



## Rational utilization of production residues generated In agri-food

Franciszek CZYŻYK<sup>1</sup>, Maria STRZELCZYK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Dolnośląski Ośrodek Badawczy, 51-209 Wrocław, ul. Berlinga 7, tel.: 71 367 80 92, fax: 71 367 80 92, e-mail: f.czyzyk@itep.edu.pl

### Abstract

The agriculture and agri-food industry generate large quantities of production residues. The amount of residues depends on type and volume of production but also on the technologies used. In the agri-food industry the most residues are produced in the sugar industry, dairy industry, fruit and vegetable processing, distilling of alcohol and brewing. The biomass of these residues is a huge potential for energy and fertilizers. It should be used in accordance with the principles of the bio-economy and it should be processed into bioenergy and bioproducts (animal feed, organic fertilizers). The use of biomass depends on its physical and chemical properties. In order to reduce the amount of production residues the agricultural holdings and food establishments should implement rational materials and raw materials management. They should also apply the best available technologies of production. Proportion of the mass of the residues (side products and wastes) to the quantities of finished products should be regarded as one of the main evaluation indicators of modern manufacturing technology and indicators of protection of environmental quality. Rational utilization of production residues is necessary for economic and environmental reasons.

**Keywords:** production residues, utilization, bioeconomy

### Streszczenie

Racjonalne wykorzystanie pozostałości poprodukcyjnych sektora rolno-spożywczego

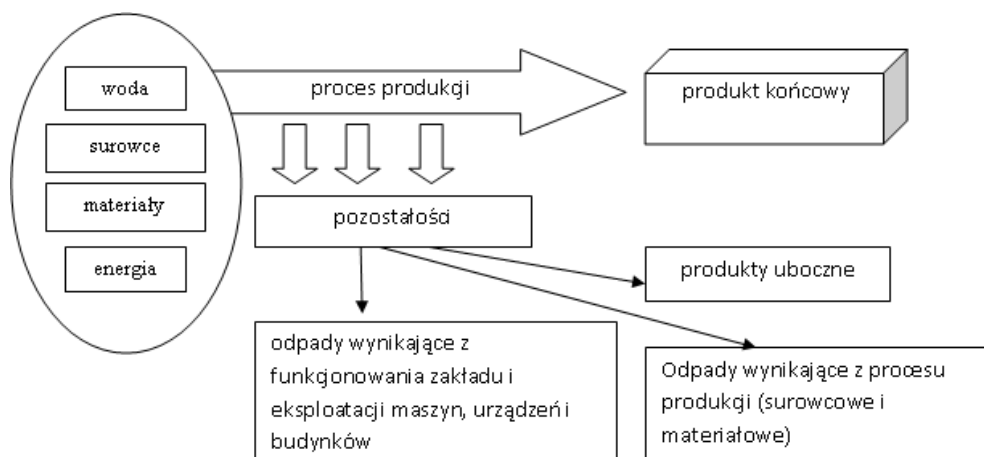
W rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym powstają duże ilości pozostałości poprodukcyjnych, zależnie od rodzaju i wielkości produkcji ale także od stosowanych technologii. W przemyśle rolno-spożywczym najczęściej pozostałości powstaje w cukrownictwie, mleczarstwie, przetwórstwie owocowo-warzywnym, gorzelnictwie browarnictwie. Biomasa tych pozostałości stanowi olbrzymi potencjał energetyczny i nawozowy. Powinna być wykorzystywana zgodnie z zasadami biogospodarki, czyli przetworzona na bioenergię lub bioprodukty (pasze, nawozy organiczne) w zależności od jej właściwości fizyczno-chemicznych. W celu zmniejszenia ilości powstających pozostałości gospodarstwa rolne i zakłady produkcyjne powinny prowadzić racjonalną gospodarkę materiałowo-surowcową i stosować najlepsze dostępne technologie produkcji. Stosunek masy pozostałości (produktów ubocznych i odpadów) do ilości produktów finalnych, powinien być uznany za jeden z głównych wskaźników nowoczesności technologii produkcji i ochrony czystości środowiska. Racjonalne wykorzystanie pozostałości poprodukcyjnych jest koniecznością dyktowaną względami gospodarczymi i ekologicznymi.

