

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЕКСТРАГУВАННЯ ГУМУСОВИХ ТА ГУМІНОВИХ РЕЧОВИН

Петрова Ж.О., д-р техн. наук, пров. наук. співр.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Досліджено режими екстрагування гумусових та гумінових речовин торфу за класичною та розробленою технологією з використанням пульсаційних апаратів ДІВЕ. Показано, від яких факторів залежить максимальний вихід гумусових речовин. Дано рекомендації по використанню рідкої фракції та твердого залишку торфу.

The methods of extracting humic and humic substances peat on classical and developed technology using pulsation devices DIVE was studied. Shown, how factors influence on maximum yield of humic substances. Recommendations using liquid fraction and a solid residue of peat.

Ключові слова: екстрагування, гумінові речовини, торф.

Гумінові речовини – одні з найскладніших за будовою органічні речовини, в цьому вони складніші навіть за нафту, лігніти та вугілля.

Важливим джерелом гумусових та гумінових речовин є торф. В основному, торф використовують на паливо та місцеві добрива. Якщо з нього вилучати гумінові речовини, а решту спалювати, то цей унікальний природний ресурс можливо використовувати більш раціонально.

Основний спосіб вилучення гумінових речовин – це лужна реакція розчинами аміаку або гідроксидами калію чи натрію. Така обробка перетворює їх на водорозчинні солі – гумати калію або натрію з високою біологічною активністю [1].

Інший спосіб передбачає подрібнення торфу з лугом, в результаті чого отримуємо твердий, розчинний у воді гумат калію чи натрію[2].

Протягом останніх років збільшився ріст інтенсивних досліджень, які пов'язані з хімічним складом, отриманням та використанням гумінових речовин. Це пояснюється їх виключним впливом на геохімічні, біологічні та біохімічні процеси.

Склад функціональних груп і структура молекулярних фрагментів гумінових кислот залежить від способу їх вилучення. Для досягнення повноти екстракції гумінових речовин потрібне подрібнення структури торфу. Механічна обробка матеріала з хімічними реагентами дозволить отримати композити з розвиненою поверхнею розділу фаз. Однак, механохімічний вплив заключається не лише в збільшенні ефективної поверхні компонентів суміші, зменшенні дифузних ускладнень, але і в хімічному перетворенні цільових речовин у форми, які більш розчинні у воді та інших розчинниках [3].

З літературних джерел відомо, що інтенсивна механічна активація торфу супроводжується зміною виходу, складу і властивостям цих компонентів. Не дивлячись на великий прогрес в області механохімічної переробки природних органічних речовин із-за складності структури гумінових речовин, потрібне більш детальне дослідження за допомогою комплексу фізико-хімічних методів.

На рисунку 1 представлена узагальнена схема методики з визначення гумінових речовин.

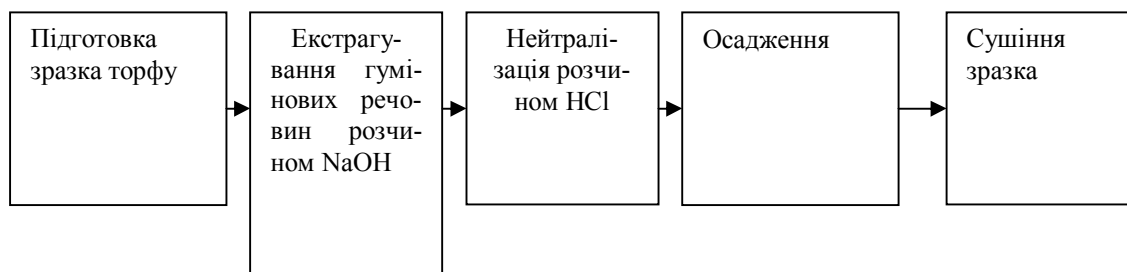


Рис. 1 – Узагальнена схема визначення загальної кількості гумінових речовин у торфі

