

Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентноздатності; Матеріали У Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції. 14 вересня 2016 р., м. Київ. – К. НУХТ, 2016. – с. 160-164.

УДК 665.347:665.327

Бухкало С.І., к.т.н.,

Демидов І.М., д.т.н.,

Білоус О.В., к.т.н.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), м. Харків, Україна

ДЕЯКІ СКЛАДОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО АНТИОКСИДАНТУ

Вступ. У період підготовки до дослідження встановлено складові визначення окиснювального псування жирів та олій під час контакту з киснем повітря [1–3]. Особливо потребує захисту від окиснення олія рафінована дезодорована, оскільки в схемах фізичної рафінації, під впливом високих температур, олія в значній мірі втрачає природні інгібітори окиснення – токофероли. Для захисту рафінованих дезодорованих олій від окиснення існує декілька способів. Одним із універсальних та ефективних способів захисту олій та жирів від окиснення є введення антиоксидантів. Багато підприємств використовують синтетичні антиоксиданти, враховуючи економічні переваги. Однак використання рослинних антиоксидантів доцільніше з точки зору гігієни харчування та підвищення життєвого циклу населення.

Актуальність. Створення наукового підґрунтя розвитку інноваційних ресурсозберігаючих технологій стабілізації рослинних олій комплексним антиоксидантом природного походження є актуальним науковим завданням: вибір та дослідження рослинної сировини для розробки антиоксиданту; вдосконалення та розробка експериментальних методик дослідження рослинної сировини; пошук раціональних параметрів екстрагування інгібіторів окиснення із листя горіху волоського; дослідження взаємодії інгібіторів окиснення із екстракту листя горіху волоського з іншими рослинними екстрактами та ін. Актуальність теми підтверджується сталою тенденцією до використання речовин біологічного походження (передусім рослинного) для гальмування окиснення жирів.

Основна частина. Складові експериментального дослідження можна визначити як: 1) умови екстракції з запропонованої рослинної сировини (листя горіху волоського) речовин, що забезпечують антиокислювальну дію; 2) визначення ефективних технологічних параметрів одержання відповідного рослинного антиоксиданту; 3) експериментально дослідити антиоксидантну активність екстракту листя горіху волоського та його суміші з екстрактом квітів календули по відношенню до рафінованої дезодорованої соняшникової олії; 4) визначення характеру взаємодії запропонованих рослинних антиоксидантів з токоферолами соняшникової олії та ін.

Методика заготовки рослинної сировини – листя горіху волоського має значення як показник якості сировини: свіжі листя збираються у вересні, тому що саме у цей період листя має у своєму складі найбільшу кількість фенольних сполук, що здатні виявляти антиокислювальні властивості, збирають листя в суху погоду, бо листя зібране у вологу погоду при сушці частково покривається цвілью та швидко псується; заготовляють тільки чисті, здорові листя та швидко висушують їх – найбільш швидким та ефективним є сушіння на відкритому повітрі, в тіні. Перед сушінням листя обережно миють у холодній воді, а потім підвішують та сушать у підвішеному стані. При великих заготовках окремі листя одразу відокремлюють від центрального черешка та розкладають тонким шаром на тканині або папері. Також можливе сушіння у добре вентильованих приміщеннях. Для прискорення сушки листя декілька разів перевертають. Листя, що почорніли або побуріли – видаляють. Сухі листя зберігають у дерев'яних або картонних ящиках, що заслані папером, також можливе зберігання у полотняних мішках.

Підготовка рослинної сировини до екстракції : сухі листя горіху волоського або квіти календули подрібнюють, розмір часток листя після подрібнення – до двох міліметрів. Підготовлену рослинну сировину зберігають у дерев'яних або картонних ящиках, що заслані папером, або у полотняних мішках. Зберігання проводять у добре вентилятованих приміщеннях.

Процес екстракції проводиться за розробленою методикою одержання екстрактів із листя горіху волоського та квітів календули на установці, що схематично зображена на рис. 1а: 1 – електродвигун; 2 – мішалка; 3 – пробка; 4 – колба; 5 – водяна лазня; 6 – термометр; 7 – нагрівальний елемент. Підготовлену за методикою, рослинну сировину поміщають до колби, заливають розчинником, закривають пробкою з отвором для мішалки. Таку колбу поміщають до водяної лазні, нагрівають до заданої температури, вмикають перемішування та заміряють час екстракції. Частота обертів мішалки – 60-120 обертів на хвилину. Після закінчення екстракції отриманий екстракт фільтрують через складчастий фільтр та переливають до склянки з темним склом. Закриту склянку з готовим екстрактом слід зберігати у прохолодному темному місці.

