



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Biogospodarka odpadów powstałych w produkcji rolnej

Opracowanie dotyczy kursu:

“Biogospodarka. Cele i wyzwania w odniesieniu do Europejskiego Zielonego Ładu”



Opracowanie: Artur Paszkowski, Polska Izba Nasienna w Poznaniu

Opracowanie przygotowane w związku z realizacją projektu:

Najlepsi z natury! Podnoszenie kompetencji osób dorosłych przez UPP,

nr umowy o dofinansowanie FERS.01.05-IP.08-0469/23



Wstęp Polska Izba Nasienna

[Polska Izba Nasienna \(PIN\)](#) jest izbą gospodarczą branży hodowlano-nasiennej w Polsce.

Początki powstawania sięgają lat 90-tych XX wieku, a tradycja samorządu branżowego związana jest z przedwojennymi tradycjami Związku Hodowców Roślin i wytwórców Nasion (i Kupców Nasiennych). W chwili obecnej zrzeszonych jest około 90 firm krajowych oraz zagranicznych razem stanowiąc większościowy udział obrotów rynku nasion rolniczych, warzywnych oraz ozdobnych. Członkami PIN są firmy hodowlane i nasienne oraz dystrybutorzy materiału siewnego. Podmioty te wspólnie działają na rzecz rozwoju hodowli i nasiennictwa, wspólnie są odpowiedzialne za wdrożenie postępu biologicznego do praktyki rolnej. PIN poprzez członkostwo w [Światowej Federacji Nasienniej \(ISF\)](#) oraz [Europejskim Stowarzyszeniu Nasiennym - Euroseeds](#) jest łącznikiem krajowego sektora z rynkami Europy i Świata.

Priorytetem działania Polskiej Izby Nasienniej jest:

„Zwiększenie efektywności produkcji rolnej przez wykorzystanie potencjału biologicznego dzięki zwiększeniu użycia kwalifikowanego materiału siewnego”.

Cele Polskiej Izby Nasienniej:

Reprezentowanie branży nasiennej

Wspieranie rozwoju rynku nasiennego

Popularyzacja wysokiej jakości materiału siewnego

Współpraca z instytucjami badawczymi i uczelniami

Edukacja i podnoszenie świadomości

Współpraca międzynarodowa



I. Wprowadzenie

1. Definicja biogospodarki

Biogospodarka to koncepcja zrównoważonego zarządzania zasobami biologicznymi, obejmująca ich produkcję, przetwarzanie i wykorzystanie w sposób przyjazny dla środowiska. Opiera się na założeniu, że odpady organiczne mogą stać się surowcem do wytwarzania energii, nawozów, bioproduktów i materiałów, zamiast trafiać na składowiska. W kontekście rolnictwa biogospodarka skupia się na efektywnym wykorzystaniu odpadów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, a także odpadów powiązanych z produkcją rolną.

Kluczowe elementy biogospodarki to:

- **Gospodarka obiegu zamkniętego (GOZ)** – minimalizacja marnowania zasobów poprzez ponowne wykorzystanie odpadów.
- **Innowacyjne technologie** – np. fermentacja metanowa, kompostowanie, recykling materiałowy.
- **Zrównoważony rozwój** – ochrona środowiska przy jednoczesnym wsparciu ekonomicznym dla rolników.

2. Znaczenie odpadów rolniczych i pokrewnych

Odpady z produkcji rolnej stanowią ogromny potencjał dla biogospodarki, ale także wyzwanie środowiskowe. Szacuje się, że w samej Unii Europejskiej rolnictwo generuje setki milionów ton odpadów organicznych rocznie, a do tego dochodzą odpady opakowaniowe i chemiczne. Nieprawidłowe gospodarowanie nimi prowadzi do:

- **Zanieczyszczenia gleb i wód** (np. przez niewłaściwe składowanie i niekontrolowane wycieki z przyzm kiszonkowych).
- **Emisji gazów cieplarnianych** (np. metanu z rozkładu obornika).
- **Marnowania surowców**, które mogłyby zostać przetworzone na wartościowe produkty.

