

лизация отходов : XVI Междунар. научно-практ. конф. : сб. науч. статей / УкрГНТЦ "Енергосталь" – Харьков : Сага, 2008. – Т. 1. – С. 89–94.

6. Торяник, А. И. Определение влагосодержания в пищевых продуктах методом ЯМР [Текст] : метод. пособие / А. И. Торяник, А. Г. Дьяков, Д. А. Торяник. – Харків : ХДУХТ, 2006. – 20 с.

7. Фаррар, Т. Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР [Текст] / Т. Фаррар, Э. Беккер. – М. : Мир, 1973. – 163 с.

Отримано 30.03.2011. ХДУХТ, Харків.

© О.Г. Дьяков, Л.М. Крайнюк, І.В. Набоков, О.І. Торяник, 2011.

УДК 547.979.7:542.63

**М.І. Погожих**, д-р техн. наук, проф.

**Т.В. Міщенко**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКЦІЇ ХЛОРОФІЛУ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ РІЗНОЇ АПАРАТУРИ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ПРОЦЕС ПЕРЕМІШУВАННЯ**

*Досліджено кінетику екстракції хлорофілу із кропиви, сушеної методом СТП, залежно від апаратури, що забезпечує процес перемішування.*

*Исследована кинетика экстракции хлорофилла из крапивы, сушенной методом СТП, в зависимости от аппаратуры, обеспечивающей процесс перемешивания.*

*Investigated the kinetics of the extraction of chlorophyll from nettle, dried by STP, depending on the hardware, providing the process of mixing.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У виробництві багатьох харчових продуктів виникає необхідність корекції або відновлення їх кольору за допомогою фарбувальних компонентів, які можуть бути натуральним або штучним. Дані інгредієнти є складними органічними сполуками, і далеко не завжди нейтральні для людського організму. Ратифікація Європейським парламентом у 2008 році законодавчого акта щодо маркування продукції, що містить синтетичні барвники E102, E104, E110, E122, E124, E129 призвела до фактичної заборони на застосування синтетичних барвників у світовій харчовій промисловості. У зв'язку з цим агентство харчових стандартів Великобританії оголосило про повне позбавлення харчових продуктів від синтетичних барвників до кінця 2009 року. Також в Австралії та Новій

Зеландії було введено повну заборону синтетичних барвників вже до 2010 року. Такі ж ініціативи є і в США [1].

У зв'язку з викладеним вище, питання про отримання натуральних харчових колорантів, які окрім свого прямого призначення дозволяють підвищити біологічну цінність кінцевого продукту і поряд з цим, на відміну від синтетичних барвників, не є сторонніми домішками для людського організму є актуальним на сьогоднішній день.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні 10 років проводилась велика кількість досліджень, пов'язаних з екстрагуванням натуральних харчових барвників. У літературі представлено велику кількість інформації про способи отримання різних природних барвників, їх стабілізації, а також про постійний пошук нових джерел природних колорантів. І на думку авторів [2] розробки в області природних харчових барвників можуть припинитися лише коли будуть створені термо- і кислотостійкий червоний або альтернативно стійкий, що не залежить від рН натуральний синій відтінок.

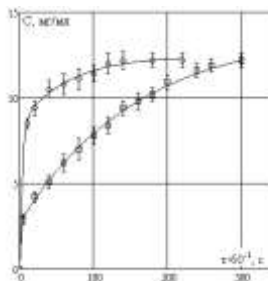
**Виклад основного матеріалу дослідження.** Процес екстрагування харчових барвників, як відомо, є складним багатостадійним технологічним процесом, в основі якого лежить масообмін. Масообмін у системі тверде тіло – рідина визначається в основному опором, що утворюється пограничним шаром і пов'язано з дією сил тертя між контактуючими фазами і поверхневого натягу. Природна масовіддача, у відсутності руху потоку, відбувається внаслідок різниці хімічного потенціалу в різних точках системи і є тривалим процесом [3].

Рух рідини з урахуванням режиму течії впливає на масообмін, і визначається у разі турбулентних потоків молекулярною дифузією в пограничному шарі та конвективним переносом за рахунок потоку середовища, що рухається. При створенні ламінарних потоків, масообмінні процеси лімітуються лише молекулярним перенесенням речовини в прикордонному шарі [3; 4]. Процес перемішування при добуванні цільового компонента в ході екстрагування є важливим чинником, який необхідно враховувати. Існує безліч способів перемішування дисперсних систем залежно від фізичних характеристик систем, що дозволяє обрати ті методики, які дають можливість досягати найкращих результатів залежно від мети, поставленої дослідником.

