



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII  
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO  
im. prof. Wacława Dąbrowskiego  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

## *Opracowanie metodologii szacowania zasobów biomasy odpadowej pochodzącej z przemysłu spożywczego (przetwórczego)*



Broszura przygotowana w ramach  
dotacji celowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w roku 2024  
**Zadanie badawcze nr 14:** „Opracowanie metodologii szacowania zasobów biomasy  
odpadowej pochodzącej z przemysłu spożywczego (przetwórczego)”

Zakład Technologii Gorzelnictwa i Odnawialnych Źródeł Energii

**Bydgoszcz, grudzień 2024**

**Kierownik Zadania badawczego nr 14:**

**dr inż. Katarzyna Kotarska**

**Autorzy:**

dr inż. Katarzyna Kotarska

mgr inż. Wojciech Dziemianowicz

mgr inż. Anna Świerczyńska

mgr inż. Michał Lach

**Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego**

**im. prof. Wacława Dąbrowskiego**

**Państwowy Instytut Badawczy**

**Zakład Technologii Gorzelnictwa i Odnawialnych Źródeł Energii**

**ul. Powstańców Wielkopolskich 17**

**85-090 Bydgoszcz**

tel. /+48 52 341 00 82 /

zg@ibprs.pl

## 1. Wstęp

Przemysł spożywczy stanowi jeden z najważniejszych elementów w gospodarce kraju. Wynika to przede wszystkim z konieczności zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego obywateli. Charakteryzuje się dużym rozproszeniem produkcji na terenie Polski, wynikającym przede wszystkim ze specyfikacji i występowania zróżnicowanej bazy surowcowej. Poza produktami końcowymi, w zakładach zajmujących się produkcją i przetwórstwem żywności otrzymuje się także duże ilości odpadów i/lub produktów ubocznych. Odpady z sektora spożywczego to przede wszystkim odpady organiczne, czyli takie które mają w swoim składzie powyżej 50% składników organicznych w przeliczeniu na suchą masę.

Odpady z przetwórstwa można podzielić na powstające w trakcie przygotowywania surowców do przerobu oraz podczas właściwych etapów technologicznych. Właściwości fizyczne i skład chemiczny odpadów zależą od miejsca powstawania odpadów, rodzajów użytych surowców oraz warunków prowadzenia procesów przetwórstwa różnorodnych surowców.

Składowanie odpadów z przemysłu spożywczego ma wpływ na środowisko poprzez zanieczyszczenie wód i gleb, skażenie powietrza, niszczenie walorów estetycznych i krajobrazowych oraz wyłączenie z użytkowania terenów rolnych i leśnych poprzez ich zajmowanie obszarowe. Efektywne gospodarowanie odpadami na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym opiera się w dużym stopniu na procesach odzysku. Głównymi właściwościami warunkującymi kierunek ich zagospodarowania są przede wszystkim wysoka zawartość materii organicznej oraz duża wilgotność, charakteryzująca wiele z substratów w tej grupie. Ze względu na posiadany potencjał organiczny omawiane odpady powinny być zagospodarowane w procesach biologicznych, m.in. fermentacji metanowej.

## 2. Gospodarka zasobami biomasy odpadowej i produktów ubocznych

Gospodarka odpadami jest związana ze specyfiką poszczególnych branż przemysłu spożywczego, rozproszeniem źródeł surowcowych oraz funkcjonowaniem dużej liczby przedsiębiorstw przetwórstwa żywności. Cały proces gospodarki odpadami to wytwarzanie, transportowanie, zbieranie, składowanie oraz przetwarzanie odpadów, a także nadzór nad ilością powstających odpadów oraz ich prawidłowym utylizowaniem. Wszelkie działania w zakresie gospodarki odpadami są regulowane przez wiele aktów prawnych.

Właściwe zarządzanie odpadami jest zasadniczym elementem zapewniającym efektywne użytkowanie zasobów naturalnych i zrównoważony wzrost gospodarczy. W związku z tym Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, implementując ramową dyrektywę odpadową, wprowadziła pięciostopniową hierarchię postępowania z odpadami, w której na szczycie – jako najlepsze postępowanie uznano zapobieganie powstawaniu odpadów, w dalszej kolejności ponowne użycie, recykling, inne formy odzysku, a w ostateczności unieszkodliwianie odpadów. Hierarchia postępowania z odpadami pozwala zmniejszyć obciążenie środowiska naturalnego oraz optymalnie wykorzystać cenne surowce zawarte w odpadach.

