

Analiza wybranych pierwiastków w odpadach zwierzęcych i pożywieniu, ze zwróceniem szczególnej uwagi na cynk

*Joanna Dworaczyk, Wojciech Zaremba
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp

Jednym z bardzo trudnych problemów oczekujących na dobre techniczne oraz ekonomiczno-organizacyjne rozwiązanie jest kwestia utylizacji odpadów głównie pochodzenia zwierzęcego w tym także drobiowego i rybnego. Problem ten w skali szeroko rozumianego regionu Pomorza Środkowego, który można odnieść w przybliżeniu do byłych województw, gdzie dominuje przemysł spożywczy obok przemysłu drzewnego miast Koszalina, Słupska, Piły, jest szczególnie ważny ze względu na dominację przemysłu przetwórstwa zwierzęcego co skutkuje niestety powstawaniem tego typu odpadów.

Dlatego też podejmowane są próby budowy kompleksowego zakładu przetwórstwa odpadów zwierzęcych na przykład w skali województwa zachodniopomorskiego [1, 3]. Natomiast w byłym województwie piłskim obecnie wielkopolskim nakładem ogromnych środków, został wybudowany Zakład Utylizacji Odpadów Szczególnego i Wysokiego Ryzyka EKOUTIL w Śmiłowie koło Piły.

Technologia utylizacji odpadów zwierzęcych zastosowana w tym zakładzie determinuje wydzielenie z odpadów m.in. tłuszczu, w których zawarte są metale ciężkie w tym także cynk.

Niezależnie od powyższych spostrzeżeń, warto zauważyć, że nasz kraj dysponuje złożami rud cynku i ołowiu (blendy cynkowa oraz goleny – siarczki tych metali) ulokowanych na południu Polski między Bytomiem a Olkuszem (kombinat górniczo-hutniczy w Piekarach Śląskich oraz kopalnia Pomorzany pod Olkuszem, huta cynku i ołowiu „Miasteczko Śląskie” w Miasteczku Śląskim i zamknięta przed kilku laty huta cynku i ołowiu Szopienice w Katowicach).

cach). Praktycznie przemysł cynku i ołowiu pracował intensywnie począwszy od okresu po II Wojnie Światowej, a jego progresywny rozwój, a więc i największa produkcja przypadła na lata 70. Przemysł ten, a w szczególności huta Szopienice i huta Miasteczko Śląskie doprowadziły do degradacji środowiska naturalnego, a ziemia (gleba) na południu Polski w tych rejonach została przesiąknięta metalami ciężkimi głównie cynkiem i ołowiem. Dopiero jednak w sposób intensywny od końca lat 70 zaczęto zwracać uwagę na to skażenie, które stało się katastrofą ekologiczną, a w ślad za tym zakazano uprawy warzyw w tych rejonach w ogródkach działkowych, aż wreszcie zamknięto hutę Szopienice. Nie mniej jednak, gromadzony przez lata m.in. cynk w glebach wchodził do obiegu przyrodniczego. Zapewne ma to związek w konsekwencji wielu lat z tym, że ilość cynku w naszych warunkach w tym obiegu jest znacząca w porównaniu do innych metali ciężkich.

Cynk, (Zn) jest to biały metal przejściowy z XII grupy pobocznej o lekkim niebieskawym odcieniu. Posiada 23 izotopy z przedziału mas: 57÷78. Temperatura topnienia cynku wynosi 419,53°C, natomiast wrzenia 906°C.

2. Zarys technologii przeróbki i neutralizacji odpadów zwierzęcych prowadzonej w przedsiębiorstwie EKOUTIL

Zakład EKOUTIL został wybudowany przez hiszpańską firmę TRE-MESA RENDERING dla utylizacji odpadów wysokiego i szczególnego ryzyka, a więc dla najgorszych odpadów zwierzęcych. Wydajność dobową tego zakładu przy założeniu 20 godzin pracy, to rząd 200 ton, dla przerobu tzw. zwierzęcych produktów ubocznych oraz bydła padłego.