Як видно з рисунку 1, перед визначенням гумінової складової проводили підготовку зразка торфу, з наважки екстрагували відповідною концентрацією лугу гумінові кислоти, з подальшою нейтралізацією

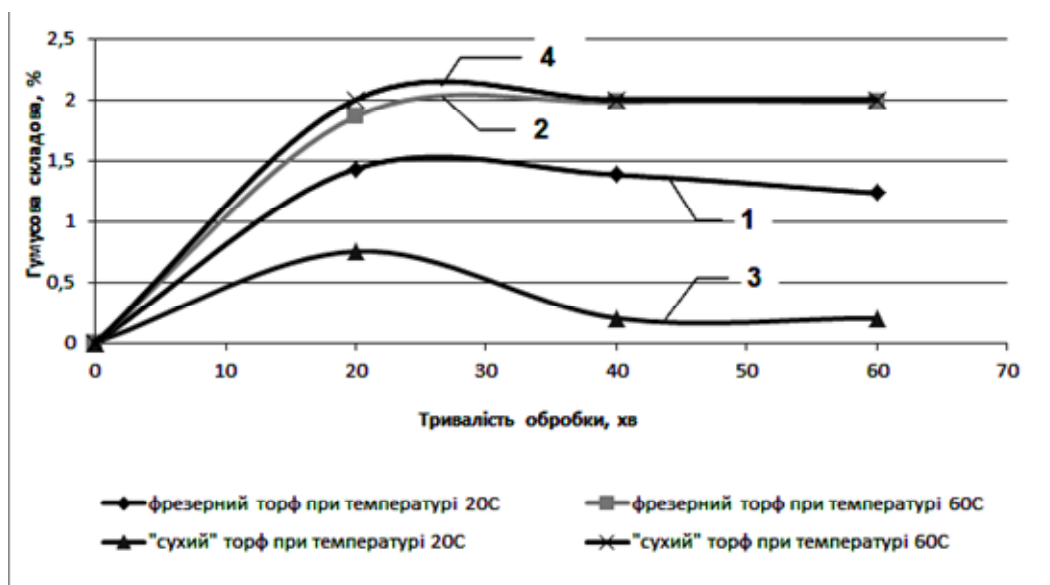
кислотою розчину. Після нейтралізації гумінові кислоти випадали в осад, розчин фільтрували, сушили і визначали загальну кількість гумінових речовин.

Класична технологія екстрагування гуматів із використанням хімічних методів базується на кип'ятінні вихідної сировини в лужному розчині на протязі 5-6 годин, що вимагає великих витрат енергоносіїв [4]. При добовій тривалості одного циклу вихід цільового продукту становить лише невелику частку від загального вмісту гумінових кислот у сировині. Крім цього, в процесі хімічної екстракції руйнується природна структура гумінових препаратів. Серед сучасних технологій екстрагування гуматів, що забезпечують максимальне вилучення гумінових речовин, найбільш ефективними і економічними вважаються технології механохімічної активації сировини. Суть таких технологій полягає в тому, що процес лужної екстракції супроводжується дією на сировину потужних гідродинамічних імпульсів. Це сприяє різкому підвищенню продуктивності при відносно невеликому рівні термічної обробки. Для практичної реалізації таких технологій останнім часом широко використовуються методи акустичної і гідродинамічної кавітації [5,6].

При екстрагуванні біологічно-активних речовин із рослинної сировини ультразвукова кавітація забезпечує високий рівень виходу продукту. Але надмірна енергоємність акустичних кавітаторів і великі питомі витрати енергії суттєво перешкоджають широкомасштабному провадженню в промисловість методів акустичної кавітації.

В ІТТФ НАН України на базі принципу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) створені і успішно використовуються в різних галузях промисловості ефективні технології перемішування, диспергування та екстракції із застосуванням різних типів струминних пульсаційних апаратів [7,8]. Для проведення процесів екстракції з рослинної сировини застосовуються пульсаційні диспергатори з активною діафрагмою, які завдяки створенню потужної кавітаційної дії на дисперсну фазу забезпечують інтенсивне виділення біоактивних екстрактивних речовин в об'єм розчинника [9].