**Słowa kluczowe:** pozostałości poprodukcyjne, utylizacja, biogospodarka

### 1. Wstęp

Każda produkcja, w tym także rolna oraz przetwarzanie surowców rolnych, powoduje powstawanie różnego rodzaju pozostałości poprodukcyjnych. Racjonalizacja gospodarowania tymi pozostałościami może w znaczący sposób wpłynąć na zmniejszenie negatywnych skutków produkcji żywności na środowisko, zwłaszcza na jakość wód i powietrza oraz kondycję gleb. Pozostałościami poprodukcyjnymi są substancje lub przedmioty, których powstanie nie jest celem danego procesu produkcyjnego, lecz ubocznym skutkiem jego przeprowadzenia.

Surowce i materiały stosowane w procesach produkcyjnych na ogół nie są w pełni wykorzystane, wskutek czego powstają pozostałości surowcowe i materiałowe stanowiące produkty uboczne oraz różnego rodzaju odpady wynikające z eksploatacji maszyn, urządzeń i zabudowań. (Rys.1.1.). Powstawanie niektórych z nich, zwłaszcza w dużej ilości, nie zawsze jest nieuniknione i uzasadnione. Dlatego w zakładach produkcyjnych konieczne jest prowadzenie działań zmierzających do ograniczenia powstawania pozostałości i stosowanie strategii prewencyjnych takich jak czystsza produkcja (CP-ang. „Cleaner Production”). Polega to głównie na prowadzeniu racjonalnej gospodarki surowcowo-materiałowej i stosowaniu nowoczesnych (najlepszych) technologii produkcyjnych nastawionych na zmniejszenie zużycia wody i energii oraz racjonalne zagospodarowanie pozostałości i odzysk (recykling) odpadów.

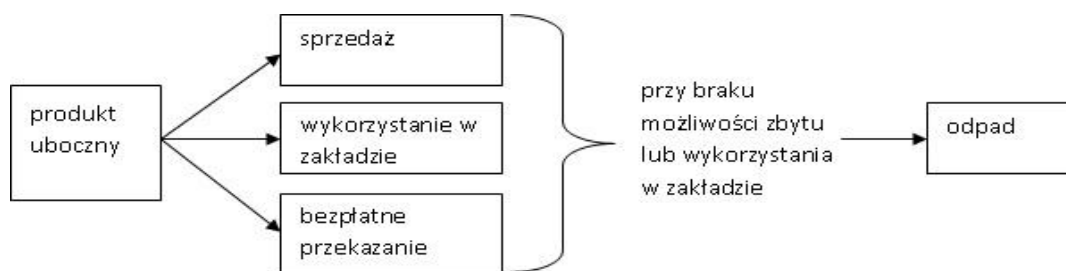


Rys.1.1. Schemat powstawania produktów i pozostałości w procesie produkcyjnym. Źródło: opracowanie własne.

Pozostałości poprodukcyjne w zależności od ich właściwości i spełnienia określonych warunków, mogą być sklasyfikowane jako produkty uboczne lub odpady. Według Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008r. w sprawie odpadów oraz uchylającej niektóre dyrektywy (Dz. Urz. UE L312/3), a także polskiej ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2013 r. Nr 0, poz. 21 art. 10), produktami ubocznymi są substancje lub przedmioty powstające w wyniku procesu produkcyjnego, którego podstawowym celem nie jest ich produkowanie jeżeli: dalsze ich wykorzystanie jest pewne, mogą być wykorzystane bezpośrednio bez dalszego przetwarzania innego niż normalna praktyka przemysłowa, powstają jako integralna część procesu produkcyjnego, dalsze ich wykorzystanie jest zgodne ze wszystkimi istotnymi wymaganiami dotyczącymi Ochrony Środowiska oraz zdrowia i życia ludzi oraz z obowiązującym prawem.

Wytwórcy pozostałości spełniających powyższe warunki zobowiązani są przedłożyć marszałkowi województwa zgłoszenie uznania przedmiotu lub substancji za produkt uboczny (art. 11 ustawy o odpadach). Nie obowiązuje to w przypadku materiałów paszowych, w stosunku do których stosowane są inne przepisy m.in. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 767/2009 z dnia 13 lipca 2009 r. w sprawie wprowadzania na rynek i stosowania pasz...).

Produkty uboczne powinny być w pierwszym rzędzie wykorzystane w miejscu ich powstawania lub sprzedane, a w warunkach trudności ze zbytem mogą być przekazywane bezpłatnie. W przypadkach, kiedy nie ma możliwości zbytu lub bezpłatnego przekazania produktów ubocznych, mogą być one z konieczności traktowane jako odpady (Rys.1.2.). W takich przypadkach powinny być one zagospodarowane lub likwidowane sposobami wynikającymi z ich właściwości fizyczno-chemicznych.



