



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ



ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛУЖНОЇ ПОПЕРЕДНЬОЇ ПІДГОТОВКИ НА ДЕЛІГНІФІКАЦІЮ СОЛОМИ ПШЕНИЧНОЇ

Доповідач с.н.с. відділу ТДС
ІТТФ НАНУ

Сидоренко В.В.

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-7735-7719>

КИЇВ 2021

АКТУАЛЬНІСТЬ

Виробництво біоетанолу з лігноцелюлозної сировини в порівняння з традиційною крохмалевмісною сировиною має як низку переваг, так і низку недоліків.

Головною перевагою є доступність та дешевизна сировини, що зазвичай є відходами сільськогосподарської або лісної промисловості.

Основним недоліком цього виробництва є висока собівартість біоетанолу, яка обумовлена, в першу чергу, особливостями технології конверсії целюлози в цукри, що зброджуються.

Досвід гідролізного виробництва, свідчить про те, що рентабельність обробки органічної біомаси може бути досягнута її глибокою комплексною переробкою з отриманням складових, вартість яких перевищує вартість вихідної органічної сировини, як палива.

Одним з етапів комплексної обробки рослинної сировини є процес делігніфікації, тобто відділення лігніну та геміцелюлоз від лігноцелюлозного комплексу сульфідною, сульфатною або органосольвентною варкою з подальшим отриманням з нього цінних хімічних продуктів або палива.

МЕТОЮ РОБОТИ було визначення впливу технологічних параметрів попередньої підготовки соломи пшеничної до гідролізу в роторно-пульсаційному апараті на процес видалення лігніну.

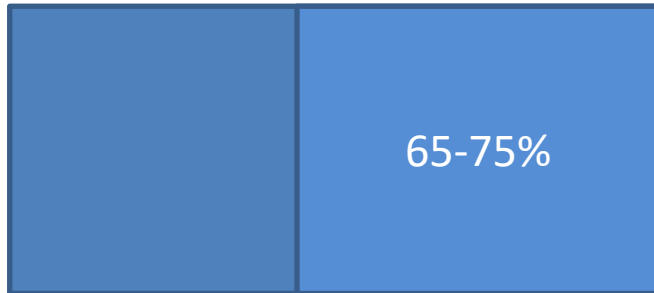
Дослідження було проведено в рамках виконання Цільової програми наукових досліджень НАН України «Біопаливні ресурси і біоенергетика» 2

Делігніфікація є необхідним процесом, зокрема, в технології ферментативного гідролізу целюлози, що наразі є предметом глобальних досліджень.

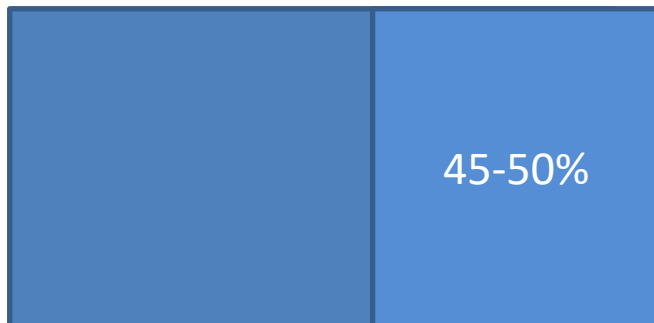
Делігніфікація має на меті зруйнувати стійку структуру целюлозної біомаси, зробити целюлозу більш доступною для ферментів, які перетворюють вуглеводні полімери в цукри, що ферментуються.

