

А.О. БАШТА, аспірант

В.В. МАНК, доктор хімічних наук

В.А. ЛАГОДА, кандидат технічних наук

Національний університет харчових технологій

ИЗОЕЛЕКТРОФОРЕТИЧНЕ ФОКУСУЮЧЕ РОЗДІЛЕННЯ КРОХМАЛЬНОГО ГІДРОЛІЗАТУ З ПШЕНИЦІ

Запропоновано ефективний ізоелектрофоретичний фокусуєчий метод очищення та розділення крохмальних гідролізатів.

Ключові слова: *гідролізат, речовини жиру-білкового комплексу, метод ізоелектрофоретичного фокусування, електричне поле, ξ -потенціал.*

Предложен эффективный изоэлектрофоретический фокусирующий метод очистки и разделения крахмальных гидролизатов.

Ключевые слова: *гидролизат, вещества жира-белкового комплекса, метод изоэлектрофоретической фокусировки, электрическое поле, ξ -потенциал.*

Останнім часом у крохмале-патоковому виробництві дедалі ширше розробляються і впроваджуються технології крохмалепродуктів з нетрадиційної сировини – пшениці, жита, ячменю [1]. Менш високі вимоги до якості пшениці, використовуваної у виробництві крохмалепродуктів (пшениця п'ятого або шостого класів), нижчі ціни на неї порівняно з кукурудзою і більш тверді гарантії поставок сприяють швидкому розвитку виробництв крохмалепродуктів з цієї сировини.

У зв'язку з цим для України актуальне розроблення вітчизняних технологій крохмалепродуктів із пшениці нижчого класу та іншої крохмалевмісної сировини, яку раніше не використовували у галузі.

У технологіях крохмалепродуктів важливе місце належить очищенню вихідного гідролізату від речовин жиро-білкового комплексу, барвних речовин та інших домішок, ефективність якого суттєво впливає на витрати ферменту на стадії зцукрювання, активованого вугілля – на стадії знебарвлення, на якість і вихід готової продукції.

У цій роботі запропоновано спосіб розділення крохмальних гідролізатів пшениці на окремі фракції методом ізоелектрофоретичного фокусування (ІЕФ) [2, 3].

Крохмальні гідролізати одержували ферментативним гідролізом крохмалю зерна пшениці шостого класу. Для приготування суспензії використовували подрібнене зерно пшениці, з якого попередньо відокремлювали оболонки та зародок.

Розріджування крохмалю проводили при вмісті сухих речовин суспензії 25 % до досягнення глюкозного еквіваленту 18 – 22 %. При цьому одержаний гідролізат вміщував значну кількість нерозчинних і розчинних домішок. Нерозчинні домішки – це денатурований білок, клітковина, залишки негідролізованого крохмалю та жирові частинки (у зв'язаному та вільному станах). Розчинні домішки – барвні та азотисті речовини, краплинки жиру тощо.

Одержаний гідролізат очищували від нерозчинних домішок фільтруванням під тиском ($P=0,2$ МПа) через поліпропіленову тканину 12В12-КТ з попередньо намитим шаром кізельгуру при температурі 85 – 90 °С.

З метою інтенсифікації процесу очищення та фільтрування гідролізату до нього додавали природний сорбент бентоніт та аніонний поліакріламідний флокулянт. При цьому спочатку додавали бентоніт в кількості 1,8 – 2,0 % до маси сухих речовин гідролізату. Суміш витримували при перемішуванні протягом 20 – 25 хв при температурі 90 – 95 °С, потім до неї додавали аніонний

флокулянт в кількості 0,002 – 0,0025 % до маси сухих речовин гідролізату. Суспензію витримували при перемішуванні в ламінарному режимі протягом 5 – 10 хв при тій же температурі.

Рідка фаза після очищення гідролізату мала такі технологічні показники: масова частка сухих речовин – 21 – 23 %; глюкозний еквівалент – 18 – 22 % (до маси сухих речовин); масова частка жиру – 0,33 – 0,40% (до маси сухих речовин); загальний вміст білка – 0,9 – 1,0 % (до маси сухих речовин).

Для глибшого розділення компонентів, які залишились у фільтраті, використовували метод ІЕФ: прилад Бертон для вимірювання ξ -потенціалу частинок колоїдних золів заповнювали дистильованою водою і фільтратом гідролізату таким чином, щоб чітко можна було спостерігати межу розподілу між ними (рис.1).



Рис. 1. Прилад Бертон, заповнений водою і фільтратом до початку електрофорезу

З підведенням до розчину електричної напруги відбувається взаємодія заряджених частинок гідролізату з електричним полем, що приводить до напрямленого руху зарядів до відповідних полюсів.

На початку досліду спостерігається поява помутніння на межі розподілу в

катодній та анодній камерах. З часом помутніння в катодній камері зникає і починає поступово з'являтися і рухатися до аноду нова межа розподілу між більш освітленим та вихідним фільтратом.