Rys.1.2. Schemat postępowania z produktami ubocznymi. Źródło: Opracowanie własne.

Zgodnie z Ustawą z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2013 r. Nr 0, poz. 21) „odpady oznaczają każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza pozbyć się lub do ich pozbycia się jest zobowiązany”. Substancje i przedmioty zaliczane do odpadów należy poddawać procesom odzysku całkowitego lub częściowego. W przypadkach gdy odpady nie nadają się do odzysku należy je unieszkodliwić i likwidować w sposób jak najmniej szkodliwy dla środowiska i zawsze zgodny z wymaganiami obowiązujących przepisów prawnych.

## 2. Wykorzystanie pozostałości poprodukcyjnych z rolnictwa i przetwórstwa rolno-spożywczego

W rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym powstają głównie pozostałości organiczne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Tego rodzaju pozostałości mają określone wartości nawozowe, energetyczne i odżywcze. Powinny one być wykorzystane zgodnie z zasadami biogospodarki. Według Komisji Europejskiej [1] biogospodarka obejmuje produkcję odnawialnych zasobów biologicznych oraz przekształcanie tych zasobów i strumieni odpadów w produkty o wartości dodanej, takie jak żywność, paszę, bioprodukty i bioenergie.

W trakcie wyboru sposobów przerobu i zagospodarowania pozostałości organicznych konieczne jest wnikliwe przeanalizowanie trzech następujących kierunków ich zagospodarowania:

1. Rolnicze wykorzystanie przez bezpośrednie nawożenie gleb (rozprowadzenie a polach i przeoranie) lub produkcję nawozów, np. kompostu,
2. Wykorzystanie do produkcji pasz,
3. Wykorzystanie do celów energetycznych przez: suszenie, brykietowanie i wykorzystanie jako opału, poddanie procesowi fermentacji metanowej i produkcję biogazu, poddanie procesowi fermentacji alkoholowej i produkcja etanolu.

Powstające w rolnictwie pozostałości roślinne, paniny i powykopkowe oraz z czyszczenia i przechowywania plonów, powinny być zagospodarowywane w miejscu ich powstania. Ze względu na występujący zwykle deficyt substancji organicznej w glebie najbardziej racjonalnym sposobem zagospodarowania pozostałości poźniwnych jest ich zwracanie do gleby. Należy je rozdrabniać i równomiernie rozprowadzać na polach i przyorać. Słoma zbożowa może być też wykorzystywana jako ściółka dla zwierząt lub na cele energetyczne. Pozostałości z czyszczenia i przechowywania plonów na ogół nie są przydatne do bezpośredniego zagospodarowania na polach (m.in. przez zachwaszczenie). Najwłaściwszym sposobem ich zagospodarowania (z wyjątkiem pośladu) jest kompostowanie z innymi materiałami roślinnymi (trawą, chwastami) i odpadami kuchennymi. Poślad należy wykorzystać jako paszę dla drobiu lub przekazać kołom łowieckim jako pokarm dla dzikich ptaków.

W przetwórstwie rolno-spożywczym wykorzystywane są różnego rodzaju surowce i materiały oraz rozmaite procesy i technologie produkcji. Dlatego pozostałości organiczne z przetwórstwa rolno-spożywczego są bardziej zróżnicowane niż pozostałości z produkcji rolnej, a ich wykorzystanie jest na ogół znacznie trudniejsze i najczęściej niemożliwe w miejscu powstawania.

Według Kumidera i Zielnicy [2] ścieki, odchody hodowlane i odpady przemysłu rolno-spożywczego stanowią bardzo trudny problem dla przemysłu i Środowiska z następujących względów:

1. Są rozprzestrzenione na całym obszarze kraju,
2. Występują przeważnie okresowo (kampanijnie),

3. Powstają w dużych ilościach i różnym skupieniu,
4. Są nietrwałe i szybko się psują wydzielając uciążliwe i w większości szkodliwe produkty rozkładu,
5. Mają różny skład chemiczny tak więc wymagają szczególnych metod ich utylizacji lub unieszkodliwienia.

