

Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

**Жуйко Катерина Костянтинівна**

# **ОБГРУНТУВАННЯ НАУКОВИХ ЗАСАД ЕКОЛОГІЧНО – БЕЗПЕЧНОЇ ПРОЛІЗНОЇ ПЕРЕРОБКИ ХАРЧОВИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ**

Науковий керівник:  
д.б.н, доцент Ткачук О. О.  
Науковий консультант:  
д.х.н., професор  
Ранський А. П.

Вінниця 2015

# Актуальність роботи

- Найбільш актуальною екологічною проблемою світу є утилізація та переробка твердих побутових відходів. Однією з складових якої є харчові відходи. Нами пропонується комплексне вирішення проблеми переробки ХПВ, а також дослідження їх морфології. Це є надзвичайно актуальною задачею. Для харчових відходів відсутня надійна їх утилізація або переробка. Ці проблеми характерні, як для окремих регіонів України (Вінницька обл.), так і для держави в цілому. Нами проведені перші дослідження каталітичного низькотемпературного піролізу харчових відходів, як однієї із головних складових ТПВ.

# МЕТА РОБОТИ:

- Обґрунтування та дослідження екологічно безпечного технологічного процесу переробки харчових відходів, як складової ТПВ, методом низькотемпературного піролізу.

# ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ:

- Проаналізувати кількісний та якісний склад харчових відходів в Україні в залежності від географічного положення окремих регіонів та їх коливання в залежності від пори року.
- Провести аналіз стосовно збору, зберігання та переробки харчових відходів в Україні.
- Обґрунтувати можливість екологічно безпечної переробки харчових відходів методом низькотемпературного піролізу у порівнянні з існуючими на сьогодні методами переробки.
- Запропонувати технологічну схему низькотемпературного піролізу та в першому приближенні дослідити її для переробки харчових відходів.
- Одержати технологічні параметри переробки харчових відходів низькотемпературним піролізом та шляхи використання отриманих продуктів процесу.
- Розробити рекомендації по переробці харчових відходів методом низькотемпературного піролізу, що забезпечать суттєве зменшення екологічного навантаження на довкілля.

- Об'єкт досліджень – раціональне використання природних ресурсів на основі хімічної переробки твердих побутових відходів.
- Предмет досліджень – екологічно безпечний процес низькотемпературного піролізу для переробки харчових побутових відходів.

# Усереднений склад твердих побутових відходів міст України

№ п/п	Компоненти ТПВ	Кількість в % від маси
1	Харчові відходи	25-45
2	Папір та картон	25-35
3	Полімерні матеріали	4,5-9
4	Скло	7,4-9
5	Метали	0,05-2,5
6	Текстиль	2,9-8,5
7	Дерево	1,1-7
8	Шкіра і резина	1,4-3,75
9	Будівельне сміття	6-29,2
10	Інші	0,45-25



