



Ministerstwo Rolnictwa  
i Rozwoju Wsi

---

**Broszura informacyjna**

# **Minimalizowanie bioodpadów i zużycia wody przy produkcji i przetwarzaniu owoców i warzyw**

**Autorzy:**

dr hab. Monika Mieszczakowska-Frać, prof. IO-PIB

dr inż. Karolina Celejewska

inż. Sebastian Siarkowski

dr inż. Krzysztof P. Rutkowski

*Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Owoców i Warzyw*

ISBN- 978-83-67039-30-7

Opracowanie przygotowane w ramach

**Obszar 9. Zagospodarowanie pozbiornicze produktów ogrodniczych**

**Zadanie celowe 9.2.**

Zrównoważona produkcja artykułów żywnościowych na poziomie lokalnych społeczności.

finansowanego w ramach dotacji celowej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

**Skierniewice 2023**

## Spis treści

<b>1. WSTĘP</b> .....	3
1.1. Regulacje prawne dotyczące odpadów i zużycia wody w przemyśle rolno-spożywczym .....	4
<b>2. ZASADY OGÓLNE GOSPODARKI ODPADAMI</b> .....	5
2.1. Możliwości minimalizacji bioodpadów – rozwiązania techniczne .....	7
2.2. Monitoring/Ewidencja odpadów .....	9
<b>3. RODZAJE ODPADÓW POWSTAJĄCYCH W PRZETWÓRSTWIE OWOCOWO-WARZYWNYM</b> .....	9
<b>4. ISTOTNE ASPEKTY DECYDUJĄCE O WYDAJNYM PRZETWARZANIU OWOCÓW I WARZYW, MINIMALIZUJĄCE STRATY</b> .....	11
4.1. Wybór surowców.....	11
4.2. Właściwy proces technologiczny .....	12
4.3. Przechowywanie produktu końcowego .....	14
<b>5. MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW POWSTAJĄCYCH PODCZAS PRZETWARZANIA</b> .....	15
5.1. Wykorzystanie bioodpadów przez przemysł spożywczy i farmaceutyczny.....	15
5.2. Wykorzystanie bioodpadów do wytwarzania pasz.....	19
5.3. Wykorzystanie bioodpadów przez biogazownie .....	19
<b>6. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE UMOŻLIWIAJĄCE MINIMALIZOWANIE BIOODPADÓW</b> .....	22
<b>7. ZUŻYCIE WODY W PRZETWÓRSTWIE OWOCOWO-WARZYWNYM</b> .....	23
7.1. Normy zużycia wody.....	26
7.2. Przykłady rozwiązań technologicznych ograniczających zużycie wody .....	26
<b>8. PODSUMOWANIE</b> .....	29

## 1. WSTĘP

Sektor rolno-spożywczy obejmuje rolnictwo oraz przemysł spożywczy. Uprawa ogrodnicza, produkcja oraz dystrybucja płodów rolnych, jak również przetwarzanie ich wymaga szerokiej wiedzy, aby zarządzać produkcją ogrodniczą w sposób ekonomiczny i sprzyjający środowisku. Przemysł spożywczy jest gałęzią gospodarki, o bardzo dużym rozproszeniu, wynikającym przede wszystkim ze specyfikacji bazy surowcowej, charakteryzującej się szerokim zróżnicowaniem. W dużych przedsiębiorstwach przetwórstwa spożywczego gospodarka odpadami musi być ściśle określona, tak aby firmy spełniały podstawowe wymagania dotyczące postępowania z odpadami. Duże zakłady wprowadzają działania usprawniające procesy technologiczne, posiadają niezbędne urządzenia ochronne czy też realizują inwestycje proekologiczne. W przypadku małych i średnich przedsiębiorstw może to być problematyczne. Potencjał produkcyjny sektora rolno-spożywczego oraz jego możliwości wytwórcze zależą od posiadanych zasobów naturalnych, zasobów technicznych oraz zasobów pracy. Podstawowymi elementami rolnictwa są zawsze gleba, woda, powietrze oraz krajobraz wraz z jego bioróżnorodnością i przemiennością. Intensywnie prowadzona produkcja rolnicza, wykorzystująca przemysłowe środki produkcji, umożliwia wysoką wydajność produkcji roślinnej i zwierzęcej, ale jednocześnie przyczynia się do nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych oraz zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Jednym ze źródeł wielu zagrożeń dla środowiska naturalnego związanych z przetwórstwem rolno-spożywczym są odpady powstające podczas produkcji. Przykładowo podczas produkcji soków owocowo-warzywnych ilość niewykorzystanych surowców stanowiących odpady wynosi 30-50%, a podczas wytwarzania cukru z buraków cukrowych nawet 86%. Poza niewykorzystanym surowcem, zagrożeniem dla środowiska naturalnego są także ścieki poprodukcyjne, osady z oczyszczalni oraz emisja gazów cieplarnianych a także niewłaściwa gospodarka odpadami opakowaniowymi oraz marnowanie żywności.

Nie jest prostym zadaniem podjąć nowym wyzwaniom jakie stoją przed każdym producentem, a mianowicie dbanie o środowisko, ograniczanie zużycia mediów oraz prowadzenie gospodarki bezodpadowej. Ograniczenie szkodliwego oddziaływania gospodarki, w tym sektora rolno-spożywczego, na środowisko naturalne jest jednym z największych wyzwań współczesnego świata. Dlatego też rolnicy i sadownicy szukają praktycznych informacji, które pokażą jakie rozwiązania techniczne są dostępne do zastosowania w gospodarstwie czy już na hali przetwórczej.

## 1.1 Regulacje prawne dotyczące odpadów i zużycia wody w przemyśle rolno-spożywczym

Wytwarzanie żywności, czyli działalność związana z przetwarzaniem płodów rolnych, owoców i warzyw, obrót nimi, a co za tym idzie również gospodarowanie odpadami powstającymi w wyniku tych działań, jest ściśle określona przepisami. Wśród tych aktów prawnych znajdują się m.in.:

- USTAWA z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach (tj. Dz.U.2023.1587 akt obowiązujący).
- UCHWAŁA Nr 88 RADY MINISTRÓW z dnia 1 lipca 2016 r. w sprawie Krajowego planu gospodarki odpadami 2022
- DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody.
- USTAWA z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków

### **Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) definiuje czym są straty i marnotrawstwo żywności.**

„*Strata żywności* to spadek ilości lub jakości żywności wynikający z decyzji i działań dostawców żywności w łańcuchu, z wyłączeniem handlu detalicznego, dostawców usług gastronomicznych i konsumentów”. (FAO, 2019)

„*Marnotrawstwo żywności* to spadek ilości lub jakości żywności wynikający z decyzji i działań sprzedawców detalicznych, usług gastronomicznych i konsumentów”. (FAO, 2019)

Ponadto, Europejska Komisja Gospodarcza (UNECE) opracowała „Metodologię pomiaru strat i odpadów żywności w łańcuchach dostaw świeżych produktów”. (United Nations, Geneva 2020).

<https://unece.org/sites/default/files/2021-04/FoodLossMeasuringMethodology.pdf>

## 2. ZASADY OGÓLNE GOSPODARKI ODPADAMI

Gospodarka odpadami przewiduje przede wszystkim klasyfikację odpadów na poszczególne grupy, podgrupy i rodzaje odpadów. Klasyfikacja ta uwzględnia następujące czynniki:

- 1) źródło ich powstawania;
- 2) właściwości powodujące, że odpady są odpadami niebezpiecznymi, określone w rozporządzeniu (UE) nr 1357/2014 i w rozporządzeniu (UE) 2017/997, oraz przepisy wydane na podstawie art. 3 ust. 5;
- 3) składniki odpadów, dla których przekroczenie wartości granicznych stężeń substancji niebezpiecznych może powodować, że odpady są odpadami niebezpiecznymi.

Przez gospodarowanie odpadami rozumie się zbieranie, transport lub przetwarzanie odpadów, w tym sortowanie, wraz z nadzorem nad wymienionymi działaniami, a także późniejsze postępowanie z miejscami unieszkodliwiania odpadów oraz działania wykonywane w charakterze sprzedawcy odpadów lub pośrednika w obrocie odpadami.

Przedmiot lub substancję powstające w wyniku procesu produkcyjnego, którego podstawowym celem nie jest ich produkcja, uznaje się za produkt uboczny niebędący odpadem, jeżeli łącznie są spełnione następujące warunki:

- 1) dalsze wykorzystywanie przedmiotu lub substancji jest pewne;
- 2) przedmiot lub substancja mogą być wykorzystywane bezpośrednio bez dalszego przetwarzania, innego niż normalna praktyka przemysłowa;
- 3) przedmiot lub substancja są produkowane jako integralna część procesu produkcyjnego;
- 4) przedmiot lub substancja spełniają wszystkie istotne wymagania, w tym prawne, w zakresie produktu, ochrony środowiska oraz życia i zdrowia ludzi, dla określonego wykorzystania danego przedmiotu lub danej substancji i wykorzystanie takie nie doprowadzi do ogólnych negatywnych oddziaływań na środowisko, życie lub zdrowie ludzi;
- 5) przedmiot lub substancja spełniają szczegółowe warunki uznania danego przedmiotu lub danej substancji za produkt uboczny, jeżeli zostały one określone w przepisach prawa Unii Europejskiej albo w przepisach wydanych na podstawie art. 11 ust. 6.

