

Wybrane chemiczne i biologiczne metody przeróbki osadów ściekowych

Stanisław Kalembasa

Dorota Kalembasa

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej

Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna

Siedlce

1. Wstęp

Zagospodarowanie osadów ściekowych powstających w wyniku mechaniczno-biologicznego oczyszczania ścieków stanowi jeden z najważniejszych problemów na obecnym etapie technologii. Przewiduje się, że w roku 2010 do wykorzystania pozostanie około 2 mln ton osadów. Osady ściekowe zawierają znaczne ilości składników pokarmowych roślin oraz substancji organicznych (3,4,15), co sprawia, że stanowią poważną pozycję w bilansie nawozowym kraju. Jeśli nie zawierają szkodliwych ilości metali ciężkich i nie są obciążone skażeniem sanitarnym powinny być, po odpowiednim przerobieniu, wprowadzone do nawożenia niektórych gatunków roślin oraz rekultywacji gleb. Wówczas składniki tych osadów nie są tracone w obiegu składników pokarmowych w przyrodzie. Poważne trudności utylizacji osadów z jednej strony oraz możliwość wykorzystania dużej ilości składników pokarmowych roślin zawartych w osadach spowodowały, że w ciągu ostatnich lat opracowano szereg różnych metod przerobu osadów ze szczególnym uwzględnieniem metod pozwalających na rolnicze ich wykorzystanie.

Skład chemiczny osadów ściekowych uzależniony jest głównie od rodzaju ścieków spływających na teren oczyszczalni i od technologii ich oczyszczania. Kierunek wykorzystania osadów ściekowych uzależniony jest od koncentracji w osadach metali ciężkich oraz od stopnia ich biologicznego skażenia. Koncentracja metali ciężkich przekraczająca ustalone w tym zakresie normy sprawia, że osady takie składowane są na wysypiskach przemysłowych. Ten sposób utylizacji jest coraz częściej poddawany krytyce ze względu na duże niebezpieczeństwo dalszego zanieczyszczenia środowiska.

Coraz częściej obecnie stosowane metody odwadniania osadów poprzez zastosowanie wirówek, pras kątowych i polielektrolitów powodują, że średnia zawartość suchej masy w uzyskiwanych osadach waha się w granicach 25-

30%. Osady takie mogą być stosowane w rolnictwie jako nawóz organiczny, podobnie jak obornik (2,5,6,7), albo mogą być poddane dalszej przeróbce z przeznaczeniem do rolniczego wykorzystania (1,8,10,12,15).

Metody utylizacji osadów ściekowych można podzielić na: fizyczne, chemiczne i biologiczne.

Metody fizyczne polegają na dodaniu do osadów materiałów organicznych o wysokiej zawartości suchej masy, takich jak: węgiel brunatny, trociny, kora z drzew liściastych i iglastych, torf, słoma, do momentu uzyskania w końcowym produkcie zawartości suchej masy ponad 50%.

Metody chemiczne to głównie metody prowadzące do uzyskiwania surowców lub półproduktów mających zastosowanie w przemyśle chemicznym. Do tej grupy zaliczyć można dodawanie do osadów CaO.

Metody biologiczne polegają na przeróbce osadów ściekowych przy wykorzystaniu procesów biologicznych, jak np. kompostowanie, wermikompostowanie, zakiszanie.

Kompostowanie jest jedną z metod biologicznych, która jest często stosowana do przeróbki osadów ściekowych, samych lub w powiązaniu z odpadami komunalnymi. W wyniku tego procesu otrzymuje się cenny nawóz organiczny o dużej przydatności w nawożeniu roślin rolniczych, warzywnych lub ozdobnych (8,9,10).

Osady ściekowe okazały się dobrym podłożem lub jego komponentem w procesie wermikompostowania z wykorzystaniem dżdżownicy kalifornijskiej (*Eisenia fetida*).

Zalety wermikompostowania:

— wzrost i rozwój dżdżownicy traktowany jest jako test zanieczyszczenia osadów metalami ciężkimi, które ograniczają jej rozwój;

— w procesie wermikompostowania obniża się o około 50% masa osadów, co z punktu widzenia nadmiaru osadów jest zjawiskiem bardzo korzystnym;

— rozwój i wzrost dżdżownic w procesie wermikompostowania powoduje znaczny przyrost ich masy, która może być wykorzystana jako pasza dla ryb, komponent w produkcji pasz pełnoporcjowych lub w przemyśle kosmetycznym i produkcji proszków do prania;

— końcowym produktem procesu wermikompostowania jest cenny nawóz organiczno-mineralny o dużej przydatności w nawożeniu roślin.