Ciąg technologiczny zakładu można podzielić na sekcje odpowiadające określonym procesom utylizacji odpadów:

- sekcja surowca (m.in.: zbiorniki, transportery ślimakowe, łamacze, wykrywacze metali, itp.),
- sekcja destruktoru pracy ciągłej (dotyczy stałego podgrzewania i osuszania z wyłączeniem piór i krwi),
- sekcja warnika okresowego i sterylizatora pracy ciągłej (m. in.: zbiorniki składowania tłuszczu wraz z mieszałem, zbiornik pośredni, pompy, transportery ślimakowe itp.),
- sekcja kondensacji pary (m.in.: cyklony – dla destruktoru pracy ciągłej i destruktoru pracy okresowej tzw. sterylizatora),
- sekcja prasy (prasy tłuszczu do pracy ciągłej, zbiorniki zasilające, transportery),
- sekcja tłuszczowa (m.in.: separator tłuszczu typu bębnowego, pompa tłuszczu, zbiorniki tłuszczu, transportery ślimakowe),

- sekcja mączki (m.in.: urządzenia rozdrabniające, transportery ślimakowe, zbiorniki, wentylatory powietrza, cyklony),
- system rekuperacji – odzysku ciepła typu SARC (m. in.: zbiornik ciśnieniowy, pompy, wentylatory),
- sekcja panelu elektrycznego (układ automatyczny do obsługi i kontroli całej technologii),
- sekcja termooksydatora – system OXIDOR (urządzenie spalające – palnik obrotowy typu miskowego, komora oksydacji, wymienniki ciepła i osuszania dla komory, wentylatory, itd.).

Poglądowy schemat operacyjny tej technologii, która pracuje w zakładzie EKOUTIL przedstawiono na rysunku 1 [2, 4].

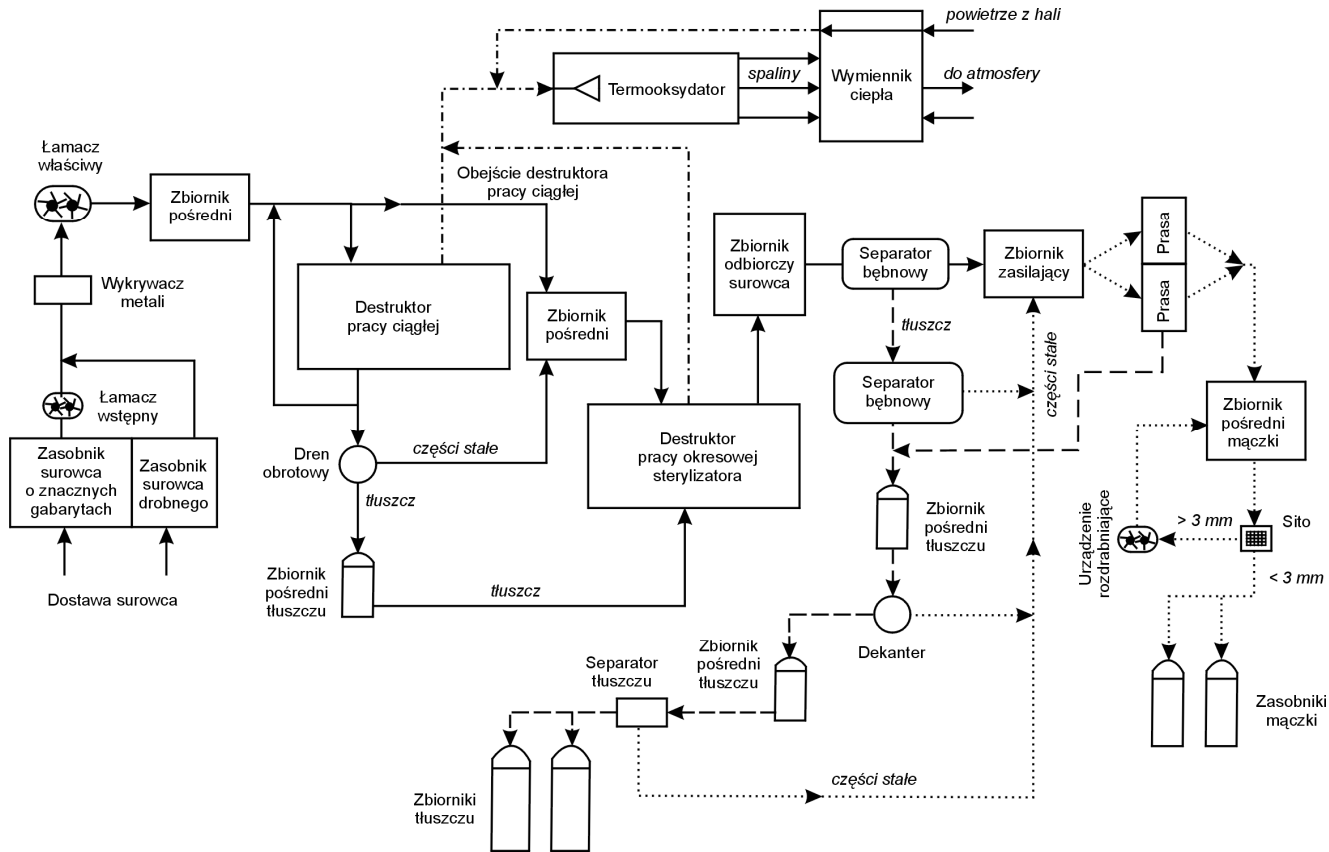
Zgodnie z powyższą technologią przedstawioną na rysunku 1, w sekcji tłuszczowej wydzielony zostaje tłuszcz zwierzęcy, który następnie służy jako paliwo do palnika komory termooksydacyjnej.

