

JACEK CZEKAŁA\*, WOJCIECH CZEKAŁA\*\*

## SKŁAD CHEMICZNY KOMPOSTÓW WYTWORZONYCH NA BAZIE KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH, SŁOMY I TROCIN

### *Streszczenie*

*Kompostowanie komunalnych osadów ściekowych wymaga dodatku odpadów organicznych ubogich w azot, jak i mających właściwości strukturotwórcze. W doświadczeniu, przeprowadzonym w warunkach kompostowni otwartej badano zmiany zachodzące podczas kompostowania osadów ściekowych z udziałem trocin, zrębków drzewnych i słomy na zawartość makroskładników. Czynnikiem pierwszym był rodzaj (skład) pryzm, drugim czas (dni) kompostowania. Działanie każdego z czynników było zróżnicowane, podobnie, jak i ich współdziałanie. Zawartość azotu i fosforu wzrastała z czasem kompostowania, a dynamika tego wzrostu była największa w kompoście z udziałem osadów, trocin i zrębków drzewnych. Kompost dojrzały o powyższym składzie charakteryzował się również najlepszymi parametrami nawozowymi, mierzonymi zawartością analizowanych składników pokarmowych.*

Słowa kluczowe: odpady organiczne, komposty, skład chemiczny, makroskładniki

### WPROWADZENIE

Racjonalne gospodarowanie komunalnymi osadami ściekowymi jest jednym z ważniejszych zadań w gospodarce odpadami. Wynika to z właściwości i składu osadów [Bień 2007, Podedworna i Umiejewska 2008], które z jednej strony są zasobne w składniki o znaczeniu rolniczym [Czekała 2000, Czekała 2009, Maćkowiak 2000], ale zawierają również zanieczyszczenia mineralne i organiczne [Bernacka i Pawłowska 2000, Czekała 2002, 2011, Harrison i in. 2006], które stanowią w niektórych warunkach zagrożenie dla środowiska [Herter i Kling 2001]. Z tego względu możliwość przyrodniczego, w tym i rolnicze-

---

\* Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów

\*\* Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Instytut Inżynierii Rolniczej, Studium Doktoranckie

go wykorzystania komunalnych osadów ściekowych regulują akty prawne, jak Ustawa o odpadach [2001] i Rozporządzenie Ministra Środowiska [Dz.U.137 poz. 924]. Ważne w tym względzie są również ustalenia i wytyczne Unii Europejskiej, regulujące całokształt zagadnień związanych z rolniczym zagospodarowaniem komunalnych osadów ściekowych [Jędrzak 2011]. Ponieważ masa wytwarzanych komunalnych osadów ściekowych w Polsce zwiększa się z każdym rokiem [GUS 2011], przy jednoczesnym zakazie ich składowania od 1 stycznia 2013 roku (Dz.U., Nr 186, poz. 1553), zwraca się uwagę [Bień 2011] na krótki okres czasu, jaki pozostaje do wyboru metod strategicznych związanych z zagospodarowaniem osadów. Według KPZO [Sadecka i Myszograj 2007], jak i KPGO 2010 [Sadecka i in. 2011] udział osadów stosowanych do rekultywacji i wykorzystania przyrodniczego będzie maleć, jednak przewiduje wzrost roli kompostowania. Kompostowanie należy jednak traktować tylko jako jedną z wielu innych metod, jakie mogą być i zapewne będą stosowane w systemie unieszkodliwiania osadów [Bień i in. 2011b].

Kompostowanie uważa się za najbardziej racjonalną metodę przeróbki osadów. W procesie tym następują zmiany właściwości i składu osadów, dzięki którym osady w formie kompostu stają się nawozem organicznym na ogół bezpiecznym dla środowiska glebowego, roślin i człowieka. Poza tym, nie bez znaczenia jest również powrót materii organicznej poprzez glebę do obiegu przyrodniczego. Ma to szczególne znaczenie na glebach lekkich, piaszczystych, z natury ubogich w substancję organiczną.

Celem pracy było określenie zmian zachodzących w procesie kompostowania komunalnych osadów ściekowych z udziałem trocin, zrębków drzewnych lub słomy, w warunkach kompostowani otwartej.

## MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie przeprowadzono na terenie kompostowni ( $52^{\circ}55'$  długości i  $16^{\circ}32'$  szerokości geograficznej), należącej do MZK Sp. z o.o. w Czarnkowie. Utworzono trzy przyzmy, których głównym komponentem były komunalne osady ściekowe, z udziałem od 27,6 do 43,3% (tab.1). Wagi w przeliczeniu na suchą masę i udziały pozostałych odpadów organicznych przedstawiono w tabeli 1.

W każdej przyzmy warstwę spodnią, izolującą od betonowego podłoża, stanowiła słoma, której nie uwzględniano w bilansie odpadów. Przyzmy przygotowywano warstwami, po czym całość mieszano za pomocą aeratora ciągnikowego, który jednocześnie mieszał, rozdrabniał, i napowietrzył materiał oraz formował przyzmę. W okresie miesiąca przyzmy przerzucano raz w tygodniu, w dalszym okresie w zależności od temperatur w przyzmach. Kompostowanie

przeprowadzono w okresie 90 dni, a wybrane właściwości i skład chemiczny substratów zestawiono w tabeli 2.

Tab. 1. Waga i udział komponentów w pryzmach mieszanek kompostowych

Tab. 1. Weight and proportions of constituents in heaps of compost mixtures

Komponent	Pryzma 1		Pryzma 2		Pryzma 3	
	Sucha masa (kg)	Udział (%)	Sucha masa (kg)	Udział (%)	Sucha masa (kg)	Udział (%)
Osady ściekowe	422,4	28,5	448,0	27,6	457,0	43,3
Trociny	1060,0	71,5	755,0	46,5	490,0	46,3
Słoma	-	-	-	-	122,0	10,4
Zrębki drzewne	-	-	421,0	25,9	-	-
Razem	1428,0	100	1623,0	100	1068,0	100

Próbki kompostów do analiz pobrano w dniu rozpoczęcia badań (0) oraz po 21, 36, 49 i 90 dobach, w których oznaczono suchą masę i azot ogólny. Popiół uzyskany przy oznaczaniu materii organicznej (550°C) rozpuszczono w roztworze 3 mol dm<sup>-3</sup>HCl na gorąco. W przygotowanych przesączach oznaczono zawartość ogólną fosforu, potasu, sodu i wapnia.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic średnich oceniono testem Duncana (program STAT). Czynnikiem pierwszego rzędu był skład kompostów, a drugiego rzędu czas kompostowania.

Tab. 2. Wybrane właściwości osadów ściekowych i odpadów organicznych

Tab. 2. Selected properties of sewage sludge and organic wastes

Komponent	Sucha masa	Corg	Nog	C : N	P	K	Ca
	g · kg <sup>-1</sup>	g · kg <sup>-1</sup> s.m.			g · kg <sup>-1</sup> s.m.		
Osady ściekowe	168,3	341,1	59,32	5,75	2,17	2,46	23,96
Trociny	330,9	449,9	4,06	110,8	0,05	0,02	3,36
Słoma	902,7	453,6	8,08	56,1	1,19	1,51	21,34
Zrębki drzewne	389,9	359,9	17,37	20,7	1,58	2,89	29,44

## WYNIKI I DISKUSJA

Osady ściekowe poddane procesowi kompostowania zmieniają w zasadniczy sposób swoje właściwości, dając produkt bezpieczny dla środowiska [Czekala i Sawicka 2006]. Spowodowane jest to głównie sanitacją kompostów [Wolna-

Maruwka i in. 2009], jak i ich dużą wartością nawozową [Czekąła 2008, Krzywyy i in. 2008]. Na uwadze należy mieć również ilość i rodzaj dodatków organicznych dodawanych do osadów ściekowych, które są źródłem węgla oraz spełniają rolę strukturotwórczą. Kompostowanie osadów ściekowych stwarza jednak pewne problemy wynikające z ich dużej zasobności w azot [Czekąła 2002, Maćkowiak 2000], co ogranicza większy udział osadów w kompostowanych przyzmacach do ok. 30%. Potwierdzają to również badania Bienia i in. [2011a], którzy wykazali, że optymalny udział komunalnych osadów ściekowych w kompostowanych mieszankach wynosił wagowo 20%.