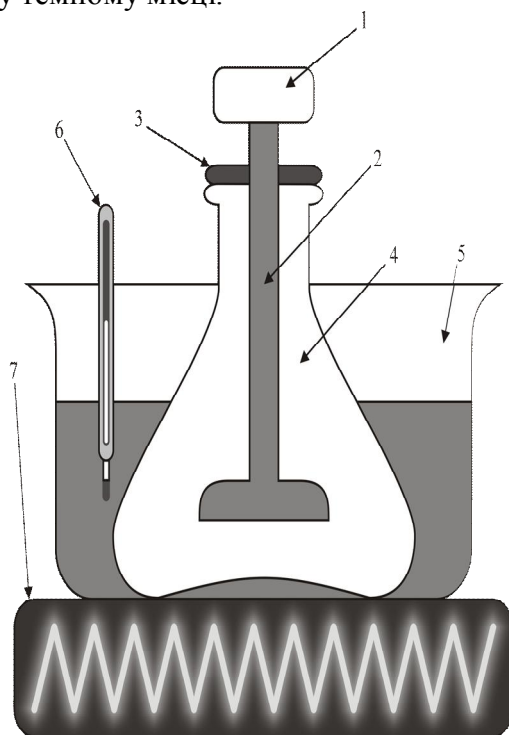


Рисунок 1а – Установа для екстракції.

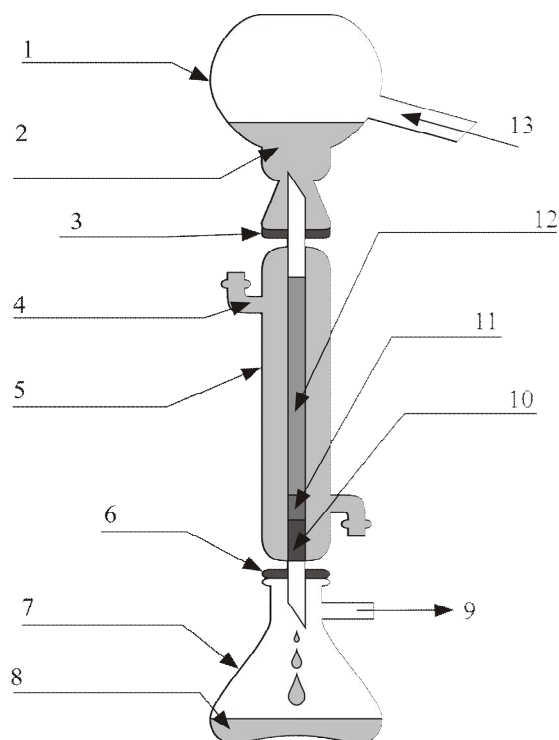


Рисунок 1б – Установа для очищення олії від токоферолів.

Для очищення олії від токоферолів розроблена спеціальна методика і для її реалізації використовується установка, що наведена на рис. 1б: 1 – колба Вюрца; 2 – олія, що очищується; 3, 6 – пробка; 4 – вода необхідної температури; 5 – холодильник Лібіха; 7 – колба Бунзена; 8 – очищена олія; 9 – вакуумний насос; 10 – скловата; 11 – фільтр; 12 – активоване вугілля; 13 – інертний газ. Спосіб збору установки: 1) холодильник Лібіха з'єднується з термостатом; 2) у сорочку холодильника через термостат подається дистильована вода необхідної температури. Внутрішня колонка холодильника заповнюється у такий послідовності: спочатку йде шар скловати, потім шар фільтрувального паперу, зверху – шар адсорбенту в олії, що підлягає очищенню. У якості адсорбенту використовується подрібнене активоване вугілля. Процес очищення проводиться при температурі 70 °С. Зверху до холодильника приєднується колба Вюрца. У колбі – соняшникова олія, що підлягає очищенню. До трубки колби Вюрца приєднується ємність з інертним газом, у нашому дослідженні це був азот.