Określone rodzaje odpadów przestają być odpadami, jeżeli na skutek poddania ich recyklingowi lub innemu odzyskowi spełniają łącznie następujące warunki:

- a) przedmiot lub substancja mają zostać wykorzystane do konkretnych celów,
- b) istnieje rynek takich przedmiotów lub substancji lub popyt na nie,

c) przedmiot lub substancja spełniają wymagania techniczne dla zastosowania do konkretnych celów oraz wymagania określone w przepisach, w szczególności dotyczących chemikaliów i produktów mających zastosowanie do danego przedmiotu lub danej substancji, i w normach mających zastosowanie do danego produktu,

d) zastosowanie przedmiotu lub substancji nie prowadzi do negatywnych skutków dla życia, zdrowia ludzi lub środowiska;

Dla niektórych odpadów możliwe jest określenie (w drodze rozporządzenia) szczegółowych warunków utraty statusu odpadów, obejmujących w szczególności:

- 1) odpady wykorzystywane w procesie odzysku;
- 2) dopuszczalne procesy i techniki przetwarzania tych odpadów;
- 3) kryteria jakościowe stosowane do materiałów powstałych w procesie odzysku, które utraciły status odpadów, zgodnie z mającymi zastosowanie normami dotyczącymi produktów obejmującymi w razie potrzeby dopuszczalne wartości zanieczyszczeń;
- 4) wymogi dotyczące systemu gospodarowania, aby wykazać zgodność z warunkami utraty statusu odpadów, obejmujące – jeżeli to niezbędne – kontrolę jakości i monitorowanie własnej działalności, a także akredytację;
- 5) wymogi dotyczące oceny oraz oświadczenia o zgodności z warunkami utraty statusu odpadów.

Wydając ww. rozporządzenie minister właściwy do spraw klimatu uwzględnia możliwy negatywny wpływ przedmiotów lub substancji, które utraciły status odpadów, na zdrowie lub życie ludzi oraz środowisko. Przedmiot lub substancja, które przestały spełniać warunki utraty statusu odpadów, są odpadami.

Mając na uwadze ochronę życia i zdrowia ludzi oraz środowiska gospodarka odpadami musi być prowadzona w sposób racjonalny, co oznacza, że nie może powodować jakiegokolwiek zagrożenia dla wody, powietrza, gleby, roślin lub zwierząt. Nie powinna być również uciążliwa pod względem zapachu czy też generować nadmiernego hałasu, a także wywoływać niekorzystnych skutków dla terenów wiejskich lub miejsc o szczególnym znaczeniu, w tym kulturowym i przyrodniczym.

Dlatego też istnieje hierarchia sposobów postępowania z odpadami:

1. zapobieganie powstawaniu odpadów
2. przygotowanie do ponownego użycia
3. recykling
4. inne procesy odzysku
5. unieszkodliwianie

Każdy, kto przyczynia się do powstawania odpadów powinien takie działania planować, projektować i prowadzić przy użyciu takich sposobów produkcji lub form usług oraz surowców i materiałów, aby w pierwszej kolejności zapobiegać powstawaniu odpadów lub ograniczać ich ilość i negatywne oddziaływanie na życie i zdrowie ludzi oraz na środowisko, a dotyczy to wytwarzania produktów, ich używania i po zakończeniu ich użycia.

Odpady, którym nie udało się zapobiec należy przede wszystkim poddać odzyskowi poprzez przygotowanie do ponownego użycia bądź poddanie recyklingowi. Dotyczy to także recyklingu organicznego, polegającego na obróbce tlenowej, w tym kompostowaniu, lub obróbce beztlenowej odpadów, które ulegają rozkładowi biologicznemu w kontrolowanych warunkach przy wykorzystaniu mikroorganizmów, w wyniku którego powstaje materia organiczna lub metan; składowanie na składowisku odpadów nie jest traktowane jako recykling organiczny. Jeżeli nie jest to możliwe z przyczyn technologicznych lub nie jest uzasadnione z przyczyn ekologicznych lub ekonomicznych – powinno się poddać innym procesom odzysku. Jeśli nadal jest to niemożliwe posiadacz odpadów zobowiązany jest je unieszkodliwić, przy czym należy uprzednio wysegregować odpady nadające się do odzysku. Składowane powinny być wyłącznie te odpady, których unieszkodliwienie w inny sposób było niemożliwe z ww. przyczyn.

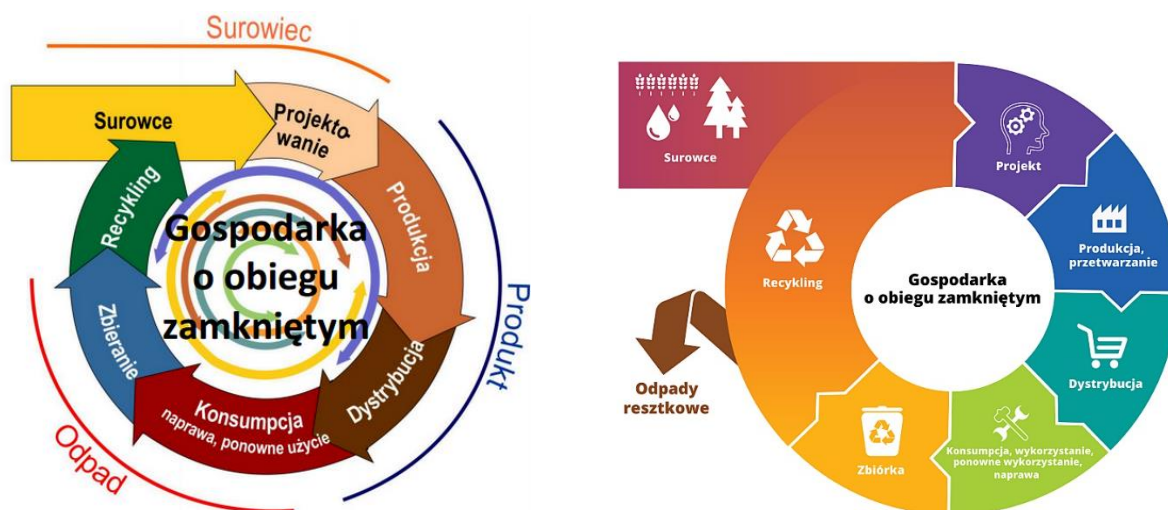
## **2.1. Możliwości minimalizacji bioodpadów – rozwiązania techniczne**

Bioodpad to inaczej odpad ulegający biodegradacji (czyli rozkładowi tlenowemu lub beztlenowemu przy udziale mikroorganizmów). Są to m.in. odpady z ogrodów i parków, odpady żywności i kuchenne z gospodarstw domowych, gastronomii, w tym restauracji, stołówek oraz zakładów zbiorowego żywienia, biur, hurtowni i jednostek handlu detalicznego, a także podobne odpady z zakładów produkujących lub wprowadzających do obrotu żywność.

Jednym ze sposobów ograniczenia szkodliwego oddziaływania gospodarki, w tym sektora rolno-spożywczego, na środowisko naturalne jest zastosowanie najnowszych, przyjaznych dla człowieka i środowiska technik i technologii wykorzystywania zasobów naturalnych. Jedną z propozycji jest przejście z dominującego obecnie modelu gospodarki linearnej do gospodarki o obiegu zamkniętym (cyrkularnym).

Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ), cyrkularna jest modelem gospodarczym, którego celem jest wprowadzenie zamkniętych obwodów materiałowych, ukierunkowanych na zminimalizowanie lub znaczne ograniczenie ilości odpadów poprzez racjonalne zarządzanie

procesem wytwórczym. Przedsiębiorstwa powinny podejmować takie działania, w wyniku których produkty uboczne lub odpady mogą na nowo stać się w pełni wartościowym elementem nowego procesu produkcji. GOZ jest więc nowym globalnym modelem gospodarczym opierającym się na efektywnych ekonomicznie i ekologicznie rozwiązaniach, które mają w pozytywny sposób wpływać na środowisko naturalne i życie ludzkie.