Tłuszcz ten bowiem ze względu na swoje pochodzenie (z materiałów odpadowych zagrażających zdrowiu i życiu ludzi oraz zwierząt), nie może być stosowany do produkcji pasz tj. nie może być stosowany w żywieniu trzody chlewnej, bydła oraz drobiu.

Tłuszcz ten charakteryzuje się dużą kalorycznością i dlatego wykorzystywany jest jako nośnik energii.

Oczywiście w wyniku procesu spalania tłuszczu, powstają spaliny będące mieszaniną różnych gazów. Spaliny te zawierają także części metali ciężkich odłożonych w tych tłuszczach. Nie jest więc obojętne dla środowiska, a w szczególności dla ochrony atmosfery czy ilość poszczególnych metali ciężkich zawartych w tłuszczach nie jest zbyt wysoka.

W związku z powyższym zostały przeprowadzone badania na określenie losowo wybranych metali ciężkich zawartych w tych tłuszczach i okazało się iż w dużej ilości występuje w nich cynk. Dlatego też problem zawartości cynku stanowi przede wszystkim podmiot niniejszej publikacji.



Rys. 1. Schemat technologiczny utylizacji odpadów wysokiego i szczególnego ryzyka [2]

Fig. 1. Technological diagram of utilization of waste of the high and special risk [2]

3. Badania własne

Badania własne wykonano w laboratorium Katedry Techniki Wodno-Mułowej i Utylizacji Odpadów Politechniki Koszalińskiej. W pierwszym etapie badań wykonano analizę chemiczną tłuszczu na zawartość losowo wybranych metali ciężkich, były to:

- cynk,
- chrom,
- kadm,
- ołów.

Dla określenia wyżej wymienionych metali ciężkich pobrane zostały w różnych dniach losowo próbki tłuszczu w zakładzie EKOUTIL w Śmiłowie w dniach: 17 grudnia 2005 r. oraz 16 stycznia 2006 r. W każdej z tych próbek wykonano pięć niezależnych oznaczeń. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono średnią arytmetyczną oraz odchylenie standardowe.

