

А.О. Шеремет

В.В. Манк, д-р хім. наук

В.А. Лагода, канд. техн. наук

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ГЛЮКОЗНИХ РОЗЧИНАХ

Розглядається можливість використання для оцінювання ефективності очищення глюкозних розчинів адсорбентами спектрофотометричних методів і пропонується застосування для цієї мети приладу КФК-3.

Для визначення вмісту барвних речовин у цукрових розчинах використовується методика, яка базується на вимірах інтенсивності світла, що пройшло через розчин, фотоколориметром КФК при довжинах електромагнітних хвиль $\lambda = 420$ та 560 нм [1,2]. При цьому вважається, що поглинання світла при цих довжинах зумовлено відповідними хромофорами. Проте, як відомо з колоїдної хімії [3], послаблення світлового потоку після його проходження через колоїдний розчин може бути викликано як поглинанням хромофорами розчину, так і розсіюванням дисперсними частинками (так зване “псевдопоглинання”, що важливе у визначенні мутності розчину). Наприклад, у разі білих золів, які не мають у своєму складі барвних речовин, послаблення світла буде зумовлене тільки розсіюванням, що пропорційне λ^{-4} . Отже, використання вказаної методики [1,2] для визначення концентрації барвних речовин в колоїдних розчинах, до яких належать промислові цукрозні та глюкозні розчини, не завжди коректно.

У даній роботі розглядаються можливості використання спектрофотометричних методів для оцінювання ефективності очищення глюкозних сиропів, одержаних ферментативним гідролізом крохмалю пшениці,

за допомогою природних дисперсних мінералів. Дослідження розчинів проводили за допомогою спектрофотометра SPECORD у діапазоні довжин хвиль 200 – 700 нм та фотоколориметра КФК-3 у діапазоні 400 – 600 нм.

Спектри глюкозних розчинів, що піддавалися очищенню різними дисперсними мінералами, в ультрафіолетовій та видимій областях наведені на рис. 1.



Рис.1. Спектрофотометричні криві поглинання світла

Як видно із рис. 1, чіткі смуги поглинання тільки в області 220 – 235 та 270 – 285 нм. Також можна відзначити фонове поглинання, яке зростає із зменшенням довжини хвилі. Згідно літературних даних [3,4], перша смуга поглинання відноситься до ненасичених вуглецевих груп, які з'являються при окисленні цукрів, друга – до азотних групувань, які є в амінокислотах, або до ароматичних сполук. Необхідно відзначити, що в спектрі розчину глюкози спостерігаються аналогічні смуги поглинання світла (крива 1). Очевидно це пов'язано з тим, що глюкоза розчину також частково окислилась киснем повітря.

Враховуючи те, що досліджувані нами глюкозні сиропи отримані з пшениці, можна було чекати в спектрах появу смуг поглинання каротиноїдів в

області 420 нм, які чітко спостерігаються в спектрах відбиття порошку пшениці [5]. Їх відсутність в наведених спектрах свідчить про те, що каротиноїди та інші нецукрові домішки видаляються з розчинів у процесі фільтрування, яке проводиться після проведення гідролізу крохмалю пшениці.

З одержаних оптичних спектрів (рис. 1) можна зробити висновок про ефективність використання активованого вугілля, природних дисперсних мінералів та їх сумішей для знебарвлення глюкозних розчинів. Проте, фонове поглинання світла при $\lambda > 300$ нм для всіх зразків при даних умовах реєстрації спектрів практично однакове. Тому зробити висновки про ефективність адсорбційного видалення речовин колоїдної дисперсності з глюкозних розчинів на основі аналізу цієї ділянки спектрів практично неможливо. Доцільнішим в цьому випадку є проведення вимірювань на приладі КФК – 3, що здійснюються дискретно за допомогою різних світлофільтрів у діапазоні електромагнітних хвиль від 300 нм до 590 нм.