W przeprowadzonych badaniach udział osadów w poszczególnych przyzmacach wahał się od 27,6 do 43,3%, co miało wpływ na skład chemiczny kompostów (tab. 3). Zawartość azotu ogólnego była istotnie mniejsza ( $12,76 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ ) w kompoście 1 z 28,5% udziałem osadów i 2,5 krotnie większą ilością trocin. Natomiast w kompostach 2 i 3 mimo zróżnicowanego udziału osadów (27,6 i 43,3% odpowiednio), podobny udział trocin (46,3%) decydował prawdopodobnie o zbliżonej zawartości azotu, a różnice były statystycznie nieistotne (tab.3). Ilość dodanych trocin do osadów wpływa na przebieg procesu kompostowania, co wykazali między innymi Banegas i inni [2007]. Według autorów w warunkach większego ich udziału zmniejszona była aktywność mikrobiologiczna kompostu, a tym samym i biodegradacja materii organicznej. Z kolei w warunkach kompostowania osadów ze słomą (1:2, v/v) straty mogą być większe w porównaniu do kompostów z udziałem trocin (1:1, v/v) [Hay i in. 1988]. Należy przypuszczać, że wiąże się to głównie składem chemicznym komponentów, w tym zawartych w nich składników organicznych, jak celulozy, hemicelulozy, ligniny, itp.

W badaniach własnych zmienne z kolei były zawartości pozostałych pierwiastków, a zaistniałe różnice dla każdego z nich między kompostami były statystycznie udowodnione. Wynikało to między innymi z różnego składu kompostów, determinowanego głównie udziałem w nich osadów ściekowych, co skutkowało istotnie większą, średnią zasobnością kompostu nr 3 głównie w fosfor i potas. Z kolei kompost nr 2 charakteryzował się istotnie wyższą zawartością wapnia, pochodzącego nie tylko z osadów lecz i zrębków drzewnych (tab.2).

Podczas kompostowania w procesie mineralizacji, dynamika i czas jej trwania zależą w dużym stopniu od składu kompostów. Skutkiem tych procesów są zmiany zawartości składników, z różną dynamiką dla każdego z pierwiastków w trakcie całego czasu kompostowania (tab. 4). W trakcie kompostowania obserwowano wzrost zawartości pierwiastków (fosfor i azot), względną stabilność ilościową (wapń) czy straty. Te ostatnie dotyczyły przede wszystkim sodu i potasu, pierwiastków słabo sorbowanych, a więc i bardziej podatnych na wymycie, w tym przypadku z odciekami. Podobny proces w odniesieniu do K i Na zaobserwowano we wcześniejszych badaniach [Czekąła i in.2010].

Tab. 3. Wpływ kompostów niezależnie od czasu kompostowania na zmiany zawartości makroskładników ( $g \cdot kg^{-1} s.m.$ )

Tab. 3. Influence of composts regardless of the composting time to change the contents of the macroelements ( $g \cdot kg^{-1} DM$ ).

Składnik	Kompost		
	1	2	3
N	12,76a*	17,76b	18,34b
P	7,61a	9,90b	12,60c
Na	1,40c	1,07a	1,25b
K	1,36a	2,24b	2,41c
Ca	10,02a	14,39c	12,77b

\* a, b, c - średnie oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$

a, b, c - means marked with different letters in rows are significantly different at  $p < 0,05$

Tab. 4. Wpływ czasu kompostowania niezależnie od rodzaju kompostu na zmiany zawartości wybranych parametrów ( $g \cdot kg^{-1} s.m.$ )

Tab. 4. Effect of composting time, irrespective of the type of compost, to change the contents of the selected parameters ( $g \cdot kg^{-1}$ )

Składnik	Dni kompostowania				
	0	21	36	49	90
N	13,36a*	17,44c	17,23c	17,59c	18,51b
P	7,15a	7,27a	10,13b	11,52c	14,05c
Na	1,40d	1,36d	1,24c	1,15b	1,04a
K	2,09c	2,17c	2,03bc	1,94	1,79a
Ca	11,53a	12,11b	12,43c	13,41d	12,48c

\* a, b, c - średnie oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się statystycznie istotnie przy  $p < 0,05$

a, b, c - means marked with different letters in rows are significantly different at  $p < 0,05$

W badaniach tych stwierdzono również, że kompostowanie osadów ściekowych z udziałem odpadu konopi i słomy spowodowało wzrost zawartości azotu ogólnego w kompoście dojrzałym, w porównaniu do kompostów bez udziału u słomy.

