



Current situation and future trends on management of natural fertilizers in Poland

Wojciech CZEKAŁA¹

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Instytut Inżynierii Biosystemów, ul. Wojska Polskiego 50, e-mail: wojciech@up.poznan.pl

Abstract

Animal production is considered to be one of the most important sectors in agriculture. This is due to the fact that there is a number of animal products that can be obtained from animal feedstock. Animal husbandry - as an integral element of animal production - generates significant quantities of livestock manure that can have negative impacts on the environment. Therefore, there is a need to undertake actions that would allow reduction of negative impacts and use of livestock manure as a fertilizer.

Keywords: animal production, natural fertilizers, environment protection

Streszczenie

Stan aktualny i tendencje rozwoju w gospodarce nawozami naturalnymi w Polsce

Jednym z najważniejszych działów rolnictwa jest produkcja zwierzęca. Jej znaczenie wynika z możliwości uzyskania od zwierząt różnorodnych surowców, wśród których dominuje mięso. Integralnym elementem chowu zwierząt jest powstawanie odchodów na terenie gospodarstwa. Z tego względu należy prowadzić działania mające na celu nie tylko ograniczenie możliwości ich negatywnego wpływu na środowisko, ale także zadbać o wykorzystanie ich potencjału nawozowego.

Słowa kluczowe: produkcja zwierzęca, nawozy naturalne, ochrona środowiska

1. Wstęp

Elementem produkcji zwierzęcej jest między innymi powstawanie odpadów [1]. Wśród nich można wymienić przede wszystkim odpady poubojowe oraz inne części tuszy zwierząt nie przydatne do spożycia. Na szczególną uwagę zasługują odpady związane z procesami życiowymi zwierząt, które jednocześnie mogą podlegać recyklingowi organicznemu i być cennym nawozem. Dotyczy to przede wszystkim kału i moczu. Celem pracy było określenie masy powstających nawozów naturalnych w Polsce i zawartych w nich najważniejszych makroskładników (NPK) oraz próba oszacowania tendencji zmian w najbliższych latach.

2. Charakterystyka nawozów naturalnych

Zgodnie z ustawą z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu [2] nawozy to „produkty przeznaczone do dostarczania roślinom składników pokarmowych i zwiększania żyzności gleb albo zwiększania żyzności stawów rybnych, którymi są nawozy mineralne, nawozy naturalne, nawozy organiczne i nawozy organiczno-mineralne”. W grupie nawozów naturalnych według przytoczonej ustawy wyróżnia się obornik, gnojówkę oraz gnojowicę.

To właśnie one mogą być wykorzystane jako cenny dla gleby nawóz. Guano (odchody ptaków morskich) w warunkach polskich można pominąć ze względu na ich niewielkie znaczenie. Obornik to nawóz, składający się z kału i moczu zwierząt gospodarskich z dodatkiem ściółki [3]. W przypadku gdy w chowie nie stosuje się ściółki, a same odchody splukuje się wodą, to mamy do czynienia z gnojowicą [4]. Gnojówka to z kolei prefermentowany mocz zwierząt gospodarskich.

Ilość powstających nawozów naturalnych na terenie gospodarstwa zależy od wielu czynników. Do najważniejszych z nich należy obsada inwentarza. Średnie wartości produkcji obornika i gnojowicy, w przeliczeniu na 1 sztukę na rok przedstawiono w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Ilość nawozów naturalnych i składników w nawozach od jednej sztuki zwierząt na rok [5]

Grupa i rodzaj zwierząt	Obornik*				Gnojowica*			
	masa, t	azot, kg	fosfor, kg	potas, kg	masa, t	azot, kg	fosfor, kg	potas, kg
Bydło								
Cielęta 0-6	2,6	20,8	5,2	15,6	-	-	-	-
Jałówki, byczki 6-12	2,9	15,4	8,1	19,1	7,0	23,1	7,7	29,4
Jałówki, byczki 12-24	4,8	25,0	15,4	31,2	12,1	42,3	15,7	58,1
Krowy, 4000 l mleka	12,0	66,0	38,3	64,8	23,2	97,4	39,4	107,0
Trzoda								
Maciora z prosiętami	4,0	20,0	24,4	18,8	8,3	25,4	26,6	20,7
Warchlaki do 30 kg	0,6	3,6	3,4	2,7	1,2	5,4	3,8	3,1
Tuczniki 30-110 kg	1,2	7,2	6,9	5,4	2,4	10,8	7,5	6,3
Owce	1,5	1,1	0,6	1,8	-	-	-	-
Konie	2,8	23,8	12,9	33,9	-	-	-	-