Ефективність очищення глюкозних розчинів ε розрховували за загально прийнятною методикою $\varepsilon = \frac{D_0 - D}{D_0}$, де D та D_0 – відповідно оптична густина очищеного та неочищеного розчинів. Залежність ε від довжини хвилі електромагнітного опромінювання для різних дисперсних матеріалів, що використовувалися для адсорбційного очищення, наведена на рис. 2. Для всіх розчинів характерно збільшення оптичної густини і, відповідно, величини ε із зменшенням довжини хвилі, що відповідає теорії релеєвського розсіювання. Проте чітких закономірностей тут не спостерігається.

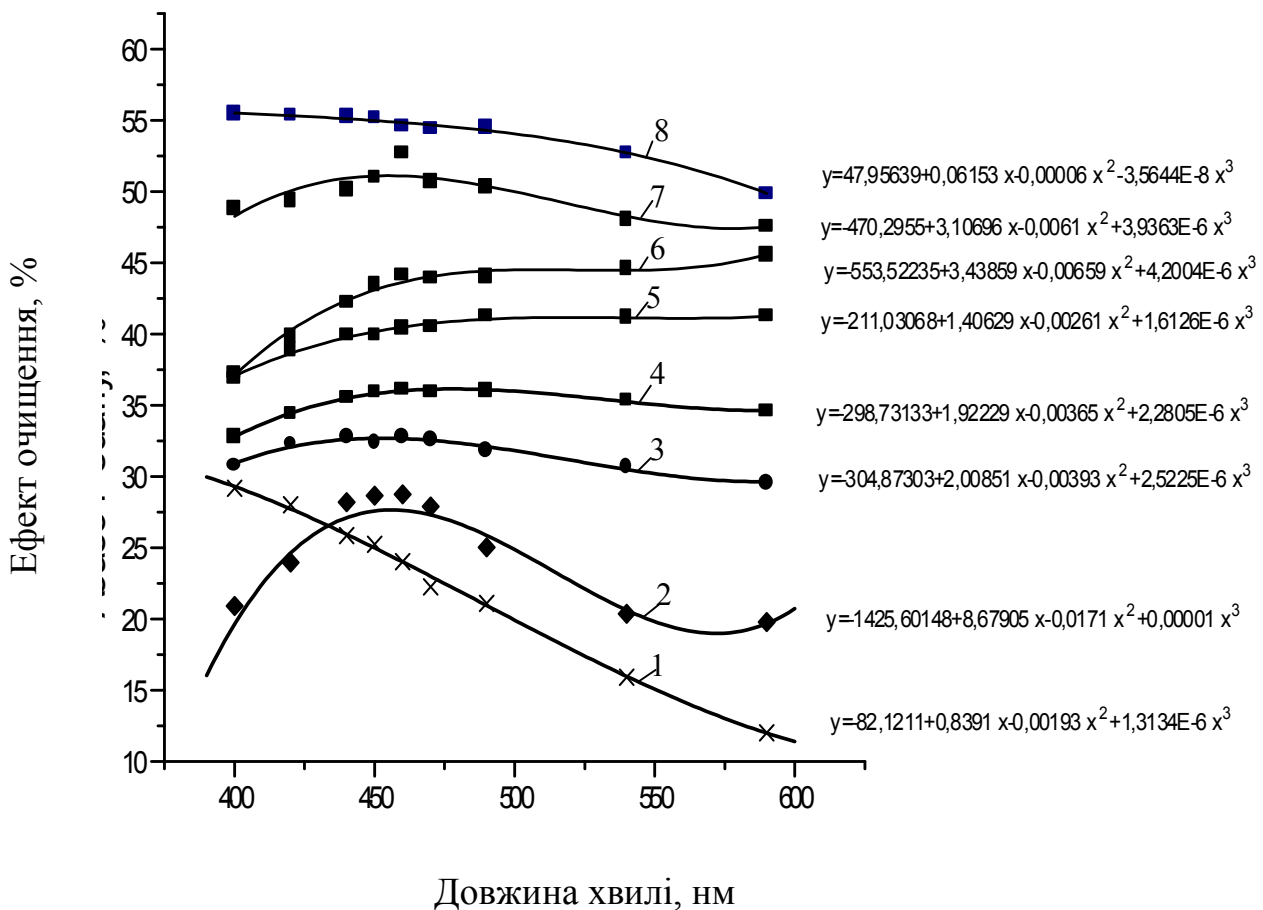


Рис. 2. Ефект очищення глюкозних розчинів різними адсорбентами залежно від довжини електромагнітних хвиль:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1 – кліноптіоліт; | 6 – черкаський монтморилоніт; |
| 2 – іллінський монтморилоніт; | 7 – активоване вугілля; |
| 3 – сапоніт; | 8 – суміш активованого вугілля та палигорскіту (роздільне введення). |
| 4 – палигорскіт; | |
| 5 – бентоніт; | |

Якщо представити псевдооптичну густину колоїдних білих розчинів рівнянням Геллера $D = k\lambda^{-m}$, де k та m – сталі, причому значення m залежить від розмірів колоїдних часток і знаходиться в межах від 0 до 4, маємо

$$\varepsilon = 1 - \frac{D}{D_0} = 1 - K\lambda^{(m-m_0)}$$

де m та m_0 – сталі для очищеного та неочищеного розчинів.

У випадку, коли розподілення дисперсних часток за розмірами у процесі очищення не змінюється, ефективність очищення не буде залежати від довжини хвилі. Для всіх інших випадків залежність $\varepsilon = f(\lambda)$ буде визначатися