**Rys. 1. Przykład graficznego przedstawienia idei Gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)**

Źródło: [http://waste.polsl.pl/new\\_www/pl,1,475,Czym\\_jest\\_GOZ.html](http://waste.polsl.pl/new_www/pl,1,475,Czym_jest_GOZ.html)  
<https://polskirynekwegla.pl/goz-start>

### **Działania dążące do zapobiegania powstawaniu odpadów:**

- 1) promowanie i wspieranie zrównoważonych modeli produkcji i konsumpcji poprzez organizowanie kampanii informacyjnych podnoszących poziom świadomości na temat zapobiegania powstawaniu odpadów i zaśmiecania.
- 2) identyfikowanie produktów będących głównymi źródłami zaśmiecania, w szczególności środowiska lądowego i morskiego, oraz podejmowanie działań w celu przeciwdziałania powstawaniu odpadów, pochodzących z tych produktów, i przedostawaniu się ich do środowiska.
- 3) zachęcanie do ponownego używania produktów, w szczególności sprzętu elektrycznego i elektronicznego, tekstyliów, mebli, opakowań, itp. Działanie to wymaga tworzenia systemów promujących naprawę i ponowne użycie produktu, poprzez m.in. dostępność części zamiennych, instrukcji obsługi, informacji technicznych lub innych narzędzi i/lub oprogramowania pozwalających na naprawę i ponowne użycie produktów bez szkody dla ich jakości i bezpieczeństwa – jeżeli nie prowadzi to do naruszenia prawa własności intelektualnej;



- 4) zmniejszenie wytwarzania odpadów żywności na każdym etapie życia produktu - w produkcji podstawowej, przetwórstwie i wytwarzaniu, w sprzedaży detalicznej i innej dystrybucji żywności, w usługach gastronomicznych oraz w gospodarstwach domowych;
- 5) zachęcanie do dokonywania darowizn produktów spożywczych, przy zachowaniu pierwszeństwa przeznaczania dla ludzi przed wykorzystaniem jako paszy dla zwierząt czy przetwarzania na produkty niespożywcze;
- 6) zachęcanie do projektowania, wytwarzania i korzystania z produktów, które są zasobooszczędne, trwałe, nadające się do ponownego użycia oraz do nieskracania sztucznie cyklu życia produktów;
- 7) zmniejszanie powstawania odpadów, w szczególności tych, które nie nadają się do przygotowania do ponownego użycia lub do recyklingu;
- 8) dodawanie kryteriów premiujących wnioskodawców, którzy realizują (lub będą realizować) działania zmierzające do zmniejszenia powstawania odpadów

## **2.2. Monitoring/Ewidencja odpadów**

Każdy, kto wytwarza odpady powinien takie działania planować, projektować i prowadzić przy użyciu takich sposobów produkcji lub form usług oraz surowców i materiałów, aby w pierwszej kolejności zapobiegać powstawaniu odpadów lub ograniczać ilość odpadów i ich negatywne oddziaływanie na życie i zdrowie ludzi oraz na środowisko, w tym przy wytwarzaniu produktów, podczas i po zakończeniu ich użycia. Jednak znacznym problemem związanym z odpadami, szczególnie w małych i średnich zakładach, jest niepełna ewidencja rodzaju i ilości wytwarzanych odpadów, a co za tym idzie brak dokładnych danych o aktualnym stanie gospodarki odpadami w tym sektorze. Monitorowanie odpadami wymaga dokładnego zaplanowania drogi surowca poprzez ich produkcję, przetwarzanie i zastosowanie przez konsumenta.

## **3. RODZAJE ODPADÓW POWSTAJĄCYCH W PRZETWÓRSTWIE OWOCOWO-WARZYWNYM**

W przetwórstwie owocowo-warzywnym wytwarzane są przede wszystkim odpady organiczne. Są to m.in. wytloki z produkcji soków i zagęszczonych soków, odsortowane owoce i warzywa zepsute, niejadalne części owoców i warzyw - obierki, pestki i inne.

Ilość wytwarzanych odpadów w przemyśle owocowo-warzywnym może wynieść nawet do 30% masy przetwarzanego surowca. Obok opadów organicznych istotnym strumieniem odpadów są również żużle i popioły z kotłowni i odpady opakowaniowe.

**W największych ilościach wytwarzane są następujące rodzaje odpadów:**

- szlamy z mycia, oczyszczania, obierania, odwirowywania i oddzielania surowców;
- surowce i produkty nie nadające się do spożycia;
- osady z zakładowych oczyszczalni ścieków;
- wytloki, osady i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych.

Największą ilość odpadów w przetwórstwie owoców i warzyw w Polsce stanowią wytloki owocowe, z czego ponad 90% to wytloki jabłkowe, które powstają w wyniku produkcji zagęszczonych soków jabłkowych. Drugą co do wielkości masę bioodpadu (od 5 do 25% masy wyjściowej surowca) stanowi młóto z wytwarzania różnego rodzaju przecierów. W Polsce znaczne ilości młóta powstaje z przerobu np. pomidorów (skórki i nasiona) głównie na sok. Odpady są generowane także podczas przerobu warzyw w postaci obierek, odsortu, niejadalnych części. Masa odpadu z przerobu warzyw jest jednak znacznie mniejsza niż generowana z przerobu owoców. Najmniejsze ilości odpadów powstają w produkcji kompotów, mrożonek czy kiszonych ogórków (są to szypułki, listki, zepsuty surowiec). Należy zauważyć, iż wydajność wykorzystania surowców roślinnych w Polsce osiągnęła 90% i ciągle się zwiększa.

Należy również podkreślić, że około 90% odpadów z przetwarzania owoców i warzyw jest sprzedawane i wtórnie wykorzystywane. Wytloki sprzedaje się przede wszystkim w stanie uwodnionym, chociaż czasami są suszone (dla zmniejszenia kosztów transportu). Nadal około 10% wytlóków owocowych w kraju kieruje się na wysypiska.



**Rys. 2** Wytloki jabłkowe powstające na prasie taśmowej podczas produkcji soku jabłkowego  
<https://www.sadownictwo.com.pl/zupelnie-nowy-biznes-produkcja-pektyn-z-wytlokow-jablek>

#### **4. ISTOTNE ASPEKTY DECYDUJĄCE O WYDAJNYM PRZETWARZANIU OWOCÓW I WARZYW, MINIMALIZUJĄCE STRATY**

Przemysł przetwórczy owoców i warzyw odgrywa kluczową rolę w produkcji żywności, a jednocześnie stanowi ważny element globalnego łańcucha dostaw. Wydajne przetwarzanie produktów ogrodniczych w przemyśle przetwórczym wymaga uwzględnienia wielu istotnych czynników, w tym wyboru odpowiednich odmian, optymalizacji procesów technologicznych, utrzymania jakości surowców oraz zrównoważonego zagospodarowania odpadów. Przy właściwym podejściu, możliwe jest osiągnięcie minimalnych strat oraz produkcji produktów o wysokiej jakości, co jest kluczowe zarówno z punktu widzenia producentów, jak i konsumentów.

W tym kontekście należy również wspomnieć o Rolniczym Handlu Detalicznym (RHD), który w zamyśle skraca łańcuchy dostaw i działa na zasadzie "od pola do stołu", odgrywając istotną rolę w dzisiejszym systemie dostaw żywności. Jest to model biznesowy, który stawia na bezpośrednią sprzedaż produktów rolnych konsumentom, pomijając pośredników i skracając drogę produktów od producenta do konsumenta. W takim podejściu producenci rolni, często nazywani "rolniczymi przedsiębiorcami", sprzedają swoje produkty bezpośrednio na lokalnych rynkach, targach, w swoich sklepach lub za pośrednictwem internetu. Dzięki temu modelowi dostaw żywności, konsumenci mają dostęp do świeżych, lokalnych produktów o krótkim łańcuchu dostaw, co przynosi szereg korzyści. Produkty rolnicze trafiające na stoły odbiorców końcowych cechuje wysoka jakość i świeżość ze względu na krótki czas od zbiorów, i jednocześnie zachowują swoje walory smakowe i odżywcze. Krótkie łańcuchy dostaw oznaczają mniejszy wpływ na środowisko naturalne, ponieważ ograniczają konieczność transportu na duże odległości. Co w sposób naturalny ogranicza straty wynikające z problemów przechowalniczych i logistycznych.

**Zarówno w mikro, jak i w makro przetwórstwie, uwzględniając również RHD, istnieją pewne wspólne podejścia, które pomagają minimalizować straty żywności i wykorzystać surowce w jak najszerszym zakresie.**

##### **4.1. Wybór surowców**

Pierwszym kluczowym krokiem w procesie przetwarzania owoców i warzyw jest odpowiedni wybór surowców. Surowce powinny być dojrzałe, świeże i wolne od wad. To zasadnicze

aspekty, które wpłyną na jakość przetworów. Surowce o odpowiedniej jakości będą bardziej wydajne podczas procesu przetwarzania, a także skutkować mniejszymi stratami. Surowce ogrodnicze powinny być zbierane w odpowiednim stadium dojrzałości, aby zachować jak najlepszą jakość przetworów. Świeżość po zbiorcza jest kluczowa, ponieważ zapewnia wyższą jakość produktów końcowych. Stare i zwiędłe owoce i warzywa mają mniejszą wartość odżywczą oraz mogą wpłynąć negatywnie na smak przetworów. Wady surowców, takie jak oznaki zepsucia, owady czy inne uszkodzenia, mogą zwiększać straty w procesie przetwarzania oraz obniżać jakość produktów. Konieczne jest odrzucenie takich surowców lub ich odpowiednia obróbka. Tak więc jakość surowców odgrywa kluczową rolę w determinowaniu trwałości produktów spożywczych. Surowce o wysokiej jakości mają tendencję do dłuższego przechowywania oraz lepszej jakości przetworów. Wybór odpowiednich gatunków i odmian roślin powinien uwzględniać lokalne warunki klimatyczne, sezonowość i preferencje konsumentów. Odmiany powinny charakteryzować się trwałością i wysoką jakością, co wpływa na minimalizację strat w dalszym procesie przetwarzania.