Ilość pozostałości organicznych w przetwórstwie rolno-spożywczym zależy głównie od rodzaju i wielkości produkcji, ale także od stosowanych technologii i gospodarki surowcowo-materiałowej prowadzonej w zakładach. Zakłady produkcyjne powinny stosować najlepsze dostępne techniki BAT, w celu uzyskania dobrej jakości produktów oraz minimalizacji pozostałości poprodukcyjnych [3]. Stosowanie tych technik skutkuje zmniejszeniem stosunku masy pozostałości poprodukcyjnych do produktów finalnych. Przykładem modernizacji procesów technologicznych, prowadzących do zmniejszenia, a nawet prawie całkowitej eliminacji pozostałości poprodukcyjnych, jest proponowane przez Kumidera i Zielnicę [4, 2] wykorzystanie całości pomidorów, łącznie z pestkami i skórą, do produkcji przecieru pomidorowego. Wymaga to specjalnych urządzeń do miążkiego rozdrabniania skórek i nasion, lecz zwiększa nie tylko ilość, ale także i wartość odżywczą przecieru. Według tych autorów taka technologia wzbogaca przecier w nienasycone kwasy tłuszczowe, związki antyutleniające (flawonoidy), aminokwasy egzogenne oraz błonnik pokarmowy i równocześnie pozwala na niemal całkowite wykorzystanie surowca.

Każda gałąź przemysłu rolno-spożywczego charakteryzuje się własnymi wskaźnikami ilości powstawania pozostałości z procesów produkcyjnych, lecz nawet w zakładach tej samej gałęzi wielkości tych wskaźników są znacznie zróżnicowane [5].

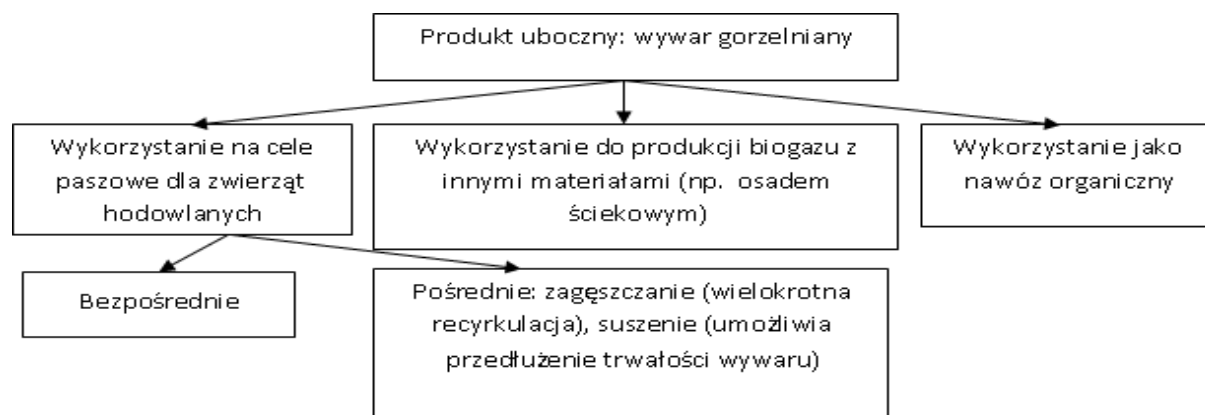
Największe ilości pozostałości organicznych powstają w przemysłach: cukrowniczym, browarniczym i gorzelnianym (tabela 2.1.). Przedstawione w tabeli 2.1. wyniki dotyczące tylko niektórych branż, świadczą o olbrzymim potencjale energetycznym i nawozowym biozasobów powstających w przemyśle rolno-spożywczym.

Tabela 2.1. Szacunkowa ilość organicznych pozostałości poprodukcyjnych w wybranych gałęziach przemysłu rolno-spożywczego w 2012 r. według: \* wg danych GUS [6], \*\* danych GUS [7], \*\*\* obliczone na podstawie wskaźników zawartych w Wytocznych... [5], oznaczenia: <sup>1)</sup> mleko przetworzone <sup>2)</sup> w tym 2307648 serwatka, <sup>3)</sup> w tym soki, <sup>4)</sup> w przeliczeniu na spirytus.

gałąź przemysłu,	produkcja roczna *	wskaźnik ilościowy pozostałości poprodukcyjnych **	roczna ilość pozostałości poprodukcyjnych w Mg,
cukrowniczy,	1966000 Mg	3540 kg·Mg <sup>-1</sup>	6959640
mleczarski,	2691000 Mg <sup>1)</sup>	841,0 kg·Mg <sup>-1</sup>	2263131 <sup>2)</sup>
owocowo-warzywny,	7800000 Mg <sup>3)</sup>	174 kg·Mg <sup>-1</sup>	1357200
ziemniaczany,	135000 Mg	1180 kg·Mg <sup>-1</sup>	159300
gorzelniany,	103000000 dm <sup>3</sup> <sup>4)</sup>	2,01 kg·dm <sup>-3</sup>	207030
słodowy,	382000 Mg	90 kg·Mg <sup>-1</sup>	34380
browarniczy,	39600000 hl	21,21 kg·hl <sup>-1</sup>	839916
drożdżowy,	65600 Mg	18,20 kg·Mg <sup>-1</sup>	1194

