formalnie nie zostały uregulowane przez Komisję Europejską w formie stosownego aktu prawnego dotyczącego ograniczenia zawartości WWA osadach ściekowych. Kwestia limitów WWA w polskich osadach ściekowych wciąż pozostaje nierozwiązana, jednak tendencje w Europie sprawia, iż w najbliższym czasie sytuacja ta będzie musiała ulec zmianie z uwagi na szkodliwy charakter tych związków.

Badania prowadzone w ramach niniejszej rozprawy doktorskiej zmierzały do wyjaśnienia zmian zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w komunalnych osadach ściekowych, w wyniku ich stabilizacji chemicznej, termicznej lub biologicznej.

Zakres badań obejmował:

1. Opracowanie metody izolacji oraz oznaczania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA w próbkach komunalnych osadów ściekowych z wykorzystaniem chromatografii gazowej z detektorem FID.
2. Analiza zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA w próbkach komunalnych osadów ściekowych surowych z czterech wybranych oczyszczalni ścieków komunalnych, stosujących różne metody stabilizacji: wapnowanie, kompostowanie z trocinami i zrębkami drewna, wermikompostowanie oraz suszenie solarne.
3. Analiza zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA w próbkach komunalnych osadów ściekowych przetworzonych wybranymi metodami poprzez: wapnowanie, kompostowanie z trocinami i zrębkami drewna, wermikompostowanie oraz suszenie solarne.
4. Ocena jakościowa i ilościowa zawartości WWA w badanych próbkach komunalnych osadów ściekowych surowych i przetworzonych.
5. Ocena zawartości metali ciężkich w badanych próbkach komunalnych osadów ściekowych surowych i przetworzonych.
5. Ocena wpływu zastosowanych metod stabilizacji komunalnych osadów ściekowych na zawartość WWA.

6. Ocena fitotoksyczności przetworzonych komunalnych osadów ściekowych.

Zasadniczym celem realizowanej pracy było porównanie kilku różnych metod przetwarzania/stabilizacji osadów ściekowych oraz zbadanie wpływu tych procesów na zawartość wybranych związków organicznych –WWA.

W ramach realizacji rozprawy doktorskiej postawiono następujące tezy:

1. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA w nieprzetworzonych komunalnych osadach ściekowych przekraczają dopuszczalne wartości, zawarte w przepisach krajów Unii Europejskiej dla osadów, które można wykorzystać przyrodniczo.
2. Procesy kompostowania, wermikompostowania, suszenia solarnego i stabilizacja wapnem palonym powodują zmniejszenie zawartości WWA w przetworzonych komunalnych osadach ściekowych do wartości, które spełniają wymagania przepisów unijnych. Najwyższy stopień redukcji WWA, dla badanych metod przetwarzania uzyskano w metodzie wermikompostowania oraz suszenia solarnego.
3. Przetworzone osady ściekowe mogą być wykorzystane przyrodniczo po odpowiednim przetworzeniu, jako alternatywa dla metod termicznej utylizacji osadów, które procesowi termicznemu nie mogą być poddane.

Według danych Komisji Europejskiej z 2009 roku za lata 2003-2006 w 37% wytworzonej suchej masy osadów wykorzystywanych było przyrodniczo (doglebowo). Wykorzystanie w rolnictwie jest jednak bardzo zróżnicowane w poszczególnych państwach członkowskich i regionach. W Walonii (Belgia), Danii, Hiszpanii, Francji, Irlandii i Wielkiej Brytanii, ponad 50 % osadów ściekowych wykorzystywanych jest przyrodniczo, podczas gdy w państwach członkowskich, takich jak Finlandia, Region Flamandzki Belgii ilość ta wynosiła <5 %. W Polsce, według danych GUS (2014), w 2013 roku osady ściekowe stosowane były w rolnictwie – około 14%. Z szacunków raportu Komisji Europejskiej wynika, iż prognozowane wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych na cele rolnicze może osiągnąć 50% dla aglomeracji europejskich. Wykorzystanie przyrodnicze osadów ściekowych