Dlatego coraz większą uwagę przywiązuje się do:

- **Recyklingu odpadów nieorganicznych**, np. plastikowych opakowań po nawozach.
- **Przetwarzania odpadów organicznych** na biogaz, kompost lub biopaliwa.



- **Wdrażania rozwiązań prawnych**, które motywują rolników do właściwego postępowania z odpadami.

Biogospodarka odpadów z produkcji rolnej ma na celu dostarczenie wiedzy na temat:

- **Identyfikacji i klasyfikacji odpadów** – jakie odpady powstają w rolnictwie i jak je bezpiecznie gromadzić.
- **Technologii przetwarzania** – jakie metody (kompostowanie, biogazownie, recykling) są najbardziej efektywne dla różnych typów odpadów.
- **Korzyści ekonomicznych i środowiskowych** – jak zarabiać na odpadach (np. sprzedaż biogazu, oszczędności na nawozach).
- **Obowiązków prawnych** – jakie regulacje dotyczą gospodarowania odpadami w rolnictwie (np. [system PSOR](#) dla opakowań po środkach ochrony roślin).

Biogospodarka odpadów rolniczych to kluczowy element zrównoważonego rozwoju sektora rolnego. Dzięki odpowiedniemu zarządzaniu można nie tylko zmniejszyć negatywny wpływ na środowisko, ale także stworzyć nowe źródła przychodów.

II. Charakterystyka odpadów z produkcji rolnej

1. Źródła odpadów w produkcji rolnej

Odpady generowane w rolnictwie można podzielić na kilka głównych kategorii w zależności od ich pochodzenia i właściwości.

a) Resztki roślinne

Powstają jako efekt uboczny uprawy i zbioru roślin. Należą do nich m.in.:

- **Słoma** (pszenna, rzepakowa, kukurydziana, itp.) – jedna z najpowszechniejszych pozostałości po żniwach.
- **Łodygi i liście** (np. po zbiorze buraków, ziemniaków, warzyw).
- **Pozostałości po przycinaniu drzew i krzewów owocowych.**
- **Odpady z produkcji roślinnej** (np. wytloki owocowe, pestki, łuski).

b) Odchody zwierzęce

Są to naturalne odpady z chowu zwierząt gospodarskich, takie jak:



- **Obornik** – stałe odchody bydła, trzody chlewnej i drobiu zmieszane ze ściółką.
- **Gnojowica** – płynna mieszanina odchodów i moczu.
- **Pomiot ptasi** – bogaty w azot, stosowany jako nawóz, ale wymagający odpowiedniego przechowywania.

c) Pozostałości po przetwórstwie rolno-spożywczym

Wynikają z przemysłowego przetwarzania surowców rolnych. Należą do nich:

- **Wytłoki owocowe i warzywne** (np. po produkcji soków).
- **Wysłodki buraczane** – produkt uboczny produkcji cukru.
- **Młoto browarniane** – pozostałość po warzeniu piwa.
- **Oleje posmażalnicze i tłuszcze odpadowe** z produkcji żywności.

2. Skład chemiczny i właściwości odpadów rolniczych

Odpady rolnicze charakteryzują się zróżnicowanym składem, który determinuje możliwości ich zagospodarowania.

a) Materia organiczna

Stanowi główny składnik większości odpadów roślinnych i zwierzęcych. Obejmuje:

- **Celulozę i hemicelulozę** – główne składniki ścian komórkowych roślin, podatne na rozkład mikrobiologiczny.
- **Ligninę** – trudniej rozkładalny związek, obecny w zdrewniałych częściach roślin.
- **Białka, tłuszcze i węglowodany** – obecne w odchodach zwierzęcych i odpadach spożywczych.

b) Składniki mineralne

Występują głównie w odchodach zwierzęcych i niektórych odpadach roślinnych:

- **Azot (N), fosfor (P), potas (K)** – kluczowe pierwiastki nawozowe.
- **Wapń, magnez, siarka** – mikroelementy istotne dla żyzności gleby.
- **Metale ciężkie** (np. kadm, ołów) – mogą występować w nawozach naturalnych w wyniku zanieczyszczeń.



c) Zanieczyszczenia biologiczne

Mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt:

- **Patogeny** (bakterie, wirusy, pasożyty) – obecne w odchodach zwierzęcych.
- **Nasiona chwastów** – w kompoście lub oborniku, jeśli nie poddano ich termicznemu unieszkodliwieniu.