Основні позитивні особливості ферментного гідролізу:

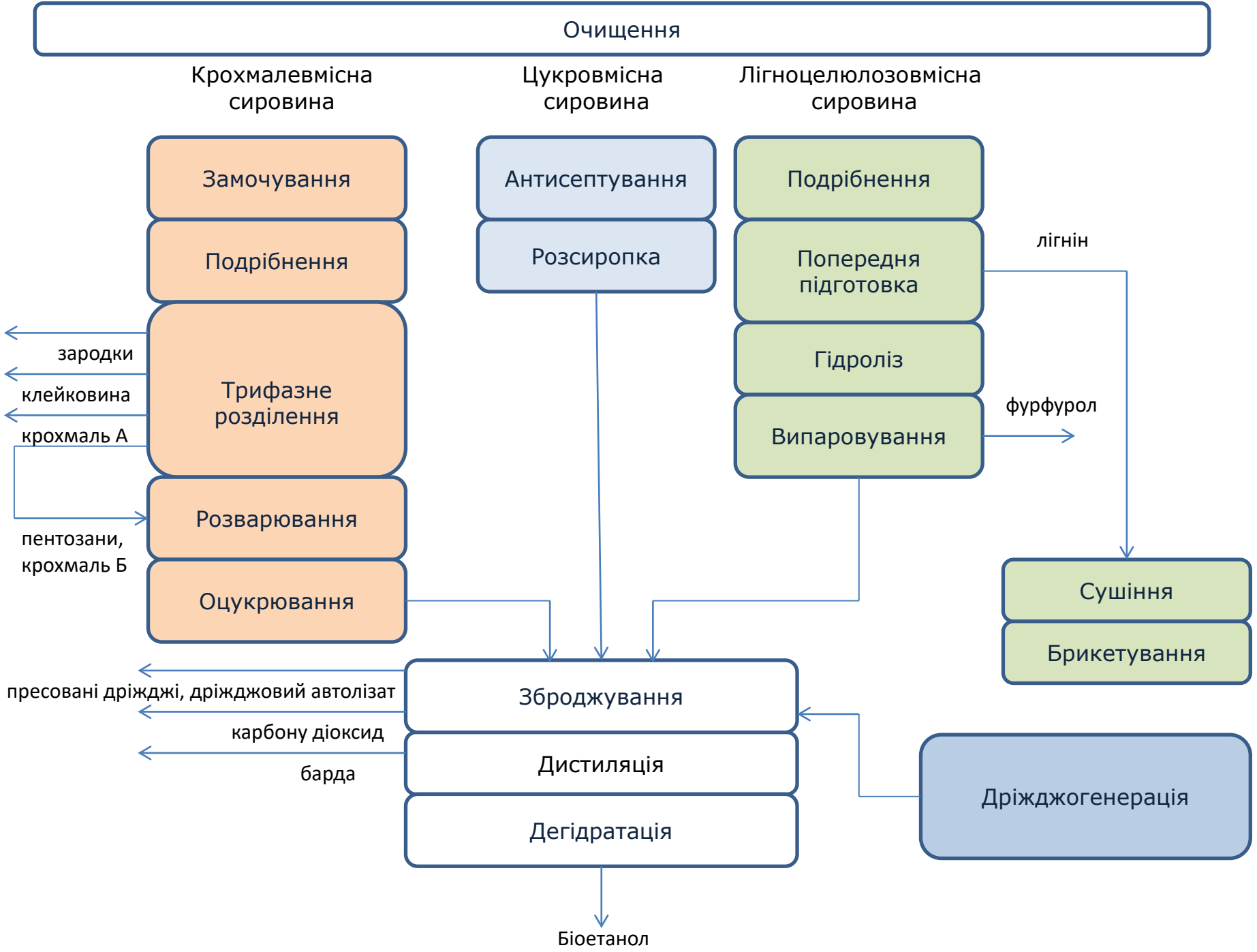
- специфічність ферментативного каталізу, що обумовлює вибірковий гідроліз глікозидних зв'язків полісахаридів;
- відсутність деструкційних перетворень утворених моносахаридів, що дозволяє отримати їх вихід близький до теоретично можливого;
- можливість проведення процесу при 40 – 50 °С без значних енергетичних витрат.