**Метою даного дослідження** було визначення апаратурного оформлення процесу перемішування, як одного з чинників інтенсифікації екстракції хлорофілу з сушеного листя кропиви дводомної (*URTICA DIOICA*). Для цього використовувалися механічна мішалка зі скляним стрижнем і електромагнітна мішалка (ММ-3).

Екстракція хлорофілу проводилася одноразово за наступних умов: температура  $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , співвідношення дисперсної фази і середовища становило 1:4, середній розмір часток  $0,6 \pm 0,2$  мм. В якості гідромодуля на основі літературних даних [5] був використаний етанол концентрацією 96%. Сушка кропиви була здійснена методом змішаного теплопідводу (СТП) [6] при температурі сушильного агента  $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Досягнення рівноважної концентрації хлорофілу в екстрагенті контролювалося шляхом відбору проб і визначення оптичної щільності екстракту за допомогою фотометра КФК-3. Для визначення концентрації була отримана градуйована залежність оптичної щільності спиртного екстракту хлорофілу від концентрації останнього.

Кінетичні криві процесу екстракції хлорофілу із застосуванням скляної та електромагнітної мішалки наведені на рисунку.



**Рисунок 1 – Кінетика екстракції хлорофілу із сушеного листа кропиви: ○ – із застосуванням електромагнітної мішалки; □ – під час використання електричної мішалки зі скляним стрижнем**

Під час використання скляної мішалки спостерігалось створення ламінарного потоку безпосередньо в області самої мішалки. По мірі віддалення часток від осі обертання створювалися так звані "області застою", тобто відбувалося злежування порошку кропиви. Застосування електромагнітної мішалки дало можливість отримати звішений стан дисперсної фази системи тверде тіло–рідина. Спостерігався рух частинок твердої фази за концентричним колом у площинах паралельних руху мішалки.

Отримані дані накопичення цільового компоненту з розчинником вказують на те, що з використанням електромагнітної мішалки під час екстрагування хлорофілу в досліджуваних умовах, тривалість процесу екстракції становила  $\tau = 120 \times 60$  с. Із застосуванням механічної

мішалки зі скляним стрижнем досягнення рівноважної концентрації цільовим компонентом відбувається при  $\tau = 300 \times 60$  с, що вказує на низьку швидкість екстракції.

Тривалість процесу екстрагування у разі забезпечення процесу перемішування електромагнітною мішалкою скорочується в 2,5 рази в порівнянні з застосуванням електричної мішалки. Такий результат пов'язаний із забезпеченням можливості рівномірного розподілу дисперсної фази за обсягом, що призводить до збільшення поверхні контакту фаз, а, отже, і до інтенсифікації масообмінних процесів.

**Висновки.** Таким чином, у даній роботі були отримані кінетичні криві процесу екстракції хлорофілу з сушеного листа кропиви дводомної висушених СТП-способом із застосуванням двох видів апаратури що забезпечує перемішування дисперсної системи.

Встановлено, що СТП-сушіння дозволяє в повній мірі зберегти хлорофіловий комплекс, що міститься у кропиви.

Використання електромагнітної мішалки в процесі екстрагування за досліджуваних умов є більш ефективним і пов'язано зі збільшенням поверхні контакту фаз і інтенсифікацією масообмінних процесів, що збільшує інтегральну швидкість екстракції в 2,5 рази.

#### *Список літератури*

1. Рынок пищевых красителей. Исследование независимых экспертов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://www.yaventa.ru/rus/news/show/?newsid=96>>.

2. Вольшонок, М. З. Пищевые красители нового тысячелетия [Текст] / М. З. Вольшонок // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2001. – № 1. – С. 14–17.

3. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. [Текст] / Ю. И. Дытнерский. – М. : Химия, 1995. – Ч. 2. – С. 14, 16–17.

4. Лысянский, В. М. Экстрагирование в пищевой промышленности [Текст] / В. М. Лысянский, С. М. Гребенюк. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 5–9.

5. Ефимов, А. А. Обоснование технологии получения хлорофилла из сине-зеленых водорослей как пищевой добавки [Текст] / А. А. Ефимов // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 11. – С. 20–21.

6. Пат. 2096962 РФ, МКИ А23 В7/03. Способ сушки пищевых продуктов / Погожих Н. И., Потапов В. А., Цуркан Н. М. (Украина). – № 94033280/13 ; заявл. 13.09.94 ; опубл. 22.06.89, Бюл. №40. – 3 с.

Отримано 30.03.2011. ХДУХТ, Харків.

© М.І. Погожих, Т.В. Міщенко, 2011.