Badania wykonano w ten sposób, że dostarczone do laboratorium próbki tłuszczu o objętości około 0,5 dm³ zhomogenizowano, a następnie przeprowadzono mineralizację w temperaturze 440°C w mineralizatorze firmy HACH w obecności stężonego kwasu siarkowego H₂SO₄ o objętości 5 cm³ oraz 30%-wego nadtlenu wodoru H₂O₂ o objętości 10 cm³. Do mineralizacji pobrano naważkę 0,3 g tłuszczu. Następnie mineralizat rozcieńczono wodą destylowaną do objętości 100 cm³ i przeprowadzono badania na obecność wybranych metali ciężkich. Do oznaczeń użyto spektrofotometru DR/2010 firmy HACH. Wyniki badań ujęto w tabeli 1.

W drugim etapie badań mających związek bezpośredni z wynikami badań pierwszego etapu, przeprowadzono w dniu 12 stycznia 2006 r. oznaczenia zawartości wyżej wymienionych metali ciężkich, a dodatkowo glinu, fosforu oraz azotu ogólnego w typowej porcji obiadowej stołówki akademickiej Politechniki Koszalińskiej wobec tzw. suchej masy. Wszystkie oznaczenia zawartości metali ciężkich, fosforu oraz azotu ogólnego wykonano według metod zaproponowanych przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska, wobec gotowych odczynników firmy HACH.

Porcja obiadowa została w całości zhomogenizowana, a następnie pobrano z niej próbkę o masie ok. 9 g i poddano procesowi suszenia w temperaturze 105°C. Po wysuszeniu do stałej masy i zważeniu obliczono, że zawartość wody w porcji obiadowej wyniosła 80,89 %, a suchej masy 19,11 %.

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich w odpadzie zwierzęcym typu tłuszcz z zakładu EKOUTIL w Śmiłowie

Table 1. Content of heavy metals in animal waste of the fat type from EKOUTIL Plant in Śmiłowo

Lp.	Data	Materiał	Wskaźnik	Jednostka	Wartość średnia oznaczenia	Odchylenie standardowe z 5 prób
1.	17 grudz. 2005	Tłuszcz jasnozielony	Kadm, Cd	µg/kg	*ns	-
			Ołów, Pb	µg/kg	*ns	-
			Chrom, Cr ⁶⁺	mg/kg	*ns	-
			Cynk, Zn	mg/kg	400	100,0
2.	16 stycz. 2006	Tłuszcz jasnozielony	Kadm, Cd	µg/kg	*ns	-
			Ołów, Pb	µg/kg	*ns	-
			Chrom, Cr ⁶⁺	mg/kg	*ns	-
			Cynk, Zn	mg/kg	700	70,71
3.	16 stycz. 2006	Tłuszcz ciemnozielony	Kadm, Cd	µg/kg	*ns	-
			Ołów, Pb	µg/kg	*ns	-
			Chrom, Cr ⁶⁺	mg/kg	*ns	-
			Cynk, Zn	mg/kg	1067	40,83

*ns – nie stwierdzono na poziomie wykrywalności spektrofotometru DR/2010 firmy HACH

W kolejnym trzecim etapie badań przeprowadzono mineralizację w identyczny sposób jak opisana wcześniej mineralizacja próbki tłuszczu. Do mineralizacji pobrano naważkę 0,5 g suchej masy porcji obiadowej. Wyniki badań oznaczeń zostały zawarte w tabeli 2.

Masy poszczególnych składników typowego posiłku obiadowego wybranego z menu stołówki akademickiej Politechniki Koszalińskiej są następujące:

- zupa ziemniaczana – 450,1 g,
- ziemniaki – 192,3 g,
- kotlet schabowy – 121,3 g,
- surówka z buraków – 130,0 g,
- surówka warzywna (konserwowa) – 85,7 g.