*Przy całorocznym utrzymywaniu zwierząt w oborze

W badaniach naukowych, jak i coraz częściej dla celów praktyki rolniczej ilość powstających nawozów naturalnych oraz ich wartość rolnicza oparte są o tzw. dużą jednostkę przeliczeniową (DJP) opartą o masę ciała 500 kg, co odpowiada sztuce krowy mlecznej [6]. Kolejnym istotnym elementem wpływającym na wielkość produkcji nawozów naturalnych jest technologia chowu zwierząt. Od niej zależy rodzaj powstającego nawozu (obornik czy gnojowica) oraz jego ilość. Niezależnie od sposobu chowu i rodzaju powstających odchodów zwierzęcych, każdy nawóz naturalny jest cennym źródłem substancji organicznej (zwłaszcza obornik) oraz makro- i mikroelementów [7, 8, 9] (tab. 2.2. i 2.3.) .

Tabela 2.2. Zawartość wybranych składników pokarmowych w kale zwierząt hodowlanych w (%) [9].

Gatunek zwierzęcia	Sucha masa	Substancja organiczna	Składniki pokarmowe			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Krowa	16	15	0,3	0,2	0,1	0,1
Koń	24	21	0,5	0,3	0,3	0,2
Owca	34	31	0,6	0,2	0,2	0,4
Świnia	12	22	0,6	0,4	0,4	0,05

Tabela 2.3. Zawartość wybranych składników pokarmowych w moczu zwierząt hodowlanych (%) [9].

Gatunek zwierzęcia	Sucha masa	Substancja organiczna	Składniki pokarmowe			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Krowa	6	3	0,6	0,10	1,5	0,03
Koń	10	7	1,2	0,05	1,5	0,15
Owca	12	8	1,5	0,10	1,8	0,30
Świnia	3	2	0,5	0,05	1,0	0,02

Skład chemiczny i właściwości fizyczne nawozów naturalnych wpływają pozytywnie na wiele parametrów, poprawiających stan i żyzność gleby. Można tutaj wymienić np. korzystne oddziaływanie na zdolności buforowe, stosunki wodno-powietrzne gleb oraz pomoc w zachowaniu równowagi jonowej roztworu glebowego. Nie bez powodu więc nawozy naturalne stanowią dobrą alternatywę dla nawozów mineralnych, które jednak w poważnym stopniu oddziałują na sferę ekonomiczną produkcji rolnej, a więc i gospodarstwa.

Nawozy naturalne, ze względu na swój charakter wymagają odrębnego traktowania w porównaniu z nawozami mineralnymi. Ma to odzwierciedlenie w praktyce i w regulacjach prawnych. Dla nawozów naturalnych dopuszczalna dawka azotu wynosi maksymalnie 170 kg N/ha rok rocznie w przeliczeniu na czysty składnik. Regulacja ta została zapisana w Ustawie o nawozach i nawożeniu [2] i wynika z konieczności ochrony wód

przed rosnącą migracją mineralnych związków azotu pochodzenia rolniczego. Zwiększona ilość tego typu nawozów świadczy o nadmiernej obsadzie inwentarza w stosunku do powierzchni gospodarstwa rolnego. Gdy na terenie gospodarstwa ilość powstających nawozów naturalnych przewyższa powierzchnie gdzie można je rozprowadzić, należy uwzględnić sprzedaż (zbyt) nadmiernej ilości nawozu albo ograniczyć ilość inwentarza. Oprócz pozytywnych właściwości nawozowych, należy też pamiętać o możliwości negatywnego oddziaływania produkcji zwierzęcej na środowisko.

