

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАКТУ ІЗ ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ НВЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ

Бурдо А.К., канд. техн. наук, доцент,
Демченко М.В., магістр

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття присвячена питанню створення екстракту з чорноплідної горобини для використання в харчовій промисловості як джерело біологічно активних речовин. Розглянуто хімічний склад горобини і її вплив на організм людини. Проаналізовано вплив різних чинників на фізичні характеристики екстракту. Встановлені оптимальні технологічні параметри отримання екстракту з чорноплідної горобини у НВЧ-обладнанні. Запропонована технологія отримання екстракту за допомогою НВЧ-випромінювання.

This article is devoted to the issue of the creation of chokeberry extract for use in the food industry as a source of biologically active substances. We consider the chemical composition of ash and its effect on the human body. The influence of various factors on the physical characteristics of the extract. The optimal process parameters obtaining an extract from chokeberry in microwave equipment. The technology of obtaining the extract by using microwave radiation.

Ключові слова: екстракт, чорноплідна горобина, НВЧ-випромінювання, кріоконцентрування.

Традиційно вважають, що лікарські трави є тільки засобом лікування. Проте використання їх щодня в їжу сприяє природному оздоровленню організму і є методом профілактики всіляких захворювань. Вчені довели, що включення в їжу лікарської сировини призводить до стійкості людського організму до несприятливих факторів середовища і стресів, уповільнює процеси старіння, служить незамінною профілактикою багатьох важких захворювань[1].

За останні роки у зв'язку з підвищеним інтересом до чорноплідної горобини як до нової садової породи з'явилося немало робіт по вивченню біохімічного складу її ягід. Коли у ягодах цієї рослини був знайдений у великій кількості вітамін Р, головну увагу приділяли питанню технологічній переробці продукції для харчових та лікарняних цілей[2].

Плоди чорноплідної горобини є цінним природним лікувальним і профілактичним засобом і застосовуються в народній медицині у вигляді відвару, екстракту, соку, настою і в свіжому вигляді. Однією з найбільш важливих корисних властивостей цієї ягоди є її здатність виводити з організму важкі метали: стронцій, кобальт, свинець і радіонукліди, що стає все більш актуальним в сучасних умовах життя. Це відкриття вчених було визнано сенсацією [3].

Плоди горобини чорноплідної містять у своєму складі : вуглеводи - 10 %, органічні кислоти -1,3 %, пектинові речовини - 0,75 %; дубильні речовини - 0,6 %, аскорбінову кислоту (вітамін С) - 15 мг /%, цитрин (вітамін Р) - 2000 мг /%, каротин - 2 мг /%, рибофлавін - 0,13 мг /%, фолієву кислоту - 0,1 мг /%, нікотинову кислоту (вітамін РР) - 0,5 мг /%, вітамін Е, токоферолі - 1,5 мг /%, філлохинон - 0,8 мг /%, піроксін - 0,06 мг /%, ніацин - 0,3 мг /%, тіамін - 0,01 мг /%, а також амігдалін, кумарини, рутин, кверцетин, кверцитрин, гесперидин, катехіни, цанідин і його глікозиди, сорбіт та інші сполуки. З макро- і мікроелементів у великій кількості містяться залізо, марганець, йод, а також солі молібдену, бору, марганця, міді [4]. Горобина чорноплідна добре зберігає вітаміни, підвищує захисні сили організму, збуджує апетит, збільшує кислотність і здатність перетравлювати їжу шлунковим соком. У свіжому вигляді плоди горобини чорноплідної і її сік знижують артеріальний тиск при гіпертонії. У людей з нормальним тиском такої дії зазвичай не спостерігають [4].