Знизу до холодильника, у якості приймача, приєднується колба Бунзена, яка, у свою чергу, з'єднується із вакуум-насосом. Порядок роботи на установці наступний: після з'єднання всіх вищезазначених елементів установки вмикається вакуум-насос та йде процес фільтрації

олії через шар адсорбенту. Завдяки створеному вакууму олія насичується інертним газом та проходить крізь шар адсорбенту. При цьому токоферолі соняшникової олії адсорбуються на активованому вугіллі. Далі олія, частково очищена від токоферолів, проходить крізь шар фільтрувального паперу та скловати, очищуючись таким чином від відпрацьованого активованого вугілля, і звідти краплинами стікає до колби Бунзена. О ступені очищення олії від токоферолів судять порівнюючи періоди індукції олій до та після очищення. В олії, що пройшла очищення, період індукції зменшується. Це відбувається за рахунок того, що вміст токоферолів – природних інгібіторів окиснення – зменшується. Кількість циклів такої очистки залежить від того, на якій відсоток планується зменшити вміст токоферолів. Всі наступні цикли проводять за методикою, що була описана вище, з однією тільки відмінною – олію беруть з попередньої очистки і доочищають вже її.

За зміною періодів індукції стежать за графіками, що будуються після обробки даних, отриманих на приборі, що дозволяє виміряти періоди індукції (наприклад, прибор Окситест).

Олію зі зменшеним вмістом токоферолів слід зберігати у щільно закритій скляній колбі або склянці з темного скла без доступу світла та кисню. Перед закриттям колбу або склянку з олією насичують інертним газом, за для того щоб витіснити кисень, що потрапив до олії при переливанні до колби. Після цього таку колбу поміщають до холодильника та зберігають її там до початку аналізу. Волуметрична установка дозволяє виміряти швидкість окиснення та періоди індукції олій рис. 3: 1 – реактор; 2 – скляний капіляр; 3,5 – одноходові крани; 4 – триходовий кран; 6 – вимірювальна бюретка; 7 – зрівняльна посудина.

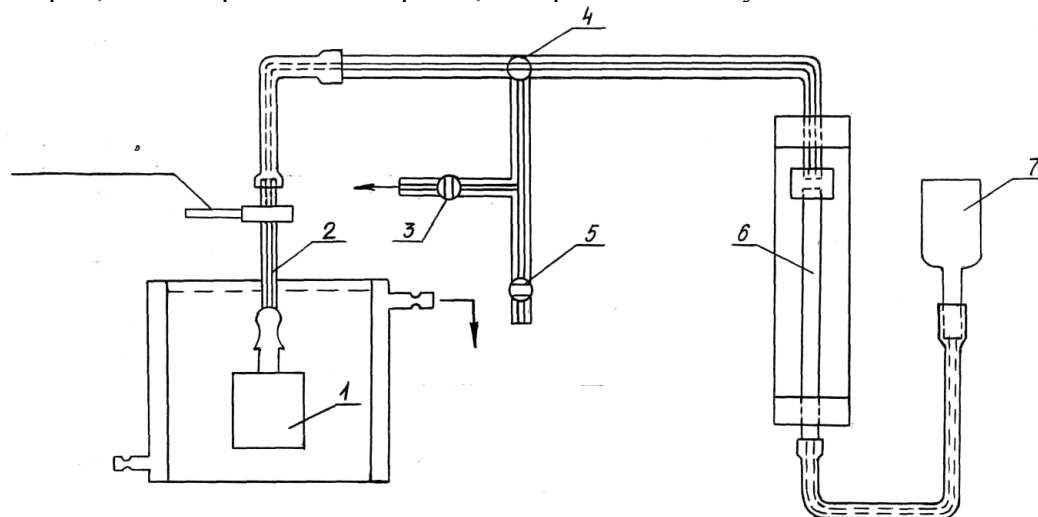


Рисунок 3 – Волуметрична установка.

Порядок роботи на установці, наступний [4]: бюретка, що термостатується, заповнюється киснем: кран 3 відкривається на атмосферу при закритому крані 5 і зрівняльну посудину піднімають так, щоб рівень рідини в бюретці зайняв верхнє положення. Після цього кран 3 закривається і за допомогою крану 5 бюретка заповнюється киснем. Одночасно з цим посудина опускається до досягнення рівня рідини в посудині з нижньою поділкою бюретки. Реактор та бюретка з'єднуються між собою за допомогою триходового крану, а також з'єднуються з атмосферою через кран 3. Реакційна суміш продувається киснем протягом 40 с через капіляр, вставлений у реактор. Далі реактор опускається до термостату. Термостат підтримує температурний режим експерименту. Реактор, занурений у термостат, струшується з частотою п'ять циклів на секунду. При цьому, шляхом перемішування, реакційна суміш насичується киснем. Одночасно з цим вмикається секундомір. Після 10 хв прогрівання реактору бюретка і реактор від'єднуються від атмосфери триходовим краном. Але бюретка та реактор залишаються з'єднаними між собою. Після цього починається вимірювання поглинання кисню олією. Вимірювання поглинання кисню олією відбувається шляхом фіксації значення висоти рідини у вимірювальній бюретці кожну хвилину. Швидкість просування меніска рідини у вимірювальній бюретці пропорційна швидкості поглинання кисню олією. За даними