Na podstawie znanych mas przy pomocy programu komputerowego Alpha – Net Software, LK Avalon oszacowano wartości odżywcze tegoż posiłku, tj.: zawartość białka, tłuszczu, węglowodanów oraz jego wartość energetyczną. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 3.

Tabela 2. Zestawienie wyników na obecność metali, fosforu i azotu ogólnego w porcji obiadowej

Table 2. Breakdown of content of metals, phosphorus and total nitrogen in the dinner portion

Wskaźnik	Jednostka	Wynik
Kadm, <i>Cd</i>	µg/kg	*ns
Ołów, <i>Pb</i>	µg/kg	*ns
Chrom, <i>Cr</i> ⁶⁺	mg/kg	*ns
Glin, <i>Al</i> ³⁺	mg/kg	*ns
Cynk, <i>Zn</i>	mg/kg	15
Fosfor, <i>P</i>	mg/kg	547,5
Azot ogólny	mg/kg	39 600

* ns – nie stwierdzono na poziomie wykrywalności spektrofotometru DR/2010 firmy HACH

Tabela 3. Teoretyczna zawartość składników pokarmowych i wartości energetycznej w badanej porcji obiadowej

Table 3. Theoretical content of nutritional elements and energy value in the examined dinner portion

Składnik pokarmowy	Białko [g]	Tłuszcz [g]	Węglowodany [g]	Wartość energetyczna [kcal]
Zupa ziemniaczana	6,3	5,0	29,7	175,5
Kotlet schabowy	23,0	29,2	19,3	425,6
Ziemniaki z tłuszczem	3,8	6,0	36,0	203,9
Surówka z ogórków	2,0	4,3	13,4	89,7
Salatka z buraków	0,9	1,5	3,1	27,4

Wreszcie w ostatnim czwartym etapie badań przeprowadzono mineralizację w identyczny sposób jak wcześniej opisano dla tłuszczu i porcji obiadowej - ale wyłącznie dla naważki suchej masy kotleta schabowego z tej porcji obiadowej - wykonując już tylko analizę chemiczną na zawartość cynku. Wyniki analizy wykazano w tabeli 4.

Tabela 4. Zawartość cynku w kotlecie schabowym

Table 4. Content of zinc in the pork cutlet

Składnik pokarmowy	Nr próby	Zawartość cynku [mg/kg]	Wartość średniej arytmetycznej [mg/kg]
Kotlet schabowy	1	20	25
	2	30	

4. Opis i analiza wyników

Analiza wyników badań próbek tłuszczu pobranych w zakładzie EKO-UTIL w Śmiłowie wskazuje, że w jednym jedynym przypadku został wykryty nadmiar ilości metalu ciężkiego jakim jest cynk. Zależnie od daty poboru próby, a także od oceny organoleptycznej tłuszczu (od odcienia jasnozielonego do ciemnozielonego) zawartość cynku waha się od 400 mg/kg (tłuszcz jasnozielony) do 1067 mg/kg (tłuszcz ciemnozielony).

Zachodziło więc pytanie, skąd tak znaczne ilości cynku pojawiają się w odpadach zwierzęcych, a tu w wydzielonym produkcie odpadu zwierzęcego jakim jest tłuszcz.

Właśnie dlatego postanowiono zbadać zawartość tych samych metali ciężkich, a także przy okazji zawartość glinu, fosforu oraz azotu ogólnego dla typowego obiadu w stołówce akademickiej Politechniki Koszalińskiej.

Analiza zawartości tych samych metali ciężkich w badanym posiłku wykazała, że podobnie jak w odpadowym tłuszczu zwierzęcym przy danym poziomie oznaczalności nie wykryto zawartości kadmu, ołowiu, chromu oraz glinu z wyjątkiem właśnie cynku, którego zawartość mieściła się w granicach 15 mg/kg.