Rolnictwo jest istotnym źródłem zanieczyszczeń gazowych [10,11] i z tego względu istotną rolę powinno się przywiązywać do ochrony powietrza atmosferycznego. Wśród szkodliwych związków zawartych w emisjach gazowych ze źródeł rolniczych wymienić należy przede wszystkim amoniak oraz metan, który zaliczany jest do tzw. gazów szklarniowych [12]. Jego emisja z terenu gospodarstwa występuje na poziomie budynków z inwentarzem, ale przede wszystkim w trakcie gromadzenia oraz magazynowania odchodów [13]. W związku z tym zaleca się magazynowanie nawozów naturalnych w szczelnych pomieszczeniach (rys. 2.1), chociaż pewną alternatywą dla ochrony atmosfery mogą być naturalne kożuchy tworzące się na powierzchni magazynowanych odchodów (rys. 2.2). Pamiętać jednak należy by przed aplikacją dokładnie wymieszać nawóz, celem rozbicia kożucha.



Rys. 2.1. Przykryte zbiorniki na gnojowicę, jako skuteczna bariera dla emisji gazów (fot. J. Dach)



Rys. 2.2. Samoistnie tworząca się na gnojowicy skorupa ogranicza emisje gazów (fot. J. Dach)

O dominującej roli rolnictwa w emisji amoniaku, świadczą również dane niemieckie [14], z których wynika, że aż 93,9% emitowanego do atmosfery NH_3 pochodziło z rolnictwa. Jednocześnie amoniak pochodzenia

rolniczego w tym kraju miał dominującą pozycję w kształtowaniu tzw. ekwiwalentu kwasowego, będącym sumą emisji amoniaku, SO₂ oraz NO_x.

Poza amoniakiem rolnictwo jest często dominującym źródłem emisji metanu do atmosfery. Przykładowo w Szwajcarii metan pochodzący ze źródeł rolniczych stanowi aż ok. 80%, natomiast w Niemczech około 53% [14].

3. Stan i perspektywy gospodarki nawozami naturalnymi w Polsce

Oszacowanie dokładnych ilości powstających nawozów naturalnych nie jest łatwym zadaniem. Wynika to z braku jednoznacznej i miarodajnej metodyki pomiarowej. W przypadku nawozów mineralnych można uzyskać dane na temat ich produkcji oraz sprzedaży, co w dalszym etapie pozwoli stosunkowo precyzyjnie określić ich zużycie. Odmienna sytuacja ma miejsce w przypadku nawozów naturalnych, których produkowana masa oparta jest na ogół o dane szacunkowe, z wykorzystaniem odpowiednich modeli [15]. Można jednak stwierdzić, że produkcja i zużycie nawozów naturalnych jest uzależnione między innymi od struktury pogłowia zwierząt, obsady i systemu utrzymania zwierząt, przede wszystkim bydła i trzody chlewnej. Pod uwagę brać należy również rodzaj i ilość stosowanej ściółki [6,16].

W latach 2002-2010 nastąpił widoczny spadek ilości gospodarstw o powierzchni do 5 ha. Zakłada się, że w najbliższych latach proces ten będzie dotyczyć również gospodarstw o powierzchni do 10 ha, w których znajduje się ponad 50% zwierząt gospodarskich [17]. Jednocześnie gospodarstwa te nie posiadają zdolności do odtwarzania potencjału produkcyjnego, a tym samym wytracają inwentarz żywy. Według Michny [17], w tych prawidłowościach tkwi powód ciągłego spadku pogłowia zwierząt gospodarskich, co w konsekwencji może doprowadzić do zachwiania produkcji zwierzęcej.

