



**Міністерство освіти і науки України
Комунальний заклад вищої освіти
Вінницька академія безперервної освіти”**

**Кафедра екології, природничих
та математичних наук**

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**“Екологічно безпечні процеси рециклінгу відходів з
отримання біоводню та інших біопродуктів”**



Роботу виконав:

Луценко Василь Володимирович

Науковий керівник:

Хасцький Г.С., кандидат
географічних наук, доцент,
доцент кафедри екології, природничих
та математичних наук

КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”

Актуальність теми: Сьогодні у світі виробництву біоводню та біометану з відходів приділяється підвищена увага, оскільки воно потенційно може знизити викиди CO₂ за рахунок виробництва відновлюваної енергії і обмежити викиди парникового газу метану від органічних відходів тваринницьких комплексів, муніципалітетів тощо. Ця тенденція підтримується зростаючим ринковим попитом на «зелену» енергію і суттєвою оптимізацією технологій анаеробного зброджування за останні десятиліття, особливо розвитком сучасних «високошвидкісних» систем і систем спільного зброджування різних видів відходів. Крім того, цьому напрямку приділяється важлива увага у країнах ЄС, формується потужний пласт проєктів, що фінансуються через грантові міжнародні системи, які об'єднують організації партнерів із різних країн

- ▶ **Мета** магістерської кваліфікаційної роботи є моделювання екологічно безпечних процесів біологічної утилізації органічних відходів з отриманням енергетичних ресурсів та корисних біопродуктів.
- ▶ **Об'єкт дослідження** - екологічна безпека процесів утилізації органічних відходів.
- ▶ **Предмет дослідження** - процес анаеробної ферментації органічних відходів задля отримання біоводню, біометану та інших корисних біопродуктів.

Завдання:

- визначити напрями екологічно безпечного поводження з відходами під час їхнього використання в біопроцесах захисту довкілля;
- - здійснити розроблення методологічної основи моделювання біопроцесів рециклінгу відходів з використанням онтологічних інструментів та методів;
- здійснити моделювання кластерів розвитку досліджень темної ферментації та метанового збродження органічних відходів;
- розробити інтегровану модель чинників екологічної безпеки процесів метаногенезу та генерації біоводню.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводились на базі навчально-наукової лабораторії “Екологічного моніторингу” кафедри екології, природничих та математичних наук КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”.

Інформаційною базою досліджень послужили відібрані й опрацьовані матеріали, звіти й доповіді департаментів (управлінь), органів місцевого самоврядування.

Методи дослідження:

У роботі використовували онтологічні інструменти та методи дослідження біопроеесів рециклінгу відходів із залученням біоінформаційних та наукометричних баз даних, біохімічного аналізу процесів ферментації, індикаційного аналізу еколого-трофічних груп організмів. Крім того, для дослідження трендів розвитку анаеробних процесів генерації «зеленої» енергії було застосовано спеціальне програмне забезпечення візуалізації, а саме VOSviewer

Наукова новизна одержаних результатів. Запропоновано концепцію інтегрованого застосування різних типів онтологічних інструментів для теоретичного дослідження та біохімічного моделювання напрямів біологічної утилізації відходів з отриманням корисних біопродуктів на основі сучасних біоінформаційних, науковометричних та візуалізаційних методів аналізу. Визначено біохімічні зв'язки при стадійному обробленні органічних відходів з генерацією біоводню та біометану під час впливу різних мінеральних добавок. Запропоновано інтегровану модель чинників екологічної безпеки процесів метаногенезу та генерації біоводню

Практичне значення одержаних результатів. Сформовано комплекс методичної підтримки екологічних досліджень, що містить інтегровану систему онтологічних інструментів вибору параметрів процесу анаеробної ферментації відходів. Здійснено проектування напрямів комбінації біопроцесів виробництва водню та метану з урахування екологічних чинників впливу одержаних біопродукті.