reguluje Dyrektywa Rady EWG z 12 czerwca 1986 roku w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystywania osadów ściekowych w rolnictwie. Dyrektywa ta określa jedynie dopuszczalną zawartość metali ciężkich takich jak: kadm, miedź, nikiel, ołów, cynk, rtęć oraz chrom w osadach stosowanych doglebowo. Dodatkowo podaje również jakie parametry powinna obejmować analiza osadu ściekowego i gleby, na której osad ma być stosowany lub jest stosowany; są to: sucha masa, substancja organiczna jako TOC, pH, azot, fosfor oraz wymienione wyżej metale. W Polsce kwestie przyrodniczego zastosowania osadów ściekowych reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. 2010, Nr 137, poz. 924). W powyższym rozporządzeniu określono warunki jakie należy spełnić przy wykorzystaniu rolniczym bądź innym przyrodniczym np. w rekultywacji terenów. Zgodnie z rozporządzeniem wytyczne dotyczą analiz metali ciężkich takich jak: Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg i Cr oraz bakterii chorobotwórczych z rodzaju salmonella i żywych jaj pasożytów jelitowych z rodzaju *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.*.

Pomimo, iż polskie prawodawstwo nie uregulowało dotychczas kwestii zawartości WWA w osadach wykorzystywanych przyrodniczo, powinno się monitorować ich zawartość, z uwagi na właściwości mutagenne i kancerogenne WWA, zwłaszcza benzo(a)pirenu, jednego z najsilniejszych znanych czynników rakotwórczych. Metoda kompostowania wpływa na wzrost degradacji WWA, co potwierdzają prace innych autorów. W pracy doktorskiej zbadano wpływ zastosowania również innych metod przetworzenia osadów, stosowanych w Polsce, na stopień degradacji WWA.

Materiał badań

Do badań pobrano próbki osadów ściekowych z komunalnych oczyszczalni ścieków, z terenu województwa opolskiego. Dwie z wybranych oczyszczalni ścieków komunalnych stosowały do stabilizacji osadów ściekowych metodę wapnowania wapnem palonym, w kolejnej oczyszczalni osad kompostowano z dodatkiem trocin, kolejna z oczyszczalni ścieków komunalnych stosowała metodę wermikompostowania z wykorzystaniem tzw. wermikultury dżdżownicy kalifornijskiej *Eisenia fetida*, a ostatnia stosowała metodę suszenia solarnego osadów ściekowych.

Metodyka badań

Do badań zawartości WWA w osadach ściekowych zastosowano procedurę własną opracowaną w laboratorium ICIMB oddział IPMB z wykorzystaniem analizy

chromatograficznej (chromatografia gazowa z detekcją FID i MS). Wykonano badania jakościowe oraz ilościowe zawartości WWA w próbkach osadów.

Próbki przetworzonego komunalnego osadu ściekowego oraz gleby poddano również badaniom parametrów fizykochemicznych, zgodnie z RMS z dnia 13 lipca 2010 roku (Dz. U. 2010 nr 137 poz. 924), według metodyki podanej w Tabeli 1.

Tabela 1 Parametry fizykochemiczne badanych próbek gleb i przetworzonych osadów ściekowych oraz metody ich wyznaczania

Badany parametr	Metoda badawcza
pH	Metoda potencjometryczna, pH-metria
Zawartość suchej masy	Metoda wagowa PN-EN 15934:2013-02
Zawartość substancji organicznej	Metoda wagowa PN-EN 15169:2011+Ap1:2012
Zawartość całkowitego węgla organicznego TOC	Analizator TOC firmy Elementar PN-EN 13137:2004
Azot (N)	Analiza elementarna, Analizator CHNS firmy Elementar, PN-EN 15104:2011
TOC/N	Metoda z obliczeń
Wapń (Ca)	Mineralizacja próbek w mieszaninie kwasów HCl:HNO ₃ w stosunku objętościowym 3:1 (około 200 mg próbki wysuszonej do stałej masy w temp. 105°C rozdrobnionej i przesianej na sicie 0,7mm poddano mineralizacji w 12 ml mieszaniny HCl:HNO ₃ (3:1) w mineralizatorze Microwave Pro firmy Anton Paar. Mineralizaty przeniesiono do kolby o obj. 50 ml i uzupełniono wodą dejonizowaną do 50 ml, Do analizy roztwory rozcieńczono 10-krotnie Analiza ICP-MS firmy Agilent, PN-EN ISO 17294-2:2006
Magnez (Mg)	
Fosfor (P)	
Potas (K)	
Kadm (Cd)	
Miedź (Cu)	
Nikiel (Ni)	
Ołów (Pb)	
Cynk (Zn)	
Chrom (Cr)	
Rtęć (Hg)	Około 100 mg próbki stałej poddano analizie bezpośredniej na analizatorze rtęci, Metoda absorpcyjnej spektrometrii atomowej z generowaniem zimnych par rtęci (CVAAS), Analizator AMA