3. Objętość generowanych odpadów i ich wpływ na środowisko

a) Skala wytwarzania odpadów

- W Polsce rocznie powstaje ok. **25-30 mln ton obornika** i gnojowicy.
- Zbiór zbóż generuje **ok. 15-20 mln ton słomy** rocznie.

b) Negatywne skutki niewłaściwego gospodarowania odpadami

- **Zanieczyszczenie wód** (azotany, fosforany) – powoduje eutrofizację.
- **Emisja gazów cieplarnianych** (metan, podtlenek azotu) – przyspiesza zmiany klimatu.
- **Składowanie odpadów niebezpiecznych** (np. opakowań po pestycydach) – prowadzi do skażenia gleb.

Odpady z produkcji rolnej stanowią złożoną mieszaninę substancji organicznych i nieorganicznych, które – odpowiednio zagospodarowane – mogą stać się cennym surowcem. Kluczowe jest zrozumienie ich składu i właściwości, aby wybrać optymalną metodę przetwarzania.

III. Przykładowe technologie przetwarzania odpadów rolniczych i pokrewnych

Przetwarzanie odpadów rolniczych wymaga zróżnicowanych technologii dostosowanych do ich charakterystyki fizykochemicznej. Współczesne metody pozwalają nie tylko na bezpieczną utylizację, ale przede wszystkim na odzysk surowców i energii, co jest kluczowe dla zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Poniżej przedstawiono najważniejsze technologie stosowane w biogospodarce odpadów rolnych.

1. Kompostowanie

a) Proces i podstawowe zasady

Kompostowanie to tlenowy rozkład materii organicznej przez mikroorganizmy (bakterie,



grzyby, promieniowce). Proces ten:

- Wymaga utrzymania wilgotności na poziomie 40-60%
- Optymalna temperatura: 50-70°C (niszczy patogeny i nasiona chwastów)
- Wymaga okresowego przewracania masy (napowietrzanie)

b) Rodzaje kompostowania

- **Kompostowanie przyzmore** – najprostsza metoda, stosowana w gospodarstwach
- **Kompostowanie w bioreaktorach** – szybsze, kontrolowane warunki
- **Wermikompostowanie** – z wykorzystaniem dżdżownic

c) Zastosowanie produktu finalnego

- Nawóz organiczny poprawiający strukturę gleby
- Środek do rekultywacji terenów zdegradowanych

d) Ograniczenia

- Nie nadaje się do odpadów zanieczyszczonych chemicznie
- Wymaga dużych powierzchni w metodach tradycyjnych

2. Fermentacja metanowa (biogazownie rolnicze)

a) Zasada działania

Beztlenowy rozkład materii organicznej przez bakterie metanogenne, prowadzący do powstania:

- Biogazu (55-75% CH₄, 25-45% CO₂)
- Pofermentu (nawóz organiczny)

b) Rodzaje substratów

- Obornik i gnojowica
- Resztki roślinne
- Odpady spożywcze



c) Typy biogazowni

- **Biogazownie rolnicze** (małe, zasilane odpadami z gospodarstwa)
- **Biogazownie przemysłowe** (duże moce przerobowe)

d) Korzyści

- Produkcja energii odnawialnej
- Unieszkodliwienie odorów
- Wytwarzanie wartościowego nawozu

3. Produkcja biochemikaliów i bioproduktów

a) Ekstrakcja cennych związków

- Kwasy organiczne z odpadów owocowych
- Barwniki naturalne z łupin roślin

b) Wytwarzanie bioplastików

- Z celulozy i skrobi
- Alternatywa dla tworzyw sztucznych

c) Produkcja enzymów

- Z odpadów roślinnych i zwierzęcych
- Zastosowanie w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym

4. Nowoczesne technologie hybrydowe

a) Biorafinerie

- Kompleksowe przetwarzanie biomasy w różne produkty
- Łączenie procesów biologicznych i chemicznych

b) Systemy kaskadowe

- Wielostopniowe wykorzystanie odpadów
- Przykład: słoma → biogaz → kompost



5. Wybór technologii - czynniki decydujące

Wybór optymalnej technologii przetwarzania odpadów rolniczych wymaga kompleksowej analizy wielu czynników. Decyzja powinna uwzględniać zarówno charakterystykę odpadów, jak i uwarunkowania ekonomiczne, techniczne oraz prawne. Poniżej przedstawiono kluczowe czynniki wpływające na dobór metody zagospodarowania odpadów.

a) Charakter odpadów

- Zawartość suchej masy
- Stopień zanieczyszczenia

b) Skala produkcji

- Małe gospodarstwa vs. duże przedsiębiorstwa

c) Możliwości finansowe

- Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne

d) Wymagania prawne

- Normy emisji
- Zezwolenia na przetwarzanie

Tabela 1 Przykładowe scenariusze wyboru technologii

Profil gospodarstwa	Dominujące odpady	Rekomendowane technologie	Alternatywy
Hodowla bydła mlecznego	Gnojowica, obornik	Biogazownia rolnicza	Kompostowanie
Uprawa zbóż i rzepaku	Słoma, resztki poźniwne	Brykietowanie, piroliza	Przyoranie
Sadownictwo	Gałęzie, odpady owocowe	Kompostowanie, wermikompostowanie	Fermentacja metanowa
Warzywnictwo	Resztki roślinne	Kompostowanie	Biogazownia

Współczesne technologie przetwarzania odpadów rolniczych oferują szerokie możliwości ich zagospodarowania. Od prostych metod kompostowania po zaawansowane systemy biorafineryjne - wybór odpowiedniej technologii zależy od charakteru odpadów, skali



produkcji i możliwości finansowych. Właściwe zastosowanie tych metod pozwala nie tylko rozwiązać problem odpadów, ale także stworzyć nowe źródła dochodów w gospodarstwach rolnych.

IV. Aspekty środowiskowe i ekonomiczne gospodarowania odpadami rolniczymi

1. Wpływ na środowisko

Korzyści środowiskowe

Właściwe zagospodarowanie odpadów rolniczych przynosi szereg korzyści dla środowiska naturalnego:

- **Redukcja emisji gazów cieplarnianych**

Przetwarzanie odpadów w biogazowniach pozwala na ograniczenie emisji metanu – gazu o 25-krotnie większym potencjale cieplarnianym niż CO₂. Kompostowanie w kontrolowanych warunkach zmniejsza emisję N₂O (podtlenku azotu).

- **Ochrona wód przed zanieczyszczeniem**

Odzysk składników pokarmowych (N, P, K) zapobiega ich wymywaniu do wód gruntowych i powierzchniowych, ograniczając proces eutrofizacji.

- **Poprawa żyzności gleb**

Stosowanie kompostu i pofermentu zwiększa zawartość materii organicznej w glebie (możliwe zwiększenie o 0,5-1,5% w ciągu 5 lat).

Potencjalne zagrożenia

Niewłaściwe gospodarowanie odpadami może powodować:

- **Zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi** (zwłaszcza przy stosowaniu kompostów z odpadów nieznanego pochodzenia)
- **Emisję odorów** przy nieprawidłowym prowadzeniu procesów fermentacji
- **Składowanie niebezpiecznych odpadów** (np. opakowań po pestycydach) prowadzące do lokalnego skażenia



2. Aspekty ekonomiczne

Źródła przychodów

- **Sprzedaż energii** (zielone certyfikaty, feed-in tariff)
Przykład: biogazownia 1 MW może generować roczny przychód ~2,5 mln zł
- **Sprzedaż nawozów organicznych**
Cena kompostu: 80-150 zł/tonę, pofermentu: 40-80 zł/tonę
- **Dodatkowe dopłaty**
W ramach PROW 2014-2020 możliwe dofinansowanie do 60% kosztów inwestycji