Теоретично можливий вихід моносахаридів



Вихід моносахаридів при гідролізі розведеними кислотами



Види попередньої підготовки рослинної сировини до гідролізу

Джере ло	Вид попередн ьої обробки	Сировина	Розчинник	Температу ра °C	Триваліс ть, min	Лігнін	Геміцелюло зи
1	розбавлена кислота	солома пшенична	2% H ₂ SO ₄	121	60	19,8→17,7 100→89,39	19,1→4,1 100→21,46
1	розбавлена кислота	солома пшенична	4% H ₂ SO ₄	121	60	19,8→15,2 100→76,77	19,1→2,4 100→12,56
1	лужна	солома пшенична	2% NaOH	121	60	19,8→3,1 100→15,66	19,1→13,1 100→68,59
1	лужна	солома пшенична	4% NaOH	121	60	19,8 →2,2 100→11,11	19,1→11,1 100→58,11
1	hot water	солома пшенична	-	121	60	19,8 →17,8 100→89,90	19,1→17,6 100→92,15
1	hot water	солома пшенична	-	175	60	19,8 →16,9 100→85,35	19,1→12,3 100→64,4
2	лужна	багаса	1 N NaOH	100	45	17,52→7,54 100→43,04	22,9 →20,60 100→12,56
3	органосоль вентна	солома пшенична 3–5 см	CH ₃ COOH (23,6%), H ₂ O ₂ (6,4)+ H ₂ SO ₄ (2% мас.)	120	120	21,4→8,7 100→40,65	--
3	те саме	те саме	те саме	120	150	21,4→6,9 100→32,24	--

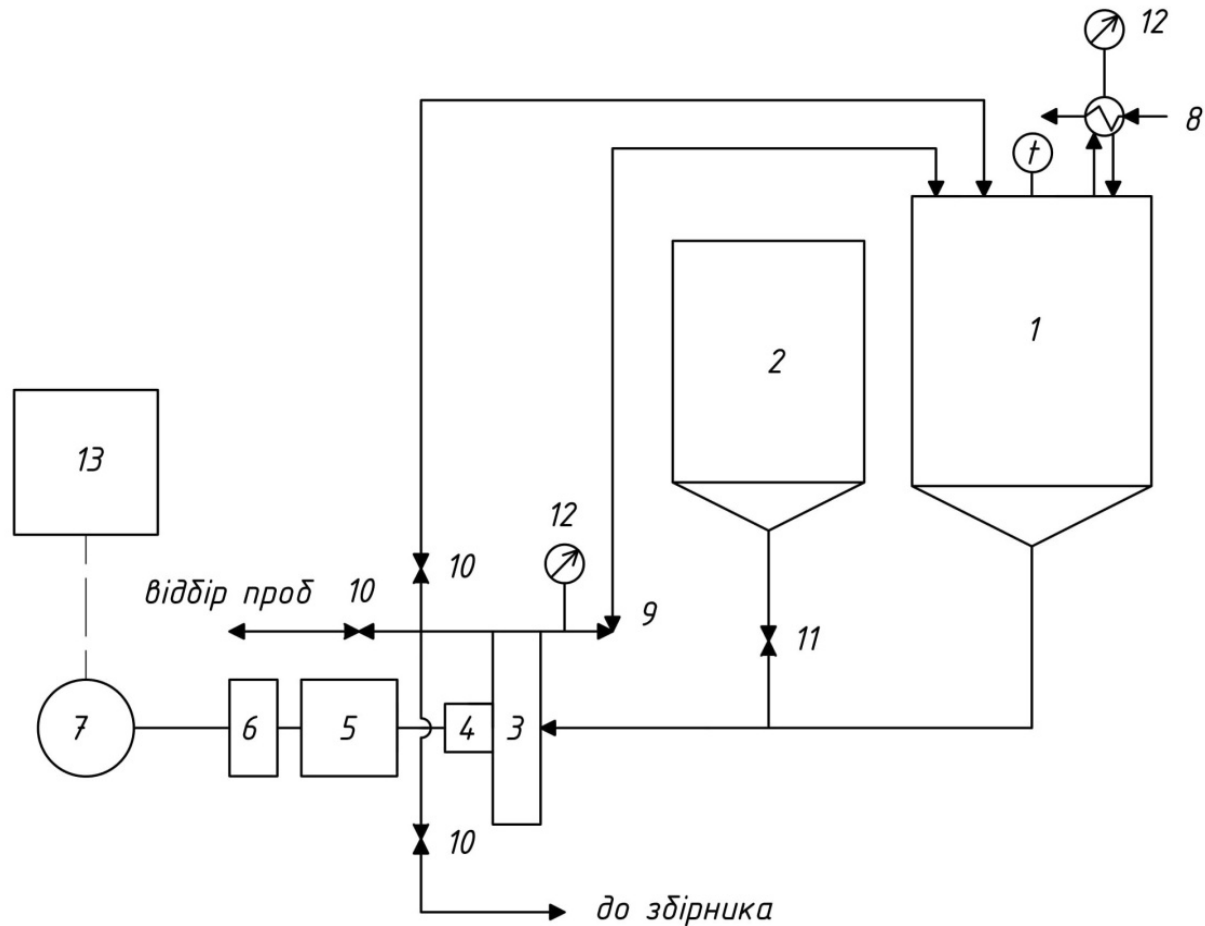
1 Zheng Q., Zhou T., Wang Y. et al. (2018), Pretreatment of wheat straw leads to structural changes and improved enzymatic hydrolysis. *Scientific Reports*, 8(1).1321 doi: 10.1038/s41598-018-19517-5