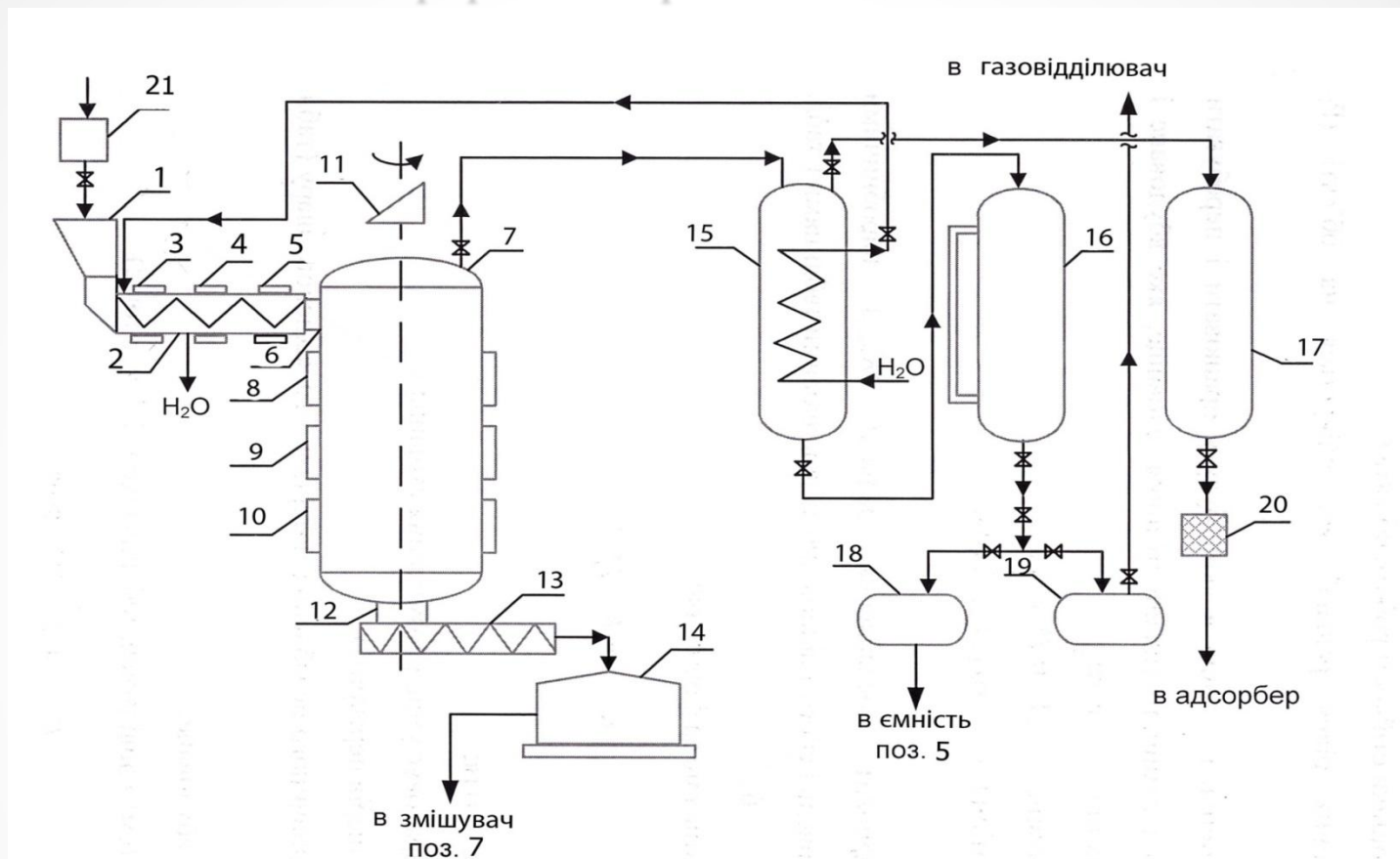
# Науково-дослідна установка переробки ТПВ методом низькотемпературного піролізу.







# Технологічна схема лабораторно-дослідної установки дослідження піролізної переробки харчових відходів



1 – Завантажувальний люк; 2 – Завантажувальний живильний шнек з індукційним обігрівом; 3, 4, 5 – Зони індукційного обігріву завантажувального шнека; 6 – Шлюзова завантажувальна камера; 7 – Реактор піролізер; 8, 9, 10 – Зони індукційного обігріву реактора; 11 – Якірна мішалка з електроприводом і редуктором; 12 – Шлюзова вигрузочна камера; 13 – Шнек для вигрузки мікроорганічних добрив; 14 – Приймач для твердих мікроорганічних добрив; 15 – Кожухо-трубний теплообмінник; 16 – Розділювальна колона; 17 – Газгольдер; 18 – Ємність для водно-мікроорганічних добрив; 19 – Ємність для рідких вуглеводнів; 20 – Теплообмінник; 21 – Дозатор харчових відходів.