Celem ustalenia w jakim składniku pokarmowym ewentualnie dominuje cynk, wykonano dodatkowe badania na określenie zawartości cynku w mięsie – tu w kotlecie schabowym. Wyniki badań przedstawione w tabeli 4 wykazują, że zawartość cynku w kotlecie schabowym waha się w granicach 20÷30 mg/kg, czyli przeciętnie ok. 25 mg/kg, a więc jest nieco większa niż przeciętna zawartość cynku w całej porcji obiadowej wynosząca ok. 15 mg/kg. (tablica 2). Jest to więc informacja wynikająca z tych badań rozpoznawczych, że cynk jest powszechnie obecny w naszych posiłkach niezależnie od tego czy są to dania mięsne czy też dania roślinne, a jego zawartość mimo, że waha się w określonych, na przykład wynikających z tych badań granicach – jest jednak zawsze wyraźna, znacząca i analitycznie uchwytana.

Obecnie obowiązujące przepisy polskie ograniczają zawartość cynku jedynie w sokach i nektarach, w których dopuszcza się nie więcej niż 5 mg Zn/dm^3 (Dz. U. 2003). Komitet ekspertów FAO/WHO zaleca natomiast aby PTWI tego metalu nie przekraczało $7000 \text{ } \mu\text{g/kg}$ ($= 7 \text{ mg/kg}$) masy ciała (WHO 1989) [6].

Zawartość cynku praktycznie w ilości do 50 mg/kg według jednych źródeł, a według innych aż nawet do 420 mg/kg jest dopuszczalna [7], to jednak może świadczyć o tym, że cynk w pewnym określonym cyklu zamkniętym pokarmu pojawia się w organizmach bydła (tu frakcji tłuszczowej), która o ile jest traktowana jako odpad i likwidowana oraz neutralizowana termicznie powoduje jednak przesyłanie do atmosfery jonów tego metalu ciężkiego. Oczywiście o ile instalacja spalarni posiada stosowny system usuwania gazów i metali ciężkich (tzw. dwustopniowe skrubery z ingerencją NaOH na pierwszym stopniu oraz Ca(OH)_2 na drugim stopniu) to zagrożenie atmosfery zmniejsza się, aczkolwiek nigdy skuteczność usuwania zanieczyszczeń nie jest 100%.

Dlatego też zwrócenie uwagi na problem cynku wydają się być ważne.

Analiza jakości składników pokarmowych wskazuje na to, że można przyjąć, iż danie obiadowe jest typowe i może stanowić w takim odniesieniu bazę do rozważań dotyczących migracji metali ciężkich – tu, w tym przypadku cynku. Ważnym czynnikiem jest to, iż obiad jako zestaw dań scharakteryzowanych wynikami zawartymi w tabeli 3 nie jest obiadem pojedynczej rodziny, lecz jest to próbka pożywienia typowa dla populacji rzędu około 2000 osób.

Analizując problem szerzej rozumianego obiegu metali ciężkich tu na przykładzie cynku można zauważyć, że odpady z tego typu jadalni jak studencka stołówka, którymi są resztki żywności, a więc odpady typu BIO są obecnie w zakładach utylizacji odpadów wydzielane i przeznaczane do procesu kompostowania.

Powstały w wyniku tego kompost, wprowadza się do gleby, co powoduje uwolnienie się w pierwszej kolejności jak podaje Rosik-Dulewska [8] chromu, ołowiu, miedzi i właśnie cynku.

Analiza wyników tych badań wskazuje, że zawartość cynku w kompoście waha się w bardzo szerokich granicach od ułamka mg/kg suchej masy, aż do wartości w granicach 1530 mg/kg suchej masy. Jest to więc przedział zawartości cynku w kompostach, w którym porównawczo mieści się także zawartość cynku zarówno w tłuszczu z EKOUTIL w Śmiłowie, jak i też w posiłkach typowych jakimi są obiady w stołówce studenckiej.