#### **4.2. Właściwy proces technologiczny**

Niezwykle ważny jest także właściwy proces technologiczny, który pozwala na wykorzystanie jak największej ilości surowców. To oznacza, że procesy technologiczne powinny być projektowane w taki sposób, aby minimalizować straty surowców, czyli tzw. "ubocznych produktów" powstających podczas przetwarzania. To może obejmować wykorzystywanie skórek, nasion, resztek lub innych części roślin, które zwykle byłyby odrzucane. Przykłady takich działań obejmują produkcję soków z miąższu owocowego, produkcję przetworów pomidorowych z pozostałych części po sparzeniu, czy wykorzystywanie pestek i łupin do produkcji oleju. Warto zaznaczyć, że wiele firm w branży spożywczej stosuje zasady 'zero waste' i zrównoważonego rozwoju, co oznacza, że dążą do jak najpełniejszego wykorzystania surowców i minimalizacji odpadów. To podejście nie tylko zmniejsza straty żywności, ale również ma korzystny wpływ na środowisko naturalne.

Rozpatrując procesy technologiczne, można zauważyć, że istnieją kluczowe kierunki zagospodarowania produktów ogrodniczych, które wymagają ciągłego monitorowania w celu minimalizacji kosztów i strat. To z kolei może korzystnie wpłynąć na gospodarkę niskoemisyjną. Przetwarzanie i konserwacja produktów ogrodniczych ma na celu wydłużenie ich przydatności do spożycia i obejmuje takie metody jak pasteryzacja, kiszenie,

marynowanie, mrożenie i suszenie. Dodatkowo, przechowywanie w niskich temperaturach (chłodnictwo) jest kluczowe dla zachowania świeżości.

**Pasteryzacja** - proces polegający na podgrzewaniu produktów do określonej temperatury (85 – 95°C) przez krótki czas, jest istotny dla niszczenia mikroorganizmów i wydłużenia okresu przydatności do spożycia. Jednak konieczne jest precyzyjne dostosowanie parametrów pasteryzacji do konkretnego produktu, aby zminimalizować wpływ na jakość smakową i zapewnić trwałość przechowalniczą. Warto również kontrolować poziom pH, który stanowi miarę kwasowości lub zasadowości produktu. Dla wielu produktów owocowych i warzywnych, optymalne pH jest poniżej 4,5, co skutecznie zapobiega rozwojowi mikroorganizmów w przetworach pasteryzowanych. Czas pasteryzacji jest kluczowy, aby zniszczyć mikroorganizmy i enzymy, które mogą wpłynąć na trwałość i jakość żywności. Brak staranności i brak znajomości procesu technologicznego dostosowanego do produktu może prowadzić nie tylko do obniżenia dostępności cennych składników bioaktywnych produktów owocowych i warzywnych, ale także do utraty trwałości i bezpieczeństwa żywności. Przy zachowaniu tych parametrów producenci mogą minimalizować straty żywności.

**Kiszenie i marynowanie** są popularnymi metodami konserwacji produktów ogrodniczych. W procesie kiszenia, produkty są zanurzane w soli, a bakterie mlekowe (najczęściej *Lactobacillus*) przeprowadzają fermentację mlekową, obniżając pH środowiska. W przypadku marynowania, owoce lub warzywa są zanurzane w zalewie kwasu octowego lub cytrynowego, co pomaga w utrzymaniu środowiska kwasowego i zapobiega wzrostowi niepożądanych mikroorganizmów.

Aby zminimalizować straty w procesie kiszenia i marynowania, ważne jest przestrzeganie kilku kluczowych zasad, takich jak utrzymanie niskiego pH (środowisko kwasowe) w celu zapobiegania rozwojowi patogennych mikroorganizmów. Regularne monitorowanie pH pozwala na utrzymanie odpowiednich warunków fermentacji. Stężenie soli w roztworze jest ważne zarówno w kiszeniu, jak i marynowaniu. Nadmiar soli może prowadzić do nadmiernego odwodnienia produktów, wpływając na ich jakość. Proces można kontrolować za pomocą odpowiedniej temperatury i czasu fermentacji, unikając zbyt krótkiej lub zbyt długiej fermentacji, która mogłaby wpłynąć na smak i teksturę produktu, a tym samym na przydatność do spożycia.

**Proces mrożenia** jest skuteczną metodą konserwacji produktów ogrodnich, polegającą na obniżeniu temperatury do poziomu, w którym woda w produktach zamraża się, co zatrzymuje procesy rozkładu i zachowuje świeżość produktu. W procesie mrożenia wykorzystuje się niskie temperatury, które przekształcają wodę w produkcie w lód, co zapobiega rozwojowi mikroorganizmów i enzymów odpowiedzialnych za psucie się produktów. Pomimo skuteczności tego procesu, mogą wystąpić potencjalne straty wynikające z kilku czynników. Przede wszystkim, odparowanie wilgoci w trakcie mrożenia może prowadzić do utraty tekstury i smaku produktów. Ponadto, nieprawidłowe warunki mrożenia lub długi czas przechowywania mogą spowodować utratę koloru i smaku w produktach. Aby zminimalizować te straty, istotne jest szybkie obniżenie temperatury produktów do poziomu mrożenia, ponieważ im szybciej produkt zostanie zamrożony, tym mniejsze straty wilgoci i jakości tekstury występują. Przechowywanie mrożonych produktów w niskich temperaturach jest kluczowe, aby utrzymać ich jakość. Adekwatna zamrażarka oraz właściwe opakowanie pomagają zabezpieczyć produkty przed utratą wilgoci i zachowaniem smaku.

**Podsumowując, przetwarzanie i konserwacja produktów ogrodnich mają na celu przedłużenie okresu przydatności do spożycia, minimalizację strat i dostarczenie produktów wysokiej jakości. Kluczowe jest dbanie o jakość surowców, właściwe dostosowanie procesów technologicznych, o zachowanie higieny stosowanych urządzeń, miejsc i higieny personelu. Wszystkie te kroki pomagają producentom minimalizować straty i dostarczać konsumentom produkty, które są smaczne, trwałe i bezpieczne do spożycia.**

#### **4.3. Przechowywanie produktu końcowego**

Składowanie surowców i produktów gotowych w odpowiednich warunkach temperaturowych oraz wilgotności powietrza pomaga w utrzymaniu jakości i redukcji strat. Regularna ocena cech organoleptycznych produktów umożliwia wychwycenie zmian w smaku, zapachu, kolorze

i teksturze, co pomaga w minimalizacji strat związanych z jakością sensoryczną.

Istotnym aspektem jest również wybór odpowiednich opakowań oraz utrzymanie ich szczelności, co wpływa na zachowanie jakości produktów i minimalizację strat związanych z utratą aromatu i smaku. Staranność w doborze opakowań oraz ich właściwe zabezpieczenie jest kluczowe dla długoterminowego utrzymania jakości produktów oraz ich bezpieczeństwa podczas transportu i dystrybucji. Opakowania muszą charakteryzować się jakością,

wytrzymałością i właściwościami zapewniającymi ochronę produktów oraz maksymalizować cyrkulację powietrza w celu skutecznego chłodzenia. Koszt i ilość materiału opakowaniowego należy jednak właściwie zrównoważyć z wystarczającą ochroną i wymaganiami kupującego.

## 5. MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW POWSTAJĄCYCH PODCZAS PRZETWARZANIA

Odpady i produkty uboczne powstałe w przetwórstwie owocowo-warzywnym charakteryzują się bardzo zróżnicowaną matrycą, ponieważ wciąż zawierają znaczącą ilość składników, które pierwotnie występują w owocach i warzywach w postaci świeżej. Są to zarówno substancje o właściwościach prozdrowotnych i odżywczych, które można z odpadów ekstrahować, selekcjonować i odpowiednio zagęszczać. W szczególności wyciągi z owoców jagodowych stanowią źródło cennych związków bioaktywnych, które kumulowane są głównie w skórce owoców, a te stanowią znaczną masę wyciągów. Biomasa takich pozostałości ma bardzo duży potencjał, jednak ich duża nietrwałość i podatność na psucie mikrobiologiczne, wymusza konieczność szybkiego przetwarzania co stwarza trudności organizacyjne w obrocie tym materiałem.