2 Maryana, R., Ma'rifatun, D., Wheni, A. I., Satriyo, K. W., & Rizal, W. A. (2014). Alkaline Pretreatment on Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production. *Energy Procedia*, 47, 250–254.

doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.221

3 Kuznetsov B.N., Danilov V.T., Sudakova I.T. (2009), Delignification of whet straw with the mixture of acetic acid and hydrogen peroxide over sulfuric catalyst, *Himiya rastitelnogo syrya*, Krasnoyarsk, 4, pp. 5–8.

Принципова гідравлічна схема експериментальної установки



1-приймальна ємність; 2- ємність для сировини; 3 - роторно-пульсаційний апарат (далі РПА); 4 - сальниковий вузол; 5 - підшипниковий вузол; 6- муфта; 7 - електродвигун; 8 - дефлегматор; 9 - кран кульовий кутовий; 10 - кульовий кран 1/2"; 11 - кран кульовий 1"; 12 - манометр; 13 - блок керування.

Подрібнення вихідної сировини

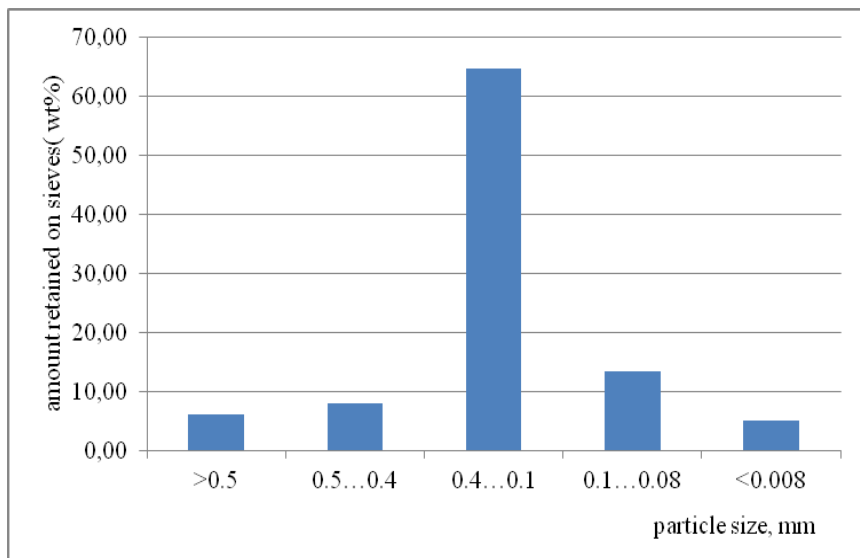
Вихідна сировина
300...500 мм

Дисперсність
5 мм

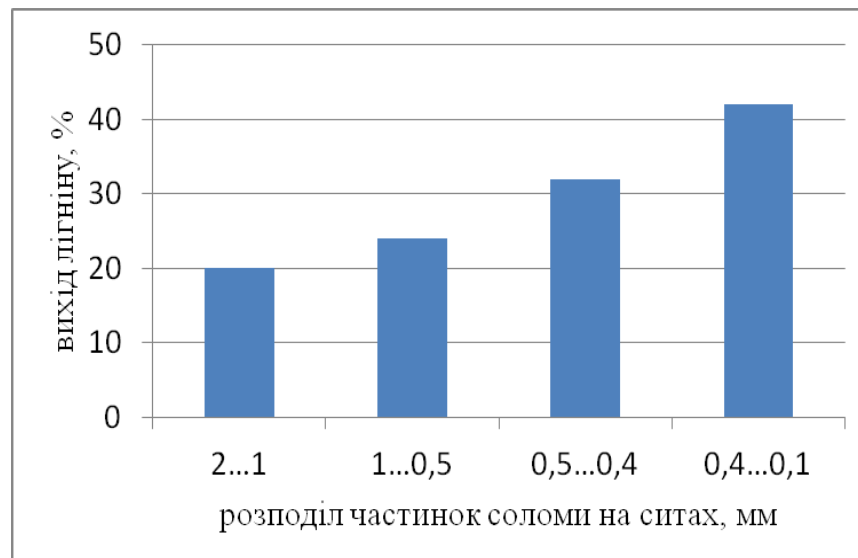
Дисперсність
0,02 мм

Соломорізка
4 кВт·год
150-250 кг/год

Дезинтегратор
(ДЗ 300-2)
6(2x3) кВт·год
до 250 кг/год

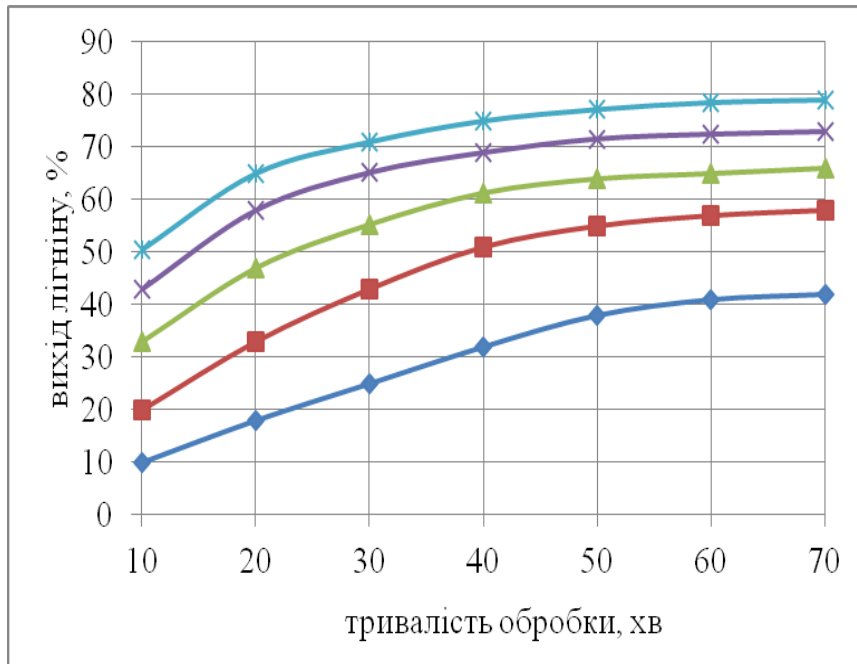


Залежність виходу лігніну від розміру частинок твердої фази при обробці водної дисперсії соломи пшеничної в РПА.