# Вихідні дані

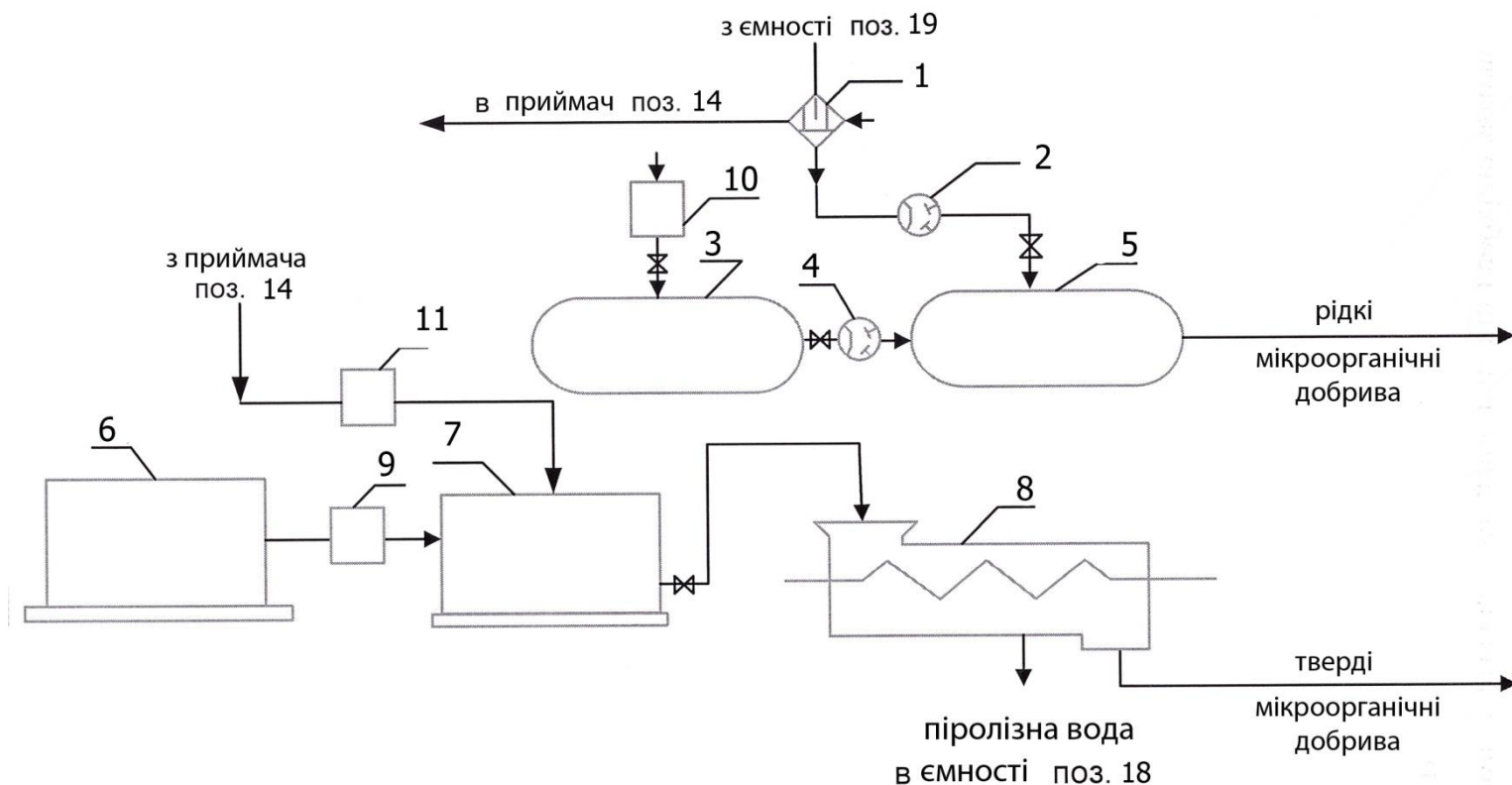
Дані газової хроматографії по отриманню синтез-газу з різним складом харчових відходів