3. Instrumenty wsparcia ekonomicznego

Formy dofinansowania

- **Program PROW** (działania: "[Inwestycje w gospodarstwach rolnych](#)", "[Modernizacja gospodarstw rolnych](#)")
- **Fundusze NFOŚiGW** (np. program "[Agroenergia](#)")
- **Regionalne programy operacyjne**

Ulgi i preferencje

- Ulga podatkowa na cele ekologiczne
- Zwolnienia z podatku akcyzowego na biogaz rolniczy

Gospodarowanie odpadami rolniczymi przynosi wymierne korzyści zarówno środowiskowe, jak i ekonomiczne. Kluczowe czynniki sukcesu to:

- Wybór technologii adekwatnej do profilu gospodarstwa
- Wykorzystanie dostępnych form wsparcia finansowego
- Ścisła współpraca z instytucjami doradczymi
- Regularne monitorowanie efektów środowiskowych i ekonomicznych

Wdrożenie nowoczesnych systemów gospodarki odpadami pozwala nie tylko spełnić wymagania prawne, ale także stworzyć nowe źródła dochodu w gospodarstwach rolnych, przyczyniając się do ich zrównoważonego rozwoju.



V. Podsumowanie i perspektywy rozwoju biogospodarki odpadów rolniczych

Gospodarowanie odpadami z produkcji rolnej stanowi istotny element zrównoważonego rozwoju sektora agro-spożywczego. **Odpady rolnicze nie muszą stanowić problemu** – przy odpowiednim zarządzaniu mogą stać się wartościowym zasobem, generującym korzyści zarówno dla gospodarstw, jak i środowiska.

Kierunki rozwoju biogospodarki odpadów rolniczych

Wdrażanie innowacyjnych technologii

Przyszłość biogospodarki odpadów rolniczych wiąże się z rozwojem nowoczesnych metod przetwarzania, takich jak:

- **Biorafinerie rolnicze** – kompleksowe instalacje, w których odpady są przetwarzane na biopaliwa, biochemikalia i nawozy.
- **Mikrobiologiczne przetwarzanie odpadów** – wykorzystanie bakterii i grzybów do produkcji białka paszowego lub enzymów przemysłowych.
- **Inteligentne systemy monitoringu** – zastosowanie czujników IoT (Internet rzeczy) do optymalizacji procesów kompostowania czy fermentacji.

Rozwój gospodarki obiegu zamkniętego (GOZ) w rolnictwie

- **Większa współpraca między gospodarstwami** – tworzenie lokalnych systemów wymiany odpadów na surowce (np. obornik za słomę).
- **Zamknięcie obiegu składników odżywczych** – odzysk azotu i fosforu z odpadów zwierzęcych i roślinnych.
- **Biodegradowalne opakowania** – zastępowanie tradycyjnych folii rolniczych materiałami kompostowalnymi.

Wzrost znaczenia regulacji prawnych i certyfikacji

- **Zaostrzenie wymogów środowiskowych** – np. ograniczenie składowania odpadów biodegradowalnych.
- **Certyfikacja bioproduktów** – wzrost wartości rynkowej kompostu i biogazu pochodzącego z odnawialnych źródeł.



- **Rozszerzona odpowiedzialność producentów (ROP)** – większa odpowiedzialność firm za recykling opakowań po nawozach i pestycydach.

Edukacja i świadomość rolników

- **Programy szkoleniowe** – zwiększenie wiedzy na temat korzyści z biogospodarki.
- **Demonstracyjne gospodarstwa ekologiczne** – pokazujące praktyczne zastosowanie technologii przetwarzania odpadów.
- **Kampanie informacyjne** – promujące segregację odpadów i ich ponowne wykorzystanie.