Аналіз літературних джерел [3] показав, що хімічний склад горобини чорноплідної вивчений досить повно, але відсутні дані про кінетику проходження процесу екстракції даного виду плодів, а також оптимальних параметрів цього процесу. Враховуючи, що процес екстрагування - головна стадія отримання екстрактів із сировини рослинного походження, а вміст екстрактивних речовин є однією з важливих характеристик, яка дає можливість встановити якість екстракту, одержуваного з рослинної сировини, нами досліджено процес екстракції горобини чорноплідної. Відомо, що процес вилучення екстрактивних речовин із сировини залежить від таких факторів, як температура, гідромодуль і тривалість екстракції. При переробці екстрактів відбуваються тепломасообмінні процеси, що впливають на властивості екстрактів і фізико-хімічні характеристики [5]. Тому на даний момент дослідження даних властивостей чорноплідної горобини вважається актуальним. НВЧ-обробка знайшла широке застосування у виробництві харчових

продуктів, у тому числі для вилучення екстрактивних речовин з рослинної сировини, завдяки своїм перевагам, що позитивно впливають на якість виготовленої продукції. Враховуючи це, актуальним є дослідження впливу параметрів НВЧ-обробки на процес вилучення екстрактивних речовин з рослинної сировини, що дозволить випускати продукти харчування із заданими характеристиками і збільшити асортимент продукції на ринку.

Ми проводили процес екстракції традиційним способом та за допомогою НВЧ-випромінювання. Об'єктом дослідження є плоди горобини чорноплідної. Подрібнені плоди до розміру 3-4 мм екстрагували водою, яка служить універсальним екстрагентом, вона також сприяє кращому сепаруванню тканин і розриву клітинних стін екстрагованої сировини, полегшуючи тим самим проходження дифузійного процесу [3]. Після закінчення процесу екстракції визначали оптичну густину екстракту. Для дослідження впливу технологічних факторів на процес екстракції було обрано такі фактори: температура, тривалість екстракції, гідромодуль. Досліджування процесу екстрагування проводили при різних температурах (40°C, 60°C, 80°C) на протязі 100 хв, кожні 20 хвилин відбирали проби та визначали кількість екстрактивних речовин (антоціанів).

Результати та їх обговорення.

При дослідженні впливу технологічних факторів на процес вилучення екстрактивних речовин з горобини чорноплідної було встановлено, що великий вплив має температура екстрагенту. В вигляді графіку (рис.1) приведені результати дослідження з співвідношенням сировини до екстрагенту 1:7 і тривалістю процесу екстрагування 60 хвилин.