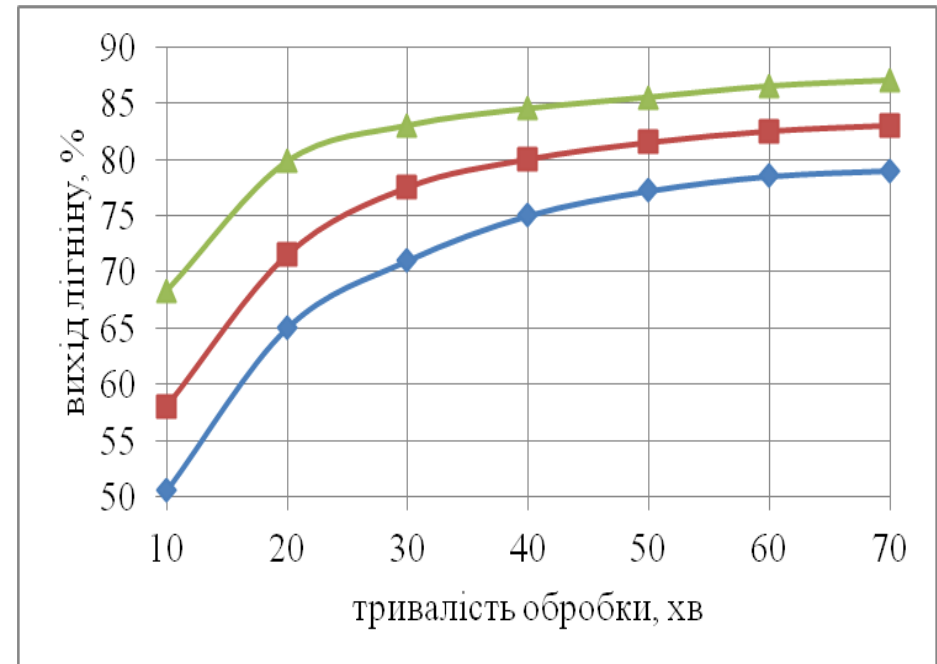


Розподіл частинок пшеничної соломи зберігається на ситах

Вплив технологічних параметрів попередньої підготовки соломи пшеничної до гідролізу



Залежність виходу лігніну від початкової температури суміші: ◆ – 18 °C; ▲ – 40 °C; ■ – 60 °C; ● – 80 °C; ○ – 90 °C