Експерименти проводилися на лабораторному стенді EI-10, що відтворює роботу пульсаційного диспергатора з активною діафрагмою в режимах диспергування і екстрагування (екстрактор імпульсний з разовим завантаженням у 10 л) призначено для дослідження кінетики процесів гідродинаміки та тепломасообміну в операціях гомогенізації, перемішування та екстрагування при обробці водних сумішей низинного торфу з метою вилучення біологічно активних гумінових речовин.



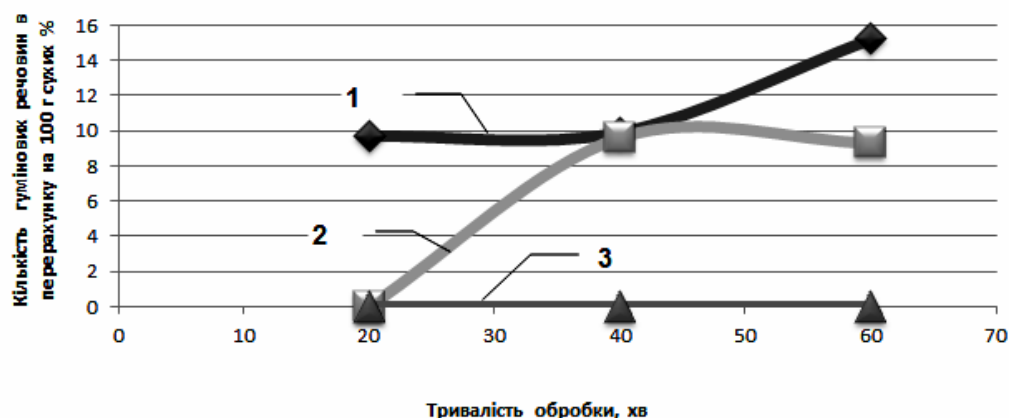
1 – фрезерний торф при температурі 20°C; 2 – фрезерний торф при температурі 60°C; 3 – «сухий» торф при температурі 20°C; 4 – «сухий» торф при температурі 60°C;

Рис. 2 – Вплив часу екстрагування на вихід гумусової складової при гідромодулі 1:15 з концентрацією луку 1 %

Класична технологія екстрагування гумусових речовин із використанням хімічних методів базується на високих температурах суміші, що вимагає великих витрат електроенергії. Був запропонований режим екстрагування гумусової складової за розробленим стандартним регламентом, але зміною температури екстрагування на 20 °C, 60 °C та тривалістю обробки лужним розчином в кавітаційному апараті протягом

20 хв, 40 хв та 60 хв. Дослідження проводились на фрезерному та сухому торфі представлені на рисунку 2.

