

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОТОКАТАЛІЗУ СИНТЕТИЧНИХ ХАРЧОВИХ БАРВНИКІВ

Матвієнко Поліна Олександрівна

учениця

Відокремлений підрозділ «Науковий ліцей

Житомирського державного університету імені Івана Франка»

Авдєєва Ольга Юрійвна

вчитель хімії, доцент

Кафедра хімії

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

У сучасній харчовій промисловості синтетичні харчові барвники широко застосовуються для надання продуктам привабливого зовнішнього вигляду, зокрема газованим напоям, кондитерським виробам, желейним десертам і морозиву. Такі барвники характеризуються високою інтенсивністю забарвлення, стійкістю до світла та температури, а також відносно низькою собівартістю порівняно з натуральними аналогами. Водночас їх підвищена хімічна стабільність зумовлює тривале збереження у навколишньому середовищі, зокрема у водних екосистемах [3].

За даними наукових досліджень, деякі синтетичні харчові барвники можуть негативно впливати на здоров'я людини, спричиняти алергічні реакції, порушення обміну речовин та інші небажані ефекти. Особливу небезпеку становить потрапляння барвників зі стічними водами підприємств харчової промисловості у природні водойми, де вони можуть накопичуватися та впливати на біологічні об'єкти. У зв'язку з цим, актуальним є пошук ефективних, безпечних та екологічно доцільних методів руйнування синтетичних харчових барвників [4].

Одним із перспективних напрямів є фотокаталіз – процес хімічного перетворення органічних сполук під дією світла у присутності каталізатора. Саме тому дослідження процесів фотокаталітичного розкладу харчових барвників є актуальним з наукової, екологічної та практичної точок зору [1, 2].

Основна ідея роботи полягає у вивченні можливостей фотокаталізу як ефективного методу знешкодження синтетичних харчових барвників, що використовуються в газованих напоях. Дослідження спрямоване на з'ясування умов перебігу фотокаталітичних процесів, ролі каталізатора та впливу світлового випромінювання на швидкість і глибину руйнування барвників.

З метою проведення дослідження нами використано кольорові газовані напої, що містять антоціанові барвники різних торговельних марок: «Соковинка» смак вишні, «Fanta» з виноградним смаком, «Лимонада» зі смаком ягід, «Маїо»

з соком ананасу та «Biola FRUIT Woter» смак персика та малини, яка містить суміш штучних барвників – азорубін (E 122) та понсо 4R (E 124).

Фотокаталіз ґрунтується на здатності напівпровідникових матеріалів (наприклад, титан діоксиду TiO_2) під дією ультрафіолетового або видимого світла утворювати активні частинки – гідроксильні радикали та активні форми кисню. Ці частинки мають високу окиснювальну здатність і можуть руйнувати складні органічні молекули барвників до простіших і менш небезпечних сполук, а в ідеальному випадку – до вуглекислого газу, води та мінеральних солей.

Дослідження фотокаталітичного розкладу барвників дозволяє не лише оцінити ефективність цього методу очищення, а й поглибити знання про хімічну природу барвників, їх стійкість та поведінку у водному середовищі.

Синтетичні харчові барвники належать переважно до класів азобарвників, трифенілметанових та ксантенових сполук. Вони мають складну ароматичну будову, що зумовлює їх яскраве забарвлення та високу хімічну стабільність.

Фотокаталіз є різновидом окисно-відновних процесів, у яких каталізатор під дією світла переходить у збуджений стан. У результаті цього відбувається утворення електронно-діркових пар, які ініціюють ланцюг реакцій з утворенням високоактивних радикалів. Саме ці радикали атакують молекули барвників, руйнуючи хромофорні групи, що відповідають за колір.

Важливою перевагою фотокаталізу є те, що каталізатор не витрачається в процесі реакції, а джерелом енергії може слугувати сонячне світло, що робить цей метод економічно та екологічно привабливим.

У практичній частині дослідження оптичну густину барвника у зразку солодкого напою визначено за допомогою фотоколориметра КФК-2 за різних довжин хвиль з товщиною кварцової кювети 2 см. У якості розчину для порівняння використано дистильовану воду.