W Polsce od końca lat dziewięćdziesiątych minionego wieku następował systematyczny spadek pogłowia zwierząt gospodarskich, przede wszystkim bydła. Z danych wynika, że od około 10 lat pogłowie bydła w Polsce kształtuje się na podobnym poziomie, wykazując jednak niewielki trend spadkowy, o czym świadczą dane przedstawione w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Zwierzęta gospodarskie w Polsce (w tys. sztuk) [18]

Wyszczególnienie	2000	2002	2005	2010	2011
Bydło	6083	5533	5483	5761	5762
w tym krowy	3098	2873	2795	2657	2626
Trzoda chlewna	17122	18629	18112	15278	13509
w tym lochy	1577	1918	1813	1427	1177

Efektom spadku produkcji zwierzęcej jest zmniejszenie ilości powstających nawozów naturalnych, co w konsekwencji ogranicza ich ilość trafiającą na pola. Potwierdzeniem tej zależności mogą być informacje dotyczące zużycia obornika w przeliczeniu na czysty składnik (NPK) przedstawione przez GUS [tab.3.2.].

Tabela 3.2. Zużycie obornika w przeliczeniu na czysty składnik (NPK) [19]

Wyszczególnienie	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Ogółem	w tysiącach ton			
	738,5	937,2	618,8	572,0
w tym gospodarstwa indywidualne	711,0	906,2	586,2	544,3
Ogółem	w kg na 1 ha użytków rolnych			
	45,8	60,5	39,9	38,0
w tym gospodarstwa indywidualne	49,2	66,3	42,9	40,1

Według Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, roczna produkcja nawozów naturalnych w latach 2002-2006 wynosiła: obornik ok. 80 mln ton, gnojówka ok. 13 mln m³, a gnojowica ok. 7,5 mln m³ [19]. Z kolei według GUS zużycie obornika wyniosło 45,8 mln ton w roku 2010/11 oraz 42,4 mln ton w roku 2011/2012 [19,21]. Najwięcej kontrowersji może budzić masa wytwarzanej gnojowicy, odnośnie której jest stosunkowo

mało danych. Dotyczy to zarówno danych literaturowych jak i opracowań. W literaturze często podaje się tylko sumaryczną ilość NPK/ha z gnojowicy i gnojówki [19,21]. Z danych literaturowych [19,21] wynika, że w latach 2011 i 2012 do ilości NPK wprowadzonej do gleby z obornikiem (tab. 3.2.) należałoby dodać jeszcze 11 i 17 kg składnika NPK, pochodzącego z gnojówki i gnojowicy. Oznacza to, że w wymienionych latach suma NPK zastosowana z nawozami naturalnymi wynosiłaby odpowiednio w 2011 roku ok. 60 kg i w 2012 r. 57 kg. Analizując ilości składników wykorzystanych w rolnictwie z nawozów naturalnych, dla których GUS odnosi się na ogół do obornika, należy podkreślić ich znaczenie w całym bilansie nawożenia (tab. 3.3), mimo, że udział ten w ostatnich latach zmalał do ok. 24%. To skutek m.in. wzrostu ilości nawozów mineralnych wykorzystanych w rolnictwie (tab. 3.4.). Wydaje się, że będzie to trwalsza tendencja, ale na uwadze trzeba mieć fakt, że dane statystyczne na ogół nie uwzględniają ilości składników gnojowicy i gnojówki. Przykładowo biorąc wspomniane wcześniej ilości NPK powyższych nawozów w latach 2011 i 2012, odpowiednio 11 i 17 kg, które należałoby dodać do ilości z obornika w tych latach, to udział NPK z nawozów naturalnych wynosiłby już odpowiednio 28.7 i 30.1% dla lat 2011 i 2012.

Tabela 3.3. Porównanie zużycia NPK w nawozach mineralnych i oborniku na podstawie danych GUS

Lata	kg NPK/ha UR w:			Udział NPK obornika w sumie składników (%)	Stosunek NPK z nawozów mineralnych do NPK obornika
	nawozach mineralnych	oborniku	Razem NPK		
1970	123,0	90,0	213,0	42,0	1,37
1979-1983	183,1	102,0	299,0	35,1	1,79
1991-1993	74,3	77,9	152,2	51,2	0,95
1999/2000	85,5	48,8	134,4	36,3	1,75
2001/2002	93,2	43,1	136,3	31,6	2,16
2006/2007	121,8	43,8	165,6	26,4	2,78
2007/2007	132,6	53,0	185,6	28,5	2,50
2008/2009	117,9	45,8	163,7	28,0	2,57
2009/2010	114,6	60,5	175,1	34,5	1,89
2010/2011	126,6	39,9	166,5	24,0	3,17
2011/2012	125,1	38,0	163,1	23,3	3,29