Inną metodą biologiczną przeróbki osadów ściekowych, pochodzących z oczyszczania ścieków o bardzo niskiej zawartości metali ciężkich, jest ich zakiszanie z innymi materiałami bogatymi w węglowodany (kukurydza, słoma jęczmienna lub owsiana), a zatem produkcja kiszonek — pasz przydatnych w opasie bukatów. Osady mogą stanowić także komponent w produkcji sushu w połączeniu ze słomą, zielonkami lub trawami (13,14).

Celem przeprowadzonych badań było określenie przydatności wybranych metod chemicznych (dodatek CaO) i biologicznych (wermikompostowanie) do przeróbki osadów ściekowych.

2. Materiał i metodyka badań

Do badań wykorzystano osady ściekowe pochodzące z oczyszczalni ścieków w: Siedlcach (ścieki przemysłowo – komunalne); Łukowie (ścieki z przemysłu mięsnego i komunalne) oraz osady ściekowe przemysłu drobiarskiego w Siedlcach (ścieki z uboju i przeróbki drobiu). Osady zawierające 25-27% suchej masy, wymieszano z CaO w ilości 1:1, w stosunku do suchej masy osadów. W osadach przed i po dodaniu CaO oznaczono zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla w modyfikacji Olsena.

Wartość nawozową uzyskanej mieszaniny określono w doświadczeniu wazonowym. Wazonny wypełniono 8 kg gleby lekkiej (piasek gliniasty lekki) i dodano 10% osadów w stosunku do masy gleby. W czasie trwania doświadczenia wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% PPW. Rośliną testową był rajgras angielski, który zebrano 5 razy.

Przydatność osadów ściekowych do przeróbki biologicznej metodą wermikompostowania określono w doświadczeniu modelowym, w którym podłoże stanowiły osady ściekowe i różne odpady organiczne (tab. 3).

Proces wermikompostowania prowadzono przez 4 miesiące przy średniej temperaturze otoczenia 20°C i wilgotności podłoża 80% wagowych. Podłoże uzyskane poprzez wymieszanie poszczególnych komponentów, zalkalizowano dolomitom do wartości pH 7,0 i pozostawiono przez 2 tygodnie w warunkach prowadzenia doświadczenia, w celu zbiałczenia amoniaku i jonów amonowych. Po tym okresie do każdego podłoża w ilości 15 litrów wpuszczono dżdżownicę *Eisenia fetida* w masie 30 g. Po 4-miesięcznym procesie wermikompostowania oddzielono dżdżownicę od uzyskanego wermikompostu. Określono masę dżdżownic oraz masę wermikompostu.

3. Wyniki badań i dyskusja

Stosowane osady ściekowe zawierały więcej azotu ogółem niż obornik bydły (3,4). Dodatek CaO do osadów spowodował znaczne obniżenie zawartości azotu w mieszaninie (tab. 1). Straty azotu pod wpływem dodatku CaO do osadów były znaczne i wynosiły od 36,4% dla osadów po biologicznej stabilizacji (pochodzących z oczyszczalni biologicznych), do 54,0% dla osadów świeżych, strąconych FeSO₄ (pochodzących z uboju i przeróbki drobiu). Osady te zawierały duże ilości azotu w formie amonowej (ponad 60% w stosunku do azotu ogółem). Straty te wskazują na możliwość zanieczyszczenia powietrza amoniakiem wokół miejsca przeróbki osadów.

Duże straty azotu jakie powstają w czasie mieszania osadów z CaO wywierają znaczący wpływ na wartość nawozową uzyskanej mieszaniny (tab. 2). Plon suchej masy rajgrasu angielskiego ($g \cdot wazon^{-1}$) na obiekcie kontrolnym wynosił 5,8, a po zastosowaniu osadów istotnie wzrastał. Wapnowanie gleby spowodowało istotne zwiększenie plonu w stosunku do plonu na obiekcie kontrolnym. Stosowanie osadów z CaO nie spowodowało istotnego przyrostu plonu w stosunku do plonu uzyskanego na obiekcie z samym CaO. Efekt

osadów na tle wapna był średnio 11-krotnie mniejszy niż na obiektach bez stosowania CaO. Wyniki zawarte w tabeli 2 wskazują na brak celowości dodawania CaO do osadów w przypadku rolniczego ich wykorzystania. Dodawanie CaO do osadów powoduje także obniżenie przyswajalności fosforu (11).