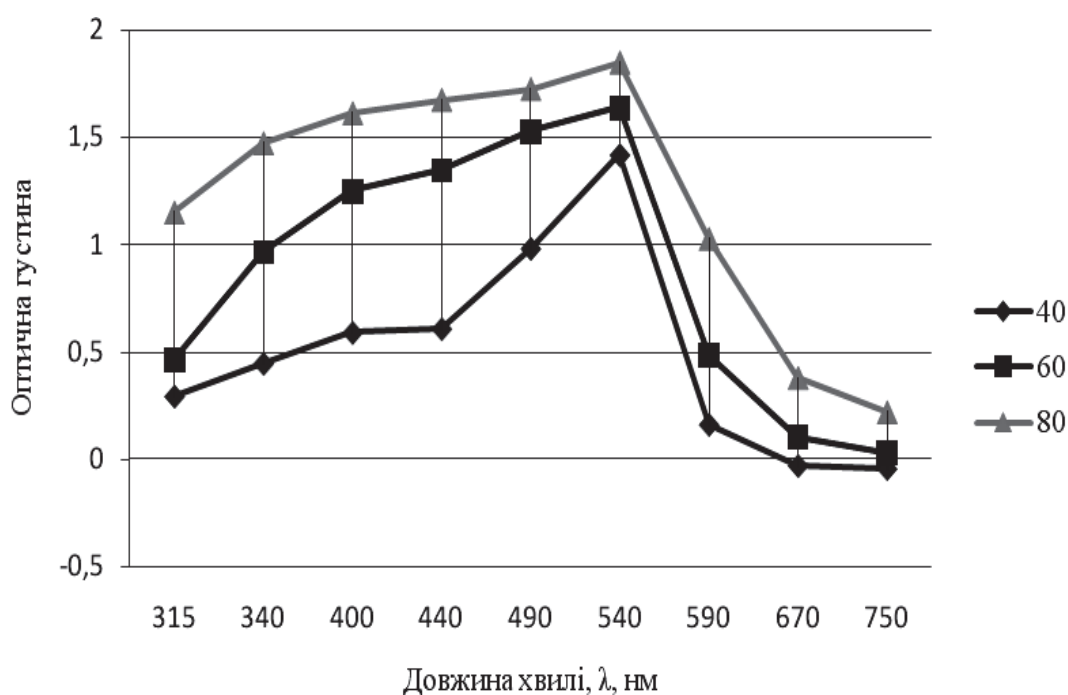


Рис. 1 – Кінетика зміни складу екстрактивних речовин (антоціанів) в залежності від температури

З графіку можна побачити, що максимальне значення оптичної густини екстракту приходить на довжину хвилі 540 нм, що пояснюється визначенням антоціанів при цій довжині хвилі. Необхідно відзначити, що вже при температурі 60 °C відбувається руйнування поліфенолів, однак дослідженнями Н. В. Макарової і А.В.Зюзіна встановлено, що більш низькі температури лише незначно знижують вміст поліфенолів в екстрактах їх рослинної сировини, тоді як температура вище 95 °C істотно знижує цей показник [7] (рис.2.).

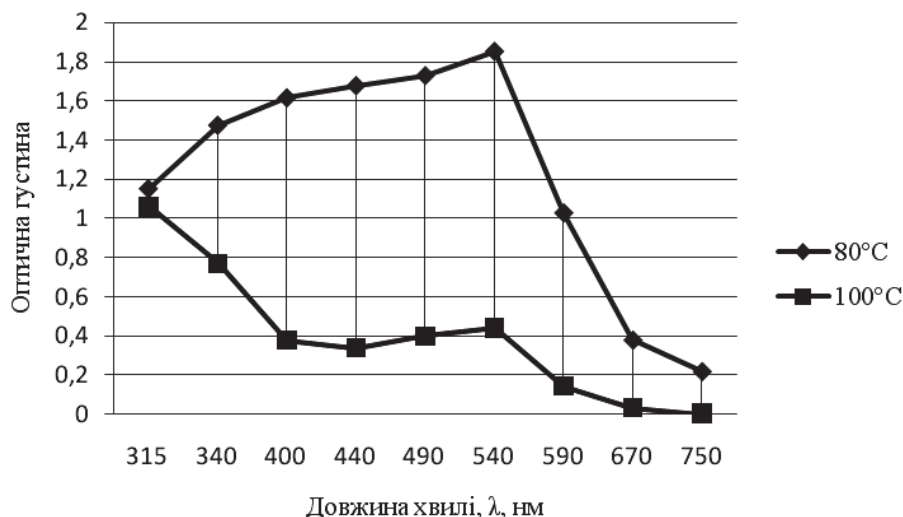


Рис. 2 – Порівняльний графік складу екстрактивних речовин (антоціанів) при 80 °С та 100 °С за однакових умов

Нами рекомендовано проводити екстракцію при температурі 80 °С. При такій температурі відбувається максимальний перехід екстрактивних речовин-антоціанів в екстракт.

При визначенні оптимальних режимів процесу екстракції потрібно враховувати тривалість екстракції. Кінетика вилучення екстрактивних речовин (антоціанів) при температурі 80 °С і гідромодулі 1:7 представлена на графіку (рис.3).