### **Hierarchia sposobów postępowania z odpadami:**

- 1. Zapobieganie powstawaniu odpadów** - zmniejszanie ilości odpadów przez ponowne ich użycie lub wydłużenie okresu dalszego używania produktu.
- 2. Przygotowanie do ponownego użycia** - to wydzielenie ze strumienia odpadów produktów, które nadają się do ponownego użycia oraz czynności, które to umożliwiają.
- 3. Recykling** to taki rodzaj odzysku, w ramach którego odpady są ponownie przetwarzane na produkty, materiały lub substancje wykorzystywane w pierwotnym celu lub innych celach. Obejmuje to ponowne przetwarzanie materiału organicznego (recykling organiczny) polegający na obróbce tlenowej, w tym kompostowaniu, lub obróbce beztlenowej odpadów, które ulegają rozkładowi biologicznemu w kontrolowanych warunkach przy wykorzystaniu mikroorganizmów.
- 4. Inne procesy odzysku** – wszystkie działania, których wynikiem jest użyteczne zastosowanie odpadów zamiast innych materiałów, które zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji. Jest to również wykorzystanie odpadów jako paliwa lub innego środka wytwarzania energii.
- 5. Unieszkodliwianie odpadów** jest to proces niebędący odzyskiem, nawet jeżeli wtórnym skutkiem takiego procesu jest odzysk substancji lub energii. To przetwarzanie odpadów, których nie można było poddać recyklingowi lub innemu procesowi odzysku. Do procesów unieszkodliwiania zalicza się m.in.: składowanie, przetwarzanie w glebie i ziemi, retencję powierzchniową (np. umieszczanie odpadów na poletkach osadowych lub lagunach), termiczne przekształcanie. Przez **termiczne przekształcanie odpadów** rozumie się procesy spalania odpadów przez ich utlenianie oraz inne procesy, w tym pirolizę, zgazowanie, proces plazmowy.

Niesegregowane lub nieodpowiednio zagospodarowane odpady, nieodwracalnie degradują środowisko i mogą przyczyniać się do powstawania chorób zarówno u ludzi, zwierząt, jak i roślin. Jednym z celów projektowania nowoczesnego procesu produkcyjnego w przemyśle spożywczym jest minimalizacja powstawania odpadów, jednak technicznie nie da się w pełni wyeliminować ich wytwarzania, dlatego dobra praktyka produkcyjna zaleca wykorzystanie takiej pozostałości w miejscu jej powstawania a jeżeli nie jest to możliwe, to powinny zostać przekazane do najbliższych położonych miejsc, w których mogą zostać przetworzone. Odpady, którym wytworzeniu nie udało się zapobiec należy przede wszystkim poddać odzyskowi poprzez przygotowanie do ponownego użycia, bądź poddanie recyklingowi. Jeśli nadal jest to niemożliwe posiadacz odpadów zobowiązany jest je unieszkodliwić, przy czym należy uprzednio przesegregować odpady nadające się do odzysku. Składowane powinny być wyłącznie te odpady, których unieszkodliwienie w inny sposób było niemożliwe z ww. przyczyn.

Głównym wyzwaniem w gospodarowaniu odpadami na najbliższe lata jest przejście na **gospodarkę o obiegu zamkniętym (GOZ)**, celem którego jest minimalizowanie ilości wytwarzanych odpadów oraz wykorzystywanie odpadów jako zasobów w procesach recyklingu. Odpady stanowią potencjalne zasoby, jeśli są przygotowywane do ponownego

użycia, poddawane recyklingowi, bądź innym metodom odzysku. Odpady unieszkodliwiane mogą być potraktowane jako utrata zasobów i przejaw nieefektywności gospodarki. Celem nadrzędnym gospodarki o obiegu zamkniętym jest efektywne gospodarowanie odpadami, które mogą być zaklasyfikowane do tzw. surowców wtórnych. Zgodnie z ideą GOZ wartość produktów, materiałów i zasobów w gospodarce powinna być utrzymywana tak długo, jak to jest możliwe przy wielokrotnym ich wykorzystaniu, a ilość odpadów ograniczona do minimum. Wielokrotne wykorzystanie biologicznych składników wpisuje się w zasadę kaskadowości, prowadzącą do ograniczenia strat biomasy i materii organicznej, która po wykorzystaniu ich w przemyśle powraca do środowiska naturalnego.

### 3. Rodzaje odpadów pochodzących z przemysłu spożywczego

Przemysł spożywczy obejmuje wiele sektorów. W każdym z nich powstają produkty o określonej trwałości i przydatności do spożycia oraz odpady. Gospodarka odpadami przewiduje przede wszystkim klasyfikację odpadów na poszczególne grupy, podgrupy i rodzaje odpadów. Wszystkie odpady, zanim zostaną odebrane z miejsca ich wytworzenia, powinny zostać zaklasyfikowane do odpowiedniej grupy. Dzięki temu możliwa jest uporządkowana gospodarka odpadami oraz ich bezpieczna utylizacja.

Klasyfikacja ta uwzględnia następujące czynniki:

- źródło powstawania odpadów;
- właściwości powodujące, że odpady są odpadami niebezpiecznymi, określone w Rozporządzeniu (UE) nr 1357/2014 i w Rozporządzeniu (UE) 2017/997,
- składniki odpadów, dla których przekroczenie wartości granicznych stężeń substancji niebezpiecznych może powodować, że odpad jest odpadem niebezpiecznym.

W tabeli 1 przedstawiono przykładową klasyfikację odpadów z przemysłu spożywczego.