Результати дослідження апробовано в:

1. Луценко В.В., Хаєцький Г.С. Екологічні підходи до рециклінгу відходів поліетилентерeftалатових пляшок. / Еколого-збалансований розвиток суспільства: стан, проблеми, перспективи: науково-методичне видання / Збірник статей викладачів, вчителів, студентів ступеня вищої освіти “магістр” та здобувачів наукового ступеня “доктор філософії”. Редкол.: Мудрак О.В. (гол. редактор) та ін. Випуск 4. Вінниця: КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”, 2022. С. 187-191.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
“ВІННИЦЬКА АКАДЕМІЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ”

Кафедра екології, природничих та математичних наук



ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНИЙ РОЗВИТОК СУСПІЛЬСТВА: СТАН, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ
ВИКЛАДАЧІВ, ВЧИТЕЛІВ, СТУДЕНТІВ СТУПЕНЯ ВИЩОЇ
ОСВІТИ “МАГІСТР” ТА ЗДОБУВАЧІВ НАУКОВОГО
СТУПЕНЯ “ДОКТОР ФІЛОСОФІЇ”

Випуск 4



Вінниця – 2022

У першому розділі «Огляд екологічної проблематики поводження з органічними відходами та шляхів її вирішення з використанням біопроектів» Встановлено, Вплив фермерських господарств та тваринницьких комплексів на Довкілля.

Проаналізовано, що залучення відновних джерел енергії в сферу рециклінгу органічних відходів різного генезису.

Подано Порівняльна характеристика апаратного оснащення для біологічної переробки органічних відходів.

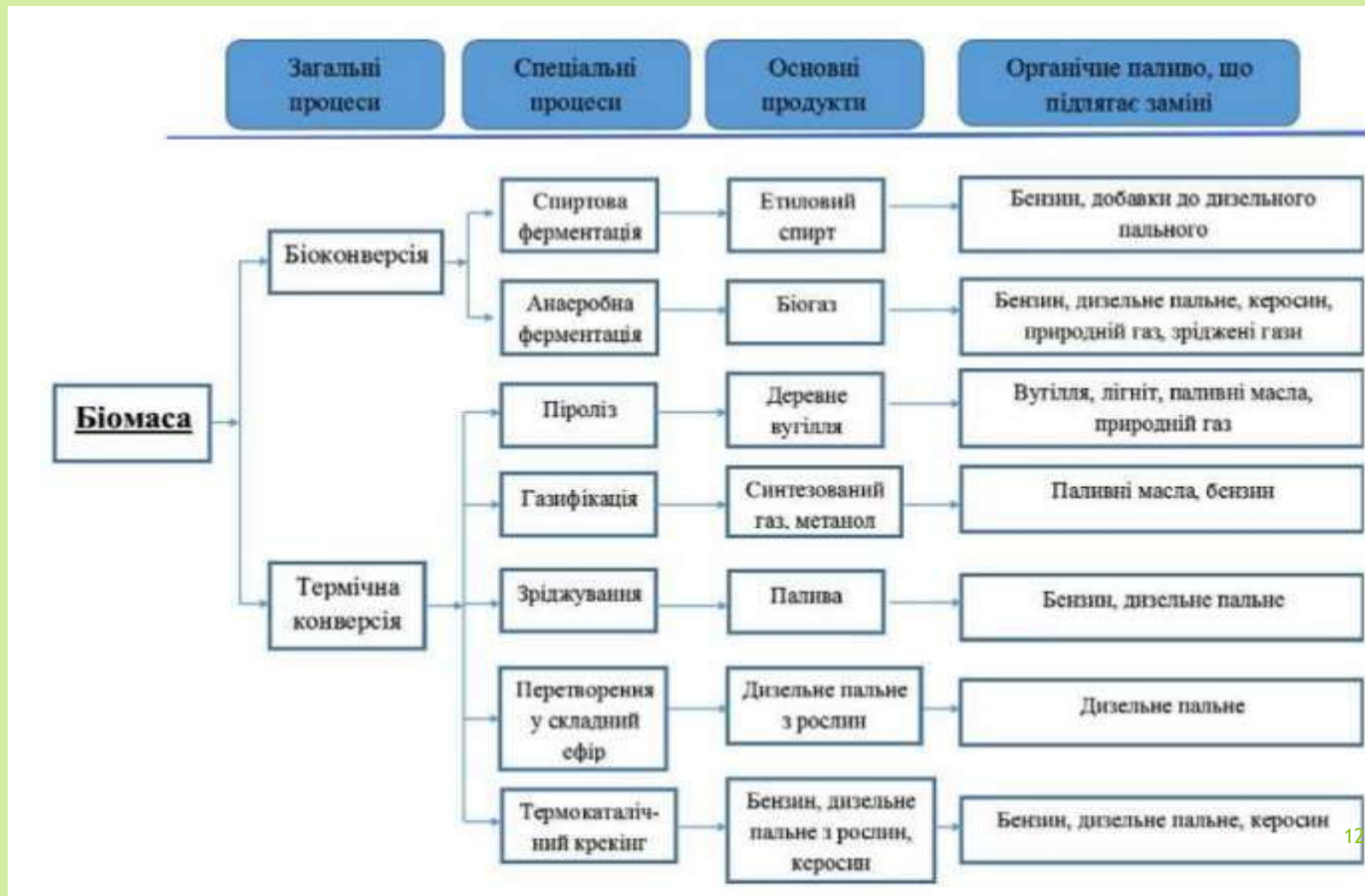
Вплив тваринництва на викиди парникових газів