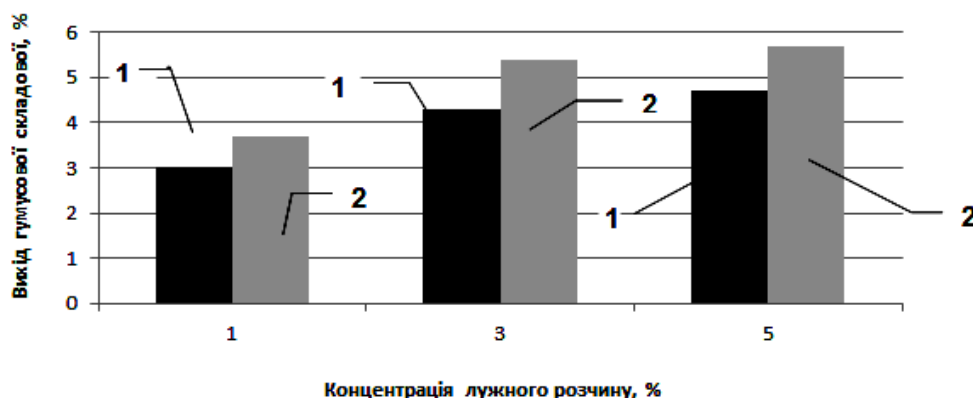
Гумінові складові в гумусових речовинах визначали за методикою, адаптованою до наших умов, яка наведена вище. Гумінова складова при концентрації лугу у розчині 1 % (рис. 3) не переходить у розчин і залишається у твердому залишку. Вплив лугу на органічну складову торфу з такою концентрацією має місце. В твердому залишку гумінові речовини краще визначаються експериментально при тривалості обробки 60 хв, але вони не переходять у розчин. Це свідчить про те, що луг впливає на вивільнення гумінових речовин, але цієї концентрації недостатньо для їх переходу у розчин з твердої фази. Ці зміни відбуваються лише у фрезерному торфі, а на сухий торф концентрація лугу в 1 % взагалі не мала впливу. Отже, екстрагування за традиційним регламентом при концентрації лугу в 1 %, у розчин переходять лише гумусові речовини, а гумінові речовини залишаються у твердому залишку.



1 – фрезерний торф при температурі 20°C; 2 – фрезерний торф при температурі 60°C; 3 – «сухий» торф при температурах 20 та 60°C

Рис. 3 – Залежність виходу гумінових речовин в твердому залишку при гідромодулі 1:15 з концентрацією лугу 1 %

Виходячи із попередніх даних, дослідження по екстрагуванню гумусових та гумінових речовин проводили із зміною концентрації лугу. На рисунку 4 представлені результати дослідження впливу концентрації лугу на вихід гумусової складової у розчин. Із зміною концентрації розчину лугу 3 % та 5 % відбувається інтенсифікація екстрагування гумусових речовин в 1,2 рази в порівнянні з 1 %. В сухому торфі цей процес проходить інтенсивніше, ніж у фрезерному торфі. Концентрація лугу при екстрагуванні гумусових речовин 3 % та 5 % відрізняються несуттєво. Але із підвищенням концентрації до 5 % потрібно більше гідроксиду натрію, що змінює рН середовища та збільшує вартість виробництва. Тому доцільно при екстрагуванні гумусових речовин, в залежності від цілей використання, екстрагувати гумусову складову від 1 до 3-х % лугу.