W celu zbadania wpływu przetworzonych osadów ściekowych na wzrost roślin wykonano badania fitotoksyczności z wykorzystaniem testów fitotoksykologicznych. Jako glebę wskaźnikową zastosowano humus ogrodowy, do którego dodano 4 rodzaje przetworzonego osadu ściekowego w proporcjach ustalonych zgodnie z RMS dla dawki osadów ściekowych stosowanych w rolnictwie oraz do rekultywacji gruntów na cele rolne (Dz.U. 2010 nr 137

poz. 924). Doświadczenia wykonano dla 3 gatunków roślin: Owies zwyczajny (*Avena sativa*), Gorczyca biała (*Sinapis alba*) i Rzeżucha ogrodowa (*Lepidium sativum*), dla pięciu rodzajów podłoża: gleby kontrolnej, gleby z osadem ściekowym kompostowanym z trocinami, gleby z osadem ściekowym stabilizowanym CaO, gleby z wermikompostem, gleby z osadem ściekowym suszonym solarnie.

Wyniki badań

Zarówno podczas I serii badań w roku 2009 jak i II serii badań w roku 2010 w większości badanych próbek nieprzetworzonego (odwodnionego) komunalnego osadu ściekowego stwierdzono obecność 16-tu WWA wg EPA. Najczęściej występującymi węglowodorami z grupy WWA są: benzo(b)fluoranten i benzo(k)fluoranten, (obecne we wszystkich badanych próbkach) oraz acenaftylen, acenaften, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perylene (obecne w ponad 90% badanych próbek). Do najrzadziej występujących WWA, w przebadanych próbkach osadów, zaliczyć możemy benzo(a)piren, który ze względu na swoje oddziaływanie rakotwórcze uznawany jest za wskaźnik występowania WWA. Obecność benzo(a)pirenu stwierdzono w 14 przebadanych próbkach, w tym we wszystkich próbkach osadu ściekowego **surowego** pobranego przed procesem suszenia solarnego.

Najwyższe koncentracje 16 WWA w s.m. próbki osadu stwierdzono dla próbek osadu **surowego** pobranego w roku 2009 w oczyszczalni ścieków, wykorzystującej kompostowanie z dodatkiem trocin (gmina wiejska) – od 19,48 do 516,82 mg/kg s.m.. W tych osadach stwierdzono obecność fenantrenu w bardzo dużych stężeniach, kolejno 491,54 mg/kg s.m. w próbce 1 oraz 289,52 mg/kg s.m. w próbce 2. Są to jednak dwa odosobnione przypadki, w których oznaczono tak wysokie zawartości fenantrenu. Nieco niższe stężenia 16 WWA stwierdzono w osadach surowych z oczyszczalni stosującej metodę higienizacji wapnem palonym – od 10,71 do 110,12 mg/kg s.m. Następnie w kolejności do coraz niższych stężeń plasowały się osady z oczyszczalni stosującej metodę wermikompostowania – od 10,06 do 25,29 mg/kg s.m. oraz osady z oczyszczalni suszącej solarnie – od 4,16 do 10,02 mg/kg s.m.

Zarówno metoda kompostowania z dodatkiem trocin, jak i stabilizacji CaO, wermikompostowania i suszenia solarnego wpłynęły na obniżenie zawartości WWA. Stężenia WWA w osadach ściekowych poddanych procesowi kompostowania z dodatkiem trocin są znacznie niższe od stężeń tych związków w osadach surowych i zmieniają się w przedziale

od 0,04 do 5,04 mg/kg s.m. Osadu. Dużo niższe stężenia stwierdzono w próbce kompostu z osadów ściekowych, pobranej po 1 roku leżakowania na przyłomie kompostowej. W próbce tej oznaczono 6 węglowodorów o stężeniach od 0,04 do 0,32 mg/kg s.m. W osadach ściekowych zhigienizowanych wapnem palonym (CaO) stwierdzono wszystkie z oznaczanych szesnastu WWA. Stężenia sumy 16 WWA mieszczą się w przedziale od 1,25 do 74,92 mg/kg s.m. W osadach ściekowych wermikompostowanych koncentracje 16 WWA wynosiły od 1,15 do 5,20 mg/kg s.m., natomiast w osadzie suszonym solarnie od 0,56 do 2,92 mg/kg s.m.