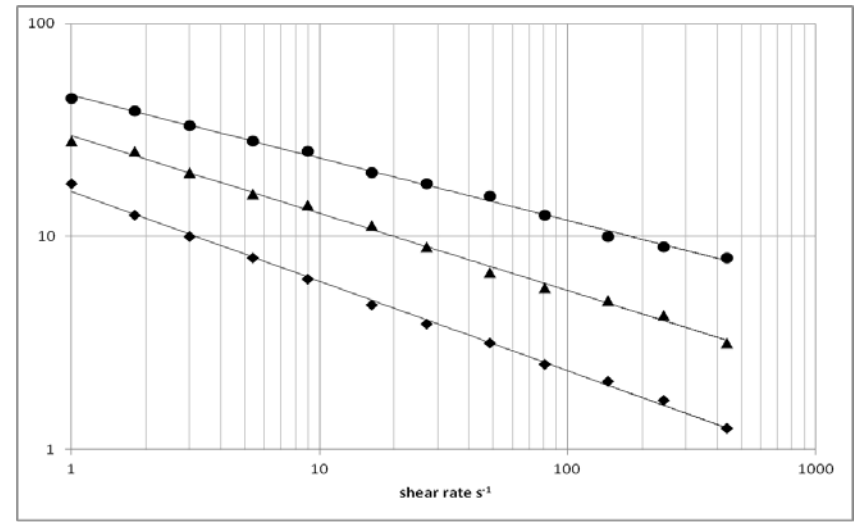
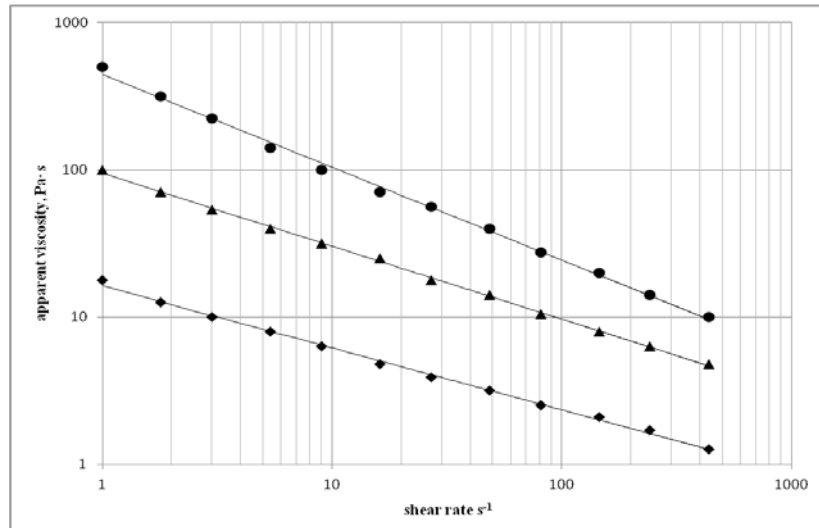
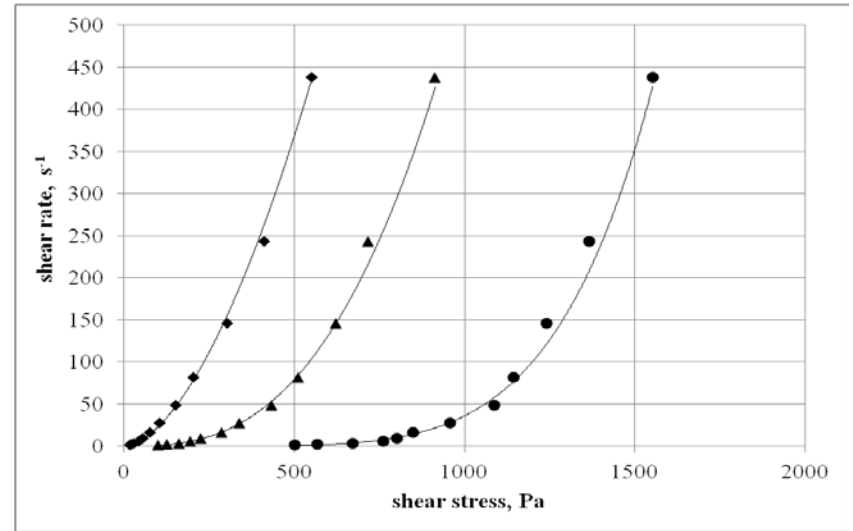
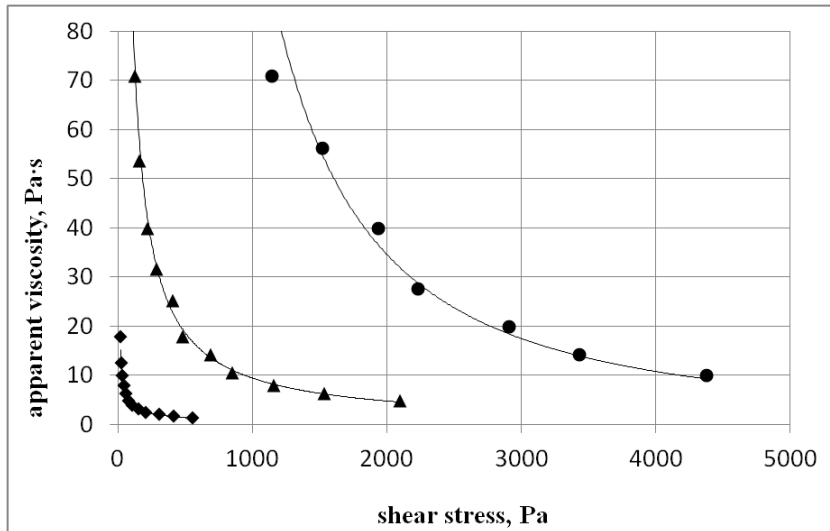


Залежність виходу лігніну від початкової концентрації луку: ◆ – 1%; ▲ – 2%; ■ – 4%.