Wyzwania na przyszłość

Pomimo ogromnego potencjału, rozwój biogospodarki odpadów rolniczych napotyka na pewne bariery:

- **Wysokie koszty inwestycyjne** – nie wszystkie gospodarstwa mogą pozwolić sobie na biogazownię czy linie recyklingowe.
- **Brak infrastruktury** – szczególnie w mniejszych gospodarstwach i regionach o rozproszonej produkcji rolnej.
- **Ograniczona akceptacja społeczna** – np. protesty przeciwko biogazowniom z powodu obaw o odory.

Aby sprostać tym wyzwaniom, niezbędne są:

Wsparcie finansowe – zwiększenie dostępności dotacji i preferencyjnych kredytów.

Rozwój współpracy międzysektorowej – rolnicy, przetwórcy, samorządy i instytucje badawcze.

Dalsze badania naukowe – nad nowymi metodami przetwarzania odpadów i zwiększeniem ich efektywności.

Podsumowanie i rekomendacje

Biogospodarka odpadów rolniczych to nie tylko trend, ale **konieczność** w dobie zmian klimatycznych i wzrostu cen energii. Aby w pełni wykorzystać jej potencjał, należy:

1. **Inwestować w nowoczesne technologie** – dostosowane do skali i profilu gospodarstwa.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego

Dofinansowane przez
Unię Europejską



2. **Wspierać kooperację między rolnikami** – np. poprzez spółdzielnie energetyczne lub grupy recyklingowe.
3. **Edukować i promować dobre praktyki** – aby zwiększyć świadomość korzyści płynących z gospodarki obiegu zamkniętego.

Perspektywy są obiecujące – rozwój biogospodarki może przyczynić się nie tylko do ochrony środowiska, ale także do zwiększenia opłacalności produkcji rolnej w długim okresie.



Źródła i literatura

Źródła prawne i dokumenty strategiczne

1. **Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach** (Dz.U. 2023 poz. 1587)
2. **Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851** w sprawie odpadów (zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE)
3. **Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi** w sprawie wymagań dla kompostu i pofermentu (Dz.U. 2019 poz. 1259)
4. **Polityka Ekologiczna Państwa 2030** (MP 2021 poz. 672)

Publikacje naukowe i raporty

5. **FAO (2022)**: Circular economy in agriculture – case studies from Europe
6. **OECD (2021)**: Biotechnology for the Environment: Wastewater Treatment and Modeling, Waste Gas Handling
7. **European Environment Agency (EEA, 2023)**: Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities
8. **GUS (2023)**: Ochrona środowiska w Polsce 2022
9. **IOŚ-PIB (2022)**: Analiza możliwości zagospodarowania odpadów rolniczych w Polsce
10. **Smol M. i in. (2020)**: Biogospodarka w praktyce – od teorii do wdrożeń, Wydawnictwo Naukowe PWN
11. **Krzywonos M. (2019)**: Metanowa fermentacja odpadów rolniczych, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej

Materiały instytucjonalne i branżowe

13. **Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR, 2023)**: Poradnik dla rolników – gospodarowanie odpadami
14. **Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG, 2022)**: Zasady kompostowania odpadów organicznych w gospodarstwach rolnych
15. **Polski System Recyklingu Opakowań (PSOR, 2023)**: Raport roczny – zbiórka opakowań po środkach ochrony roślin
16. **NFOŚiGW (2023)**: Program Agroenergia – warunki dofinansowania
17. **Europejska Platforma Biogospodarki (BIOEAST, 2021)**: Good practices in agricultural waste management



Źródła internetowe

18. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi: www.gov.pl/rolnictwo
19. Europejska Agencja Środowiska (EEA): www.eea.europa.eu
20. Platforma CIRCULAR BIOCARBON: www.circularbiocarbon.eu
21. Baza danych o biogazowniach rolniczych: www.biogas-info.co.uk
22. Portal Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ): www.teraz-srodowisko.pl

Przykłady wdrożeń

23. Projekt BIOGAS3 (UE, Horyzont 2020) – małe biogazownie rolnicze
24. Gospodarstwo demonstracyjne w Wielkopolsce (2022) – model GOZ w hodowli bydła
25. Raport PIMOT (2021): Recykling folii rolniczych w Polsce – analiza efektywności