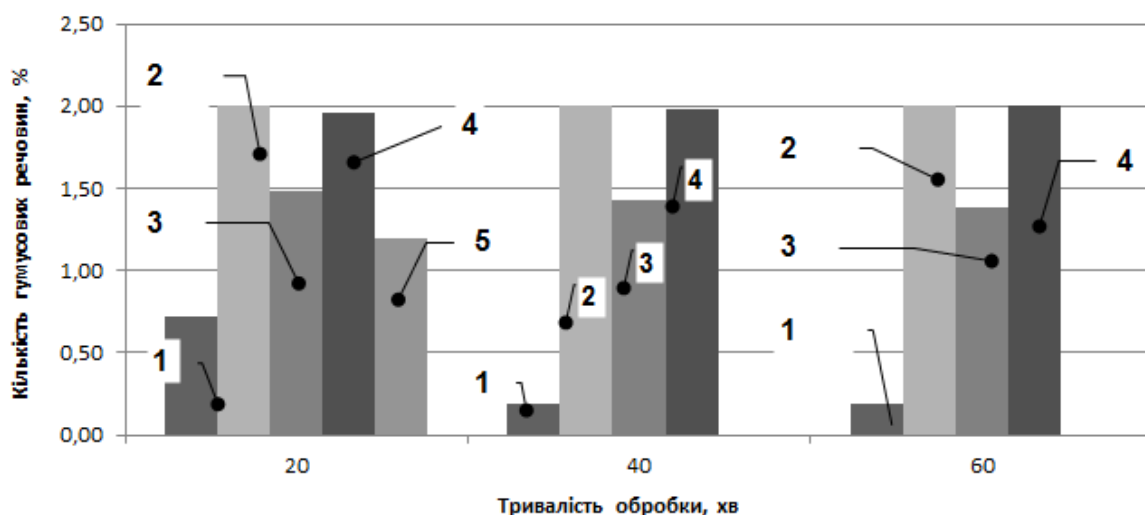


1 – фрезерний торф при температурі 20°C; 2 – «сухий» торф при температурах 20°C

Рис. 4 – Вплив концентрації лужного розчину на вихід гумусової складової

Після проведення досліджень за традиційною технологією із зміною температури, часу та концентрації луку були визначені оптимальні параметри екстрагування. Також було запропоновано використання, замість традиційних гідромеханічних пристроїв, пульсаційних апаратів ДІВЕ.

У приймальну ємність апарата завантажують наважку сухого або фрезерного торфу, заливають 1 % лугом у співвідношенні 1:15, сумарний об'єм суміші становить 10 л під дією ефектів кавітації в об'ємі рідини в трубі відбувається руйнування твердої дисперсної фази, вилучення гумусових речовин з торфу, а також перемішування компонентів суміші. Суміш обробляли протягом 20 хв при температурі 60 °С та 1 %-му розчині луку. Ці параметри були взяті на основі раніше проведених досліджень. Також для порівняння були взяті зразки екстрактів гумусових речовин отриманих традиційним способом. Результати досліджень представлені на рис. 5



1 – «сухий» торф при температурі 20°C; 2 – «сухий» торф при температурі 60°C; 3 – фрезерний торф при температурі 20°C; 4 – фрезерний торф при температурі 60°C; 5 – контрольний зразок

Рис. 5 – Вплив механо - термічної обробки торфу на вихід гумусової складової

Як видно з рисунку 5, найнижчі показники виходу гумусових речовин при температурі екстрагування 20 °С, у сухому торфі екстракція відбувається інтенсивніше. Для порівняння досліджували контрольний зразок, отриманий за традиційною технологією екстрагуванням при температурі 133 °С. Досліджували ефективність вилучення гумусової складової за розробленою технологією в пульсаційному апараті кавітаційного типу. [5].

Висновки.

Кількість гумусових речовин у 1,4 рази більше у порівнянні з контрольним зразком. Також, за розробленою технологією екстракція з сухого та фрезерного торфу відбувається з однаковою кількістю вилучених гумусових речовин, тому недоцільно додатково висушувати торф перед екстрагуванням. Екстракція проходить у апараті кавітаційного типу з однаковою інтенсивністю на протязі 20 хв, 40 хв та 60 хв. Виходячи з цих досліджень, запропоновано екстрагування у пульсаційних апаратах ДІВЕ протягом 20 хв з температурою середовища 60 °С та концентрацією луку у розчині 1-3 %.

Розроблена технологія дозволить максимально вилучити гумусові та гумінові речовини з торфу з суттєвим зменшенням температури та часу екстракції з подальшим застосуванням рідкої фракції як добрива, а твердого залишку - після екстракції для виробництва дешевого палива.

Література

1. Гамаюнов Н.И., Косов В. И., Масленников Б.И. Ионнообменные процессы и электрокинетические явления в набухающих природных и синтетических ионитах. Тверь, 1997., 156 с.
2. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса: Учеб. пособие. М., 1981, 272 с.
3. Лиштван И.И., Круглицкий Н.Н. Третинник В.Ю. Физико-химическая механика гуминовых веществ. Минск, 1976, 264 с.