Tabela 3.4. Zużycie nawozów mineralnych NPK w przeliczeniu na czysty składnik (w tysiącach ton) [19]

Rok	Ogólnie NPK	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2005/06	1966,1	996,5	441,8	527,8
2006/07	1970,7	1056,2	411,9	502,6
2007/08	2142,0	1142,3	462,3	537,4
2008/09	1899,4	1095,4	375,3	428,7
2009/10	1776,9	1027,6	352,6	396,7
2010/11	1954,4	1091,1	408,4	454,9
2011/12	1883,8	1094,7	370,8	418,3

Zużycie nawozów w przeliczeniu na czysty składnik jest i będzie szczególnie istotne z punktu widzenia bilansowania azotu. Zróżnicowane szacunki w ilości powstających odchodów zwierząt dotyczą w szczególności gnojowicy. Jest to o tyle istotne, gdyż wg dużego prawdopodobieństwa gnojowica będzie systematycznie zwiększała swój udział w grupie nawozów naturalnych. Będzie to skutkiem m.in. zmian w strukturze chowu zwierząt, jej technologii, ale i genetyki. Należy się również liczyć ze zmianami wykorzystania gnojowicy, poza celami nawozowymi. Gnojowica jest coraz częściej wykorzystywana jako wsad do produkcji biogazu [22,23]. Powstający odpad zwany pofermentem ma duże właściwości nawozowe i może być z powodzeniem stosowany w nawożeniu po spełnieniu wymogów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10 [24]. Mając na uwadze ambitne plany rozwoju rynku biogazowego w Polsce, produkcja pofermentu może znacząco wpłynąć na bilans nawozów naturalnych.

4. Podsumowanie

Nawożenie jest jednym z najważniejszych elementów umożliwiających prawidłowy wzrost i rozwój roślin. Dlatego tak ważne jest stałe i systematyczne dostarczenie do gleby niezbędnych składników w odpowiednich ilościach, jak i formach. Można do tych celów zastosować nawozy mineralne, naturalne oraz organiczne. Mając na uwadze zmniejszanie się pogłowia zwierząt, jak i zmiany w ich strukturze na terenie Polski w ostatnich latach oraz w przyszłości, uzasadnionym staje się jeszcze większa dbałość o przechowywanie oraz właściwe stosowanie nawozów naturalnych celem m.in. zwiększenia wartości nawozowych. Nie bez znaczenia jest również aspekt środowiskowy, który może w wielu wypadkach determinować gospodarkę nawozami naturalnymi. W tym względzie liczyć należy się również z możliwością zmniejszania ilości nawozów naturalnych kierowanych bezpośrednio na pole, ze względu na ich wykorzystanie, szczególnie gnojowicy do produkcji biogazu. Pamiętać jednak należy aby powstała w procesie fermentacji pulpa kierować na pole. Po procesie fermentacji metanowej zachodzącym w biogazowni pulpa może charakteryzować się nawet korzystniejszymi właściwościami niż gnojowica surowa. Możliwość taka będzie szczególnie ważna w gospodarstwach o dużej koncentracji zwierząt, co wyjdzie się w przyszłości trwalszą tendencją.

Praca powstała w ramach projektu badawczego Technologie redukcji emisji metanu z produkcji zwierzęcej i gospodarki nawozami naturalnymi w kontekście opłat za emisje gazów cieplarnianych (GHG) (nr N N313 271338).