**Tabela 1. Skład chemiczny wyciągów z aronii, czarnej porzeczki i wiśni**

Skład chemiczny	Wyciągi		
	z aronii	z porzeczki czarnej	z wiśni
Błonnik (g/100g s.s.)	42,0	59,7	70,9
Węglowodany (g/100g s.s.)	45,1	16,0	11,3
Białko (g/100 g s.s.)	6,4	17,4	12,6
Antocyjany (mg/100g s.s.)	10,0	1,5	0,8

Źródło: L. Kawecka, S. Galus „Wyciągi owocowe – charakterystyka i możliwości zagospodarowania”.  
TECHNOLOGICAL PROGRESS in food processing / POSTĘPY TECHNIKI przetwórstwa spożywczego 1/2021

### 5.1. Wykorzystanie bioodpadów przez przemysł spożywczy i farmaceutyczny

W Polsce wyciągi owocowe stanowią główny odpad z przemysłu owocowo-warzywnego i to one przede wszystkim musiały być zagospodarowane, aby w znaczący sposób zminimalizować ilość wytworzonego odpadu. Ze względu na wysoką zawartość składników

bioaktywnych oraz składników odżywczych, wyciąki owocowe lub warzywne są przedmiotem zainteresowania wielu firm z przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, biotechnologicznego, energetycznego, które przetwarzają je na wiele ciekawych sposobów:

#### **- wykorzystanie do produkcji preparatów błonnikowych**

Wyciąki owocowe z jabłek, czarnej porzeczki czy aronii, młóto pomidorowe oraz wyciąki z marchwi charakteryzują się znacznym zawieszeniem frakcji błonnikowych i celulozowych, stąd też w Polsce popularne jest ich wykorzystanie do pozyskiwania preparatów błonnika. Błonnik pozytywnie wpływa na zdrowie człowieka, m.in. poprawia perystaltykę jelit, odżywia ludzki mikrobiom, ogranicza wchłanianie cholesterolu. Zgodnie z zaleceniami WHO dziennie każdy powinien spożywać 20-40g błonnika. Błonnik pozyskiwany z wyciąków w postaci suplementów diety i specjalnych preparatów dedykowany jest osobom zmagającym się

z otyłością, chorobami serca, jelit czy z cukrzycą. Preparaty błonnikowe z wyciąków dostępne są najczęściej w postaci zmiękanego proszku. Dodany do pieczywa czy wypieków cukierniczych korzystnie wpływa na teksturę tych produktów, poprawia parametry przechowalnicze, jednocześnie obniżając kaloryczność i aktywność wody.



**Rys. 3** Przykłady dostępnych w sprzedaży preparatów błonnikowych, od lewej błonnik aroniowy, grochowy i jabłkowy. <https://promienieslonca.pl>

#### **- wykorzystanie do produkcji pektyn**

Wyciąki owocowe pozyskane podczas produkcji soków owocowych bez stosowania obróbki enzymami pektynolitycznymi są doskonałym surowcem do ekstrakcji pektyn. Pektyny ze względu na właściwości zagęszczające i żelujące stanowią produkt o szerokim zastosowaniu w przemyśle spożywczym. W postaci naturalnych hydrokoloidów wykorzystywane są



powszechnie do produkcji dżemów, galaretek, puddingów, żelków. W Polsce główne źródło do wytwarzania pektyny stanowią wytlaki jabłkowe w postaci świeżej (1,5-3,5% zawartości) lub suszonej (8-18% zawartości).

#### **- wykorzystanie do produkcji ekstraktów składników bioaktywnych**

Wytlaki z owoców czy warzyw bardzo często są bardzo zasobne w składniki bioaktywne, np. witaminy, polifenole, karoteny, czy składniki odżywcze - białko, substancje mineralne. Zawartość tych związków jest uzależniona od rodzaju i gatunku surowca, z którego powstały wytlaki, czasu składowania i również zastosowanych procesów technologicznych. Wytlaki mogą być dodawane do produktu w postaci wysuszonej i rozdrobnionej lub jako ekstrakty konkretnych substancji w celu poprawia struktury produktu czy wydłuża okres przydatności do spożycia. Ekstrakty z wytlaków mając często wysoką aktywność przeciwutleniającą przyczyniają się do zwiększenia właściwości prozdrowotnej wzbogaconej żywność. Dzięki czemu na etykiecie wzbogaconej żywność można umieścić oświadczenia żywieniowe i/lub zdrowotne. Przemysł kosmetyczny także docenia właściwości antyoksydacyjne ekstraktów związków bioaktywnych pozyskiwanych z bioodpadów, które znalazły zastosowanie w produkcji kremów, serum i innych preparatów kosmetycznych.

#### **- wykorzystanie do produkcji barwników**

Naturalne preparaty barwników pozyskiwanych z roślin, w postaci płynnej lub suchego proszku, bardzo chętnie stosowane są do barwienia żywności (np. wyrobów cukierniczych), jak również niektórych wyrobów kosmetycznych.

Bioodpady (wytlaki, skórki) z przetwórstwa owoców i warzyw stanowią cenne źródło naturalnych substancji barwiących, ponieważ najwięcej związków barwiących gromadzi się właśnie w skórkach owoców i warzyw.

Do substancji o właściwościach barwiących znajdujących się w bioodpadach należą przede wszystkim:

- antocyjany – głównym ich źródłem są owoce jagodowe (aronia, czarna porzeczka, czarny bez, jagody, czerwony winogron i inne) i warzywa (marchew purpurowa (czarna), kapusta czerwona);
- betalainy - najpopularniejszy związek z tej grupy to betanina o czerwono-fioletowym zabarwieniu występująca w buraku ćwikłowym, do tej grupy należą również żółto-pomarańczowe betaksantyny;

- karotenoidy – pomarańczowy barwnik w największej skali pozyskiwany z odsortu i obierek marchwi, ale również z przerobu pomidorów, dyni, papryki, dzikiej róży;
- chlorofil – substancja o zielonym zabarwieniu występująca głównie w zielonych warzywach.

#### **- wykorzystanie do produkcji aromatów i substancji smakowych**

Odpady z przetwarzania owoców i warzyw mogą również posłużyć jako matryca do wyekstrahowania związków zapachowych i smakowych. Najczęściej ma to miejsce przy przetwarzaniu jabłek, czarnej porzeczki, wiśni. Również interesującym materiałem są odpady z przetwarzania pigwowca, który charakteryzuje się dużą zasobnością w aromatyczne związki lotne. Przykładem szeroko stosowanych kondensatów aromatycznych w innych krajach to olejki np. z skórek cytryny czy migdałów.

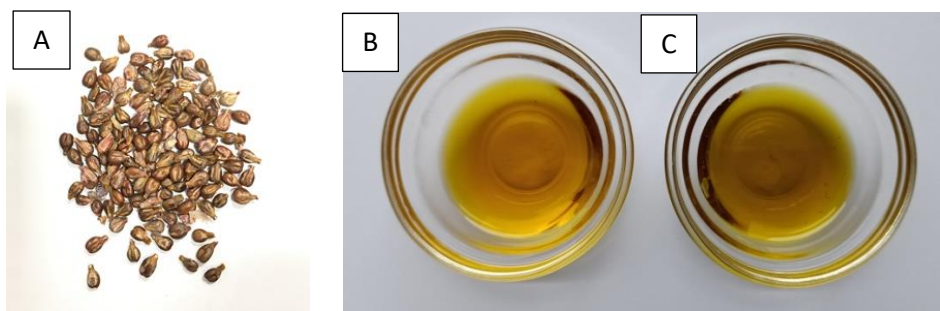
#### **- wykorzystanie do produkcji alkoholu oraz octu**

Wytłoki owocowe zawierają dużą ilość cukrów oraz wody dlatego też można przeprowadzić z nich proces fermentacji alkoholowej wytwarzając w ten sposób alkohol. Ze 100 kg wytłoków jabłkowych można uzyskać około 4,5 l czystego spirytusu, natomiast wytłoki z owoców kolorowych np. z wiśni, czarnej porzeczki są doskonałym surowcem do produkcji wina owocowego.

Ponadto, odpady owocowe stanowią substrat w fermentacji octowej, podczas której w obecności bakterii, głównie *Acetobacter* i *Gluconacetobacter*, powstaje kwas octowy i woda. Jest to proces tlenowy, wykorzystywany do produkcji octu spożywczego.

#### **- wykorzystanie do produkcji oleju spożywczego**

W przetwórstwie owocowo-warzywnym znaczną część odpadów stanowią pestki i nasiona. Te pozostałości poprodukcyjne również są cennym surowcem do dalszego przetwarzania. W nasionach w zależności od gatunku rośliny znajduje się od 10 do 30% tłuszczu, dlatego wykorzystywane są do tłoczenia oleju i pozyskiwania zawartych w nim związków bioaktywnych. Olej ekstrahowany z nasion owoców zawiera wiele cennych składników, przede wszystkim niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), witaminę E, fitosterole, składniki mineralne oraz dużo związków przeciwutleniających.



**Rys.4. A) Nasiona winogrona pozyskane z wytlóków. B) olej wytworzony z nasion pozyskanych z wytlóków po produkcji wina, C) olej z młóta otrzymanego przy produkcji przecieru z świeżych owoców winogrona (prace własne)**

## **5.2. Wykorzystanie bioodpadów do wytwarzania pasz**

Od samego początku powstawania bioodpadów z przetwórstwa owocowo-warzywnego, głównym kierunkiem ich zagospodarowania, ze względu na dużą dostępność, było bezpośrednie spasanie nimi zwierząt hodowlanych. Z czasem jednak zauważono, że wykorzystanie wytlóków owocowych jako pasza dla zwierząt musi być odpowiednio kontrolowane, ponieważ na ogół charakteryzują się niską strawnością oraz w ich składzie może występować niedomiar lub nadmiar niektórych składników pokarmowych. Dlatego też lepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie odpadów owocowo-warzywnych do produkcji kiszonek, które mają większą wartość niż świeże odpady, a dodatkowo mogą być przechowywane przez dłuższy czas i stanowią źródło paszy, gdy brak jest pasz zielonych. Najczęściej do skarmiania zwierząt wykorzystywane są wytloki jabłkowe, które łączy się z innymi składnikami o wysokiej zawartości białka. Popularną karmą dla zwierząt są odpady z zielonego groszku (tzw. grochownicy), które są pełnowartościową paszą.