Interpretując wyniki tabeli 4 trzeba mieć na uwadze to, iż są to średnie dla dni kompostowania ale niezależnie od rodzaju kompostu. Z tego względu ocena danych oparta na współdziałaniu obu czynników doświadczenia świadczy o rzeczywistych kierunkach i tempie zmian zawartości składników (tab. 5). Przykładem jest fosfor, którego różnice średnich zawartości w kompostach wynikające ze współdziałania czynników eksperymentu były statystycznie nieistotne (tab. 5). Z kolei istotność taką wykazano dla działania każdego z czynników oddzielnie (tab. 3 i 4).

Tab. 5. Współdziałanie rodzajów kompostów z czasem kompostowania na zmiany zawartości badanych składników ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ )

Tab. 5. Interaction between types of composts and composting time on changes in the content of examined constituents ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ DM}$ ).

Składnik	Kompost	Dni kompostowania				
		0	21	36	49	90
N	1	10,10a*	13,27b	14,02b	13,36b	13,05b
	2	13,58b	18,31de	18,44de	20,09ef	18,38de
	3	16,41cd	20,74f	19,25ef	19,33ef	15,99c
P	1	5,06	6,30	7,18	9,20	10,29
	2	6,04	7,11	8,66	11,20	16,45
	3	10,35	8,40	14,55	14,15	15,39
Na	1	1,77k	1,52j	1,38hi	1,24fg	1,10bcd
	2	1,75def	1,13cde	1,05abc	0,98a	0,98a
	3	1,26fg	1,43l	1,29gh	1,23efg	1,02ab
K	1	1,48a	1,38a	1,40a	1,31a	1,23a
	2	2,26cde	2,51ef	2,20bcd	2,06bc	2,18bcd
	3	2,53ef	2,61f	2,50ef	2,44def	1,94b
Ca	1	8,74a	10,41c	9,61b	11,61d	9,71b
	2	13,33fg	13,79g	14,57h	15,10i	15,17i
	3	12,51e	12,11de	13,11f	13,55fg	12,55e

\* a, b, c - wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie dla  $p < 0.05$

\* a, b, c - lowed by different letters are significantly different at  $p < 0.05$

Z rolniczego punktu widzenia szczególnie ważne są przemiany azotu, decydujące o wartości nawozowej kompostów. Zdanych (tab. 5) wynika, że kompostowanie osadów z trocinami i zrębkami drzewnymi (nr 2) miało korzystniejszy wpływ na zasobność kompostu dojrzałego w azot ( $18,38\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$ ) niż osadów z trocinami ( $13,05\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$  kompost 1 i  $15,99\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$  kompost 3). Jednocześnie stwierdzono straty azotu w kompostach dojrzałych w porównaniu zawartości w 49 dniu kompostowania, wynoszące kolejno dla kompostów 2,3%, 12,1% i 17,3%.

Biorąc z kolei pod uwagę zawartość wyjściową i końcową składnika wykazano systematyczny jego wzrost z upływem czasu kompostowania. Wynosił on od 34,8 do 47,9%, wykazując najslabsza dynamikę w kompoście 1, w którym wagowo trocin było blisko 3,5 razy więcej niż osadów (tab. 1). Jak wspomniano już wcześniej przyczyną tego było niewątpliwie osłabienie aktywności mikrobiologicznej, a tym samym i procesu mineralizacji kompostowanej masy [Bane-gas i inni 2007]. Z kolei Czyżyk i Rajmund [2009] kompostując osady ściekowe z trocinami i trawą nie stwierdzili, istotnych zmian w zawartości N ogólnego w kompoście. Można więc stwierdzić, że przebieg procesu kompostowania jest związany nie tylko z właściwościami odpadów [Kompostierung... 2003], ale i ich udziałem w przyzmię. To z kolei wpływa m.in. na lepsze natlenienie pry-

zmy. Stąd zrębki drzewne dodane w kompoście 2, mogły zwiększyć porowatość przyzmy, a więc i aerację w jej wnętrzu. Tym samym dynamika zachodzących przemian była większa niż w pozostałych przyzmach, co skutkowało korzystniejszym składem chemicznym kompostu nr 2.

Pozytywnym zjawiskiem były również przemiany fosforu, którego zawartość zwiększała się z czasem kompostowania, niezależnie od składu przyzmy. Ponieważ, jak wspomniano wcześniej różnice w zawartości tego składnika były nieistotne dla współdziałania obu czynników, stąd można mówić tylko w pewnej, korzystnej tendencji. Problem do zbadania w tym kontekście pozostaje kwestia form połączeń pierwiastka w kompostach podobnie, jak i w przypadku azotu.