Łatwo więc zauważyć, że cynk krąży w określonym obiegu w przyrodzie pomiędzy ludźmi, zwierzętami i roślinami w granicach zawartości mg/kg suchej masy jak to wyżej podano.

Tabela 5. Wyniki analizy jakościowej metali ciężkich w kompostach z 4-ch sezonów 1994 r. (wg biotechnologii MUT – Dano) [8]

Table 5. Results of qualitative analysis of heavy metals in compost from 4 seasons of 1994 (according to MUT biotechnology – Dano) [8]

Pierwiastek	Wiosna					Lato				
	Frakcja [mg/kg s.m]					Frakcja [mg/kg s.m]				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Cd	3,2	2,0	7,0	1,0	3,5	0,8	1,0	8,6	2,1	3,1
Cr	19,2	2,0	22,5	0,5	33,0	33,8	23,4	51,1	18,9	33,8
Cu	2,7	2,5	125,0	84,5	86,5	0,8	1,6	118,6	209,9	65,2
Ni	6,7	6,5	23,5	5,5	38,5	3,1	6,3	18,3	16,5	25,9
Pb	15,7	8,0	338,0	124,5	123,9	7,1	13,0	597,5	456,0	283,0
Zn	1,2	2,0	1250	87,0	425,0	3,1	1,6	556,0	395,4	558,5

Pierwiastek	Wiosna					Lato				
	Frakcja [mg/kg s.m]					Frakcja [mg/kg s.m]				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Cd	0,7	0,7	6,3	0,7	2,1	3,0	1,5	13,0	2,0	3,0
Cr	21,1	22,5	36,5	17,6	47,7	13,7	0,5	22,5	2,5	34,0
Cu	0,7	2,1	106,7	237,4	96,9	2,2	2,2	1240	1010	770,0
Ni	0,7	6,3	21,1	10,5	40,0	5,7	5,2	27,0	9,0	47,5
Pb	0,7	2,1	522,5	376,4	251,4	13,7	10,2	363,5	153,0	111,5
Zn	2,1	0,7	502,1	344,1	358,1	1,7	1,0	1530	160,0	310,0

5. Wnioski

Z przeprowadzonych badań można przedstawić dwa ogólne wnioski, a mianowicie:

1. Zawartość Zn w produktach pokarmowych odniesionych zarówno do pożywienia jak i odpadu, na przykład tłuszczu zwierzęcego jest relatywnie bardzo duża w porównaniu do zawartości innych metali ciężkich.
2. Zawartość Zn w badanych materiałach waha się w szerokich granicach od 15 mg/kg w porcji obiadowej, do około 1067 mg/kg suchej masy w zwierzęcym tłuszczu odpadowym – co porównawczo mieści się w przedziale udziału tegoż metalu w kompoście stanowiącego materiał do produkcji roślinnej (nawóz).

Literatura

1. **Kozakiewicz H.:** *Etapowy raport doradcy do spraw gospodarki odpadami zwierzęcymi w województwie zachodniopomorskim Etap 1.* ENERTEC – PROJEKT Sp. z o.o. Warszawa.

2. **Oelke A.:** *Ocena studialna projektowanego Zakładu Utylizacji odpadów szczególnego i wysokiego ryzyka – Zakład Rolniczo-Przemysłowy FARMUTIL HS w Śmiłowie*. Praca dyplomowa magisterska Katedra Techniki Wodno-Mułowej i Utylizacji Odpadów. Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, promotor prof. dr hab. inż. Tadeusz Piecuch, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2005.
3. **Piecuch T.:** *Opinia wstępna dotycząca możliwości termicznego unieszkodliwiania odpadów zwierzęcych przez zastosowanie urządzeń typu Fire box w ZUO i ZP w Nowym Dworze BZ 501. 01/07*. Politechnika Koszalińska, Koszalin 2004.
4. **Piecuch T.:** *Zarys metod termicznej utylizacji odpadów*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2006.
5. **Piecuch T., Dąbek L., Juraszka B.:** *Spalanie i piroliza odpadów oraz ochrona powietrza przed szkodliwymi składnikami spalin*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2002.
6. **Protasowicki M.:** *Heavy Metals. in: Toxins in Ford* (ed. Dąbrowski W., Sikorski E.Z.), CRC Press. Boca Roca – London – New York, 2005. 237÷249.
7. **Rejmer P.:** *Podstawy ekotoksykologii*. Wydawnictwo Ekoinżynieria, Lublin 1999.
8. **Rosik-Dulewska Cz.:** *Podstawy gospodarki odpadami* Wydawnictwo Ekoinżynieria, Lublin 1999.

