**Nazwa przedmiotu:**

Technologie bioenergetyczne

**Koordynator przedmiotu:**

Balcerek Maria, dr hab. inż. Szczęsna-Antczak Mirosława, dr inż. Borowski Sebastian, dr inż. Struszczyk-Świta Katarzyna, dr inż. Dziekońska-Kubczak Urszula, dr inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Biogospodarka

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-BG000-ISP- 4004

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wyk. Ćw. Lab. Proj. Sem. Inne Suma godzin w semestrze
15 0 30 0 0 0 45
Udział w konsultacjach 12
Udział w pisemnych i/lub praktycznych formach weryfikacji 4
Samodzielne studiowanie tematyki 28
Przygotowanie do zaliczenia przedmiotu 20

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 30h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Mikrobiologia, biochemia, biotechnologia ogólna

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

1. Celem przedmiotu jest: umożliwienie zdobycia wiedzy w zakresie bezpieczeństwa energetycznego Polski i Świata, zapoznanie z aktualnie wdrażanymi technologiami produkcji energii ze źródeł odnawialnych, z uwzględnieniem zasobów oraz trendów wykorzystania biomasy roślinnej.

**Treści kształcenia:**

WYKŁAD
Bezpieczeństwo energetyczne świata i Polski. Energia a środowisko i gospodarka. Zasoby i charakterystyka odnawialnych źródeł energii (OZE). Aspekty prawne i ekonomiczne wytwarzania i użytkowania energii ze źródeł odnawialnych. Koszty wytwarzania energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych. Biopaliwa I i II generacji.
Produkcja bioetanolu II generacji z surowców lignocelulozowych. Charakterystyka
surowców lignocelulozowych stosowanych do produkcji bioetanolu. Metody wstępnej obróbki biomasy lignoceulozowej (fizyczne, fizykochemiczne, chemiczne i biologiczne) oraz ich wpływ na strukturę surowców. Hydroliza chemiczna i enzymatyczna celulozy, porównanie i ocena metod. Metody fermentacji biomasy lignocelulozowej (SHF, SSF, CBP, SSCF, DMC), mikroorganizmy wykorzystywane do fermentacji hydrolizatów i stawiane im wymagania. Inhibitory hydrolizy enzymatycznej i fermentacji etanolowej ? podział, charakterystyka, powstawanie, mechanizm działania.
Biodiesel: stan aktualny i perspektywy produkcji. Kamienie milowe rozwoju produkcji biodiesla. Produkcja w UE i Świecie, uzasadnienia i prognozy. Metody produkcji biodiesla (homo- i heterogenna kataliza chemiczna, kataliza enzymatyczna, biosynteza, metody fizykochemiczne - informacje podstawowe) oraz typy prowadzonych procesów. Surowce do produkcji biodiesla. Źródła lipidów: rośliny jadalne i niejadalne, tłuszcze odpadowe, drobnoustroje w tym algi - przykłady, porównanie. Algi jako źródło cennych produktów. Alkohole stosowane w produkcji biodiesla i ich źródła. Biodiesel, jako produkt enzymatycznej katalizy: biokatalizatory w produkcji biodiesla (rodzaje, źródła, dostępność), mechanizm ich działania; porównanie katalizy enzymatycznej z chemiczną. Metody rozwiązywania problemów związanych ze zwiększaniem skali procesu enzymatycznego: inżynieria białka, inżynieria środowiska reakcji - przykłady. Perspektywa rozwoju biodiesla: Biorafinerie roślin oleistych i alg; Mikro- i mykodiesel.
Fermentacja beztlenowa odpadów z produkcji rolno-spożywczej. Charakterystyka odpadów z produkcji rolno-spożywczej: biomasa roślinna, odpady poubojowe, odpady po produkcji bioetanolu. Podstawy procesu fermentacji beztlenowej i wytwarzania biogazu. Kofermentacja różnych grup odpadów - parametry i optymalne warunki prowadzenia procesu. Charakterystyka biogazu powstającego podczas fermentacji beztlenowej odpadów.
LABORATORIUM
Otrzymywanie etanolu z surowców lignocelulozowych w procesie SSF. Zastosowanie fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych metod obróbki wstępnej. Analiza fizykochemiczna hydrolizatów jako substratów do fermentacji. Destylacja i ocena składu chemicznego otrzymanego produktu. Obliczenie wydajności procesu.
Enzymatyczne otrzymywanie bioestrów (biodiesla). Przeprowadzenie procesów enzymatycznej transformacji oleju roślinnego i mikrobiologicznego w estry alkilowe (etylowe, butylowe) wyższych kwasów tłuszczowych (proces ciągły w reaktorze kolumnowym i/lub okresowy w reaktorze z mieszaniem) w celu poznania podstawowych parametrów determinujących przebieg i wydajność procesu (inżynieria środowiska reakcji). W procesie zastosowane będą immobilizowane formy lipaz.
Chromatograficzna analiza produktów reakcji (TLC w połączeniu z ilościową analizą płytek w programie komputerowym oraz GC). Analiza zawartości wody metodą Karla-Fischera. Obliczenie wydajności estrów.
Fermentacja beztlenowa odpadów z produkcji z produkcji rolno-spożywczej
Celem ćwiczenia będzie określenie uzysku biogazu z odpadów z produkcji rolno-spożywczej poprzez przeprowadzenie testów biometanizacji. W trakcie zajęć zostaną przeprowadzone następujące zadania badawcze:
-analiza fizykochemiczna surowych odpadów oraz inokulum (przefermentowane osady ściekowe) ? oznaczanie pH, ChZT, suchej masy ogólnej i organicznej, zawartości azotu i fosforu.
-przygotowanie odpadów do fermentacji - rozdrobnienie/mielenie odpadów, obliczenie proporcji odpady/inokulum, korekta pH
-przeprowadzenie testu biometanizacji - odpady wraz z inokulum zostaną wprowadzone do małych reaktorów o pojemności 1 dm3, a następnie umieszczone w termostacie o stałej temperaturze 35 lub 55 st.C, w zależności od rodzaju procesu (mezofilny bądź termofilny). Kontrola produkcji biogazu prowadzona będzie przez maksymalnie 3 tygodnie.
-analiza fizykochemiczna mieszanin po fermentacji
-obliczenie wydajności procesu biometanizacji - całkowita ilość biogazu oraz stopień przefermentowania odpadów