### WNIOSKI

- W warunkach doświadczenia zawartość analizowanych makroskładników w kompostach determinowana była istotnie w większym stopniu przez każdy czynnik oddzielnie niż w ich współdziałaniu.
- Skład chemiczny kompostów zależał od udziału w nich osadów ściekowych i rodzaju odpadów organicznych.
- Wszystkie komposty charakteryzowały się najwyższą zasobnością w azot, którego dynamika zmian w czasie procesu była zmienna, ale do fazy schłodzenia sprzyjała jego gromadzeniu.
- Kompostowanie osadów ściekowych z równym udziałem wagowym trocin i dodatkiem słomy zbożowej charakteryzowało się największymi stratami azotu w fazie dojrzewania kompostów.
- Czynniki doświadczenia nie miały istotnego wpływu we współdziałaniu na zmiany ilościowe fosforu ogólnego w kompostach, którego zawartość charakteryzował trend wzrostowy z czasem trwania procesu.
- W oparciu o przebieg procesu kompostowania i skład chemiczny kompostów stwierdzono, że najkorzystniejszy w rolniczego punktu widzenia był skład przyzmy z podobnym udziałem osadów ściekowych i zrębków drzewnych oraz dwukrotnie większym udziałem trocin w kompostowanej mieszance.

### LITERATURA

1. BANEGAS V. MORENO J.L., MORENO J.I., GARCÍA C., LEÓN G. , HERNÁNDEZ T.: *Composting anaerobic and aerobic sewage sludges using two proportions of sawdust*. Waste Management, 27(10), 1317-1327, 2007

2. BERNACKA J. PAWŁOWSKA L.: *Substancje potencjalnie toksyczne w osadach z komunalnych oczyszczalni ścieków*. IOŚ, W-wa, 2000
3. BIEŃ J.: *Metody zagospodarowania osadów ściekowych z komunalnych oczyszczalni ścieków*. W: *Metody zagospodarowania osadów ściekowych*. II Ogólnop. Konf. Szkolen., Zielona Góra, 3-4 lutego 2011r., 7-17, 2011
4. BIEŃ J.: *Osady ściekowe. Teoria i praktyka*. Wyd. Pol. Częstochowskiej, 2007
5. BIEŃ J., MILCZAREK M., SOBIK-SZOŁTYSEK J., OKWIET T.: *Optymalizacja fazy termofilowej w procesie współkompostowania osadów ściekowych i odpadów komunalnych*. *Nauka Przyroda Technologie*, 5, 4, 2011a
6. BIEŃ J., NECZAJ E., WORWAĞ M., GROSSER A., NOWAK D, MILCZAREK M., JANIK M.: *Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013*. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 14, 4, 375-384, 2011b, 2013
7. CZEKAŁA J.: *Wartość próchnicotwórcza i działanie nawozowe osadu ściekowego*. *Folia Univ. Agic. Stetin*,(211), *Agricultura*, 84, 75-80, 2000
8. CZEKAŁA J.: *Wybrane właściwości osadów ściekowych z oczyszczalni regionu Wielkopolski. Cz.II. Zawartość węgla i azotu we frakcjach związków próchnicznych*. *Acta Agrophysica*, 70, 83-90, 2002
9. CZEKAŁA J.: *Właściwości chemiczne kompostu wytworzonego z komunalnego osadu ściekowego i różnych bioodpadów*. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 53(3), 35-41, 2008
10. CZEKAŁA J.: *Osady ściekowe - nawóz czy odpad?* *Wodociągi i kanalizacja*, 1(59), 30-33, 2009
11. CZEKAŁA J., FERDYKOWSKI W., ZBYTEK Z.: *Zmiany zawartości niektórych składników w osadzie ściekowym kompostowanym z odpadem z kornopi i zrębkami drzewnymi*. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 55(3), 49-53, 2010
12. CZEKAŁA J.: *Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych*. W: *Metody zagospodarowania osadów ściekowych*. II Ogólnop. Konf. Szkolen., Zielona Góra, 3-4 lutego 2011r., 26-34, 2011
13. CZEKAŁA J., SAWICKA A.: *Przetwarzanie osadu ściekowego z dodatkiem słomy i trocin na produkt bezpieczny dla środowiska*. *Woda-Środowisko – Obszary Wiejskie*, 6, 2(18), 41-50, 2006
14. CZYŻYK F., RAJMUND A.: *Straty azotu podczas pryzmowego kompostowania osadu ściekowego z odpadami roślinnymi*. *Woda-Środowisko- Obszarywiejskie*, 9, 3(27), 29-35, 2009
15. HARRISON E. Z., OAKES S.R., HYSSELL M., HAY A.: *Organic chemicals in sewage sludges*. *Science of the Total Environment*, 367, 481-497, 2006
16. HAY, J., CHANG, S., AHN, H., KELLOGG, H., CABALLERO, R.: *Alternative bulking agent for sludge composting*. *Biocycle* 22, 46–51, 1988.
17. GŁÓWNY URZĄD STATYSTYCZNY: *Ochrona środowiska*. W-wa, ss. 574, 2011