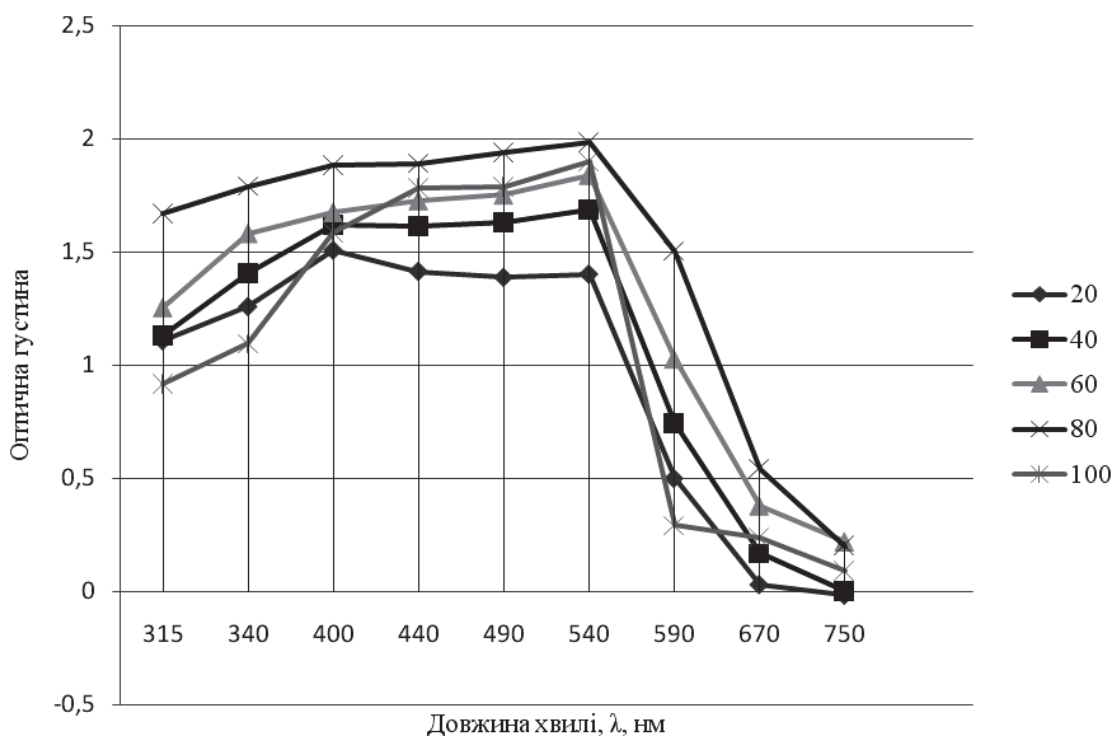


Рис. 3 – Кінетика зміни змісту екстрактивних речовин (антоціанів) в залежності від тривалості процесу екстракції

Протягом 80 хвилин відбувається дифузія з легкодоступних місць, тобто вимивання з розірваних клітин. Після 80 хвилин починається екстракція з важкодоступних місць. Тривалий процес призводить до того, що у воду переходять баластні речовини, що є негативним фактором для отримання високоякісного

екстракту. Для забезпечення оптимальних умов ми рекомендуємо проводити екстракцію не більше 80 хвилин.

Важливим показником, який впливає на перехід сухих речовин у воду, є гідромодуль [6]. Так як різниця концентрацій є рушійною силою дифузійного процесу, ми досліджували вплив гідромодуля на вихід екстрактивних речовин при постійній температурі $t=80^{\circ}\text{C}$ протягом 100 хвилин. Кінетика зміни змісту екстрактивних речовин (антоціанів) в залежності від гідромодуля при довжині хвилі $\lambda = 540 \text{ nm}$ зображена на рис.4.