Pozostałości organiczne (produkty uboczne i odpady), w zależności od ich właściwości fizykochemicznych, mogą być wykorzystane do celów nawozowych, paszowych lub energetycznych. Podczas wyboru odpowiedniego kierunku zagospodarowania pozostałości należy uwzględnić następujące kryteria [3, 5]: efekty środowiskowe i zgodność z wymaganiami przepisów prawnych, wykonalność pod względem technicznym i finansowym oraz efekty ekonomiczne. Nie zawsze jest jednak możliwy wybór według tych kryteriów. W niektórych przypadkach o sposobie zagospodarowania pozostałości decydują uwarunkowania lokalne. Przykładem może być postępowanie z wywarem gorzelnianym. Wywary gorzelniane zawierają wielorakie składniki mineralne i organiczne, jak np. białko, włóknik, tłuszcz, aminokwasy, witaminy (głównie z grupy B). Ze względu na swój skład chemiczny wywary gorzelniane ziemniaczane i zbożowe są cenną paszą dla bydła, trzody chlewnej i drobiu [8]. Występują

jednak przypadki braku odbiorców wywaru i wówczas konieczne jest stosowanie innych sposobów jego zagospodarowania (Rys.2.1.).



Rys.2.1. Schemat postępowania z wywarem gorzelnianym. Źródło: Opracowanie własne.

Wybierając sposób zagospodarowania pozostałości organicznych należy zawsze brać pod uwagę możliwość ich kompleksowego (wspólnego) zagospodarowania, czyli łączenia np. odpadów roślinnych z osadami ściekowymi czy też odchodami zwierzęcymi. Może to być realizowane przez tworzenie centrów paliwowo-energetyczno-chemicznych (CPECH) i kompleksów agroenergetycznych [9, 10, 11].

Założeniem CPECH jest wykorzystanie jako surowca wyłącznie biomasy, na którą składają się płody rolne (ziarna roślin oleistych i zbóż, ziemniaki, kukurydza) oraz odpady rolno-spożywcze (słoma, drewno, makuchy, śruta) i produkty przeznaczone do utylizacji w tym odpady komunalne [11]. W CPECH przewiduje się wszechstronne wykorzystanie biomasy pochodzącej z różnych źródeł, jak również dywersyfikację otrzymywanych produktów o dużej wartości dodanej.

Przekształcanie (konwersja) biomasy w biopaliwa lub energię elektryczną i ciepłą, może być prowadzone różnymi metodami, w zależności od jej właściwości fizyczno-chemicznych, z uwzględnieniem omówionych wcześniej kryteriów. Na rysunku 2.2. przedstawiono stosowane metody konwersji biomasy w biopaliwa oraz energię ciepłą i elektryczną.

Wybór sposobu zagospodarowania biomasy produktu ubocznego lub odpadu powinien być poprzedzony analizą warunków lokalnych i efektywności zastosowanego sposobu przetwarzania. Przykładem może tu być wybór sposobu zagospodarowania produktu ubocznego, jakim są w cukrowniach wysłodki buraczane. Jest to produkt tradycyjnie wykorzystywany jako wartościowa pasza dla bydła koni i trzody chlewnej. Również obowiązujące przepisy uznają wysłodki za cenny materiał paszowy [12]. Jednak wysłodki mogą być uznane jako materiał paszowy tylko wtedy gdy spełniają wymagania jakościowe ww Rozporządzeniem. Zła jakość wysłodków i niespełnienie wymagań przepisów, a także brak odbiorców sprawiają, że stają się one odpadem (kod odpadu 020480). Wysłodki buraczane jako odpad mogą być wykorzystane na cele energetyczne. Są one pełnowartościowym surowcem do przetwarzania na biogaz lub etanol [2, 13, 14]. Z 1 kg suchej masy wysłodków buraczanych można uzyskać około 430 dm<sup>3</sup> metanu [15]. Maksymalna wydajność etanolu wynosi natomiast 100g·kg<sup>-1</sup> s.m. wysłodków [16]. Rzeczywista (praktyczna) wydajność etanolu zależy warunków fermentacji i jest mniejsza od maksymalnej (teoretycznej). Według Gumiennej [17] w dobrych warunkach fermentacji można uzyskać wysoką wydajność etanolu w ilości 87,7% wydajności teoretycznej. Można więc przyjąć, że z 1 kg suchej masy wysłodków buraczanych uzyska się 100 g·0,8777 czyli ok. 88 g etanolu. Dla porównania efektu energetycznego przyjęto średnią wartość energetyczną biogazu wynoszącą 23 MJ/m<sup>3</sup> i etanolu 29,6 MJ/kg [18].