Bioodpady z przetwórstwa owoców i warzyw mogą być również kompostowane. Proces ten powoduje podniesienie wartości nawozowej wytlóków. Odpady biologiczne zawierają makroskładniki, które są niezbędne do zasilania gleby, dlatego też wytloki, zwłaszcza po kompostowaniu są naturalnym bionawozem.

## **5.3. Wykorzystanie bioodpadów przez biogazownie**

Dość szeroko rozwijającym się sposobem utylizacji bioodpadów z przetwórstwa owocowo-warzywnego, ze względu na wysoką zawartość węglowodanów i substancji organicznej, jest przetwarzanie na biogaz. Biogaz jest mieszaniną metanu i ditlenku węgla, który powstaje na skutek fermentacji metanowej substancji organicznych. Stanowi odnawialne źródło energii

wykorzystywane do produkcji ciepła i elektryczności. Pozostałością z procesu produkcji biogazu jest produkt pofermentacyjny, który ze względu na korzystne parametry, jest wykorzystywany jako alternatywa dla nawozów mineralnych i naturalnych.

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii określa dokładnie definicję biogazu rolniczego.

**Biogaz rolniczy** - gaz otrzymywany w procesie fermentacji metanowej:

- a) produktów rolnych oraz produktów ubocznych rolnictwa, w tym odchodów zwierzęcych,
- b) produktów z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego i produktów ubocznych, odpadów lub pozostałości z tego przetwórstwa, w tym z przetwórstwa i produkcji żywności, pochodzących z zakładów przemysłowych, a także z zakładowych oczyszczalni ścieków z przetwórstwa rolno-spożywczego, w których jest prowadzony rozdział ścieków przemysłowych od pozostałych rodzajów osadów i ścieków,
- c) produktów spożywczych przeterminowanych lub nieprzydatnych do spożycia,
- d) tłuszczów i mieszanin olejów z separacji olej/woda zawierających wyłącznie oleje jadalne i tłuszcze,
- e) biomasy roślinnej zebranej z terenów innych niż zaewidencjonowane jako rolne,
- f) odchodów zwierzęcych pozyskanych z działalności innej niż rolnicza  
- z wyłączeniem biogazu pozyskanego z odpadów komunalnych, ze składowisk odpadów, a także z substratów pochodzących z oczyszczalni ścieków innych niż wymienione w lit. b;

Ilość i skład chemiczny biogazu zależą od wielu czynników, m.in. od składu chemicznego surowca, technicznych rozwiązań, parametrów prowadzenia fermentacji. Najważniejsze, aby w mieszaninie jak największy udział miał metan, ponieważ jest wysokoenergetycznym gazem zakwalifikowanym do alternatywnych źródeł energii.

**Tabela 2. Przykłady uzysku biogazu z różnych odpadów z przemysłu rolno-spożywczego**

<b>ODPAD</b>	<b>Uzysk biogazu [m<sup>3</sup> Mg<sup>-1</sup> s.m.o.]</b>
Pulpa ziemniaczana	332
Wytłoki z winogron	600-690
Odpady z pomidorów	712
Młóto	379
Wytłoki z jabłek	560
Wywar gorzelniany zbożowy	430-700
Wysłodziny browarnicze	580-750
Melasa	360-490

Źródło: M.Kupryś-Carus „Przemysł rolno-spożywczy źródłem substratów do produkcji biogazu”. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 2017 t. 72 nr 2. Objasnienie: s.m.o. – sucha masa odpadu

Wytwarzanie biogazu z bioodpadów prowadzi się w biogazowniach w specjalnych bioreaktorach na drodze reakcji biochemicznych. W bioreaktorach przeprowadzana jest beztlenowa fermentacja w obecności specjalistycznych szczepów drobnoustrojów i w kontrolowanych warunkach temperatury, pH. Proces ten trwa od kilku dni do kilku tygodni w zależności od rodzaju substratu.

Biogazownie można podzielić na różne typy, w zależności od ich wielkości, zastosowań i rodzaju wykorzystywanych substratów:

- **rolnicze** - mają na celu przyczynić się do lepszego zarządzania odpadami organicznymi (rolniczymi) oraz wytwarzania energii w sposób przyjazny dla środowiska
- **przysiadomowe** - to małe instalacje, które można zainstalować na posesji prywatnej, aby wytwarzać energię na własne potrzeby
- **komunalne** - to instalacje, które służą przede wszystkim do przetwarzania odpadów komunalnych

Polska, jako państwo członkowskie Unii Europejskiej, może korzystać z funduszy unijnych na rozwój odnawialnych źródeł energii, w tym biogazowni. Pomoc oferowana jest przede wszystkim w ramach interwencji I.10.2 Inwestycje w gospodarstwach rolnych w zakresie OZE i poprawy efektywności energetycznej w ramach Planu Strategicznego dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027. Zakładane wsparcie w ramach tego działania pozwoli na realizację 257 projektów związanych z inwestycjami z zakresu biogazu rolniczego.

Wsparcie inwestycji w zakresie biogazowni jest również możliwe ze środków krajowych, Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach realizacji programów krajowych i regionalnych polityki spójności na lata 2021-2027, Funduszu Modernizacyjnego (Energia dla wsi). Ponadto w ramach rewizji Krajowego Planu Odbudowy dodano inwestycję dot. budowy lub modernizacji sieci dystrybucyjnych energii elektrycznej na obszarach wiejskich w celu umożliwiania przyłączania nowych źródeł OZE (z budżetem 971 578 098 euro). Pozwoli to zlikwidować trudności z zapewnieniem stabilnych dostaw energii o zadawalającej jakości oraz zmniejszeniem odmów wydania warunków przyłączenia instalacji OZE do sieci dystrybucyjnych.



**Rys. 5 Zdjęcie Biogazowni rolniczej**

Źródło: <https://gazetaolsztynska.pl/ilawa/726211,Biogazownie-rolnicze-prad-i-cieplo-z-odpadow.html>

## **6. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE UMOŻLIWIAJĄCE MINIMALIZOWANIE BIOODPADÓW**

Jednym z celów projektowania nowoczesnego procesu produkcyjnego w przemyśle spożywczym jest minimalizacja powstawania odpadów i produktów ubocznych. Sprzyja temu rozwój technologiczny, a wraz z nim opracowywanie nowych maszyn i wynikających z nich wysokowydajnych metod obróbki i przetwarzania surowców. Jednak technicznie nie da się w pełni wyeliminować wytwarzania odpadów czy produktów ubocznych, szczególnie w przetwórstwie owocowo-warzywnym.

Dobra praktyka produkcyjna zaleca, jeśli to możliwe, aby pozostałość poprodukcyjną (produkt uboczny czy odpad) wykorzystać w miejscu jej powstawania albo przekazać/sprzedać podmiotom trzecim. Dane statystyczne donoszą, że z całego rynku rolno-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. Zdecydowanie jest to efekt świadomości przetwórców chociażby z zagrożenia mikrobiologicznego dla zakładu przetwórczego jakie niesie ze sobą niewłaściwe postępowania z bioodpadami. Ponadto, świadomość, że odpady są cennym surowcem wtórnym i ich przetwarzanie może poszerzyć asortyment firmy przy jednoczesnym korzystnym bilansie ekonomicznym.

### **Przykłady rozwiązań technologicznych związanych z zagospodarowaniem odpadów, w tym również bioodpadów:**

- *Instalacje do ekstrakcji alkoholowej,*
- *Instalacje do ekstrakcji z wykorzystaniem ultradźwięków,*
- *Instalacje do ekstrakcji w warunkach nadkrytycznych z użyciem CO<sub>2</sub>,*
- *Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie* (MBP) jest technologią przetwarzania zmieszanych (reszkowych) odpadów komunalnych, której celem jest wydzielenie frakcji nadających się do odzysku (w tym recyklingu) oraz przetworzenie pozostałych odpadów przed składowaniem.
- *Technologia RotoSTERIL* – którą można też traktować jak obróbkę wstępną odpadów zmieszanych.
- *Dwuetapowa technologia GICON* - połączenie fermentacji suchej (I faza – hydroliza) oraz mokrej (II faza – metanizacja), dążące do uzyskania biogazu cechującego się bardzo wysoką zawartością metanu. Instalację charakteryzuje zwartość i modułowość konstrukcji.
- *Technologia suchej fermentacji STRABAG* prowadzona jest w jednostopniowym horyzontalnym reaktorze typu Laran wyposażonym w szereg urządzeń mieszających, zabezpieczających przed tworzeniem się piany oraz sedymentacją.
- *Technologia PRV i ATB Potsdam* wysoko wydajne termofilowe reaktory biogazowe do fermentacji gnojowicy świńskiej oraz buraków pastewnych.
- *Technologia HPF (High organic loading plug-flow digestion system)* wykorzystuje gradient ciśnienia w zewnętrznej części komory fermentacyjnej związany z produkcją biogazu, który powoduje wypiętrzenie pulpy w środkowej części reaktora.
- *Okresowe Bioreaktory Beztlenowe*, w których zachodzi przyspieszona, kontrolowalna fermentacja FOOK odpadów organicznych.
- *Biologiczna metanizacja dwutlenku węgla* opartej na katalizowanej reakcji chemicznej czy procesie biologicznym (katalizator nikiel lub ruten).