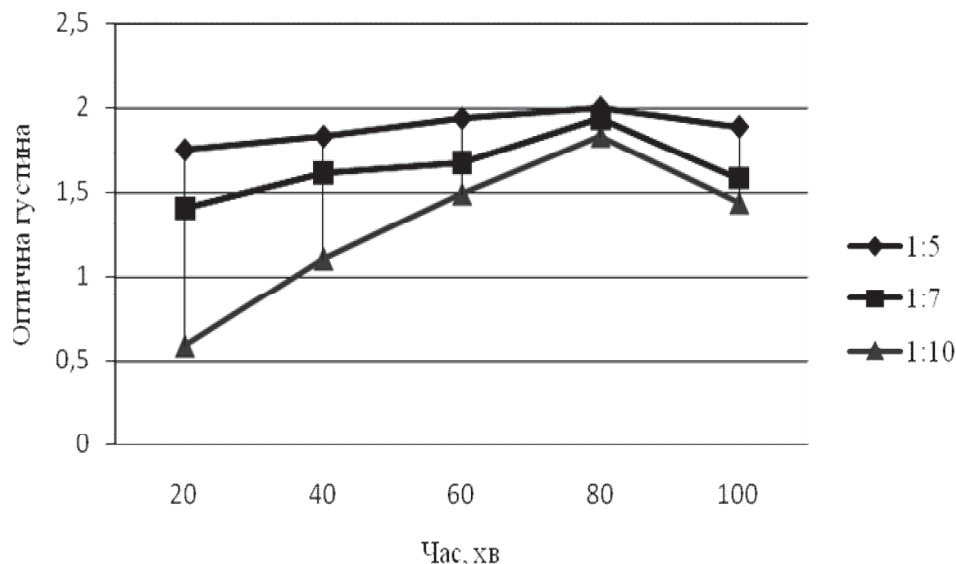


Рис. 4 – Кінетика зміни змісту екстрактивних речовин (антоціанів) в залежності від гідромодуля

З даних можна зробити висновок, що гідромодуль 1:5 забезпечує високий вихід екстрактивних речовин (антоціанів).

Встановлено, що при екстрагуванні чорноплідної горобини традиційним способом оптимальними умовами є:

- температура води 80°C , такий показник забезпечує максимальний вихід екстрактивних речовин (антоціанів);
- тривалість екстракції 80 хвилин, продовження даного процесу є недоцільним, оскільки після цього часу перехід екстрактивних речовин незначний, збільшення затрат на процес екстрагування;
- співвідношення компонентів системи 1:5, такий показник забезпечить максимальний вихід з найменшими затратами.

За останні 10-20 років мікрохвильові технології, засновані на енергії змінного електромагнітного поля надвисокочастотного діапазону, почали широко використовуватися в різних областях промисловості. Мікрохвилі - це радіохвилі з дуже малою довжиною хвилі з частотами від 30 МГц до 30 ГГц [8]. Енергія мікрохвиль утворюється з електричної енергії, яка конвертується в мікрохвильову завдяки генератору. Основа застосування мікрохвиль в харчовій промисловості - це їх властивість нагрівати продукти. Нижче приведені позитивні характеристики мікрохвильового нагріву в порівнянні з традиційним способом [9]:

- 1) висока швидкість процесу;
- 2) матеріал прогрівається більш однорідно (тепло розподіляється по всьому об'єму матеріалу, незалежно від його теплопровідності);
- 3) селективність процесу: вологі частини матеріалу прогріваються швидше, ніж сухі, що не властиво конвекційному нагріванню;
- 4) практично відсутня інерційність нагріву, що дає можливість повної автоматизації процесу (нагрівання можна швидко почати і також швидко зупинити);
- 5) високі ККД процесу;
- 6) значне зменшення теплових втрат у навколишнє середовище і зниження її забрудненості (не потрібно використовувати теплоносії);
- 7) скорочення потреби у виробничих площах в 3-5 рази;

- 8) висока бактерецидна дія мікрохвильової енергії;
- 9) висока харчова цінність продукції, збереження вітамінів.