Для експериментального визначення довжини хвилі поглинання світла розчином барвника відповідного кольору побудовано залежності оптичної густини від довжини хвилі. На рис. 1 продемонстровано залежність оптичної густини барвників, що містяться у напоях різних виробників.

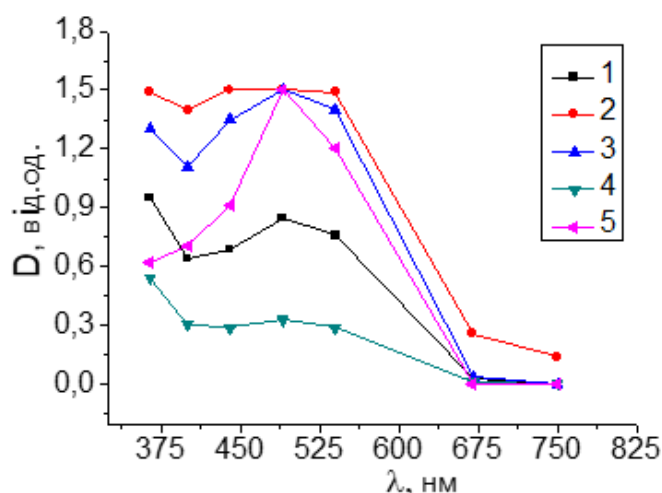


Рис. 1. Залежність оптичної густини напоїв від довжини хвилі: 1 - «Соковинка» смак вишні; 2 - «Fanta» з виноградним смаком; 3 - «Лімонада» зі смаком ягід; 4 - «Маїо» з соком ананасу; 5 - «Biola FRUIT Woter» смак персика та малини

У таблиці 1 наведено експериментальні дані дослідження оптичної густини зразків напоїв різних виробників від довжини хвилі.

Таблиця 1 Експериментальні дані дослідження оптичної густини зразків напоїв різних виробників від довжини хвилі

λ , нм	«Соковинка» смак вишні	«Fanta» з виноградним смаком	«Лімонада» зі смаком ягід	«Мајо» з соком ананасу	«Biola FRUIT Water» смак персика та малини
D, від.од.					
364	0,95	1,49	1,3	0,54	0,62
400	0,64	1,4	1,11	0,303	0,71
440	0,689	1,5	1,35	0,29	0,91
490	0,85	1,5	1,5	0,33	1,5
540	0,76	1,49	1,4	0,29	1,2
670	0,028	0,26	0,037	0,015	0
750	0,005	0,14	0,005	0,005	0

З аналізу наведених у таблиці результатів встановлено, що максимальне поглинання світла для напоїв «Соковинка» та «Мајо» спостерігається за довжини хвилі 490 нм; для напоїв «Fanta» та «Лімонада» оптимальною є довжина хвилі 400 нм, тоді як для «Biola FRUIT Water» характерним є максимум поглинання при 540 нм. Відмінності в значеннях довжин хвиль для напоїв різних торговельних марок свідчать про різний склад барвникових речовин, зокрема антоціанових пігментів, що використовуються у цих напоях.

Отже, результати дослідження свідчать, що фотокаталітичні процеси є ефективним і перспективним способом руйнування синтетичних харчових барвників, які широко використовуються в газованих напоях і відзначаються високою хімічною стійкістю, а їх потрапляння у водне середовище становить екологічну та санітарну загрозу; зменшення інтенсивності забарвлення та деструкція хромофорних груп барвників підтверджують можливість практичного застосування фотокаталізу для очищення води та розв'язання актуальних проблем екології, харчової промисловості й охорони здоров'я.

Список використаних джерел

1. Гомеля М. Д., Мельник Л. А. Фотокаталітичні процеси очищення води. Київ: НТУУ «КПІ», 2018.
2. Zollinger H. Color Chemistry: Syntheses, Properties, and Applications of Organic Dyes and Pigments. Wiley-VCH, 2003.
3. Федорович О. В. Харчові добавки та їх вплив на організм людини. Львів: Світ, 2019.
4. Стеценко Н. О. Синтетичні барвники в харчових продуктах: властивості та безпека. Харчова наука і технологія. 2020.