Analizowane przetworzone osady ściekowe charakteryzują się zmienną zawartością metali ciężkich, których dopuszczalne stężenia zawarte są w Rozporządzeniu (Dz. U. 2010 nr 137 poz. 924). Najwyższe stężenia metali ciężkich, takich jak: miedź, nikiel, ołów, cynk i chrom odnotowano w osadach ściekowych suszonych solarnie. Ich koncentracja (mg/kg/s.m.) wynosiła odpowiednio: miedź – 155, nikiel – 30,3, ołów – 20,6, cynk – 738 i chrom – 42,2, nie przekroczyła jednak wartości dopuszczalnych zgodnie z RMS (Tabela 21). Najwyższe stężenia (mg/kg s.m.) kadmu – 1,66, rtęci – 5,50 i również ołowiu – 20,7 stwierdzono w osadzie kompostowanym z dodatkiem trocin i one także nie przekroczyły wartości dopuszczalnych zgodnie z RMS z dnia 13 lipca 2010. Najwyższą zawartość wapnia – 22,9 g/kg s.m., zgodnie z oczekiwaniami stwierdzono w osadzie higienizowanym CaO, a najniższą – 12,0 g/kg s.m. w wermikompoście. Wysoką zawartość wapnia – 20,9 mg/kg s.m. zanotowano także w osadzie suszonym solarnie. Magnez w najwyższym stężeniu – 7,59 g/kg s.m. stwierdzono w osadzie suszonym solarnie. Najniższą jego koncentrację odnotowano w próbce wermikompostu – 2,79 g/kg s.m. Badane próbki przetworzonych komunalnych osadów ściekowych zawierają pożądane zawartości azotu, fosforu, potasu oraz węgla organicznego.

Na podstawie testów fitotoksyczności określono następujące wskaźniki: procentowe zahamowanie kiełkowania nasion *IG*, procentowe zahamowanie wzrostu korzenia *IR* oraz wskaźnik kiełkowania *GI*. Dla dwóch przedstawicieli roślin dwuliściennych z rodziny kapustowatych, Gorczyca białej i Rzeżuchy ogrodowej, nie stwierdzono negatywnego wpływu dodatku do gleby czterech przetworzonych komunalnych osadów ściekowych. W przypadku Owsa zwyczajnego stwierdzono negatywny wpływ gleby z dodatkiem trzech rodzajów przetworzonego osadu ściekowego: osadu stabilizowanego CaO i osadu z wermikompostem ($GI = 88\%$) oraz osadu kompostowanego z trocinami ($GI = 80\%$).

Dla próbki podłoża z dodatkiem osadu suszonego solarnie wskaźnik GI był równy 107% .

Dyskusja wyników

Uzyskane w badaniach wyniki pozwalają na ocenę wpływu zastosowania różnych metod stabilizacji, czy przetworzenia osadów ściekowych na zmiany stężeń wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA. Ponadto udało się ustalić w jakim stopniu komunalne osady ściekowe zanieczyszczone są związkami z grupy WWA oraz, która z proponowanych metod przetworzenia osadów wydaje się być najskuteczniejsza w ich redukcji. Wykonane dodatkowo analizy elementarne zawartości suchej masy, substancji organicznej, całkowitego węgla organicznego TOC, zawartości azotu, fosforu, wapnia, magnezu, oraz metali (kadm, miedź, nikiel, ołów, cynk, rtęć, chrom) pozwoliły ocenić możliwości zastosowania przetworzonego osadu ściekowego w celach nawozowych. Dodatkowo wykonane testy fitotoksyczności pozwoliły ocenić jaki jest wpływ zastosowania komunalnych osadów ściekowych po ich zróżnicowanym przetworzeniu, na wzrost roślin.

W większości badanych próbek **surowych** komunalnych osadów ściekowych ilości oznaczonych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA przewyższały dopuszczalną granicę 6 mg/kg s.m. osadu dla sumy 11 WWA, zgodnie z WD 2000. Osady ściekowe surowe nie mogą być bezpośrednio zastosowane doglebowo z uwagi na niebezpieczeństwo skażenia gleb patogenami i mikroorganizmami chorobotwórczymi. W próbkach osadów ściekowych z czterech różnych oczyszczalni ścieków komunalnych, badanych w ramach wykonanej rozprawy, zawartości WWA znacznie się między sobą różniły, co potwierdza, iż ich skład w głównej mierze zależy od ścieków doprowadzanych do oczyszczalni. Znaczące różnice stężeń WWA występują między osadami ściekowymi pochodzącymi z terenów wiejskich, a osadami z małych miast i dużych aglomeracji miejskich.