- 18.HERTER U., KLING D.: *Risikoanalyse zur Abfalldüngerverwertung in der Landwirtschaft. Teil 1. Forschungsanstalt für Agrökologie und Landbau FAL.* Zürich-Reckenholz, pp. 271, 2001
- 19.JĘDRCZAK A.: *Założenia do planowanej nowelizacji dyrektywy osadowej wynikające z komunikatu komisji z dnia 18 maja 2010 r. Metody zagospodarowania osadów ściekowych.* II Ogólnop. Konf. Szkolen., Zielona Góra, 18-25, 2011,
- 20.*Kompostierung von bioabfällen mit anderenorganischenAbfällen.* LfU, Augsburg, 1-101, 2003.
- 21.KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., IŻEWSKA A., KRZYWYGAWROŃSKA E.: *Ocena składu chemicznego i wartości nawozowej komunalnych osadów ściekowych i komponentów z ich udziałem.* Zesz. Probl. Post. Naukroln., 533, 239-247, 2008
- 22.MAĆKOWIAK Cz.: *Skład chemiczny osadów ściekowych i odpadów przemysłu spożywczego o znaczeniu nawozowym.* Nawozy i Nawożenie, 4(5), 131-143, 2000.
- 23.PODEDWORKA J., UMIEJEWSKA K.: *Technologia osadów ściekowych.* Ofic. Wyd. Pol. Warszawskiej, 2008
- 24.ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI I PRACY z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczenia odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dziennik Ustaw, Nr 186, poz. 1553)
- 25.ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz. U. Nr 137, poz. 924)
- 26.SADECKA Z., MYSZOGRAJ S.: *Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych- Rzeczywistość i perspektywa.* W: *Oczyszczanie ścieków I przeróbka osadów ściekowych*, Zielona Góra, 1, 5-12, 2007
- 27.SADECKA Z., MYSZOGRAJ S., SUCHOWSKA-KISIELEWICZ M.: *Aspekty prawne przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych.* Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego - Inżynieria Środowiska, Nr 144 (24), 1-16, 2011
- 28.USTAWA O ODPADACH z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 628)
- 29.WOLNA-MARUWKA A., CZEKAŁA J., PIOTROWSKA-CYPLIK A.: *Określanie tempa inaktywacji bakterii chorobotwórczych w osadach ściekowych poddawanych procesowi kompostowania z różnymi dodatkami w bioreaktorze cybernetycznym.* Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 54(1), 73-78, 2009

## **CHEMICAL COMPOSITION OF COMPOSTS MANUFACTURED ON THE BASIS OF COMMUNAL SEWAGE SLUDGE, STRAW AND SAWDUST**

### *S u m m a r y*

*Composting of communal sewage sludge requires supplementation with some addition of organic wastes poor in nitrogen and characterised by structure-forming properties. In an experiment carried out in conditions of an open compost plant, investigations were carried out aiming at examining changes taking place in the course of composting of sewage sludge supplemented with sawdust, wood chips and straw in the content of macroelements. The first factor was the kind (composition) of compost heaps and the second factor – duration (number of days) of the composting process. The action of each of the examined factors as well as their mutual cooperation varied. Nitrogen and phosphorus content increased together with the duration of the composting process and the dynamics of this growth was the highest in the compost consisting of sewage sludge, sawdust and wood chips. In addition, mature compost of the above-mentioned composition was also characterised by the best fertilisation parameters measured by the content of the analysed constituents.*

Key words: organic wastes, composts, chemical composition, macroelements