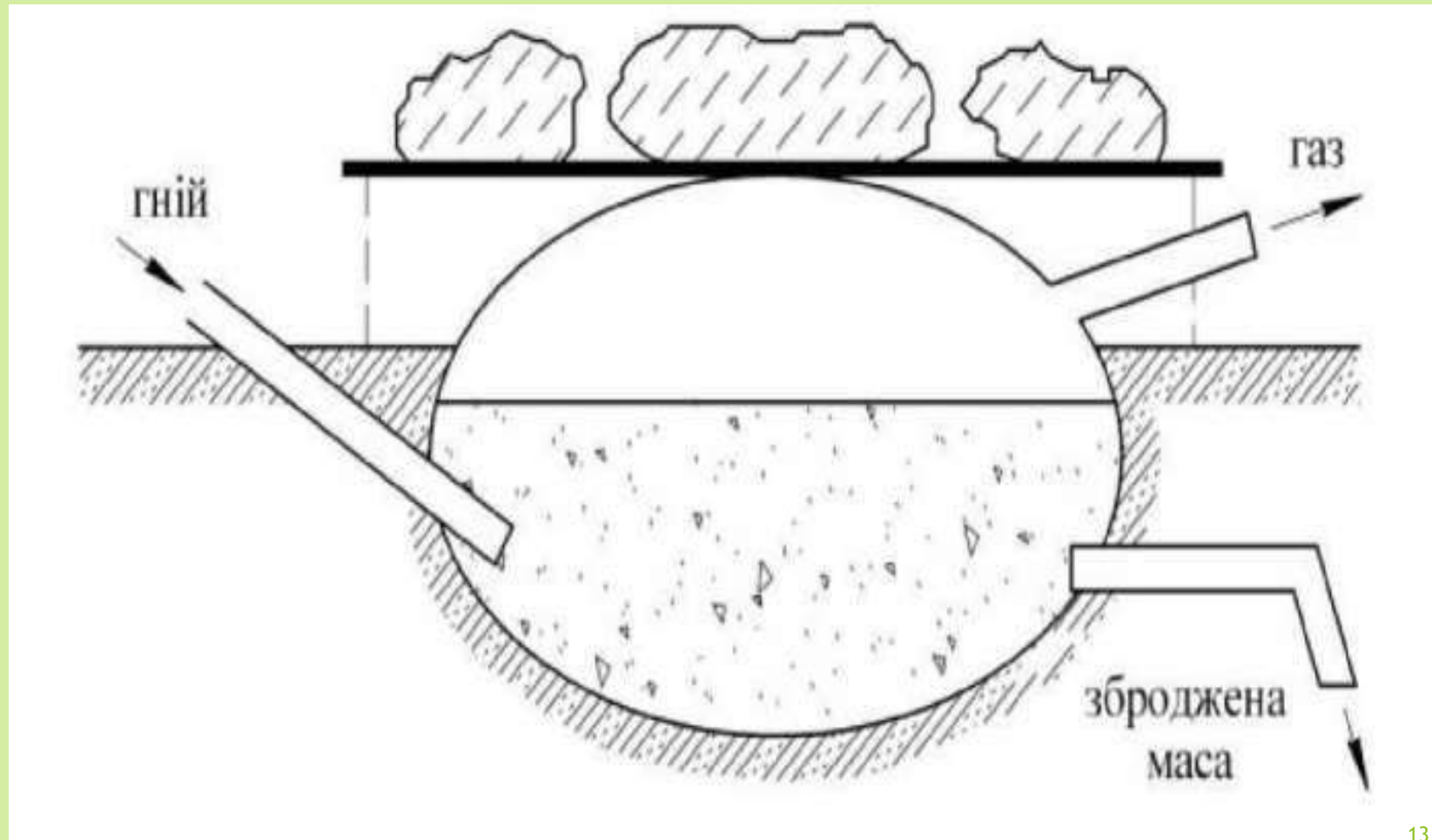
Енергетичний потенціал відходів тваринницького комплексу України