**Tabela 1.** Klasyfikacja odpadów z przemysłu spożywczego według przyjętych kodów.

Kod	Rodzaj odpadu
02 02	Odpady z przygotowania i przetwórstwa produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego
02 03	Odpady z przygotowania, przetwórstwa produktów i używek spożywczych oraz odpady pochodzenia roślinnego, w tym odpady z owoców, warzyw, produktów zbożowych, olejów jadalnych, kakao, kawy, herbaty, oraz przygotowania i przetwórstwa tytoniu, drożdży i produkcji ekstraktów drożdżowych, przygotowywania i fermentacji melasy (z wyłączeniem 02 07)
02 04	Odpady z przemysłu cukrowniczego
02 05	Odpady z przemysłu mleczarskiego
02 06	Odpady z przemysłu piekarniczego i cukierniczego
02 07	Odpady z produkcji napojów alkoholowych i bezalkoholowych (z wyłączeniem kawy, herbaty i kakao)

### **3.1. Odpady mięsne**

W ramach przemysłu mięsnego, który obejmuje działalność związaną z przetwarzaniem surowców mięsnych, tj.: przetwarzanie i konserwowanie mięsa oraz produkcja wyrobów mięsnych, uwzględniając również porcjowanie, plasterkowanie i paczkowanie, za odpad mięsny uznaje się wszystko to, co nie jest kością oraz nie powstało w wyniku przerobu kości. Wśród odpadów i produktów ubocznych w ramach tego sektora wymienić można, m.in.: krew, jelita, gruczoły wydzielania wewnętrznego, zewnętrznego oraz o wydzielaniu mieszanym, skóry ze zwierząt rzeźnych, szczecinę, podroby, rogowizny. Podstawową cechą odpadów z przemysłu mięsnego jest wysoki udział związków organicznych: od 51% do 81%.

### **3.2. Odpady z przemysłu owocowo-warzywnego**

Przemysł owocowo-warzywny obejmuje działalność związaną z pozyskaniem owoców i warzyw przeznaczonych do spożycia, jak i z ich przetwarzaniem na takie przetwory jak, m.in. soki, napoje, konserwy, marynaty czy dżemy. Wytwarzanie odpadów i ich właściwości zależą od rodzaju i masy przerabianych surowców, technologii produkcji oraz lokalnych możliwości paszowego użytkowania poprodukcyjnych mas. Przy produkcji soku zagęszczonego z jabłek powstaje średnio 3 l odpadów i 1 kg wytlóków/ 1 kg produkcji.

Do odpadów i produktów ubocznych zaliczyć można, m.in.: odsortowane owoce i warzywa niezdatne do spożycia, wylłoki z produkcji soków i zagęszczonych soków, niejadalne części owoców i warzyw - obierki, pestki, czy liście. W przetwórstwie owocowo-warzywnym wytwarzane są przede wszystkim odpady organiczne, których ilość może wynieść nawet do 30% masy przetwarzanego surowca. Największą ilość stanowią wylłoki owocowe, z czego ponad 90% to wylłoki jabłkowe, które powstają w wyniku produkcji zagęszczonych soków jabłkowych.

Szacuje się, że około 90% odpadów z przetwarzania owoców i warzyw jest sprzedawane i wtórnie wykorzystywane. Istnieją obecnie liczne możliwości w zakresie odzysku odpadów z przemysłu owocowo-warzywnego: pasze, susze owocowe, pozyskiwanie pektyn, destylaty owocowe, produkcja kwasu cytrynowego, aromaty i barwniki; unieszkodliwianie pestek owocowych na czyściwa polernicze, oleje, produkcja furfuralu.

### **3.3. Odpady z przemysłu cukrowniczego**

Z uwagi na kampanijny charakter produkcji cukrowniczej (ok. 3 miesięczny) odpady w tym sektorze powstają okresowo. Produkcja cukru z buraka zalicza się do odpadotwórczej i obecnie nie są znane technologie produkcji cukru mogące zminimalizować ilości powstających odpadów. Głównym rodzajem generowanych w ciągu technologicznym odpadów są wysłodki, a także melasa, osady z mycia i czyszczenia buraków. Powstają również węglan wapnia oraz wapno defekacyjne. Odpady w przemyśle cukrowniczym stanowią 20–40% ogólnej masy buraków cukrowych a osady ściekowe ok. 50%. Ponad 84% odpadów wytwarzanych w kraju w tym sektorze jest poddawanych odzyskowi, przeważnie są one odsprzedawane rolnikom, którzy stosują osady spławiakowe i osady defekosaturacyjne do nawożenia gleby.



### **3.4. Odpady z przemysłu mleczarskiego**

Przemysł mleczarski obejmuje działalność związaną z pozyskaniem i przetwarzaniem mleka na produkty mleczarskie, jak np. mleko spożywcze, napoje mleczne, sery i masło. Wśród odpadów i produktów ubocznych w ramach tego sektora wymienić można m.in.: pozostałości produktów, serwatkę, permeat, czy ścieki. Blisko 99% odpadów tej branży w Polsce jest poddawanych odzyskowi, składa się jedynie 1,1% powstających odpadów.