№ експерименту	1. Склад ХВ-1					2. Склад ХВ-2					3. Склад ХВ-3				
	150	300	350	400	450	250	300	350	400	450	200	250	300	400	450
Температура, °С	150	300	350	400	450	250	300	350	400	450	200	250	300	400	450
Час відбору проби, год.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	2:30	3	3:30
	(% об.) у пробі														
H <sub>2</sub>	18,1	32,35	50,1	43,8	-	78,1	71,9	59,65	57,55	-	64,15	65,15	25,8	63,3	64,8
N <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	6,30	3,81	2,56	2,60	-	3,00	1,40	0,50	1,20	-	0,62	0,09	7,08	0,44	0,53
CO	-	2,97	2,45	1,31	-	0,90	3,70	1,30	1,30	-	5,41	5,15	-	0,10	1,71
CH <sub>4</sub>	12,55	21,25	20,35	19,10	-	14,15	6,95	9,35	10,70	-	11,50	16,20	6,64	10,50	11,40
CO <sub>2</sub>	3,25	16,25	26,25	17,30	-	4,15	11,65	28,00	23,10	-	-	0,46	1,29	23,70	21,55
№ експерименту	4. Склад ХВ-4					5. Склад ХВ-5					6. Склад ХВ-6				
	250	300	350	400	450	250	300	325	350	450	250	300	350	400	450
Температура, °С	250	300	350	400	450	250	300	325	350	450	250	300	350	400	450
Час відбору проби, год.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
H <sub>2</sub>	48	47,5	52	56	55	64,5	48,5	43	49	54,5	37,8	62,9	57,4	50,55	55,35
N <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	47	26	15,5	22,5	18,5	30	9	10	12	3,5	46	14,4	19,35	20,5	11,25
CO	-	17,5	16,5	20,5	20,5	5	15	25	19,5	19,5	10,0	10,95	10,75	15,8	11,7
CH <sub>4</sub>	5	9	9	9	8,5	10	16	16	11	15	7,1	5,65	5,18	8,8	10,05
CO <sub>2</sub>	1	7	7	9,5	11	1	2	7	23	11,5	-	15,25	17,95	16,9	19,65
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-	-	-	-	1	-	-	3	2	3	-	-	-	-	-
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-	-	-	-	1	-	-	4	2	3	-	-	-	-	-

# Склад піролізної рідини

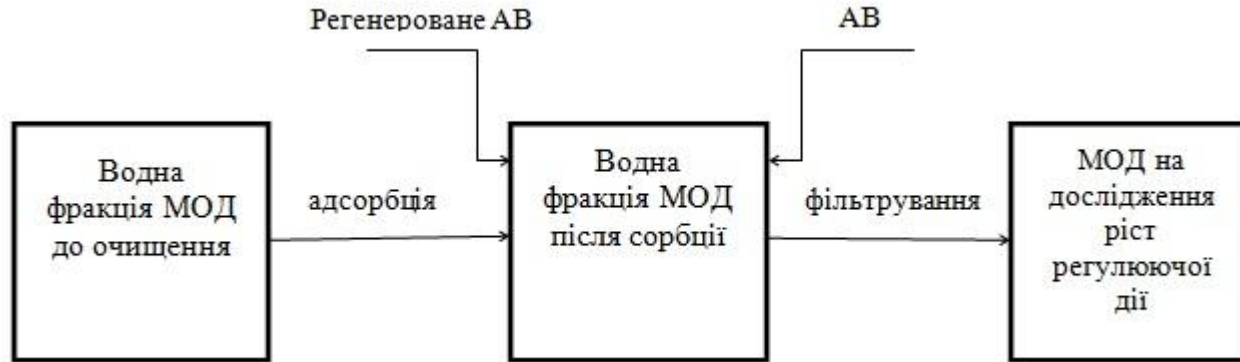
Проба №1 (T = 165 – 210 °C)	% об.	Мл	%
Легкі вуглеводні	1	7,5	23,7
Бензол	1,1		
Циклогексан	0,8		
Ізогептан	0,7		
n-C <sub>7</sub>	0,5		
Метил циклогексан	0,3		
Толуол	6,3		
Диметилгексан	1,6		
n-C <sub>8</sub>	0,7	7,5	23,7
Нафтени	3,8		
Диметилгептан	2,4		
Етилбензол	2,1		
Піроксилол	2,8		
Ортоксилол	2,4		
Ізо- C <sub>9</sub>	2,8		
n-C <sub>9</sub>	1,6		
Нафтени	2,2		
Алкілбензол - C <sub>9</sub> :			
Неграничні	10,7		
Граничні	7,4		
Алкілбензол – C <sub>10</sub> :			
Неграничні	10,6		
Граничні	8,0		

# Технологічна схема отримання мікродобрив



1 – Фільтр для відділення твердої фракції; 2, 4 – Насос-дозатор; 3 – Ємність для кислоти (Р); 5 – Ємність для рідких водно-мікроорганічних добрив; 6 – Ємність для кислоти (Т); 7 – Змішувач для твердих мікроорганічних добрив; 8 – Сушилка одношнекова; 9, 11 – Дозатор первинних твердих мікроорганічних добрив; 10 – Газовий компресор.