TABELA 1
WPLYW DODATKU CaO DO OSADÓW NA STRATY AZOTU Z OSADÓW

	Osady		
	Siedlce	Łuków	Siedlce
	Zawartość azotu (%)		
Osady	2,34	2,28	2,98
Osad + CaO (1:1)	1,49	1,45	1,37
Straty (%)	36,8	36,4	54,0

Mieszanie osadów z CaO przy ograniczonej możliwości ich rolniczego wykorzystania sprawia, że mieszanina taka składowana jest na przymach lub wysypiskach śmieci. Właściwości fizyczne takiej mieszaniny składowanej na polach w ciągu sezonu wegetacyjnego, ulegają znacznym niekorzystnym zmianom pod wpływem opadów, co znacznie utrudnia jej rozrzut na pola.

Problemem przy rolniczym wykorzystywaniu mieszaniny osadów z CaO jest ustalenie wielkości dawki do nawożenia. Mieszanina taka zawiera około 50% Ca(OH)₂ i około 50% substancji organicznej, a odczyn jej jest alkaliczny. Stosowanie takiej mieszaniny, jako nawozu wapniowego, stwarza ograniczenia ze względu na powierzchnię gruntów ornych wokół oczyszczalni wymagających wapnowania (w aspekcie wielkości dawek i składu granulometrycznego gleby). Stosowanie takiej mieszaniny jako nawozu organicznego, średnio w dawkach 30-40 t · ha⁻¹ sprawia, że z mieszaniną taką wprowadza się od 15-20 t · ha⁻¹ Ca(OH)₂, co przekracza co najmniej 10-krotnie dawki CaO.

TABELA 2
WPLYW DODATKU CaO DO OSADÓW NA PŁON (G · WAZON⁻¹)
SUCHEJ MASY RAJGRASU ANGIELSKIEGO

		Osady			Średnie
		Siedlce	Łuków	Siedlce	
Kontrola	5,8				
Osady		9,6	8,2	9,7	
Zwyżka		+3,8	+2,4	+3,9	+3,4
CaO	10,1				
Osady + CaO (1:1)		11,0	9,9	10,3	
Zwyżka		+0,9	-0,2	+0,2	+0,3
NIR _(0,05) dla:	osadów	1,6			
	wapnowania	2,7			

TABELA 3
PRZYDATNOŚĆ ODPADÓW ORGANICZNYCH DO PRODUKCJI WERMIKOMPOSTÓW

Podłoże do produkcji wermikompostu	A	B	C	D
	masa dżdżownic po zakończeniu eksperymentu (g) (wyjściowe 30g)	sucha masa podłoża przed doświadczeniem (kg)	sucha masa wermikompostu po doświadczeniu (kg)	% wermikompostu
odpady przemysłu mięsnego Łuków 100%	130	7,26	1,45	19,9
odpady przemysłu mięsnego Łuków 50% + osady Siedlce 50%	85	8,85	6,18	69,8
odpady przemysłu mięsnego Łuków 50% + osady Sokołów Podlaski 50%	83	6,90	4,80	69,5
osady Siedlce 50% + trociny 50%	100	7,20	2,80	38,8
osady Siedlce 33% + podłoże popieczarkowe 33% + trociny 33%	52	8,70	5,40	62,0
osady Sokołów Podlaski 75% + trociny 25%	73	8,10	2,49	30,7
osady Sokołów Podlaski 50% + trociny 50%	110	5,64	2,40	17,7
osady Sokołów Podlaski 50% + podłoże popieczarkowe 50%	112	7,50	5,19	69,2
osady Sokołów Podlaski 33% + podłoże popieczarkowe 33% + trociny 33%	101	6,15	4,45	72,6
trociny 50% + kurzeniec 50%	61	5,25	3,74	71,2
obornik bydłocy 100%	140	7,50	2,64	13,3
obornik trzody chlewnej 100%	67	9,00	2,55	28,3
Średnie	92,8	7,34	3,67	46,9

We wcześniejszych badaniach (11) wykazano, że dodatek CaO do osadów w ilości 1:1, w stosunku do suchej masy, zapewnia otrzymanie produktu o dobrych właściwościach fizycznych w czasie transportu, przechowywaniu oraz rozrzutu na polu. Dodatek CaO w czasie mieszania z osadami powoduje podwyższenie temperatury mieszaniny do 70°C, co częściowo likwiduje mikroflorę zawartą w osadach. Następuje także wyraźna alkalizacja produktu

końcowego, co zmniejsza ilość metali ciężkich w formach przyswajalnych, a zatem mniejsze jest ich pobieranie przez rośliny. Jak wykazano w szczegółowych badaniach (11), uzyskiwana temperatura jest jednak zbyt niska do całkowitego odkażenia osadów. Obniżenie przyswajalności metali ciężkich jest także dyskusyjne, bowiem ten sam efekt uzyskuje się po zastosowaniu wapnowania gleby (wg kwasowości hydrolitycznej).