В анодній камері шар розчину білого кольору починає густіти, рости за розмірами, але залишається на тому ж рівні. Одночасно нижче цієї смуги утворюється тонка смуга розчину жовтого кольору, товщина якої з часом збільшується і рухається в бік позитивно зарядженого електроду (рис. 2, 3).

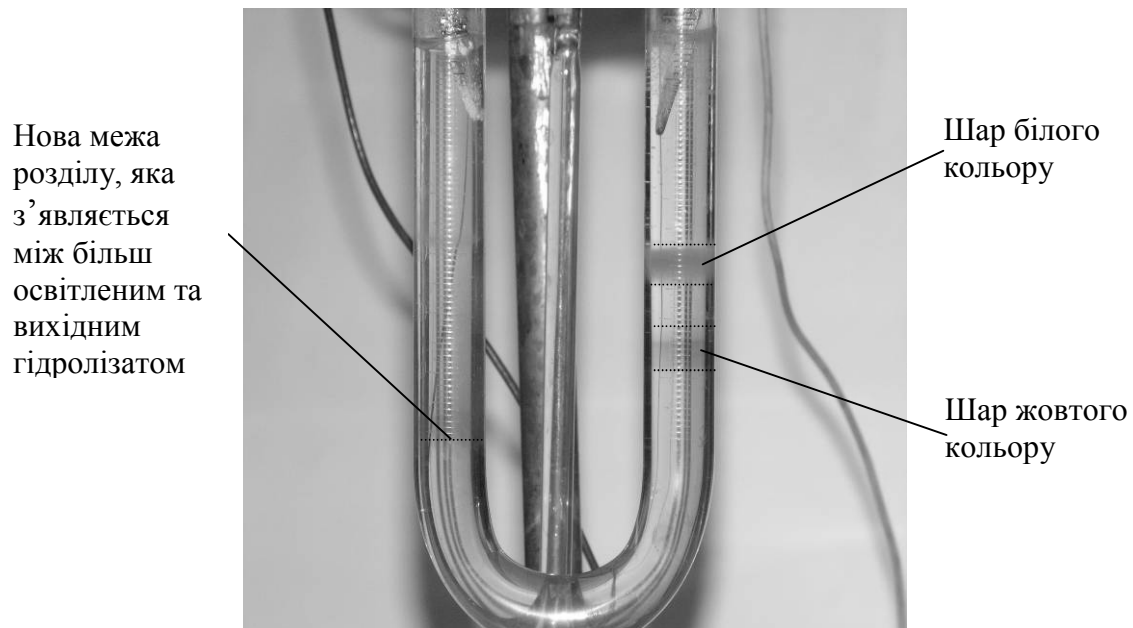


Рис. 2. Фази, які виникають і рухаються на початку електрофорезу

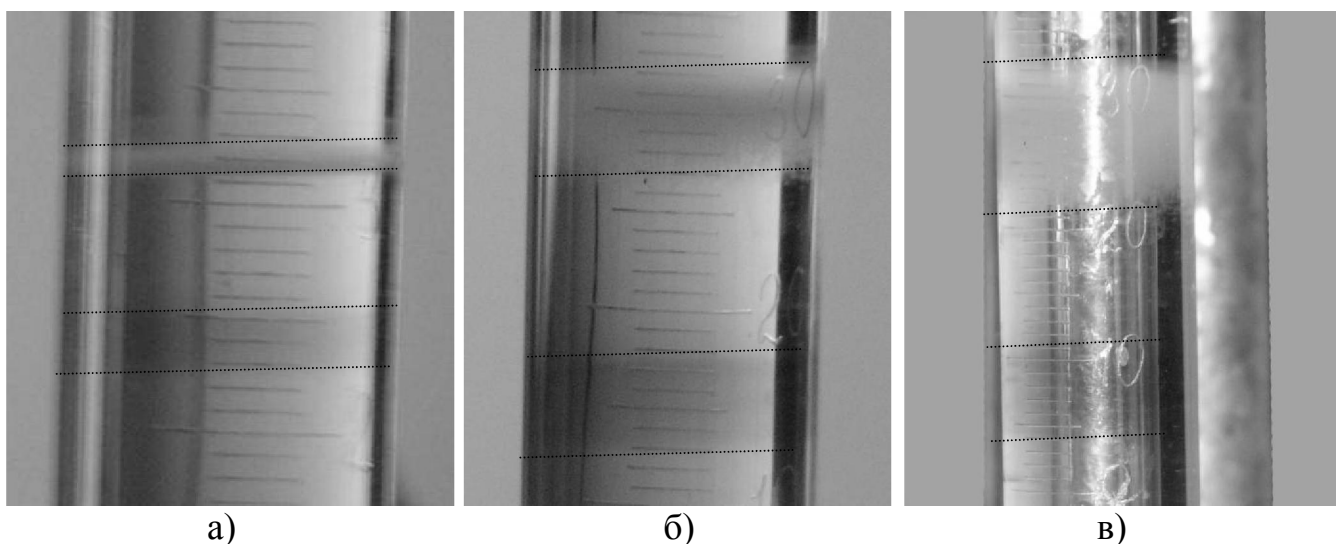


Рис. 3. Зміни, що спостерігаються в анодній камері з часом: а) 5хв; б) 15 хв; с) 25 хв

Таке розділення фільтрату гідролізату в обох камерах приладу відбувається доти, доки межа освітленого розчину з катодної камери стикається

з розчином жовтого кольору. У подальшому положення та товщина білої смуги в анодній камері не змінюються, а розчин жовтого кольору поступово дифундує в освітлений гідролізат, внаслідок чого утворюється однорідний розчин гідролізату.