Запропонований нами метод низькотемпературної переробки ХПВ включає виділення піролізної рідини, яка складається із синтез-нафти (5-7 % мас.) та піролізної водної фази (93-95 % мас.). Остання в результаті низькотемпературного піролізу  $t=280-350^{\circ}\text{C}$  в процесі термодеструкції біомаси акумулює у своєму складі мікроорганічні добрива, які підлягали дослідженню в якості регулятору росту рослин.



Принципова схема очищення піролізної рідкої фази

# Фізико-хімічні властивості отриманих солей та фільтратів

№ п/п	Код для подальших досліджень	Нейтралізуючий розчин, мл		Розчин солі $\text{Cu}^{2+}$		Характеристика продуктів реакції	
		NaOH	$\text{NH}_4\text{OH}$	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}(\text{AcO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Осад, г	Фільтрат, колір
1	1-ХВ-1	4,35 мл 25%/8М $\rho=1,27$ г/см <sup>3</sup>	-	3 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + 5 мл $\text{H}_2\text{O}$	-	1,28 г Світло - коричневий	100 мл Світло-зелений
2	1-ХВ-2	4,35 мл 25%/8М $\rho=1,27$ г/см <sup>3</sup>	-	-	3,5 г $\text{Cu}(\text{AcO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ + 50 мл $\text{H}_2\text{O}$	-	154 мл Темно-коричневий
3	1-ХВ-3	-	3,6 мл 25%/13,16М $\rho=0,91$ г/см <sup>3</sup>	3 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + 5 мл $\text{H}_2\text{O}$	-	0,875 г Світло-коричневий	110 мл Світло-зелений
4	1-ХВ-4	-	3,6 мл 25%/13,16М $\rho=0,91$ г/см <sup>3</sup>	-	3,5 г $\text{Cu}(\text{AcO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ + 50 мл $\text{H}_2\text{O}$	2,715 г Світло-коричневий	160 мл Темно-коричневий





# ВИСНОВКИ:

1. Підвищення рівня життя людей в світі і Україні спричиняє накопиченню твердих побутових відходів в геометричній прогресії. При цьому низька доля їх ефективності переробки та утилізації приводить до суттєвого погіршення екологічного стану Землі;
2. Було проаналізовано кількісний та якісний склад харчових відходів в Україні в залежності від географічного положення окремих регіонів та їх коливання в залежності від пори року. Органічні відходи, у тому числі харчові, є другою за величиною категорією ТПВ в Україні. Сезонні зміни вмісту харчових відходів характеризувалися збільшенням вмісту харчових відходів з 25–28% навесні до 30–40% восени, що пов'язане зі збільшенням споживання овочів і фруктів у раціоні населення;
3. Визначили, що переробка харчових відходів методом низькотемпературного піролізу, у порівнянні з існуючими на сьогодні методами переробки, є екологічно безпечнішою;

# ВИСНОВКИ:

4. Існуючі методи поводження з ТПВ (спалювання, захоронення тощо) не відповідає жодним світовим нормам екологічної безпеки
5. Запропоновано технологічну схему низькотемпературного піролізу та досліджено її для переробки харчових відходів.
6. Для практичного підтвердження отриманих результатів на науково-дослідній установці було приведено низькотемпературний піроліз харчових відходів різної морфології при температурі 250-400 °С та встановлено отримання наступних продуктів процесу:
  - тверда складова від темно-коричневого до чорного кольору, яку досліджували як тверді мікроорганічні добрива;
  - піролізна рідина, яка складається із синтез-нафти (5-7 % мас.) та піролізної водної фази (93-95 % мас.). Остання в результаті низькотемпературного піролізу  $t=280-350^{\circ}\text{C}$  в процесі термодеструкції біомаси акумулює у своєму складі мікроорганічні добрива, які підлягали дослідженню в якості регулятору росту рослин;
  - синтез-газ з максимальним вмістом водню та оксиду карбону

(IV)

Робота була виконана на науковій лабораторно-дослідній установці Подільського науково дослідного центру ВНТУ (науково-дослідна лабораторія технологічних процесів та синтезу напівпродуктів кафедри ХХТ) за сприянням:

- ЧП «СиЭмДжи Консалтинг» (м. Вінниця, директор Буговський І. М.)
- Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України (м. Київ, лабораторія цеолітних каталізаторів, сорбентів, зав. лабораторії, к.х.н. Бортишевський В. А.)

Дякую за увагу!