Zaobserwowano znaczny spadek zawartości badanych WWA w próbkach **osadów przetworzonych** czterema badanymi metodami. Dla wszystkich WWA obliczono średnią procentową redukcję oznaczanych 16 WWA w kolejności od najwyższej dla wermikompostowania komunalnych osadów ściekowych – 87,7%, dla metody suszenia solarnego – 84,3%, dla metody kompostowania z trocinami – 80,1% oraz najniższej dla metody higienizacji wapnem palonym – 78,6%. Z przeprowadzonych badań wynika, iż z uwagi na zawartość benzo(a)pirenu w stabilizowanych osadach ściekowych **nie stanowią one większego zagrożenia dla środowiska glebowego**. Przeprowadzone badania

fizykochemiczne przetworzonych osadów ściekowych pokazują, iż otrzymane wyniki spełniają Rozporządzenia dotyczące dopuszczalnej zawartości metali w osadach ściekowych wykorzystywanych na cele przyrodnicze (Dz.U. 2010 nr 137 poz. 924). Przeprowadzone badania jednoznacznie pozwalają stwierdzić, iż przetworzone komunalne osady ściekowe **spełniają również wymagania jakim powinny odpowiadać nawozy organiczne w postaci stałej** zgodnie z Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765.

Wnioski

1. Komunalne osady ściekowe nieprzetworzone zawierają znaczne ilości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, w tym benzo(a)pirenu, a ich ilość i jakość uzależniona jest od składu odprowadzanych do oczyszczalni ścieków. Skład jakościowy WWA jest inny dla oczyszczalni wiejskiej, oczyszczalni miejskiej i dużej oczyszczalni miejskiej. Do tych ostatnich często odprowadzane są również ścieki w terenów przemysłowych.
2. Po stabilizacji osadów ściekowych w każdej z 4 badanych metod stwierdzono degradację WWA, którą możemy uszeregować następująco:
wermikompostowanie – 87,7%, > suszenie solarne – 84,3% > kompostowanie z trocinami – 80,1% > higienizacja wapnem palonym – 78,6%.
3. Oznaczone stężenia WWA w przetworzonych osadach ściekowych w większości przypadków spełniały kryteria zaproponowane w dokumencie WD 2000, który dopuszcza dla sumy 11 WWA w osadach ściekowych stosowanych na cele rolnicze, stężenie 6 mg/kg s.m.osadu.
4. Stężenia WWA w badanych próbkach osadów przetworzonych czterema różnymi metodami nie spełniają propozycji komisji Europejskiej z 2010 roku (WD 2010) limitów stężeń dla sumy WWA w ilości 0,4-0,8 mg/kg suchej masy osadu, co potwierdza wyniki badań przetworzonych osadów ściekowych w innych krajach Europy, jak i na całym świecie.
5. Z uwagi na właściwości kancerogenne i mutagenne benzo(a)pirenu konieczne powinno być monitorowanie stężenia tego WWA w osadach ściekowych stosowanych na cele rolnicze.
6. Przetworzone komunalne osady ściekowe spełniają wymagania Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010, Załącznik nr 1 (Dz.U. 2010 nr 137 poz.

924), dotyczące dopuszczalnej zawartości metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych, wymagania dla nawozów organicznych w postaci stałej zgodnie z Dz. U. 2008 nr 119 poz. 765 oraz wytycznych Dyrektywy Rady 86/278/EWG z dnia 12 czerwca 1986 r., w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystania osadów ściekowych w rolnictwie, co pozwala traktować je jako pełnowartościowy produkt o właściwościach użyźniających glebę.

7. Przetworzone komunalne osady ściekowe nie wykazują działania toksycznego na rośliny dwuliścienne z rodzaju rzeżucha i gorczyca, powodują natomiast (za wyjątkiem osadu suszonego solarnie) niewielkie działanie spowalniające wzrost roślin jednoliściennych z rodzaju owies.
8. Z uwagi na potencjalne zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi powinno dążyć się do wykorzystania przetworzonych osadów ściekowych w głównej mierze do rekultywacji terenów, nawożenia terenów zielonych lub np. uprawy roślin energetycznych.