Wartość energetyczna wytworzonych produktów:

- biogaz  $0,430 \text{ m}^3 \cdot 23 \text{ MJ/m}^3 = 9,89 \text{ MJ}$

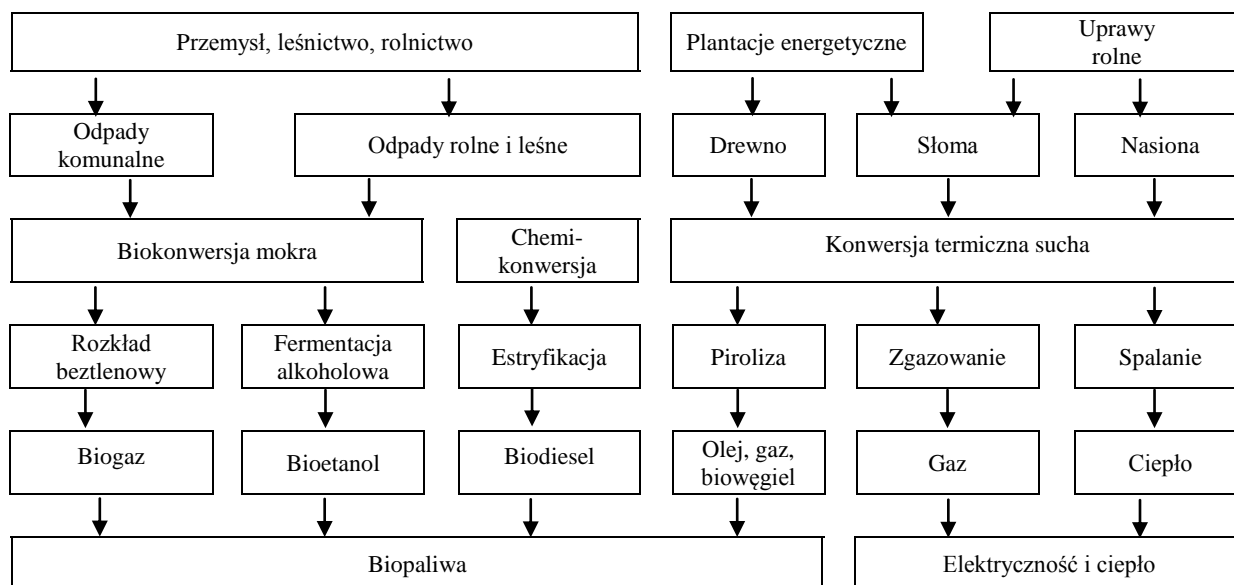
- etanol  $0,088 \text{ kg} \cdot 29,6 \text{ MJ/kg} = 2,60 \text{ MJ}$

Z powyższego obliczenia wynika, że wykorzystanie wysłodków buraczanych do produkcji biogazu jest zdecydowanie korzystniejsze niż do produkcji etanolu.

Według Lewandowskiego i in. [19] najbardziej opłacalna jest konwersja w biopaliwa ciekłe lub gazowe. Najmniej opłacalnym i najmniej korzystnym ze względów ochrony środowiska sposobem konwersji biomasy jest jej bezpośrednie spalanie lub współspalanie z paliwami kopalnymi, ze względu na jej właściwości (m.in. wilgotność, właściwości przemiałowe, zawartość składników powodujących korozję instalacji) czy wartość energetyczną. Istnieje też możliwość konwersji biomasy w tzw. biowęgiel, jednak technologia ta obecnie jest zbyt droga w Polsce, aby mogła odegrać znaczącą rolę na rynku energetycznym.

Pozostałości organiczne powstające w rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym nie w każdym przypadku nadają się do przetworzenia na biopaliwa czy energię. Ta część biomasy odpadowej, która ze względu na swoje właściwości lub małe ilości (np. plewy, zielona masa z ogrodów przydomowych, łąciny itp.) nie nadaje się do przetwarzania na energię, powinna być kompostowana lub wykorzystywana bezpośrednio do nawożenia gleby. Korzystne jest kompostowanie odpadów roślinnych z osadami z wiejskich oczyszczalni ścieków. Osady takie na ogół nie zawierają nadmiernych ilości metali ciężkich i nadają się do kompostowania i rolniczego wykorzystania. Wspólne ich kompostowanie z odpadami roślinnymi nie tylko poprawia parametry i przebieg procesu kompostowania, ale daje też wartościowy i bezpieczny nawóz organiczny [20].