вимірювань будується графік залежності кількості поглиненого кисню від часу окиснення. Об'єм поглиненого кисню виражається в моль/л, час виражається у секундах. Обробку даних, що отримані на волюметричній установці проводять двома шляхами – обчисленням за швидкістю окиснення або оцінюванням періодів індукції. Будується залежність кількості поглиненого кисню від часу рис. 4, швидкістю окиснення [моль/л×с] є тангенс кута α . Чим менше значення швидкості окиснення, тим стабільніша олія до окиснювального псування.

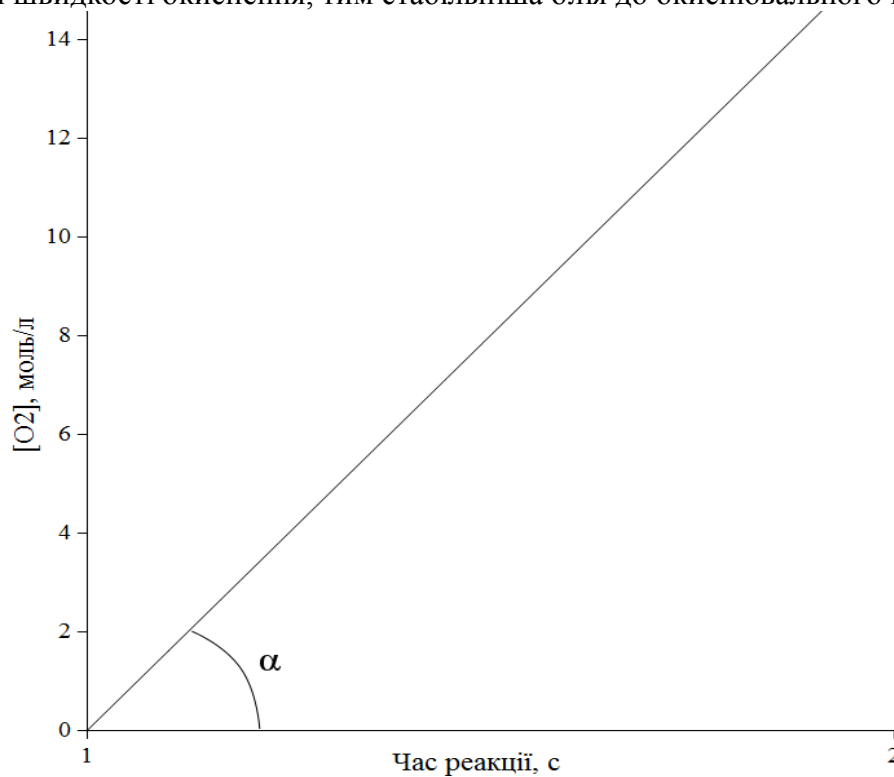


Рисунок 4а – Графік залежності кількості поглиненого кисню від часу.

Ще один спосіб обчислення отриманих даних на волюметричній установці – оцінка за періодом індукції.