тим, які дисперсні частки за розмірами поглинаються в першу чергу адсорбентом. Якщо це більш великі частки, значення ε буде зменшуватися зі збільшенням λ і навпаки, що і спостерігається в експерименті (рис. 2). Таким чином, вимірювання залежності ефекту очищення розчинів від довжини хвилі світла можна використовувати для оцінювання характеру адсорбції. З аналізу даних, наведених на рис. 2 також слідує, що оцінювання ефективності очищення розчину глюкозного сиропу з допомогою приладу КФК-3 необхідно проводити в діапазоні хвиль 450 – 500 нм.

На основі проведених експериментів можна запропонувати удосконалену методику оцінювання ефективності очищення колоїдних глюкозних розчинів з використанням спектрофотометрії. Попередньо необхідно впевнитися у наявності хромофорів у даному розчині, смуги поглинання яких реєструються в оптичних спектрах у відповідних областях. На основі аналізу положення цих смуг в спектрах робиться висновок про їх віднесення до відповідних молекулярних груп. Вимірювання поглинання світла приладом КФК-3 в областях спектрів, де відсутні смуги поглинання хромофорів, можна використовувати для оцінювання ефективності видалення дисперсних часток з колоїдних розчинів та характеру самого процесу адсорбції.

ЛІТЕРАТУРА

1. О.А. Герасименко, Т.П. Хвалковський. Методи аналізу і контролю у виробництві цукру. – К.: Вища школа, 1992. – 388 с.
2. Методические указания по совершенствованию определения цветности сахара и продуктов сахарного производства в единицах оптической плотности концентрационным фотоэлектрическим колориметром КФК-3 / Л.И. Чернявская, А.А. Петренко, Т.Ф. Бурляй, Н.И. Хомутецкой. – К.: ВНИИСП, 1990. – 30 с.
3. Д.Р. Дайер. Применение адсорбционной спектроскопии органических соединений. – М.: Химия, 1970. – 300 с.

4. Д. Браун, А. Флойд, М. Сейнзбери. Спектроскопия органических веществ. – М.: Мир, 1992. – 300 с.

5. M. Zandomenighi, C. Festa, L. Carbonaro, L. Galleschi, A. Lenzi, L. Calucci. Front-Surface Absorbance Spectra of Wheat Flour: Determination of Carotenoids // Agric. Food Chem. – 2000. – V. 48. – P. 2216-2221.