**Metody oceny:**

Efekt 1. Sprawdzian pisemny (wykłady)
Efekt 2. Sprawdzian pisemny (wykłady)
Efekt 3. Sprawdzian pisemny (wykłady) oraz kolokwium (ćwiczenia laboratoryjne)
Efekt 4. Kolokwium (ćwiczenia laboratoryjne), sprawozdanie, obserwacja aktywności na zajęciach laboratoryjnych
Efekt 5. Obserwacja aktywności na zajęciach laboratoryjnych
Efekt 6. Obserwacja aktywności na zajęciach laboratoryjnych, umiejętności posługiwania się sprzętem oraz organizacji pracy na stanowisku laboratoryjnym
WYKŁAD: Sprawdzian pisemny
LABORATORIUM: Kolokwium, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych.
Ocena końcowa przedmiotu składa się w 50% z oceny z egzaminu, w 50% z oceny z ćwiczeń laboratoryjnych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M.: Technologie bioenergetyczne. Monografia Wyd. Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika 2009, ISBN: 978-83-231-2441-2.
2. Lewandowski W.: Proekologiczne odnawialne źródła energii, WNT, Warszawa 2007.
3. Pandey A.: Handbook of Plant-Based Biofuels, CRC Press, London, 2009.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W\_01:**

Scharakteryzować źródła energii odnawialnej, ze szczególnym uwzględnieniem biomasy

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_02:**

Opisać i porównać metody produkcji energii z różnych, odnawialnych źródeł

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_03:**

Opracować założenia do technologii produkcji wybranych nośników energii (bioetanol, biodiesel, biogaz)

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W13, K\_W14, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_04:**

Kontrolować przy użyciu poznanych technik wybrane etapy procesu produkcyjnego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09, K\_W11, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U\_01:**

Opisać i porównać metody produkcji energii z różnych, odnawialnych źródeł

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_02:**

Kontrolować przy użyciu poznanych technik wybrane etapy procesu produkcyjnego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_03:**

Obsługiwać podstawowy sprzęt i aparaturę laboratoryjną

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_04:**

Wykazywać dbałość o zachowanie czystości i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa na stanowisku pracy w laboratorium oraz wykazywać staranność podczas wykonywanych doświadczeń

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_01:**

. Organizować sobie pracę w laboratorium, rzetelnie wykonywać eksperymenty oraz pracować w grupie

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**