W przetwórstwie rolno-spożywczym, jak też w rolnictwie, powstają pozostałości pochodzenia zwierzęcego (padłe zwierzęta, pozostałości z uboju i przetwórstwa mięsnego). Podczas gromadzenia, przetwarzania, transportu i zagospodarowania tych pozostałości należy zawsze stosować się do aktualnych wymagań i warunków podanych w przepisach prawnych np. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określających przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi.



Rys.2.2. Źródła i rodzaje biomasy oraz metody ich konwersji według: Lewandowski i in. 2010 wg. Final Report of Grant Ballard-Tremeer, 2007.

W gospodarstwach rolnych i zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego powstają też różnego rodzaju pozostałości, będące skutkiem eksploatacji urządzeń, maszyn, sprzętu oraz remontów i prac porządkowych. Są to głównie: opakowania, przepracowane oleje i smary, zużyte opony, akumulatory, baterie, zużyte części narzędzi, maszyn, sprzętu elektrycznego, gruz, żużel, popiół, materiały bitumiczne, pozostałości środków ochrony roślin i opakowania po nich. Tych pozostałości nie można zaliczyć do produktów ubocznych. Są to odpady i sposób postępowania z nimi musi być zgodny z wymaganiami ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2013 r. Nr 0, poz. 21). Według artykułu 17 tej ustawy obowiązuje następująca hierarchia postępowania z odpadami:

1. Zapobieganie powstawaniu odpadów,
2. Przygotowanie do ponownego użycia,
3. Recykling,
4. Inne procesy odzysku,
5. Unieszkodliwianie.

Zastosowanie powyższej hierarchii postępowania z odpadami prowadzi do przyjęcia takich rozwiązań, które dadzą najlepszy pożądany wynik dla ochrony środowiska, a tym samym dla ochrony zdrowia ludzi. W postępowaniu z odpadami obowiązuje też zasada bliskości (art. 20 ww. ustawy). Odpady z uwzględnieniem ww. hierarchii w pierwszej kolejności poddaje się przetworzeniu w miejscu ich powstawania, a w przypadku gdy nie ma takiej możliwości przekazuje się do najbliższych położonych miejsc ich przetwarzania.

### 3. Podsumowanie

W rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym powstają pozostałości z procesów produkcyjnych oraz odpady eksploatacyjne i opakowaniowe. Ich ilości nie zawsze są nieuniknione i uzasadnione. Dlatego gospodarstwa i zakłady produkcyjne powinny prowadzić racjonalną gospodarkę materiałowo-surowcową i stosować najlepsze technologie produkcji, aby w możliwie największym stopniu zmniejszyć ilość powstających pozostałości. W wyniku tych działań nastąpi zmniejszenie stosunku masy pozostałości i odpadów do produktów finalnych. Stosunek ten należy uznać za jeden z głównych wskaźników oceny technologii produkcji oraz ochrony środowiska.

Pozostałości organiczne powstające w rolnictwie i przetwórstwie rolno-spożywczym powinny być zagospodarowywane zgodnie z zasadami biogospodarki. W zależności od ich właściwości fizyczno-chemicznych, powinny być przetwarzane w bioprodukty: paszę, nawóz, biopaliwa lub bioenergię. Wykorzystanie biomasy upraw energetycznych i pozostałości organicznych z przemysłu rolno-spożywczego do celów biogospodarki wpłynie na poprawę w zakresie prowadzenia zrównoważonej gospodarki zasobami naturalnymi, zmniejszenia zależności od zasobów nieodnawialnych i łagodzenia zmian klimatu.

Inwestycje związane z biogospodarką (kompleksy agroenergetyczne, centra paliwowo-energetyczne) oraz ich eksploatacja spowoduje tworzenie nowych miejsc pracy na terenach wiejskich, stymulację rozwoju tych terenów, lokalną samowystarczalność energetyczną i zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego.

Racjonalne wykorzystanie biomasy pozostałości sektora rolno-spożywczego jest konieczne ze względów gospodarczych, ekologicznych i społecznych.