На основі пропонованих даних був отриманий екстракт з використанням НВЧ-випромінювання. Для підтримки постійної температури експериментальним методом була визначена необхідна потужність $N=180$ Вт. Результати приведені у вигляді графіку при довжині хвилі $\lambda=540$ нм (рис.5). Після 15 хвилин екстрагування спостерігається різкий спад антоціанів на 20%. Тому продовження часу екстракції не є доцільним. Кінетика зміни кількості екстрактивних речовин під впливом НВЧ-випромінювання в порівнянні з традиційним способом представлена в виді графіку(рис.4).

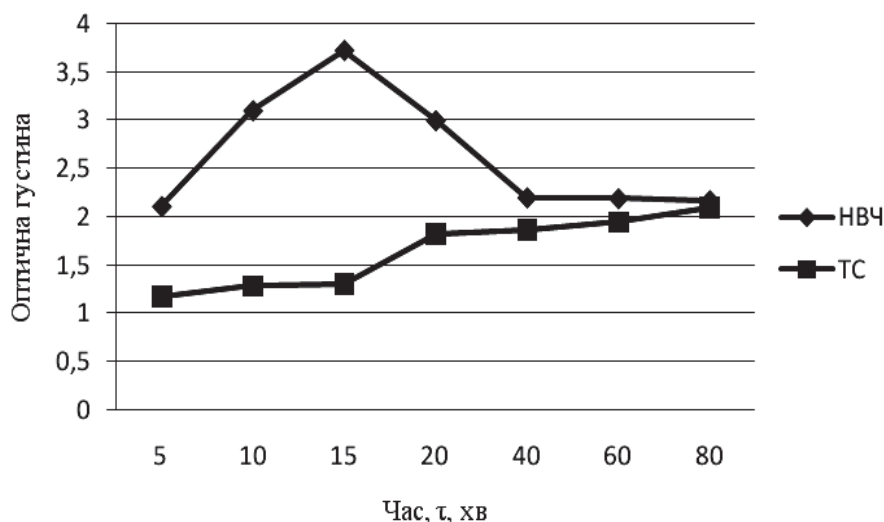


Рис. 5 – Кінетика зміни складу екстрактивних речовин (антоціанів) отриманих НВЧ-випромінюванням в порівнянні з традиційним способом

Судячи з графіку можна сказати, що при екстрагуванні з використанням НВЧ-випромінювання необхідно в чотири рази менше часу, ніж традиційним способом, при цьому кількість антоціанів в отриманому екстракті збільшується на 43%.

Розробка технології вилучення екстрактивних речовин з рослинної сировини НВЧ-випромінюванням здійснювалася з урахуванням поставлених вимог:

- максимальне збереження та переведення корисних компонентів з початкової сировини в екстракт;
- скорочення часу проведення процесу екстракції;
- отриманий продукт повинен бути безпечний в харчовому відношенні за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками;
- розроблена технологія повинна бути доступною для підприємств харчової та переробної промисловості, і легко впроваджуваною вже в існуючі технологічні лінії виробництва продуктів харчування;
- технологія отриманого екстракту повинна бути економічно доцільною.

Висновки.

Нами запропоновано технологію отримання екстракту із рослинної сировини (з ягід чорноплідної горобини). Дана технологія складається з наступних операцій: сортування, миття, обдування повітрям, заморожування, подрібнення, екстракція в НВЧ-полі, декантація, фільтрування, сепарування, кріоконцентрування екстракту.

Проведений експеримент дозволив встановити, що застосування НВЧ-випромінювання:

- позитивно впливає на якість виготовленої продукції, так як дифузія корисних речовин в екстракт проходить повніше;
- за рахунок скорочення часу високотемпературної обробки, значно зменшуються втрати корисних компонентів початкової сировини і підвищується вміст БАР в екстракті;
- значно скорочується тривалість проведення процесу, що підвищує економічні показники виробництва.

