

ЕКОЛОГО–ХІМІЧНІ АСПЕКТИ СТАБІЛЬНОСТІ ВІТАМІНІВ ГРУПИ В

Худоярова О.С., кандидат технічних наук, доцент

Маслова Д.В., здобувачка СВО магістра спеціальності ЕЗ Хімія

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна*

Вітаміни групи В є життєво важливими регуляторами метаболізму, проте їхня хімічна нестійкість у довкіллі створює екологічні ризики через втрату цінних речовин та негативний вплив продуктів їхнього розпаду. У контексті сталого розвитку, розробка та обґрунтування методів захисту вітамінів групи В від передчасної деградації є важливим інструментом «зеленого переходу».

Згідно з вимогами до забезпечення якості, лікарський засіб має зберігати свою активність протягом усього терміну придатності [1]. В умовах зростаючих вимог до якості лікарських засобів, точна кількісна оцінка вмісту вітамінів та розуміння механізмів їхньої деградації набувають особливого практичного значення. Критичними показниками якості є: кількісний вміст, рівень домішок, розчинення, рН розчину. Деградація вітамінів може відбуватись як в умовах тривалого зберігання [2], так і безпосередньо під час технологічної переробки чи під впливом агресивних чинників довкілля. Забезпечення стабільності вітамінів групи В є не лише технологічним завданням, а й фундаментальним аспектом реалізації сучасних підходів до забезпечення ефективності та безпеки лікарських засобів в Україні [3].

Для вітамінів групи В «еколого-хімічний» аспект стабільності зводиться до чотирьох основних агресивних факторів: дія світла, окиснення, підвищена температура, зміна рН середовища. Кожен із них здатен зруйнувати фізичні, хімічні, біологічні або мікробіологічні властивості, які повинні знаходитися в межах певних норм, щоб гарантувати безпеку та ефективність ліків. Найнебезпечнішим фактором для вітамінів В12 та В2 є світло (фотодеструкція). Під дією УФ-випромінювання розриваються хімічні зв'язки в молекулі. Наприклад, В12 втрачає свою кобальтову групу, перетворюючись на неактивні форми (гідроксокобаламін). Продукти розпаду вітаміну В12 можуть бути сильнішими алергенами, ніж сам вітамін. Це пряме порушення принципу безпеки лікарських засобів. Найбільш чутливим до кисню є вітамін В1 (тіамін). У вологому середовищі або в розчинах тіамін легко окиснюється до тіохрому. Тіохром має флуоресценцію, але не має вітамінної активності. Вітаміни групи В є чутливими до тепла. Підвищення температури прискорює всі хімічні реакції в десятки разів. Рівень рН є специфічним хімічним фактором, особливо важливий для комбінованих препаратів. Вітамін В1 стабільний лише в кислому середовищі (рН 2.0–4.0). Якщо рН зміщується до нейтрального, він руйнується миттєво. Якщо хімічна стабільність порушена, фактична концентрація вітаміну падає.

Техногенні чинники суттєво прискорюють деградацію вітамінів групи В, перетворюючи їх із біологічно активних сполук на інертні або навіть токсичні продукти

розпаду. Забруднення води та ґрунту іонами металів (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+}) є найагресивнішим чинником. Навіть у мікродозах ці метали виступають як потужні каталізатори окиснення. Не лише катіони металів, а й аніони мають вплив. Високий вміст сульфат- та хлорид-іонів у техногенно змінених водах може сприяти гідролітичному розщепленню вітамінів групи В при нагріванні, а присутність карбонат-іонів має згубний вплив на тіамін та пантотенову кислоту. Техногенне середовище створює «хімічний тиск», який скорочує термін придатності вітамінів і вимагає використання спеціальних стабілізаторів або захисного пакування. Щоб забезпечити стабільність вітамінів групи В і виконати вимоги щодо якості та безпеки, виробники використовують спеціальні допоміжні речовини: антиоксиданти (проти окиснення), буферні системи (підтримка рН), хелатуючі агенти (зв'язування металів), консерванти та стабілізатори розчинності, кріопротектори та наповнювачі. Вибір допоміжних речовин – це не просто технічне питання, а виконання вимог належної виробничої практики (GMP).

Вимога до якості ліків включає вибір «правильної» упаковки. Вона має бути одночасно максимально інертною та екологічно безпечною. Так, для фоточутливих вітамінів В2 та В12 упаковка повинна повністю блокувати УФ-випромінювання. Тому використовується темно-бурштинове скло або непрозорі біополімери. Мінімізація продуктів деградації через впровадження інноваційних методів захисту таких як мікроінкапсуляція, ліпосомальні системи доставки або використання інтелектуальної упаковки стає ключовим етапом «зеленого переходу».

Отже, стабільність вітамінів групи В суттєво залежить від впливу екологічних факторів, таких як світло, температура та рН, а також техногенного забруднення важкими металами, що каталізують їх деградацію. Забезпечення якості препаратів вимагає комплексного захисту молекул за допомогою допоміжних речовин та дотримання стандартів GMP для запобігання утворенню токсичних продуктів розпаду. Кількісна оцінка вмісту вітамінів групи В виступає об'єктивним інструментом контролю їхньої еколого-хімічної стабільності, що дозволяє не лише зафіксувати деструкцію сполук під впливом певних факторів, а й прогнозувати збереження біологічної цінності вітаміну в умовах техногенного навантаження.

Література

1. Про лікарські засоби : Закон України від 04.04.1996 р. № 4472-IX. Дата оновлення: 03.07.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/96-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Худоярова О.С., Маслово Д.В. Фізико-хімічні аспекти стабільності водорозчинних вітамінів групи В у процесі тривалого зберігання. XIX Полтавські хімічні читання : Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції, (Полтава, 18–19 березня 2026 р), Полтав. нац. пед. ун-т ім. В.Г. Короленка. С. 103-105.
3. Шумейко М.В., Худоярова О.С. Сучасні підходи до забезпечення ефективності та безпеки лікарських засобів в Україні. *Health & Education*. Вип. 4, 2025. С. 128-134. DOI: <https://doi.org/10.32782/health-2025.4.17>