Analysis of Selected Elements in Animal Waste and in the Food, with Paying Special Attention to Zinc

Abstract

The paper presents results of chemical analysis of fat on content of randomly selected heavy metals: zinc, chromium, cadmium and lead. Samples of fat were taken randomly in different days in the EKOUTIL factory in Śmiłowo.

One of very difficult problems waiting for good technical and economical and organizational solution is issue of utilization of waste of animal origin including poultry and fish.

Therefore attempts of construction of the comprehensive plant for animal waste processing are being taken for example in scale of the zachodniopomorskie province [1, 3]. However in the former Piła province at present wielkopolska province at a cost of huge resources, plant for utilization of the special and high risk EKOUTIL was built in Śmiłowo near Piła.

The EKOUTIL plant was built by Spanish company TREMESA Rendering for utilization of waste of the high and special risk, that is for worst animal waste. Twenty-four hour productivity of this plant at established 20 working hours, is about 200 tons, for the processing of so-called animal by-products and dead cattle.

It is possible to divide the technological line of the plant into sections in which individual processes of waste utilization take place:

- section of the raw material (containers, voluted conveyors, crackers, metal detectors),
- section of the destructor working continuously (concerns permanent heating and drying excluding feather and blood),
- section of periodic heat boiler and sterilizer of continuous work (containers for storing fat together with agitator, indirect container, pumps, voluted conveyors),
- section of the condensation of steam (cyclones – for the destructor of the continuous work and the periodic destructor, so-called sterilizer),
- section of the press (fat presses of the continuous work, feeding containers, conveyors),
- fat section (type fat separator, fat pump, fat containers, voluted conveyors),
- flour section (grinding devices, voluted conveyors, containers, air fans, cyclones),
- system of heat recovery of SARC type (pressure container, pumps, fans),
- section of the electric panel (automatic system for the service and the control of entire technology),
- section of thermooxidator – OXIDOR system (burning device – rotary burner of bowl type, oxidation chamber, heat exchangers and dryers chamber, fans, etc.).

The visual operating outline of this technology which is working at the EKOUTIL plant is presented in figure 1 [2, 4].

The second stage of research consisted in determination of mentioned heavy metals and additionally aluminium, phosphorus and total nitrogen in the typical dinner portion from canteen in Koszalin Technical University.

Analysing the problem of understood more widely circulation of heavy metals on the example of zinc, it is possible to notice, that waste from canteens such as student canteen, which are remains of the food, that is waste of the BIO type are at present in the waste processing plants selected and assigned to the process of composting.

Obtained compost is applied into the soil, what causes releasing firstly, after Rosik-Dulewska [8], of chromium, lead, copper and zinc.

So it is easy to notice that zinc is circulating in the determined circulation in the environment between people, animals and plants, in the range of the mg/kg of dry mass as it was mentioned before.

It is possible to present two general conclusions from examinations carried out, that is:

- Zn content in nutritional products taken back both to food as well as waste, for example animal fats is relatively very big in comparison to the content of other heavy metals.
- Zn content in studied materials is fluctuating in wide borders from 15 mg/kg in the dinner portion, to the about 1067 mg/kg in animal waste fat – which comparatively is located in a compartment of the content of this metal in compost which is used for plant production (fertilizer).