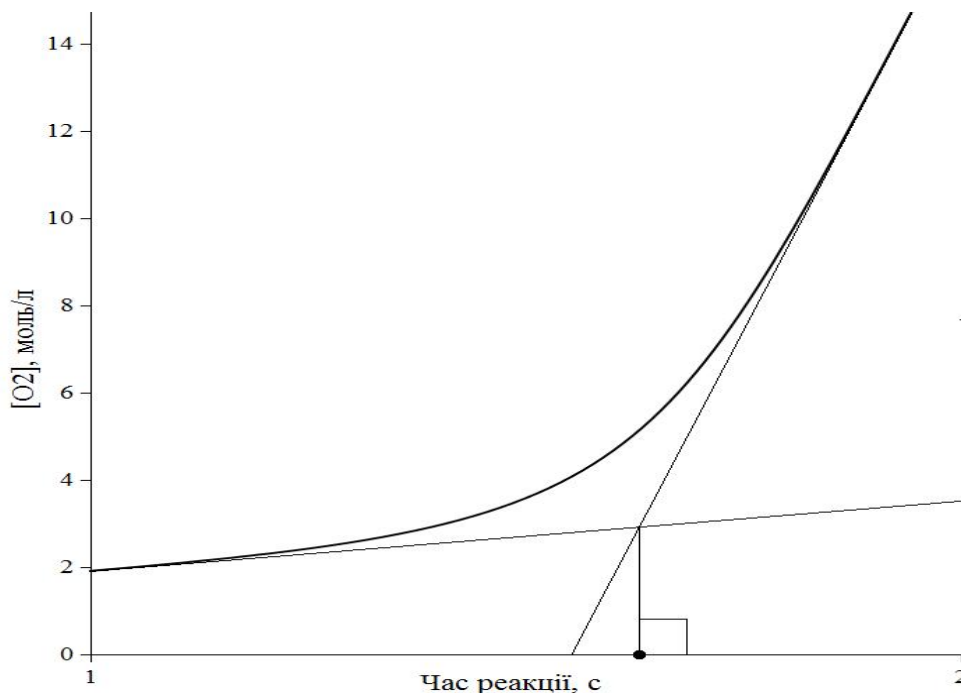


Рисунок 5 – Графік залежності кількості поглиненого кисню від часу.

На графіку залежності кількості поглиненого кисню ($[O_2, \text{кмоль/л}]$) від часу окиснення [с] (рис. 5) проводяться дві дотичні лінії – до прямої ділянки на кривій залежності кількості поглиненого кисню від часу окиснення, та до ділянки після вигину. Із отриманої точки перетину цих двох дотичних ліній проводиться перпендикуляр до осі абсцис. Численне значення на осі абсцис, на яке припадає опущений перпендикуляр, і є численне значення періоду індукції. Чим більше значення періоду індукції, тим стабільніша олія до окислювального псування. Похибка при обчисленні експериментальних даних, отриманих за допомогою волюметричної установки не перевищує 3 %.

Взагалі на основі проведених досліджень з пошуку та вибору способів захисту жирів від окиснення за вищевказаними методами:

- встановлено залежність між кількістю вилучених водно-етанольним або водно-гліцеринним розчинами антиоксидантів з листя горіху волоського та квітів календули і технологічними параметрами екстракції;

- визначено у вигляді апроксимаційної моделі кількісні залежності періоду індукції під час ініційованого окиснення соняшникової олії від вмісту та співвідношення рослинних антиоксидантів, у тому числі за умови їх сумісного уведення;

- виявлено експериментально та теоретично обґрунтовано ефект синергізму антиоксидантів з листя горіху волоського по відношенню до токоферолів соняшникової олії;

- експериментально встановлено кількісні кінетичні характеристики взаємодії пероксидних радикалів соняшникової олії з інгібіторами окиснення комплексного рослинного антиоксиданту;

- знайдено, що ступінь ненасиченості жирних кислот, що входять до рослинних олій, не впливає на антиоксидантну активність комплексного рослинного антиоксиданту;

- визначено, що уведення комплексного рослинного антиоксиданту сумісно з моноацилгліцеридами (поверхнево-активною добавкою) утворює в олії стійку до седиментації дисперсну фазу.

Висновки

1. За результатами аналізу науково-технічної літератури та теоретичних узагальнень підтверджено робочу гіпотезу застосування екстрактів листя горіху волоського та квітів календули у складі комплексного рослинного антиоксиданту для рослинних олій.

2. Визначено антиоксидантні властивості екстракту листя горіху волоського, який подовжує період індукції при ініційованому окисненні соняшникової олії у 1,87 разів.

3. Експериментально визначено кінетичні параметри окиснення соняшникової олії в присутності комплексного рослинного антиоксиданту, що дозволить впливати на подовження строку експлуатації тари та пакування для харчової промисловості.

Література

1. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Денисова А.Є., Демідов І.М., Капустенко П.О., Арсеньєва О.П., Білоус О.В., Ольховська О.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2016, 470 с.

2. Білоус О.В., Демідов І.М., Бухкало С.І. Розробка комплексного антиоксиданту із екстрактів листя горіху волоського та календули. Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків : «Технологічний центр», 2015. – № 1/6 (73). – С. 22–26.

3. Белоус О.В., Демидов И.Н., Бухкало С.И. Антиоксидантная активность экстракта ореха грецкого по отношению к маслам различного жирнокислотного состава. Оралдын гылым жаршысы. – Уральськ : «Фирма Сервер +», 2015. – № 5 (136). – С. 90–95.

4. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1982. – 1054 с.