Джерело відходів	Вихід відходів, 10^6 т/рік	Вихід біогазу, 10^9 м ³ /рік	Нижча теплота згорання $R_{нр}$, МДж/м ³	Енергетичний потенціал відходів, млн. т. у. п./рік
Велика рогата худоба	58,4	1,46	23	1,144
Свині	4,79	0,124	21	0,088
Птахи	2,8	0,11	21	0,079
Всього	65,99	1,694	-	1,311

Класифікація технологій перетворення енергії біомаси



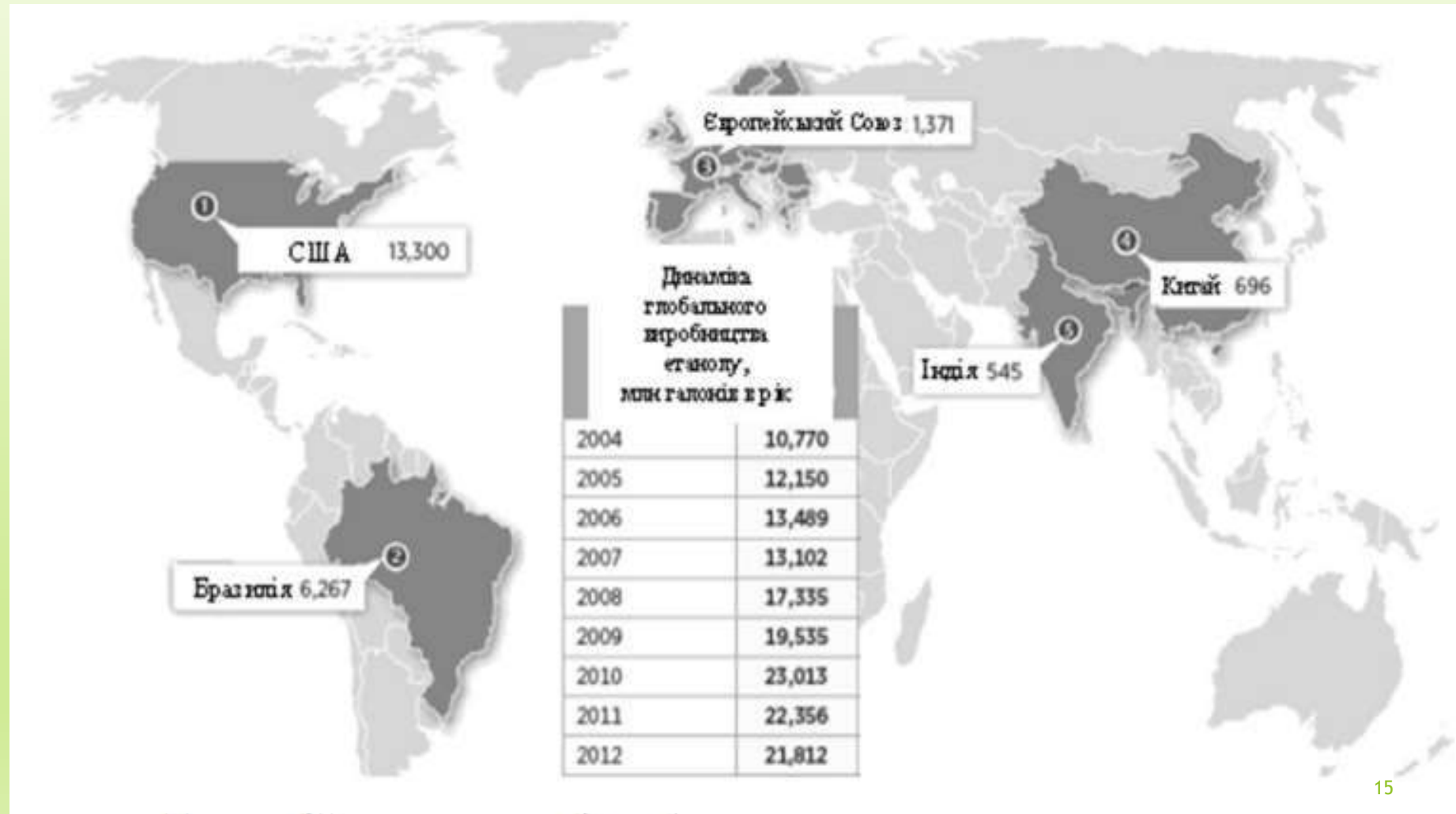
Еластичний біогазовий реактор



У другому розділі «Онтологічні інструменти та методи моделювання біопроектів рециклінгу органічних відходів» розглянуто використання біоінформаційних електронних баз даних: KEGG database, BacDive та EAWAG-BBD.

Подано аналітичні інструменти наукометричної бази даних Scopus в аналізі тенденцій розвитку біоенергетичних технологій анаеробної ферментації. *Встановлено* що застосування методів візуалізації за допомогою VOSviewer програми для побудови графів мережевого аналізу та тенденцій у сфері дослідження.

Виробництво біоетанолу



У третьому розділі «Моделювання анаеробної ферментації органічних відходів з отриманням біоводню та інших біопродуктів» розглянуто візуалізація трендів та мережевий аналіз у сфері досліджень темної ферментації відходів за допомогою VOSviewer програми.

З'ясовано вплив різних концентрацій мінеральних добавок та ко-субстратів на процес двох стадійної анаеробної ферментації з отриманням біоводню та інших біопродуктів.

Розроблено інтегровану модель біопроцесів екологічно безпечного продукування водню і метаногенерації на стадіях анаеробної ферментації відходів.

Біохімічна реакція темної фермертації

Гідроліз складних мультиуглеродних речовин

гетерогенна група анаеробних бактерій, так звані "первинні" анаеробні бактерії

Clostridium, Bacteroides, Ruminococcus, Butyrivibrio,
також можливо: *Escherichia coli*
та *Bacillus sp.*



Ацидогенна фаза: ферментація H₂ і CO₂ та інших моноуглеродних сполук, а також деяких більш складних речовин в низькомолекулярні органічні кислоти шляхом проміжного утворення ацетил-CoA

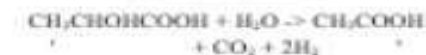
Ацидогенні та ацетатогенні мікроорганізми

Syntrophobacter, Syntrophomonas, Desulfovibrio

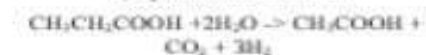
Реакції здійснюються відповідно до таких рівнянь:

i) окислення органічних кислот:

1) молочна кислота



ii) пропіонова кислота



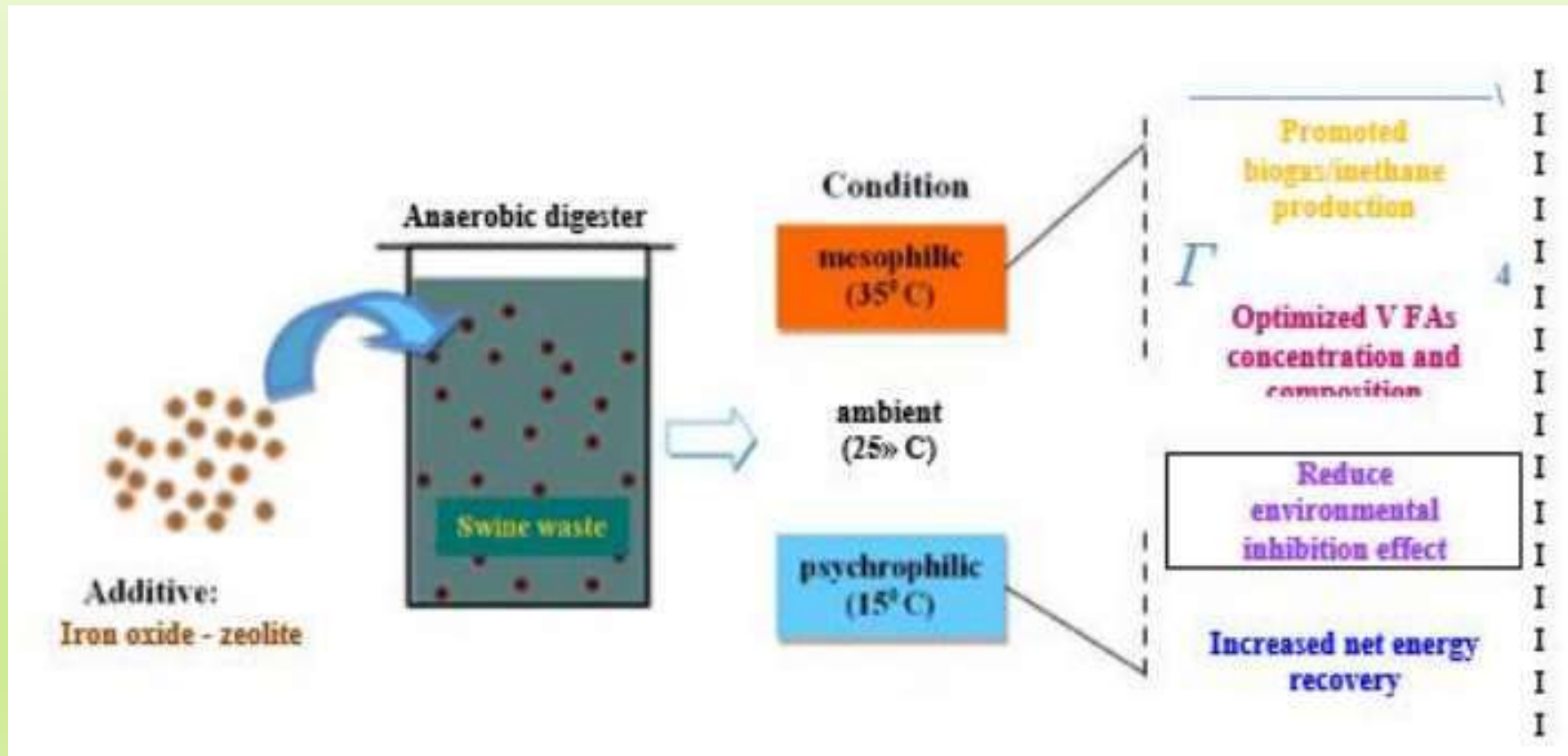
iii) масляна кислота



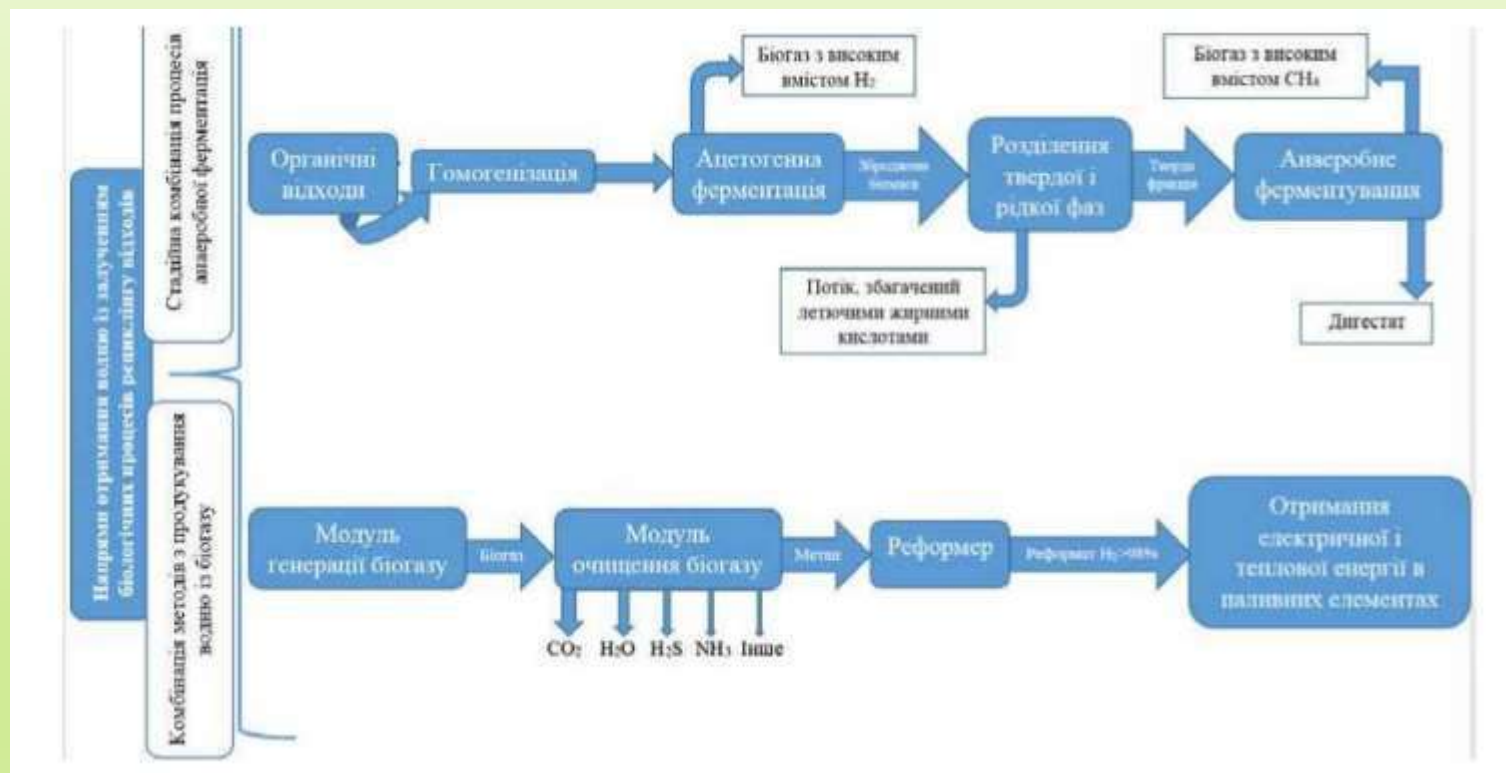
2) окислення спирту



Вплив добавки оксид-цеоліт заліза на ефективність процесу анаеробної ферментації



Модель комбінації біопроцесів виробництва водню та метану



Чинники екологічної безпеки процесів анаеробної ферментації



Сфера застосування дігестатів:

- додавання твердої фракції до компосту;
- змішування твердої фракції із сорбентами - торфом, тирсою, землею, іт.;
- застосування твердої фракції для розпушення і мулювання ґрунту та для підготування ґрунтосумішей;
- розбрикування рідинної фракції на полях у осінній та весняний період;
- використання як повноцінне органіко-мінеральне добриво для прикореневого підживлення о/т культур;
- використання як екологічно чистого наповнювача для придання структури композитним пластикам;
- використання в якості кормових добавок для о/т тварин.