Розрахунки міжфазних електричних потенціалів та аналіз розчинів, що утворилися після ІЕФ, дали змогу ідентифікувати ці окремі фази на фракції білка, жиру та самого фільтрату, вже очищеного від двох попередніх фракцій. За швидкостями руху межі між освітленим шаром та вихідним фільтратом гідролізату в катодній камері та шару жовтого кольору в анодній розраховано величини ξ -потенціалу частинок гідролізату, які становили 30 – 50 мВ для позитивно заряджених частинок і 10 – 15 мВ – для частинок, що мали негативний заряд.

На основі аналізу результатів експериментальних досліджень запропоновано такий механізм ізоелектрофоретичного розділення фільтрату гідролізату пшениці.

При заповненні приладу Бертонна вихідним фільтратом і водою в обох камерах утворюються межі розподілу, які з часом у процесі пропускання електричного струму починають розпливатися внаслідок взаємної дифузії молекул суміші. На цій межі виникає перепад рН від 4,7, що характерне для вихідного гідролізату, до 7,0. Отже, вздовж межі розподілу частинки білка, присутні у гідролізаті, змінюють заряд від позитивного в гідролізаті до негативного з переходом через ізоелектричну точку.

При накладанні постійного електричного поля позитивно заряджені частинки білка, які становлять більшість у розчині порівняно з тими, що знаходяться на межі розподілу і заряджені негативно, починають рухатися до анода. Помутніння в катодній камері на початку експерименту спричинено дією позитивного заряду на негативно заряджені частинки білка на межі розподілу з $pH > pH_{izo}$, де pH_{izo} – значення рН в ізоелектричній точці. Проте потужний потік позитивно заряджених частинок білка до анода створює на цій межі великий градієнт їх концентрації, який приводить до видалення частинок білка з межі

розподілу вода – гідролізат. Внаслідок цього помутніння на межі розподілу в катодній камері зникає і з'являється нова межа розподілу: освітлений фільтрат гідролізату – вихідний фільтрат гідролізату, ця межа зміщується до аноду.

В анодній камері на початку оброблення фільтрату також існує градієнт рН на межі розподілу вода – фільтрат. При накладанні електричного поля негативно заряджені частинки білка в зоні $pH > pH_{izo}$ рухатимуться у зону pH_{izo} . В цю ж зону назустріч будуть рухатися позитивно заряджені частинки білка із фільтрату. У цьому разі спостерігається явище так званого ізоелектрофоретичного фокусування, коли в зоні ізоелектричної точки концентрується білок з протилежних напрямків.

Одночасно під шаром білка виникає шар жовтого кольору, який поступово рухається до позитивного електрода і потовщується. Отже, частинки цього шару заряджені негативно за рахунок дисоціації карбоксильних груп жирних кислот.

За такої схеми будови гідролізату негативно заряджені частинки жиру повинні були утворювати шар на межі розподілу вода – гідролізат біля катода на початку розділення. Проте значно більший електричний заряд частинок білка викликає їх значний потік в анодну камеру, захоплюючи при цьому краплинки жиру. Цей факт свідчить про те, що між різнозарядженими частинками білка та жиру в гідролізаті існують сильні взаємодії.

Після повного розділення компонентів фільтрату гідролізату відбувається розчинення фракції жиру, що виділилася в процесі електрофорезу в окрему фазу, в об'ємі освітленого гідролізату. Утворення фракції жиру біля катода, як можна було очікувати, не відбувається через те, що зниження значення рН в освітленому гідролізаті приводить до стиснення подвійного електричного шару навколо частинок жиру і, як результат, зменшення величини їхнього ξ -потенціалу до нуля.

Висновки. Запропоновано новий ефективний ізоелектрофоретичний фокуруючий метод очищення та розділення крохмальних гідролізатів. Його можна також використовувати для аналізу фракційного складу складних

сумішей харчових виробництв, отримання виділених ізолятів білків та окремих фракцій жирів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Лукин Н.Д.* Пищевые добавки на основе сахаристых крахмалопродуктов // Пищ. пром-ть. – 1996. – №6. – С. 14-16.
2. *Isotachopheresis*. Basic course. ТТР – '84. – Szechoslovakia, 1984. – 147 p.
3. *Mc Clements D.J.*. Analysis of food Productis. Food science 581. – 1998. – 99 p.

Одержана редколегією 17.03.06 р.