Конструктивні параметри роторно-пульсаційного апарата:

- статор (внутрішній радіус 85,85 мм; зовнішній радіус 97,85 мм; ширина 44,5 мм; 24 отвори діаметром 14,3 мм) і
- ротор (внутрішній радіус 67,5 мм; зовнішній радіус 85,25 мм; ширина 44 мм).
- ширина зазору між статором і ротором становить 0,6 мм.
- швидкість обертання ротора – 47,75 об/с

Вплив технологічних параметрів процесу лужної попередньої підготовки водних суспензій соломи пшеничної до гідролізу на її реологічні властивості.



Ефективна в'язкість як функція швидкості зсуву для суспензії соломи пшениці (1% NaOH) при температурі 20°C при концентрації твердої речовини: \blacklozenge - 10%; \blacktriangle - 12%; \bullet - 15%.

Ефективна в'язкість як функція швидкості зсуву для суспензії соломи пшениці (10% твердих речовин) при температурі 20 °C при концентрації луку: \blacklozenge - 1%; \blacktriangle - 2%; \bullet - 5%.

ВИСНОВКИ

- встановлено, що зменшення розміру частинок соломи пшениці з 2... 1 до 0,4... 0,1 мм при початковій температурі 18 ° С, концентрації луку 1% і швидкості ротора - 47,75 об/хв. протягом 70 хв. призводить до збільшення виходу лігніну з 20 до 42% його загального вмісту.
- підвищення початкової температури дисперсійного середовища з 18 до 90 °С збільшує вихід лігніну до 79%.
- збільшення концентрації луку до 4% призводить до збільшення виходу лігніну до 87%.
- було отримано значення видимої в'язкості водних суспензій пшеничної соломи в діапазоні концентрацій твердих речовин 10... 15%, концентрації лугів 1... 4% за вагою. Видимі значення в'язкості визначали при температурах від 20 до 80 ° С. Побудовані реологічні криві дозволили визначити поведінку суспензій у полі зсуву та віднести досліджувані системи до в'язкопластичних рідин з межею текучості.

Результати роботи представлено в наступних публікаціях:

1. Myronchuk, Obodovych Oleksandr, Sydorenko Vitalii The influence of discrete-pulsed energy input on the distribution of plant biomass. *Ukrainian Food Journal*. 2019. Vol.8, Issue 3, P. 634-645. **(Web of Science)**
2. Larysa A. Sablii, Oleksandr M. Obodovych, Vitalii V. Sydorenko, Tamila, V. Sheyko Study of wheat straw delignification in a rotary-pulsation apparatus. *Acta Periodica Technologica*. 2019. Vol. 51. 103-111. **(Scopus)**
3. Ободович О.М., Сидоренко В.В. Реалії сьогодення та перспективи майбутнього комплексної переробки рослинної сировини в біоетанол та побічні продукти. *Biotechnologia Acta*. 2020. 6. 13-23.
<https://doi.org/10.15407/biotech13.06.013>
4. Borys Davydenko, Oleksandr Obodovych, Vitalii Sydorenko Characteristics of flow and heat transfer in rotor-pulsation apparatus during delignification of wheat straw in technology of bioethanol production. *Ukrainian Food Journal*. 2021.10(1).171-181 **(Web of Science)**
5. Vitalii Sydorenko, Oleksandr Obodovych, Tetiana Grabova, Olena Podobii Influence of physicochemical parameters of the alkaline pretreatment on the viscosity of wheat straw slurries. *Acta Periodica Technologica*. 2021. Vol.53 **(Scopus)** **(вийде в грудні)**

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!