Literatura

1. Czekala W., Witaszek K., Rodriguez Carmona P. C., Grzelak M. Instalacje do przemysłowego kompostowania bioodpadów: wady i zalety. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2013, Nr 2, 23-25.
2. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 147 poz. 1033 z późniejszymi zmianami).
3. Czekala W., Dach J., Janczak D., Lewicki A., Rodriguez Carmona P.C., Witaszek K., Mazur R. Porównanie tlenowej i beztlenowej technologii zagospodarowania obornika świńskiego w różnych warunkach pogodowych. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska 2014, Vol. 16, nr 2, 19-32.
4. Cieślak M., Lewicki A., Rodriguez Carmona P.C., Czekala W., Janczak D., Witaszek K., Dach J. Badania separacji na frakcje stałą i ciekłą gnojowicy i pulpy pofermentacyjnej. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska 2014, Vol. 16, nr 2, 43-48
5. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Warszawa, 2004.
6. Instytut Zootechniki-PIB. 2012. Oszacowanie wielkości produkcji oraz jednostkowej zawartości azotu nawozów naturalnych, powstałych w różnych systemach utrzymania zwierząt gospodarskich w Polsce. Balice.
7. Czop M. Potencjał biogeny odpadów z hodowli trzody chlewnej, Archiwum gospodarki odpadami i ochrony środowiska 2011, Vol. 13, nr 3, 53-64.9
8. Banach M., Kowalski Z., Kwaśny J. 2011. Kompost na bazie odpadów z hodowli trzody chlewnej – ocena właściwości nawozowych. Archiwum gospodarki odpadami i ochrony środowiska 2011, Vol. 13, nr 3, 1-20.
9. Krzywy E.: Nawożenie gleb i roślin. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Szczecinie, 2000.
10. Marciniak A.M., Romaniuk W., Tomza A. 2005. Wpływ systemu chowu na koncentrację zanieczyszczeń gazowych (NH_3 , CO_2 , H_2S) w oborach wolnostanowiskowych. Problemy Inżynierii Rolniczej, 4, 71-77.
11. Hersener J.-L., Meier U., Dinkel F. 2002. Ammoniakemissionen aus Gülle und deren Minderungsmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Vergärung. Schlussbericht April 2002, Kanton Luzern.
12. Blanes-Vidal V., Hansen. M.N., Pedersen S., Rom H.D. 2008. Emissions of ammonia, methane and nitrous oxide from pig houses and slurry: Effects of rooting material, activity and ventilation flow. Agriculture Ecosystems and Environment, 124, 237-244.
13. Fellner J., Schöngrundner P., Brunner P. H. 2003. Methanemissionen aus Deponien Bewertung von Messdaten (METHMES). Wien, im November 2003.

14. Deutsches Luftschadstoffinventar 1990-2011, Umweltbundesamt, 2013.
 15. Jadczyzyn T., Maćkowiak C z., Kopiński J. 2000. Model SFOM narzędziem symulowania ilości i jakości nawozów organicznych. Pam. Puł., 120/I: 169-177.
 16. Ufnowska J., Kopiński J., Madej A.: Regionalne zróżnicowanie produkcji zwierzęcej w Polsce. Pam. Puł., 2001, 124: 395-402.
 17. Michna W.: Aktualizacja prognoz w zakresie struktury i liczby gospodarstw rolnych oraz pogłowia zwierząt gospodarskich w Polsce w perspektywie 2020 r. w świetle wstępnych wyników spisu rolnego 2010 r. Warszawa, 2011.
 18. GUS Warszawa, 2012. Rolnictwo w 2011 roku.
 19. GUS. 2012. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2011/2012. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
 20. Igras J., Kopiński J. 2007. Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, z. 5, 107-115.
 21. GUS. 2011. Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2010/2011. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.
 22. Czekala W., Pilarski K., Dach J., Janczak D., Szymańska M. Analiza możliwości zagospodarowania pofermentu z biogazowni. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 2012, Nr 4, 13-15.
 23. Rodriguez Carmona P.C., Witaszek K., Janczak D., Czekala W., Lewicki A., Dach J., Pilarski K., Mazur R. Fermentacja metanowa pomiotu kurzego jako alternatywa i przyjazna środowisku technologia jego zagospodarowania. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska 2014, Vol. 16, nr 1, 21-26.
 24. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 kwietnia 2011 r. w sprawie procesu odzysku R10 [Dz.U. 2011 nr 86 poz. 476].
-