## **7. ZUŻYCIE WODY W PRZETWÓRSTWIE OWOCOWO-WARZYWNYM**

Przedsiębiorstwa branży owocowo – warzywnej wodę z sieci wodociągowej wykorzystują przede wszystkim jako wodę pitną, zaś wodę z ujęć własnych (głównie podziemnych) jako wodę kotłową oraz do hydrotransportu, mycia i chłodzenia. Woda z ujęć własnych wymaga uzdatniania na filtrach jonowymiennych, rzadziej przez napowietrzanie i filtrację, w celu usunięcia z wody nadmiaru żelaza i manganu. Wielkość zużycia wody jest uwarunkowane rodzajem prowadzonej produkcji, ale także uzależnione jest od stosowanej technologii i ilości zamkniętych obiegów wody technologicznej (w hydrotransportie, chłodzeniu, myciu).

**Tabela 3. Jednostkowe zużycie wody przy produkcji różnych produktów**

Rodzaj wyrobu	Wskaźnik zużycia wody [m <sup>3</sup> /tonę]
dżem	13 - 25
fasolka konserwowa	14
fasolka mrożona	12
kompoty	9
konserwy warzywne	10
mrożonki owocowe	7
nektary	16
ogórki konserwowe	9
soki warzywne	16
sok pomidorowy	13
zagęszczone soki owocowe	40
przeciery	6 - 12

Źródło: Najlepsze dostępne techniki (BAT) –wytyczne dla branży spożywczej: owocowo-warzywnej (soki i nektary, przetwory, mrożonki). Opracowanie wykonane przez: ENVIRON Poland Sp. z o.o., 2004.

**Średnie zapotrzebowanie na wodę (w m<sup>3</sup>/tone produktu) do operacji jednostkowych można oszacować na poziomie:**

- Mycie owoców 1,0 – 4,0 m<sup>3</sup>
- Mycie warzyw 1,8 – 2,5 m<sup>3</sup>
- Obieranie warzyw 3,0 – 5,0 m<sup>3</sup>
- Blanszowanie 0,5 – 1,0 m<sup>3</sup>
- Chłodzenie 0,5 – 1,5 m<sup>3</sup>

Najbardziej wodochłonne procesy w przetwórstwie owoców i warzyw to wszystkie procesy związane z przygotowaniem surowca do właściwego przetwarzania – t.j. mycie surowca, obieranie warzyw. Kolejnymi etapami wymagającymi dużej ilości wody to procesy termiczne wykorzystujące wodę jako nośnik ciepła, jak również zabiegi, w których woda służy jako medium chłodnicze (przy braku zamkniętych obiegów). Dlatego też większość nowoczesnych zakładów przetwórczych wprowadza systemy ograniczające zużycie wody przez zastosowanie np. efektywnego systemu odzyskiwania skroplin, co może ograniczyć pobór wody nawet o 50 - 70%.

Należy pamiętać, że zużycie wody nierozdzielnie wiąże się wytwarzaniem ścieków. Przyjmuje się, że w sektorze owocowo-warzywnym ilość ścieków technologicznych stanowi średnio 70 – 90% pobranej do tego celu wody. W zakładach produkujących soki i napoje



proporcja ta jest znacząco mniejsza i wynosi 30 – 60% (reszta odprowadzana jest w produkcji).

Ścieki powstające w branży owocowo – warzywnej charakteryzują się dużą zmiennością w zależności od sezonu, cechuje je zmienna wartość wskaźnika pH, wysoka wartość BZT5 (Biologiczne zapotrzebowanie tlenu – wskaźnik mówiący o tym, jak dużo tlenu trzeba dostarczyć bakteriom, by mogły oczyścić dane ścieki, im wyższa wartość BZT5, tym większe zanieczyszczenie) oraz wysoka wartość ChZT (Chemiczne zapotrzebowanie tlenu - określa ilość tlenu, jaka byłaby potrzebna do pełnego utlenienia wszystkich związków organicznych i niektórych nieorganicznych) i wysokie stężenie zawiesin.

Źródłem ścieków są także operacje pomocnicze – zwłaszcza procesy utrzymania czystości w zakładach: mycie posadzek, urządzeń, opakowań. Ścieki z tych procesów zawierają detergenty i substancje myjące, które odprowadzane są ze ściekami do kanalizacji.

**Tabela 4. Jakość ścieków z różnych procesów produkcyjnych w branży owocowo – warzywnej**

<b>Przerabiany surowiec lub produkt</b>	<b>Zawiesina mg/dm<sup>3</sup></b>	<b>BZT5 po 2 h sedimentacji tlenu (O<sub>2</sub>) mg/dm<sup>3</sup></b>
jabłka	300 - 600	1680 - 5500
żurawiny	100 - 250	500 - 2250
brzoskwinie	450 - 750	1200 - 2800
fasolka szparagowa	150 - 280	280 - 400
groszek	530 - 860	1210 - 1310
kompot agrestowy	1220	1614
kompot czereśniowy	60	1263
kompot średnio	81,5	1111
marmolada średnio	6,5	141
koncentrat średnio	3	151
przecier pomidorowy	43	142
konserwy z groszku	100 - 800	495 - 2100

Źródło: *Najlepsze dostępne techniki (BAT) –wytyczne dla branży spożywczej: owocowo-warzywnej (soki i nektary, przetwory, mrożonki). Opracowanie wykonane przez: ENVIRON Poland Sp. z o.o., 2004.*

## 7.1. Normy zużycia wody

**Tabela 5. Przeciętne normy zużycia wody w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego**

Lp.	Rodzaj zakładu	Jednostka odniesienia (j.o.)	Przeciętne normy zużycia wody (m <sup>3</sup> /j.o.)
1	Zakłady mleczarskie		
	a) wyrób masła	1.000 dm <sup>3</sup> mleka	3
	b) wyrób sera	1.000 dm <sup>3</sup> mleka	4
	c) zlewnie mleka	1.000 dm <sup>3</sup> mleka	0,3
2	Browary, rozlewnie piwa, wytwórnie napojów bezalkoholowych	1.000 dm <sup>3</sup> piwa lub produktu	5
3	Piekarnie	1.000 kg pieczywa	2
4	Rzeźnie		
	a) bydło:		
	- sztuki duże	1 szt.	0,3
	- sztuki małe	1 szt.	0,1
	b) trzoda chlewna	1 szt.	0,5
	c) konie	1 szt.	0,35
5	Przetwarzanie mięsa:	1 t wyrobu	
	a) zakłady przetwórstwa mięsnego oraz wytwórnie wyrobów garmażeryjnych		50
	b) fabryki konserw		35
6	Punkt skupu zboża i nasion	1 m <sup>2</sup> pow. użytkowej/m-c	0,5
7	Laboratoria	1 m <sup>2</sup> pow. użytkowej/m-c	0,1
8	Wytwórnie makaronów	1.000 kg wyrobu	1,4
9	Gorzelnie i cukrownie	1.000 dm <sup>3</sup> spirytusu	115
		1.000 kg cukru	
10	Garbarnie		
	- skórki duże	1 szt.	1
	- skórki małe	1 szt.	0,5

## 7.2. Przykłady rozwiązań technologicznych ograniczających zużycie wody

Każdy człowiek jest świadomy tego, że każdego dnia używamy wodę w wielu codziennych czynnościach. Jednak nie zawsze zdajemy sobie sprawę jaka ilość tej wody jest wykorzystywana.

Z tego co można przeczytać na stronie rządowej gov.pl - <https://www.gov.pl/web/edukacja-ekologiczna/dbajmy-o-zasoby-wody---dlaczego-powinnismy-ja-oszczedzac> - zużycie wody to suma dwóch czynników – bezpośredniego zużycia wody oraz tzw. wirtualnego zużycia, czyli wody, która jest konieczna do produkcji żywności i innych dóbr konsumpcyjnych. Jak podaje www.gov.pl - bezpośrednie zużycie w przeliczeniu na jednego Polaka wynosi dziennie zaledwie 92 litry, to wirtualne zużycie to dodatkowo ponad 3800 l. Łącznie stanowi to ok. 3900 l dziennie.

Przemysł w codziennym funkcjonowaniu wykorzystuje tysiące litrów wody. Dla przykładu produkcja bochenka chleba odpowiada za zużycie 1600 litrów wody, 1 kg wołowiny – 15 tys. litrów, książki (500 stron) – 1,3 tys. litrów, a 1 kg czekolady – 17 tys. l.