### Literatura

1. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 13.02.2012 r. COM (2012) 60 final. „Innowacje w służbie Zrównoważonego Wzrostu: biogospodarka dla Europy, online: [http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202\\_innovating\\_sustainable\\_growth\\_pl.pdf](http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_pl.pdf)
2. Kumider J., Zielnica J., 2006. Bioenergetyka szansą dla środowiska naturalnego - wybrane zagadnienia. Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, 1-96.
3. Ministerstwo Środowiska. 2005. Najlepsze dostępne techniki (BAT) – wytyczne dla przemysłu piwowarskiego. Związek Pracodawców Przemysłu Piwowarskiego w Polsce „Browary Polskie”. Warszawa, 1-31.
4. Kumider J., Zielnica J., 2004. Ekologiczne aspekty pozyskiwania i przetwarzania żywności. Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, 1- 96.
5. MRiRW, ITP. 2010. Wytyczne w zakresie wykorzystania produktów ubocznych oraz zalecanego postępowania z odpadami w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym. Falenty-Warszawa, 1-102.
6. GUS, Rocznik Statystyczny Polski 2013.

7. GUS, Rocznik Statystyczny Przemysłu 2012.
  8. Czyżyk F., Kutera J., Marcjasz S. 1997. Oczyszczanie i zagospodarowanie ścieków i wywarów z gorzelnii ziemniaczanych. W: Metody oczyszczania i utylizacji ścieków przemysłu rolno-spożywczego oraz odchodów zwierzęcych z ferm i obiektów inwentarskich. Materiały z seminarium. Falenty, Wyd. IMUZ, 101-110.
  9. Gołaszewski J. 2011. (R)ewolucja w rolnictwie. Centrum Badań Energii Odnawialnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, online:  
[http://www.klaster3x20.pl/sites/default/files/klaster3x20pl\\_563bd5720fa8eef8dbe21fbdd4fd05e4.pdf](http://www.klaster3x20.pl/sites/default/files/klaster3x20pl_563bd5720fa8eef8dbe21fbdd4fd05e4.pdf)
  10. Kiciński J. 2011. Kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej. Czysta Energia Nr 2, 31-40.
  11. Vogt A., Jabłoński S., Kołodziej H., Fałat J., Strzelecki s., Łukaszewicz M. 2012. Projekt centrum paliwowo-energetyczno-chemicznego jako element programu bezpieczeństwa energetycznego realizowanego poprzez strategię rozproszonych źródeł energii. Energetyka-Biogaz, wyniki badań, technologie, prawo i ekonomika w rejonie morza Bałtyckiego. Praca zbiorowa. Wyd. Gdańskiej Szkoły Wyższej, 314-331.
  12. Rozporządzenie (WE) Nr 183/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 stycznia 2005r. ustanawiające wymagania dotyczące higieny pasz.
  13. Ziemiński K., Romanowska J., Kowalska M. 2012. Enzymatic pretreatment of lignocellulosic wastes to improve biogas production. Waste Management 32, 1131-1137.
  14. Santek B., Gwehenberger G., Sanek M. I., Narodoslavsky M., Horvat P. 2010 . Evaluation of energy demand and the sustainability of different bioethanol production processes from sugar beet. Resources, Conservation and Recycling. Volume 54. 872-877.
  15. Kryvoruchko V., Andrea Machmüller A., V., Amon B., Amon T., 2009. Anaerobic digestion of by-products of sugar beet and starch potato processing. Biomass and Bioenergy. Volume 33. Issue 4. 620-627. Online: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953408002365>
  16. Rezić T., Oros D., Marković I., Kracher D., Ludwig R., Santek B. 2013. Integrated hydrolyzation and fermentation of sugar beet pulp to bioethanol. Journal of Microbiology and Biotechnology 23(9): 1244-1252.
  17. Gumienna M., Szambelan K., Jeleń H., Czarnecki Z. 2014. Evaluation of ethanol fermentation parameters for bioethanol production from sugar beet pulp and juice. Journal of Institute of. Brewing. Volume 120: 543-549. online: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jib.181/full>
  18. Ginalski Z. Substraty dla biogazowni rolniczych. online: <http://www.cdr.gov.pl/pol/OZE/substraty.pdf>
  19. Lewandowski W. M., Ryms M., Meler P. 2010. Termiczno-chemiczna piroliza do biopaliw ciekłych i gazowych jako metoda podnoszenia sprawności konwersji energii biomasy. Nafta – Gaz Nr 8., Rok LXVI, 675-680.
  20. Czyżyk F., Kozdraś M., 2004. Właściwości chemiczne i kompostowanie osadów z wiejskich oczyszczalni ścieków. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie t.4 z. 2a(11), 559-569.
-