4. Наумова Г.В., Косоногова Л.В., Жмакова, Н.А., Овчинникова Т.Ф. Биологически активные препараты стимулирующего и фунгицидного действия на основе торфа. // Химия твердого топлива.– 1995.– № 2.– С. 82–88.
5. Чухарева Н.В., Шишмина Л.В., Новиков А.А. Физико-химические характеристики торфяных гуминовых кислот и остатков их кислотного гидролиза // Химия растительного. сырья.– 2003.–№ 3.– С.11–15.
6. Ефанов М.В., Латкин А.А., Черненко П.П., Галочкин А.И. Получение оксигуминовых препаратов из торфа кавитационным методом // Современные наукоемкие технологии.– 2008.– № 2.–С. 89–90.
7. Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах.– К.: Наук. думка, 2008.– 381 с.
8. Долинский А.А., Басок Б.И., Гулый И.С., Накорчевский А.И., Шурчкова Ю.А. Дискретно-импульсный ввод энергии в технологиях. – К.: Изд. ИТТФ НАНУ, 1996. – 208 с.
9. Чайка О.І. Інтенсифікація процесу водноспиртової екстракції з лікарської рослинної сировини при дискретно-імпульсному вводі енергії // Фармацевт. журн.– 1999.– №4. – С. 64–67.
10. Чайка О.І., Гоженко Л.П., Іваницький Г.К., Корінчук Д.М. Інтенсифікація процесу диспергування низинного торфу із застосуванням пульсаційного диспергатора // Пром. теплотехніка 2013, т. 35, № 5, с. 22-28.

УДК 66.047

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СУШІННЯ ПОДРІБНЕНИХ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

Кіндзера Д.П., канд. техн. наук, доц., Атаманюк В.М., д-р техн. наук, проф.,
Госовський Р.Р., аспірант
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

В статті проведені розрахунки корисної різниці між затраченою енергією на сушіння подрібнених стебел соняшника та їх нижчою теплотворною здатністю залежно від вологовмісту, на основі чого визначено оптимальні параметри фільтраційного сушіння такого виду рослинної сировини для виробництва паливних брикетів.

The article presents the results of calculations of useful difference between the energy for drying of crushed sunflower's stem and their lower calorific capacity which depends from moisture content. Optimal filtration drying parameters for this type of plant material for the fuel pellets production are given in the article.

Ключові слова: біопаливо, подрібнені стебла соняшника, вологовміст, теплотворна здатність.

Вступ. Альтернативними способами переробки та утилізації відходів сільськогосподарських культур, зважаючи на їх значну кількість та доволі високу теплотворну здатність, є брикетування та гранулювання останніх для виробництва твердого біопалива, яке є висококалорійним, низькозольним, екологічно безпечним, зручним для транспортування та використання [1 - 3]. Виробництво біопалива з рослинних решток є доцільним та актуальним в умовах енергетичної та економічної кризи в Україні. Паливні брикети з біомаси, враховуючи їх високу теплотворну здатність, можуть ефективно замінити кам'яне вугілля та дрова.

Постановка проблеми. Вологовміст багатьох рослинних залишків, після природного сушіння на полях, знаходиться в межах 12...30 %, однак вологовміст трубостеблових залишків, до яких належать стебла соняшника, є значно вищим і складає до 60 %. За такого вологовмісту сировини не можна отримати брикети високої теплотворної здатності та міцності. Тому, для виробництва палива подрібнену сировину необхідно висушувати у промислових умовах.

Аналіз джерел літератури. Технологія виробництва твердого біопалива передбачає три основні етапи: подрібнення, сушіння та брикетування (гранулювання) сировини. Для сушіння рослинної біомаси широко застосовують сушарки барабанного типу (АБМ-0,40; АБМ-0,65), які є великогабаритними та характеризуються перевитратами теплової енергії, оскільки температура теплового агента на вході сягає до 400 °С. У виробництві паливних брикетів питомі затрати на сушіння є вдвічі більшими від затрат на пресування та в десять разів більшими від затрат на подрібнення [4]. Тому такий спосіб утилізації рослинних залишків вимагає удосконалення та створення нової сушильної техніки, що забезпечуватиме отримання продукту високої якості та економне енергоспоживання.