Екологічні переваги застосування «зеленого» водню:

- при згоранні утворюється водна пара і не виділяється CO₂;
- на 30 - 40% вища енергетична ефективність у порівнянні із традиційними паливними матеріалами (нафтою, природним газом);
- невичерпна ресурсна база для одержання;
- можливість універсального використання (в енергетиці, на транспорті, в елементах живлення різних електронних пристроїв і т. ін.);
- можливість коротко- і довгострокового зберігання.

Результати досліджень

- ▶ У ході кваліфікаційної роботи було проаналізовано вплив комплексів с/г на НС, виокремлено напрями екологічно безпечного поводження з органічними відходами, в т.ч. і з використанням методів біотехнології. Досліджено основи темної ферментації та необхідне апаратне оснащення процесів. Розроблено методологію моделювання біопроектів рециклінгу відходів за допомогою різноманітних онтологічних інструментів. Змодельовано кластери розвитку досліджень у галузях темної ферментації і метанового бродіння біомаси. Розглянуто вплив добавок та ко-субстратів на перебіг процесу анаеробного збродження. Розроблено інтегровану модель комбінації процесів отримання водню та метану, виокремлено чинники екологічної безпеки процесів генерації. Проведена економічна оцінка впровадження систем таких виробництв. Вивчено небезпечні та шкідливі фактори, що впливають на працівників при поводженні з відходами. Вивчено особливості інженерної обстановки надзвичайних ситуацій.

Висновки

1. Проаналізовано екологічний вплив комплексів тваринництва та рослинництва на компоненти навколишнього середовища, виокремлено існуючі напрями екологічно безпечного поводження з органічними відходами, в тому числі і з використанням методів біотехнології, а також обґрунтовано ефективність використання органічних відходів різного генезису як відновного джерела енергії та наведено класифікацію технологій перетворення енергії біомаси. Досліджено основи процесу темної ферментації як способу отримання біоводню. Додатково охарактеризовано апаратне оснащення, необхідне для анаеробного біологічного перероблення органічних відходів.

2. – Здійснено аналіз моделювання кластерів розвитку досліджень у галузях темної ферментації і метанового бродіння органічних відходів за допомогою методів візуалізації VOSviewer програми. Описано вплив мінеральних добавок та ко-субстратів на перебіг процесу анаеробного збродження органічних відходів задля отримання біосировинних продуктів, вивчено умови інтенсифікації процесів. Проаналізовано інтегровану модель комбінації процесів виробництва водню та метану, виокремлено чинники екологічної безпеки процесів генерації біометану та біоводню на стадіях анаеробного збродження.

3. На основі термодинамічних результатів розглянуто економічну модель для оцінки кінцевої вартості виробництва водню із біогазу, виконано економічне оцінювання впровадження систем таких виробництв. Проаналізовано зарубіжний досвід у сфері введення в дію комплексів з отримання біоводню та біометану. Досліджено важливість напрямку впровадження міжнародного співробітництва в сфері використання відновних джерел енергії, зокрема біоводню та біометану.

4. Вивчено основні небезпечні та шкідливі фактори, що негативно впливають на працівників при поводженні з твердими побутовими відходами і вторинною сировиною: хімічні, фізичні та психофізіологічні фактори. Розглянуто етапи оцінки інженерної обстановки та соціально - економічних наслідків надзвичайних ситуацій. Досліджено особливості оцінювання стану ураження міст і населених пунктів та інженерної обстановки на об'єкті господарської діяльності

Дякую за увагу!