W celu podjęcia działań racjonalnego gospodarowania wodą w przemyśle spożywczym należy dokonać analizy zużycia wody dla poszczególnych instalacji produkcyjnych i wprowadzić plan działań korygujących, biorąc pod uwagę przepływ surowców, półproduktów, wyrobów gotowych, zaczynając od magazynu surowców, a kończąc na magazynie wyrobów gotowych.

Przede wszystkim należy wskazać w jakich obszarach zakładu można wprowadzić zmiany optymalizujące wykorzystania wody, w jaki sposób można wprowadzić planowane poprawy wykorzystania wody w procesach produkcyjnych. Oczywiście należy też wykonać kalkulację przewidywanych oszczędności będą dawać wprowadzone sposoby racjonalnej gospodarki wodą.

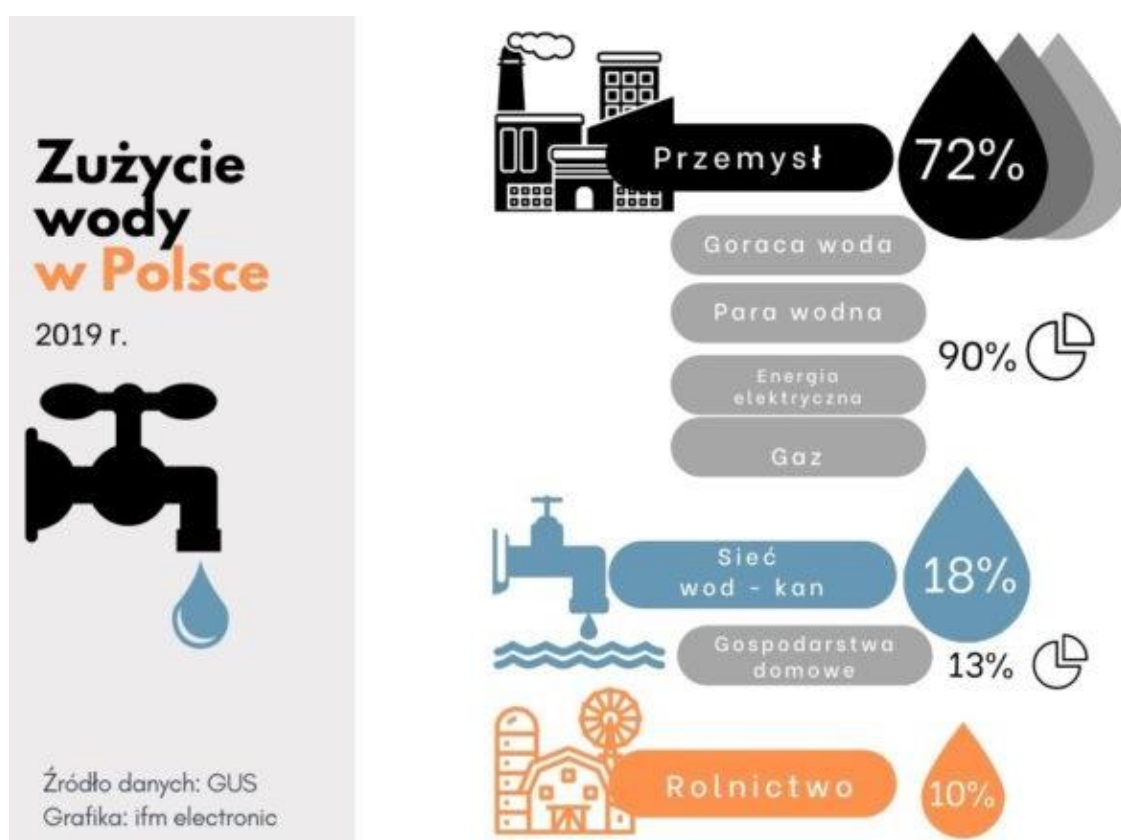
Inwestowanie w instalacje i urządzenia oszczędzające wodę może charakteryzować się długim okresem zwrotu. Jednak coraz częściej takie oszczędności są podyktowane koniecznością wdrażania polityki społecznej odpowiedzialności firmy i mają charakter długofalowy. Jednocześnie należy pamiętać, że ze zużyciem wody wiąże się zużycie ścieków, których oczyszczanie również kosztuje. Takie koszty, a właściwie ich redukcję również należy uwzględnić w obliczaniu parametrów finansowych opłacalności poszczególnych inwestycji. Jednak przede wszystkim planując oszczędności zużycia wody w zakładzie przemysłowym należy sprawdzić czy dane obszary są zarządzane oraz zbudowane w sposób bliski optymalnemu oraz zaplanować działania dotyczące poprawy zużycia wody w zakładzie. W przypadku budowy nowych zakładów, ich rozbudowy lub modernizacji warto powyższe informacje wdrożyć od razu, co poprawi konkurencyjność budowanego lub modernizowanego zakładu. Planując modernizację lub budowę zakładu produkcji spożywczej warto wraz z tymi inwestycjami wdrożyć sposoby racjonalnego gospodarowania wodą, czyli

stosować najlepsze dostępne techniki w danym czasie, które od samego początku będą dawały szansę obniżenia całkowitych kosztów zawierających koszty inwestycji i eksploatacji takiego zakładu w czasie jego użytkowania.

### **Sposoby ograniczania zużycia wody:**

- restryktywizacja wyposażenia zakładu produkcyjnego na bardziej efektywne systemy, pozwalające na oszczędność wody;
- modernizacja sieci kanalizacyjnej w zakładzie, które wyeliminuje niekontrolowany ubytek wody (np. poprzez przecieki);
- wybudowanie przyzakładowych stacji uzdatniania wody – dzięki czemu możliwe stanie się ponowne wykorzystanie jej zasobów i ograniczenie ogólnego zużycia.
- kontrola i optymalizacja parametrów procesu mycia;
- kontrola przepływu wody we wszystkich procesach jej użycia;
- rozwiązania zmniejszające strumień wody – nowoczesne czujniki, ograniczniki i regulatory wypływu wody;
- korzystanie z akcesoriów do przechowywania/odwieszania, które ułatwiają pracę;
- rozwiązania skracające czas korzystania z wody;
- systematyczne sprawdzanie stanu technicznego wyposażenia systemu mycia;
- stosowanie możliwie najmniejszej ilości wody do płukania instalacji technologicznych;
- odpowiednia i stała konserwacja urządzeń myjących. Przy wodzie twardej powinno się sprawdzać stan odkładania się kamienia lub krystalizacji środków chemicznych. Jeśli do zakładu dostarczana jest woda miękka, należy okresowo sprawdzać stan techniczny dysz, gdyż przy zwiększonym przepływie wody zużyta dysza nie zapewni odpowiedniej jakości mycia, a ciśnienie i kąt pokrycia strumienia zmniejszą się;
- ograniczenie zużycie wody i innych środków w przemyśle spożywczym możliwe jest również za sprawą technologii wydłużających trwałość urządzeń
- montaż systemów pozwalających na kontrolę wody w automatycznych i półautomatycznych liniach produkcyjnych pozwala na duże oszczędności w jej zużyciu;
- stosując do płukania bardziej wydajne dysze o przekroju płaskim lub punktowym ustawione w odpowiednim kierunku można osiągnąć znaczne oszczędności w zużyciu wody.

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego (2019), wynika że 72% zużycia wody w Polsce przypada na przemysł, który rocznie wykorzystuje niespełna 7 miliardów metrów sześciennych wody. Blisko 90% zużycia wody z przemysłowego wskaźnika przypada na wytwarzanie i zaopatrywanie w gorącą wodę, parę wodną, gaz i energię elektryczną, a 18% zużycia wody dotyczy eksploatacji sieci wodociągowo-kanalizacyjnej, w tym 13 proc. wody jest zużywana na potrzeby gospodarstw domowych, natomiast 10 proc. zużycia przypada na rolnictwo.



Rys. 6. Schemat zużycia wody w Polsce przez różne grupy odbiorców.

## 8. PODSUMOWANIE

W przetwórstwie owocowo-warzywnym powstaje duża ilość produktów ubocznych. Ponadto z roku na rok ich ilość rośnie i będzie powodowała coraz większe problemy z utylizacją. Przykładem ekonomicznego rozwiązania problemu jest waloryzacja, czyli proces tworzenia

wartości z mało wartościowych odpadów i produktów ubocznych przemysłu spożywczego. Waloryzacja świetnie wpisuje się w koncepcję zrównoważonego rozwoju poprzez połączenie aspektów środowiskowych i ekonomicznych, dążących do zachowania równowagi. Pozwala na otrzymanie dobrej jakości produktów wzbogacanych, które odpowiadają potrzebom współczesnych konsumentów, zarazem zachowując dbałość o środowisko naturalne. Dodatkowo pozwala na wytworzenie całkowicie nowych produktów przydatnych w przemyśle spożywczym i nie tylko. Z tego względu warto zainteresować się potencjałem pozostałości poprodukcyjnych z sektora owocowo-warzywnego.