Głównym odpadem jest serwatka, która powstaje w wyniku wytwarzania serów. Około 50% skupionego mleka jest przerabiana z powstawaniem serwatki. Przy produkcji sera przetworzenie 1 kg mleka skutkuje powstaniem ok. 0,7 kg serwatki. Ocenia się, że obecnie zaledwie 15–18% serwatki jest przetwarzane. Odpady z tego przemysłu nie są zaliczane jako odpady niebezpieczne w katalogu odpadów gdy nie zawierają żadnych substancji niebezpiecznych ani niebezpiecznych właściwości. Jednak właściwości fizykochemiczne tych odpadów, szczególnie duża zawartość biodegradowalnych substancji organicznych, sprawia, że niekorzystnie wpływają na środowisko.

Najpowszechniejsze obecnie metody zagospodarowania serwatki to: sprzedaż na pasze, suszenie, przetwarzanie na wyroby jadalne, stosowanie jako dodatku w produkcji alkoholu.

### **3.5. Odpady z przemysłu piekarniczego i cukierniczego**

Odpady piekarsko-cukiernicze są bogate w wysokoenergetyczne związki organiczne. Pieczywo charakteryzuje się stosunkowo dużą wartością energetyczną w zakresie od 210 do 300 kcal/100 g. W zależności od składu, pieczywo zawiera od 49 do 60% węglowodanów w tym maksymalnie 5% cukrów prostych i dwucukrów. W związku ze wzrastającymi wymaganiami konsumentów dotyczącymi świeżości kupowanego pieczywa, zwiększa się ilość pieczywa niesprzedanego po terminie przydatności do spożycia. Przyjmuje się, że corocznie powstaje ponad 170 tys. ton wyrobów piekarniczych klasyfikowanych jako odpad.

### **3.6. Odpady z przemysłu napojów alkoholowych i bezalkoholowych**

Przemysł napojów bezalkoholowych i alkoholowych obejmuje działalność związaną z produkcją napojów takich, jak m.in. napoje spirytusowe, wino oraz piwo. Powstające odpady i produkty uboczne tego sektora to, m.in.: wywar gorzelniczy, młóto browarniane i osady. Na jeden litr wytworzonego alkoholu etylowego powstaje od 9 do 14 litrów wywaru gorzelnianego. Wywar gorzelniczy zawiera wszystkie składniki surowców wprowadzonych do przerobu z wyjątkiem skrobi i cukrów fermentujących, które zostały w procesie fermentacji alkoholowej wykorzystane i przetworzone na etanol. Skład chemiczny odpadów z tego przemysłu uzależniony jest od rodzaju użytego surowca oraz zastosowanego procesu technologicznego.

Stopień odzysku tych odpadów jest bardzo wysoki i wynosi ok. 96%. Odpady z tego przemysłu są stosowane jako pasze lub w celach nawozowych. W przypadku nawozowego zagospodarowania, wywar stosuje się w nieprzetworzonej postaci płynnej, bezpośrednio wylewając na pola zgodnie z procesem odzysku R10 - rozprowadzanie na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub ulepszenia gleby. Natomiast do skarmiania zwierząt najczęściej stosuje się wysuszony wywar DDGS w postaci sypkiej, płatków lub pelletu. Wywar gorzelniczy z

uwagi na wysoką zawartość substancji organicznej, wody i mikroelementów niezbędnych mikroorganizmom do życia bardzo dobrze nadaje się do zbiogazowania. Z 1 kg suchej masy wywaru można uzyskać do 300 litrów biogazu.

#### 4. Wartość energetyczna odpadów spożywczych

Przetwórstwo spożywcze jest źródłem wielu różnych odpadów i produktów ubocznych, które z powodzeniem mogą służyć do produkcji biogazu, nawozów organicznych, środków fermentacyjnych, paszy. Dane statystyczne donoszą, że z całego rynku spożywczego odzyskuje się około 90% pozostałości poprodukcyjnych, reszta (9%) podlega tymczasowemu przechowywaniu, transportuje się na wyspecjalizowane składowiska, a około 1% kieruje się do unieszkodliwienia termicznego ze względu na zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi. Skład chemiczny odpadów oraz ich naturalne pochodzenia powoduje, że najbardziej opłacalnymi metodami ich degradacji są metody biotechnologiczne, które pozwalają na przekształcenie odpadów organicznych w cenne produkty, takie jak biopaliwa, pasza czy nawozy. Odpady stają się zatem cennym surowcem wtórnym i ich przetwarzanie może pozytywnie wpłynąć na bilans ekonomiczny firmy.

Zwiększone wykorzystanie biomasy odpadowej w kierunku produkcji biopaliw będzie stanowić realną alternatywę dla paliw kopalnych i uzupełniać pozostałe źródła OZE. Jeszcze kilka lat temu typowy model produkcji biogazu opierał się na kiszonce z kukurydzy oraz gnojowicy. Jednak w kolejnych latach odchodzono od kiszonki na rzecz różnych odpadów, gdzie przemysł rolno-spożywczy pełnił zasadniczą rolę. Miała na to wpływ przede wszystkim cena substratów, gdyż w przypadku biogazowni rolniczych, zwłaszcza tych, które kupują substraty, ponad 50% kosztów produkcji biogazu stanowią koszty pozyskania surowca. W tej sytuacji najbardziej przydatnymi surowcami są pozostałości i odpady z przemysłu rolno-spożywczego, które mogą być pozyskane za darmo lub w ramach kosztu transportu.

W tabeli 2 zamieszczono wykaz wybranych odpadów z przemysłu spożywczego, mających potencjalne możliwości wykorzystania energetycznego. Dane pochodzą z wyników dostępnych z różnych źródeł informatycznych, jak również z wykonanych badań własnych. Wyniki uzysku biogazu przeliczone zostały na tonę świeżej masy, suchej masy oraz suchej masy organicznej.

**Tabela 2.** Uzysk biogazu z przykładowych odpadów z przemysłu spożywczego.

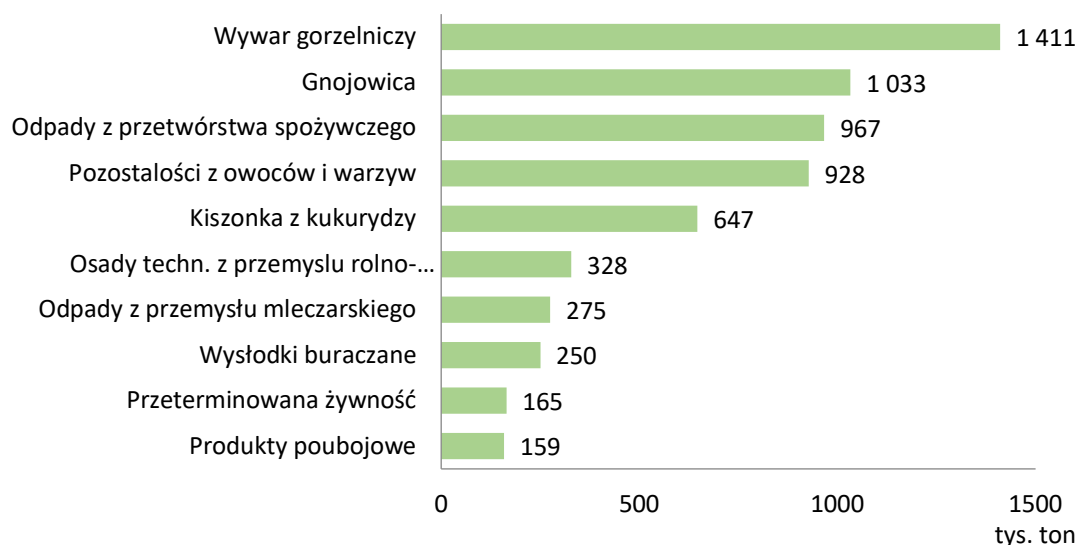
Nazwa substratu	Sucha masa substratu [%]	Produkcja biogazu z 1 t świeżej masy [m <sup>3</sup> /Mg ś.m.]	Produkcja biogazu z 1 t suchej masy [m <sup>3</sup> /Mg s.m.]	Produkcja biogazu z 1 t suchej masy organicznej [m <sup>3</sup> /Mg s.m.o.]	Zawartość metanu [%]
Wytłoki owocowe	35	136	493	573	54
Odpadowa tkanka zwierzęca	37	20	585	865	65
Wysłodki buraczane	95	143	478	670	55
Serwatka	10	135	564	625	49



Odpady cukiernicze	82	135	627	805	50
Wywar gorzelniczy	6	437	672	730	50

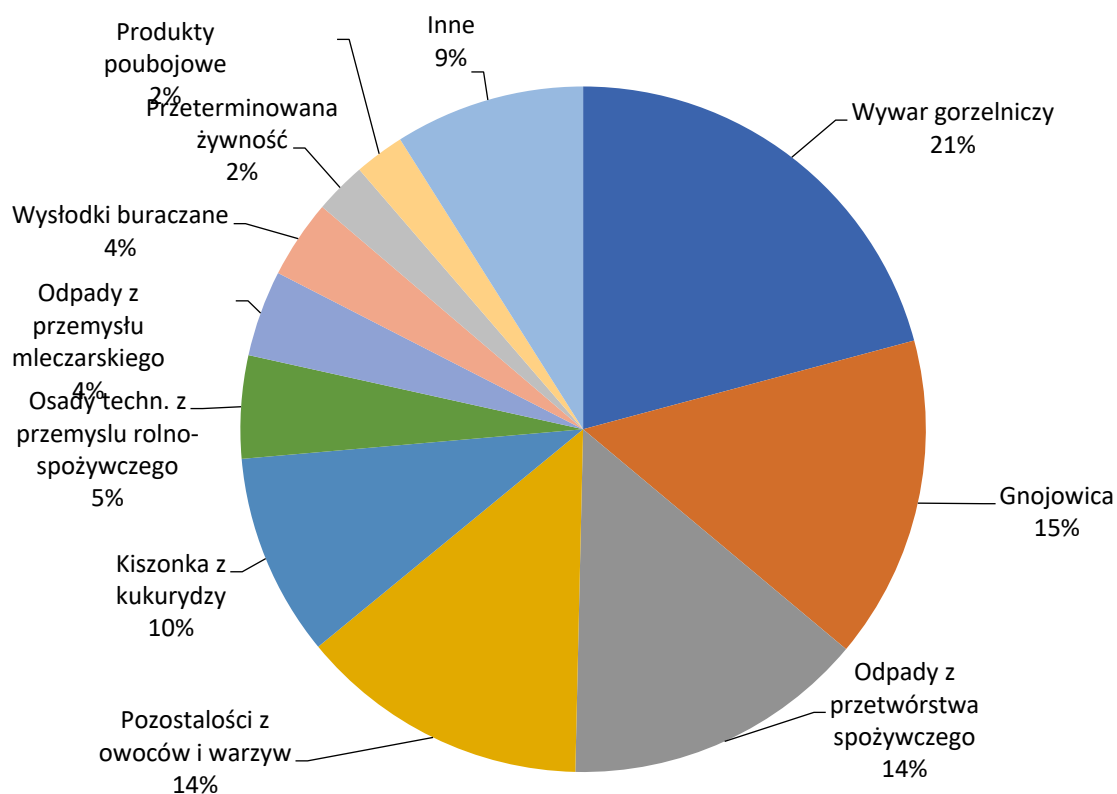
Do produkcji biogazu wykorzystuje się różne substraty pochodzenia organicznego. Z uwagi na to że wiele zakładów spożywczych działa w trybie kampanii co oznacza, że w bardzo krótkim czasie następują dostawy dużej ilości łatwo psujących się produktów, zalecane jest stosowanie kofermentacji. Jest to fermentacja mieszaniny kilku substratów, co sprzyja uzyskaniu lepszych parametrów biogazu oraz zwiększa bezpieczeństwo dostaw surowca. Wykorzystanie odpadów z przemysłu spożywczego na cele energetyczne pozwoli na ich unieszkodliwienie i zmniejszenie kosztów produkcji (wytworzenie własnej energii i ciepła). Szacuje się, że z odpadów rolno-spożywczych można uzyskać ok. 60 mln m<sup>3</sup> biogazu rocznie.

W 2023 r. do produkcji biogazu rolniczego zostało użytych blisko 6,8 mln ton surowców, z czego surowce odpadowe stanowiły ok. 88,3% wszystkich zużytych surowców. Wzrost zużycia surowców do produkcji biogazu rolniczego względem 2022 r. wyniósł 19%. Największe grupy substratów stanowiły: wywar gorzelniczy - 1,41 mln ton, gnojowica – 1,03 mln ton, odpady z przetwórstwa spożywczego – 0,97 mln ton, pozostałości z owoców i warzyw – 0,93 mln ton, kiszonka z kukurydzy – 0,64 mln ton, osady techn. z przemysłu rolno-spożywczego – 0,32 mln ton.



**Rys. 1.** Wykaz surowców zużytych do produkcji biogazu rolniczego w 2023 r.

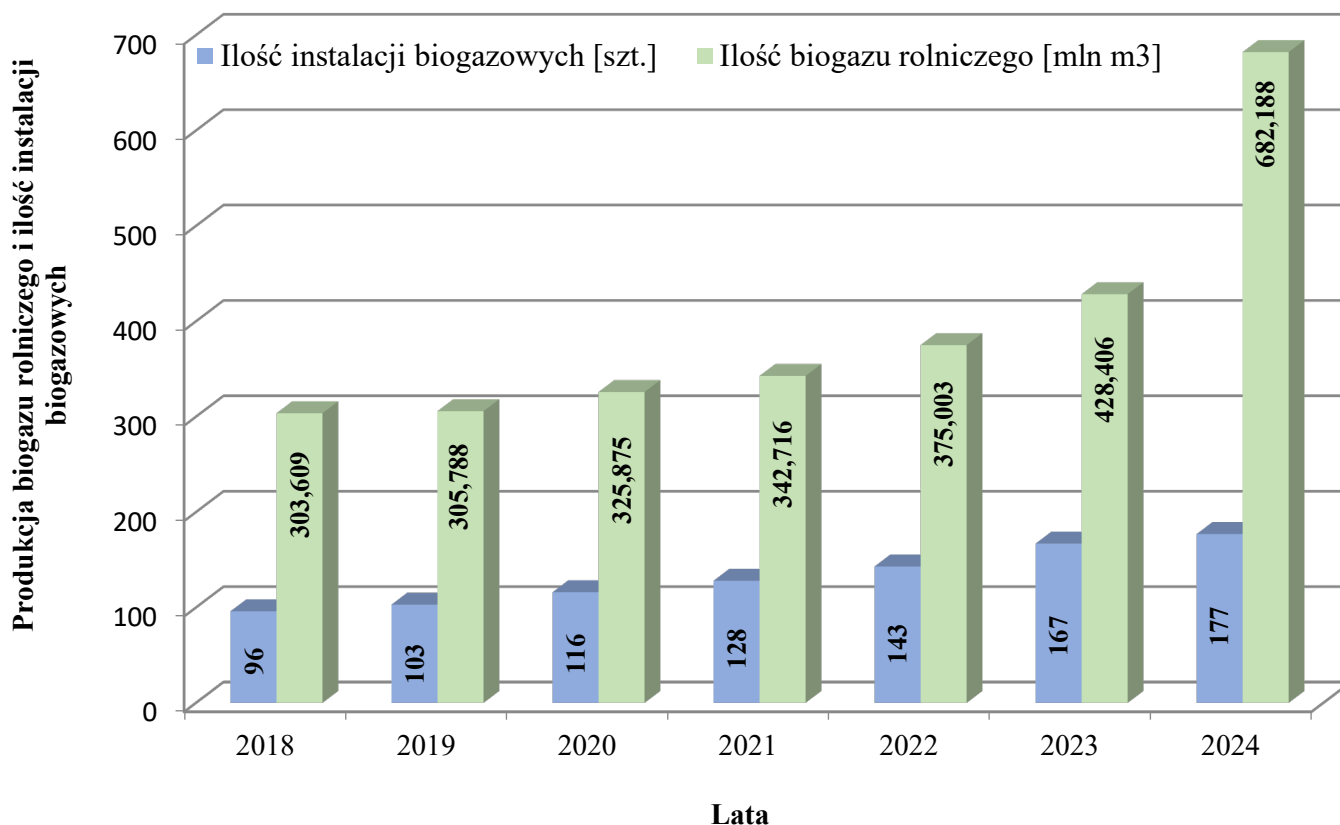
Procentowy udział w grupie surowców zużytych do produkcji biogazu rolniczego w 2023 r. wynosił: 21% wywar gorzelniczy, 15% gnojowica, 14% odpady z przetwórstwa spożywczego, 14% pozostałości z owoców i warzyw, 10% kiszonka z kukurydzy, 5% osady techn. z przemysłu rolno-spożywczego, rys. 2.



**Rys. 2.** Procentowy udział poszczególnych surowców zużytych do produkcji biogazu rolniczego w 2023 r.

Według rejestru KOWR z dnia 10.12.2024 r. w Polsce zarejestrowanych jest 147 wytwórców biogazu prowadzących działalność w 177 biogazowniach. W procesie fermentacji metanowej ww. surowców zarejestrowane w KOWR instalacje pozwalały na wytworzenie 682,1 mln m<sup>3</sup> biogazu rolniczego rocznie. W stosunku do roku 2023 był to wzrost o ponad 59%.

Łączna zainstalowana moc elektryczna instalacji, w której jest wytwarzana energia elektryczna z biogazu rolniczego wynosi 166,5 MW. Wszyscy wytwórcy wpisani do rejestru wykonywali działalność gospodarczą w zakresie wytwarzania biogazu rolniczego, wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła z biogazu rolniczego.



**Rys. 3.** Produkcja biogazu rolniczego oraz ilość instalacji biogazowych w latach 2018-2024 r.

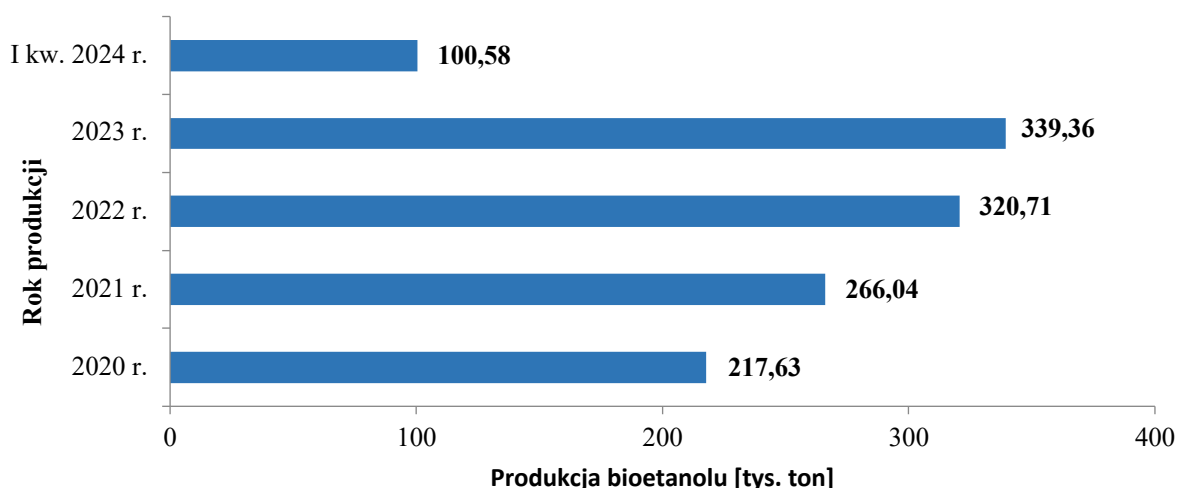
Drugim kierunkiem zagospodarowania odpadów spożywczych na cele energetyczne jest wykorzystanie ich jako surowiec do produkcji bioetanolu, który może być stosowany jako paliwo ciekłe w silnikach spalinowych. Jego wytwarzanie przy użyciu klasycznych technologii wiąże się z użyciem drogich surowców, których koszt może wynosić nawet 60 % ceny gotowego produktu. Dlatego poszukiwane są tanie, odpadowe surowce oraz technologie pozwalające na produkcję etanolu z wysoką wydajnością przy minimalizacji kosztów.

Bioetanol powstaje w wyniku fermentacji mikrobiologicznej cukrów prostych zawartych w biomase. Surowce do produkcji bioetanolu podzielono na cztery różne generacje różniące się składem oraz stosowaną technologią. Surowcem pierwszej generacji są głównie rośliny spożywcze mające wysoką zawartość cukru i skrobi. Surowce drugiej generacji stanowi biomasa odpadowa oraz biomasa zawierająca celulozę. Natomiast do surowców trzeciej generacji należą mikroalgi i cyjanobakterie. Czwartą generację surowców stanowią genetycznie modyfikowana biomasa oraz algi modyfikowane metabolicznie.

Utylizacja surowców odpadowych w procesie fermentacji etanolowej będzie wiązała się z rozwojem produkcji biokomponentów i biopaliw ciekłych oraz będzie stanowiła odpowiedź na dyrektywy unijne. Poprzez wykorzystanie krajowej biomasy odpadowej ograniczone zostanie marnowanie surowców oraz zminimalizowanie zjawiska utraty materii organicznej.

W 2023 r. wyprodukowano 339,39 tys. ton bioetanolu. Głównym surowcem była kukurydza (59% ogółu wykorzystanych surowców). Dodatkowo wykorzystywano zawieszinę skrobi odpadowej o kodzie odpadu 02 03 80 (30%), pozostałości produkcyjne skrobi z

przetwórstwa pszenicy (5%), odpady oraz melasę buraczaną (3%), destylaty z kukurydzy, melasy buraczanej, odpadów i pozostałości (2%) oraz porektyfikaty (1%). Według danych KOWR, w Polsce w 2023 r. rejestr wytwórców biokomponentów obejmuje 22 podmioty, z czego 12 podmiotów jest uprawnionych do produkcji bioetanolu. Na wykresie 4 przedstawiono ilość wyprodukowanego bioetanolu w latach 2020 – I kw. 2024 r.



**Rys. 4.** Produkcja bioetanolu w latach 2020 – I kw. 2024 r.

W tabeli 3 przedstawiono przykładowe wyniki wydajności etanolu uzyskane z odpadów spożywczych. Dane pochodzą z wykonanych badań w ramach realizacji zadania 14.

**Tabela 3.** Wyniki wydajności etanolu z wybranych odpadów spożywczych

Parametr	Odpady cukiernicze	Odpady zbożowe		
		makaron	otręby	mąka
Wydajność etanolu z surowca [L/100 kg]	18-38	43-45	13-18	43-45

Od 1 stycznia 2024 r. na stacjach benzynowych dostępna jest benzyna silnikowa 95 oktanowa o nowym standardzie, zawierająca do 10% biokomponentów (bioetanolu), tzw. paliwo E10. Celem wprowadzenia do obrotu tego paliwa było ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> pochodzącego z sektora transportowego, wzmocnienie bezpieczeństwa paliwowego państwa poprzez zmniejszenie zależności od importu surowców kopalnych, a także zwiększenie wykorzystania surowców rolniczych. W 2024 r. produkcja bioetanolu w Polsce dzięki wprowadzeniu benzyny E10 może być rekordowa i wynieść 550-600 tys. m<sup>3</sup>.

## 5. Źródło:

- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa: „Rośnie produkcja bioetanolu na cele transportowe”.
- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa: „Produkcja biokomponentów w 2023r.”.

- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa: „Dane dotyczące działalności wytwórców biogazu rolniczego”.
- Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa: „Rejestr wytwórców biogazu rolniczego”
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach (tj. Dz.U.2023.1587).
- Uchwała nr 96 Rady Ministrów z dnia 12 czerwca 2023 r. w sprawie Krajowego planu gospodarki odpadami 2028.
- Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów.
- Frączek J., Hebda T., Łapczyńska-Kordon B. „Ocena możliwości wykorzystania bioodpadów na cele enrrgetyczne”. Nauki Inżynierskie i Technologie, 3(6), 2012.
- Białecka B. „Gospodarka odpadami z przemysłu rolno-spożywczego w województwie śląskim”. Problemy Ekologii, 12(1), 2008.
- Czekala W. „Zagospodarowanie odpadów z przemysłu rolno-spożywczego”. <https://magazynbiomasa.pl/zagospodarowanie-odpadow-z-przemyslu-rolno-spozywczego/>.
- Krasuska E., Waliszewska H., Krzymiński M., Lenart K., Popkiewicz M., Racięcki W. „Biometan w miksie energetycznym Polski” Opracowanie na potrzeby Symulatora Polskiego Systemu Energetycznego. Warszawa, 2024.
- [file:///C:/Users/HP/Downloads/Dane\\_z\\_RRW28\\_dot\\_produkcji\\_i\\_rozdysponowania\\_alkoholu\\_etylowego.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Dane_z_RRW28_dot_produkcji_i_rozdysponowania_alkoholu_etylowego.pdf)
- <https://www.energiarolnictwa.pl/biogaz-rolniczy-podsumowanie-2023-r/>
- <https://przytoczna.pl/sens-hierarchii-postepowania-z-odpadami.html>