Література

1. Банний И.П. Литвиненко М. М. и др. Фармакогностический анализ лекарственного растительного сырья. Учебное пособие.- Х.: Золотые страницы, 2003.
2. Георгиевский В. П., Дихтярев С. И., Губин Ю. И., Фитохимия в Украине- итоги и перспективы, Фармаком №3, 1999.
3. Изучение свойств экстрактов из лекарственного и пряно-ароматического сырья/ Е.С.Колядич и др.// Пищевая промышленность: наука и технологи.-2008.-№1(1).-с.83-87.
4. Мазнев, Н.И. Энциклопедия лекарственных растений/ Н.И.Мазнев.-3-е изд., испр. и доп. –М.: Мартин, 2004.-496с.
5. Ооржак У.И. Исследование влияния технологических факторов на процесс извлечения экстрактивных веществ из лественничной губки/ У.С.Оржак, В.М.Ушанова, С.М.Репях// Химия растительного сырья.-2003.-№1.-С.69-72.
6. Сорокопуд А.Ф. Влияние основных факторов на экстрагирование плодов лимонника/А.Ф.Сорокопуд, А.С.Мустафина, К.С.Федяев//Химия растительного сырья.-2012.-№1.-с.161-164.
7. Макарова Н.В. Влияние параметров пастеризации на антиоксидантную активность яблочно-черничного сока/Н.В.Макарова, А.В.Зюзина//Пиво и напитки.-2011.-№5.-с.26-28.
8. Armstrong S.D. Microwave- Assisted Extraction for the Isolation of Trace Systemic Fungicides from Woody Plant Material: Dissert. PhD/-Virginia, 1999.-129 p.
9. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе-вода».-Одесса, 2007.-с. 37-38.

УДК 662.758

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ В ТЕХНОЛОГІЇ БІОЕНЕРГОКОНВЕРСІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Грабов Л.М., канд. техн. наук, пров. наук. співр., Шматок О.І., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Запропонована технологія неперервної дії для отримання біодизельного палива, яка ґрунтується на принципах дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ). Запропонована схема рекуперації теплоти отримуваних продуктів з метою підвищення енергоефективності біоенергоконверсії.

The continuous technology of reception of the biodiesel fuel, based on principles of discrete-pulse introduction of energy (DPIE) is developed. The scheme of recuperation of warmth of received products for the purpose of increase energyefficiency of bioenergyconversion is offered.

Ключові слова: біодизель, біоенергоконверсія, дискретно-імпульсне введення енергії, інтенсифікація, переестерифікація.

Перспектива входження України до Європейського співтовариства (ЄС) залежить від багатьох факторів, в тому числі і від використання альтернативних джерел енергії, зокрема біологічних ресурсів, і впровадження новітніх технологій біоенергоконверсії рослинної сировини.

Сьогодні біопалива складають близько 3% всього палива для транспорту, а також досягають істотної частки в деяких країнах, які найбільш активно розвивають даний сектор [1]. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) до 2050 року частка біопалива в транспортній сфері може збільшитися до 750 млн. т.н.е. (порівняно з поточним рівнем в 55 млн. т.н.е.) і скласти 27 % всього палива для транспорту, дозволяючи зменшити обсяги шкідливих викидів на 20 % і скоротити світову залежність від нафти [2].

Технології отримання біодизельного палива з рослинних олій ґрунтуються на процесі переестерифікації олій метиловим або етиловим спиртами, з використанням каталізаторів лужного типу. Для проведення процесу, як правило, використовують ємнісні апарати з механічним перемішуванням, в яких неможлива ефективна організація теплотехнологічних і фізико-хімічних процесів переестерифікації.

Важливим показником виробництва і використання палив є коефіцієнт енергетичної рентабельності (Energy Return On Investment (EROI)), який показує співвідношення енергії, одержуваної при спалюванні палива, і енергії, витраченої на його отримання. У таблиці 1 наведені три етапи виробництва біодизельного палива з ріпакової олії методом переестерифікації олії метиловим спиртом, а також наведено енергетичний баланс виробництва біодизельного палива з ріпакової олії [3-5].