Przydatność różnych odpadów organicznych do produkcji wermikompostów była zróżnicowana (tab. 3). W ocenie poszczególnych materiałów organicznych przyjęto dwa elementy, tj. przyrost masy dżdżownic i ubytek suchej masy podłoża.

Na podłożu stanowiącym obornik bydlęcy (100%) rozwój dżdżownic był najlepszy, ale na tym obiekcie uzyskano najmniejszą ilość wermikompostu, ponieważ większy rozwój dżdżownic powoduje zmniejszenie suchej masy podłoża wywołane jego pobieraniem przez dżdżownice. Korzystnym podłożem okazały się odpady przemysłu mięsnego oraz mieszanina osadu ściekowego z trocinami lub podłożem po produkcji pieczarek. Dodatki tych materiałów wpływały na lepsze warunki oksydacyjne oraz poprawiały strukturę podłoża. Średnio dla wszystkich badanych podłoży stwierdzono ponad 50% ubytek podłoża w czasie procesu wermikompostowania. Stwierdzono ujemną zależność ($Y = 86,1 - 0,42x$; $r = -0,42$) pomiędzy masą dżdżownic a masą wermikompostu. Pozwala to na dobieranie składników podłoża do produkcji wermikompostów z wykorzystaniem osadów ściekowych jako komponentu w celu obniżenia masy tych osadów.

4. Wnioski

1. Dodatek CaO do osadów ściekowych w stosunku 1:1 powoduje znaczne straty azotu zawartego w osadach (około 50%) i w konsekwencji obniża wartość nawozową osadów.

2. Osady ściekowe z dodatkiem trocin i podłoża po produkcji pieczarek stanowią dobre podłoże w procesie wermikompostowania.

Literatura

1. Kalembasa S., Deska J., (1990), Polish J. Soil Sci., 23, (2), 183-188.
2. Kalembasa S., Kuziemska B., (1991), Roczn. Glebozn., 42 (3/4), 229-235.
3. Kalembasa S., (1992), Zesz. Nauk. WSR-P w Siedlcach, Seria: Rolnictwo, nr 31, 169-179.
4. Kalembasa S., Deska J., (1992), Polish J. Soil Sci., 25 (2), 141-147.
5. Kalembasa S., Kuziemska B., (1992), Polish J. Soil Sci., 25 (1), 41-54.
6. Kalembasa S., Kuziemska B., (1992), Polish J. Soil Sci., 25 (2), 215-225.
7. Kalembasa S., Kuziemska B., (1993), Zesz. Probl. Nauk Rol., 409, 33-43.
8. Kalembasa D., Kalembasa S., Makowiecki K., Godlewska A., (1993), Zesz. Probl. Nauk Rol., 409, 167-176.
9. Kalembasa S., Makowiecki K., Kalembasa D., (1993), Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 409, 159-166.

10. Kalembasa D., Kalembasa S., Godlewska A., Makowiecki K., (1993), Polish J. Soil Sci., 26 (2), 87-95.
11. Kalembasa S., Kroszczyński W., Godlewska A., Syrocka K., (1995), Polish J. Soil Sci., (w druku).
12. Kalembasa S., Symanowicz B., (1995), Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 422, 75-85.
13. Legięć A., Pasierski Z., Namolnik K., Kalembasa S., (1980), Roczn. Nauk. Zootech., 16, 119-127.
14. Legięć A., Pasierski Z., Namolnik K., Kalembasa S., (1980), Roczn. Nauk. Zootech., 16, 127-131.
15. Mazur T., Wojtas A., (1993), Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 409, 9-12.

Some chemical i biological methods for the processing of waste activated sludges

Summary

The addition of CaO to waste in ratio 1:1 in relation to dry matter caused from one side partly sterilization of waste but from other big losses of nitrogen (about 50%) what decreased fertilizing value of waste and availability of phosphorus and heavy metals. Mixing of waste with others organic materials (sawdust pine barn, drops litter, beds after mushroom production) and vermicomposting of mixture allow on the production of very valueable organo-mineral fertilizer and wormth biomass.

Key words:

sludge, bioprocessing, vermicompost, fertilizer.

Adres do korespondencji:

Stanisław Kalembasa, Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej,
Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce.