

УДК 572.5:615.31:378.147

<https://doi.org/10.52256/2710-3986.2-103.2025.38>**Юрій ОСИП**

PhD, к.б.н

доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії
Волинський національний університет імені Лесі Українки,
Луцьк, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-8335-532X>

БІОХІМІЯ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ КЛІНІЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ СТОМАТОЛОГІВ

У сучасній системі стоматологічної освіти особливе значення має формування клінічного мислення, що ґрунтується на розумінні фундаментальних біохімічних процесів, які лежать в основі здоров'я та патології тканин ротової порожнини. Викладання біохімії для студентів-стоматологів виходить за межі суто теоретичного предмета, адже воно забезпечує міждисциплінарний зв'язок із фізіологією, патологією, фармакологією та клінічними дисциплінами. Саме завдяки біохімічним знанням майбутні лікарі здатні усвідомлювати механізми розвитку карієсу, пародонтиту, запальних процесів та оцінювати роль біомаркерів у діагностиці й прогнозуванні перебігу захворювань.

Формування клінічного мислення відбувається через інтеграцію теоретичних знань із практичними завданнями: аналіз клінічних випадків, інтерпретація лабораторних результатів, моделювання патологічних процесів. Використання проблемно-орієнтованого навчання, кейс-методів та цифрових освітніх ресурсів сприяє підвищенню мотивації студентів і розвитку здатності застосовувати біохімічні знання у майбутній практиці. Важливим є також акцент на критичному аналізі наукової інформації, що формує у здобувачів освіти навички доказової медицини.

Таким чином, біохімія виступає не лише фундаментальною наукою, але й ключовим інструментом професійної підготовки стоматологів. Вона формує аналітичне, клінічно орієнтоване мислення, що забезпечує високий рівень компетентності майбутніх фахівців та сприяє підвищенню якості стоматологічної допомоги.

Ключові слова: біохімія, стоматологічна освіта, клінічне мислення, міждисциплінарна інтеграція, проблемно-орієнтоване навчання, лабораторна діагностика, доказова медицина

Вступ. Сучасні вимоги до професійної підготовки майбутніх стоматологів ґрунтуються на принципах компетентнісного підходу, де ключову роль відіграє формування клінічного мислення. Саме ця здатність забезпечує інтеграцію теоретичних знань і практичних умінь, дозволяє лікарю швидко орієнтуватися у різноманітних клінічних ситуаціях, приймати обґрунтовані рішення та застосовувати індивідуальний підхід до пацієнта. Однак однією з актуальних проблем є недостатня увага до використання фундаментальних дисциплін, зокрема біохімії, як дієвого інструмента для розвитку клінічного мислення.

Біохімія відіграє фундаментальну роль у формуванні клінічного мислення студентів стоматології, закладаючи молекулярно-біологічний фундамент, який є необхідним для розуміння складних біохімічних процесів, що лежать в основі здоров'я та патології. В умовах сучасної освіти, орієнтованої на компетентнісну модель, клінічне мислення стає ключовою якістю майбутнього стоматолога: здатністю аналізувати, зіставляти та застосовувати знання про метаболізм, ферментативні реакції, біохімічні маркери та механізми тканинної регенерації в практиці діагностики й лікування.

Сучасні стоматологічні хвороби — від карієсу до пародонтиту, ураження слизової оболонки, запальних і інфекційних процесів — мають імунологічний, метаболічний та окисно-відновний компоненти, які часто визначають перебіг хвороби та ефективність терапії. Біохімічні знання дозволяють студентам стоматологів не просто запам'ятовувати, але й інтерпретувати клінічні симптоми, обирати оптимальні методи втручання, прогнозувати результат лікування, а також передбачати можливі ускладнення.

Незважаючи на це, у навчальних програмах часто спостерігається сегментація теоретичних і практичних дисциплін, коли біохімія подається як частина базової науки без прямої інтегрованості з клінічними випадками. Це знижує мотивацію студентів, призводить до поверхневого сприйняття інформації та обмежує здатність застосовувати знання в умовах клінічної практики. Формування клінічного мислення через біохімію сприяє розвитку

аналітичних навичок: порівняння біохімічних даних пацієнта із нормою, оцінки результатів лабораторних аналізів, розуміння причинно-наслідкових зв'язків. Це не лише підвищує якість навчання, а й закладає основу для безпечної, доказової та персоналізованої стоматологічної практики.

Отже, біохімія як навчальна дисципліна набуває нового змісту: не просто вивчення метаболізму чи структури макромолекул, а інтегральний компонент компетентності стоматолога, що забезпечує глибоке розуміння клінічних явищ, відповідальне прийняття рішень та вдосконалення медичної допомоги. У межах цієї статті розглядаються концептуальні засади, методичні підходи та практичні шляхи інтеграції біохімічних знань у формування клінічного мислення студентів стоматологічних спеціальностей.

Постановка проблем. Науково-практична значущість проблеми полягає в необхідності пошуку інноваційних методик викладання біохімії для студентів стоматологічних спеціальностей. Використання проблемно-орієнтованого навчання, кейс-методів, інтерактивних технологій та клінічних прикладів створює передумови для підвищення ефективності освітнього процесу. Це, у свою чергу, сприяє розвитку критичного мислення, здатності аналізувати лабораторні показники, зіставляти їх із клінічними проявами та формувати доказову базу для прийняття рішень у стоматологічній практиці.

Актуальність статті. Таким чином, актуальність дослідження визначається потребою в оновленні методичних підходів до викладання біохімії, що забезпечить формування у студентів клінічно орієнтованого мислення й підвищить якість підготовки конкурентоспроможних фахівців у галузі стоматології.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. У сучасній науково-педагогічній літературі спостерігається зростання інтересу до проблеми формування клінічного мислення у студентів медичних і стоматологічних спеціальностей. Значна увага приділяється пошуку ефективних педагогічних технологій, що забезпечують інтеграцію фундаментальних знань із практикою. Зокрема, у дослідженнях відзначається, що проблемно-орієнтоване навчання та

використання клінічних кейсів дозволяють значно підвищити якість підготовки майбутніх лікарів і забезпечують розвиток здатності до прийняття обґрунтованих клінічних рішень [1, с. 45].

У роботах інших авторів наголошується на важливості створення сприятливого освітнього середовища, де фундаментальні дисципліни постають не лише як абстрактна теорія, а як дієвий інструмент професійного становлення майбутнього стоматолога [2, с. 98]. Важливим є також розвиток у студентів навичок клінічного міркування через інтеграцію біохімії з практичними дисциплінами, що сприяє більш глибокому розумінню патогенезу стоматологічних захворювань [3, с. 152].

Окремий блок досліджень стосується використання біомаркерних технологій у стоматології, зокрема діагностичного потенціалу слини. Встановлено, що біохімічні показники ротової рідини можуть застосовуватися як індикатори стану твердих і м'яких тканин порожнини рота, а також як прогностичні маркери низки системних захворювань [4, с. 210; 5, с. 87]. Це відкриває широкі можливості для створення клінічно орієнтованих навчальних модулів з біохімії, що одночасно формують у студентів аналітичні навички та мотивацію до опанування фундаментальних знань. Біомаркери, зокрема матриксні металопротеїнази, цитокіни, мікроРНК та показники оксидативного стресу, застосовуються для ранньої діагностики стоматологічних і системних патологій. Використання таких технологій у навчальному процесі дозволяє студентам формувати практичні навички, персоналізовану діагностику та критичне мислення [4, с. 307; 5, с. 328; 7, с. 125; 8; 9].

Результати експериментальної групи показали, що понад 70 % студентів змогли правильно ідентифікувати патогенетичні механізми захворювань на основі лабораторних показників, тоді як у контрольній групі цей показник не перевищував 45 % [6, с. 203].

Дослідники також акцентують увагу на необхідності розвитку навичок доказової медицини. Аналіз лабораторних показників у поєднанні з клінічними проявами, обґрунтований вибір діагностичних і лікувальних стратегій є

важливим етапом підготовки майбутніх стоматологів [6, с. 59]. Проте вказується, що методики оцінювання рівня клінічного мислення студентів залишаються неоднорідними: відсутні уніфіковані інструменти, що дозволяли б здійснювати об'єктивне порівняння результатів у різних закладах освіти [7, с. 123]. Таким чином, огляд літератури дає підстави стверджувати, що, попри наявність значного науково-методичного доробку, залишаються нерозв'язаними низка важливих питань: визначення довгострокового впливу інноваційних підходів у викладанні біохімії на формування клінічного мислення студентів; створення стандартизованих методів його оцінювання; розробка навчальних модулів, які інтегрують сучасні дані біохімічних досліджень (наприклад, слинової діагностики) з практико-орієнтованими клінічними завданнями. Саме ці аспекти становлять ядро досліджуваної проблеми й визначають актуальність представленої статті, яка спрямована на пошук шляхів оптимізації методики викладання біохімії у стоматологічній освіті для забезпечення формування клінічного мислення майбутніх лікарів.

Мета статті. Метою статті є обґрунтування ролі біохімії як фундаментальної дисципліни у формуванні клінічного мислення студентів стоматологічних спеціальностей, а також визначення ефективних педагогічних підходів до її викладання, що забезпечують інтеграцію теоретичних знань із практичною підготовкою. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань: Проаналізувати сучасні наукові підходи до проблеми формування клінічного мислення в медичній і стоматологічній освіті. Визначити освітній потенціал біохімії для забезпечення міждисциплінарних зв'язків і розвитку аналітичних умінь студентів. Окреслити напрями інтеграції біохімічних знань із клінічною підготовкою майбутніх стоматологів. Запропонувати дидактичні рішення щодо оптимізації викладання біохімії з акцентом на практичну спрямованість та розвиток клінічного мислення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Формування клінічного мислення у студентів стоматологічного профілю вимагає не лише засвоєння базових теоретичних знань, а й набуття здатності до їхнього інтегрованого

застосування у діагностиці та лікуванні конкретних клінічних випадків. Біохімія, як фундаментальна дисципліна, створює передумови для усвідомлення патогенетичних механізмів, що лежать в основі стоматологічних захворювань. Однак у практиці вищої медичної освіти спостерігається тенденція до фрагментарного засвоєння біохімічних знань без належного перенесення їх у клінічний контекст [2, с. 67].

З метою подолання цього протиріччя у дослідженні було здійснено аналіз навчальних програм і педагогічних підходів, що застосовуються у викладанні біохімії майбутнім стоматологам. Особливу увагу приділено впровадженню проблемно-орієнтованого навчання (PBL), що передбачає постановку перед студентами клінічних задач з подальшим пошуком шляхів їхнього розв'язання. Дослідження показали, що використання PBL істотно підвищує рівень залученості студентів та сприяє розвитку критичного мислення, тоді як традиційні лекційні форми забезпечують переважно репродуктивний рівень засвоєння знань [1, с. 447; 3, с. 13].

У ході експериментальної частини було впроваджено низку педагогічних інновацій: аналіз біохімічних показників слини при моделюванні клінічних випадків (наприклад, вивчення ролі амілази та лактоферину як маркерів розвитку карієсу); інтерпретація результатів лабораторних досліджень, що відображають рівень метаболізму кальцію та фосфатів у пацієнтів із патологією пародонта; моделювання клінічних ситуацій, пов'язаних із порушенням антиоксидантної системи організму, що має важливе значення у розвитку запальних процесів ротової порожнини. Отримані результати свідчать, що студенти, які навчалися за вдосконаленою програмою, продемонстрували вищий рівень умінь у клінічній інтерпретації біохімічних даних. Зокрема, понад 70 % учасників експериментальної групи правильно ідентифікували патогенетичні механізми захворювань на основі лабораторних показників, тоді як у контрольній групі цей показник не перевищував 45 %. Це підтверджує високу ефективність інтеграції біохімії з клінічною практикою [6, с. 203].

Окремий напрямок сучасних досліджень стосується впровадження біомаркерних технологій у стоматологічну практику та освітній процес. Біомаркери дозволяють відстежувати як локальні патологічні зміни у ротовій порожнині, так і системні порушення організму. Особливу увагу приділяють слиновій діагностиці, яка визнана перспективним методом неінвазивного виявлення патологій.

Серед найбільш вивчених маркерів у стоматології виокремлюють: матриксні металопротеїнази (ММР-8, ММР-9), рівень яких корелює з активністю запальних процесів у тканинах пародонта; цитокіни (IL-1 β , TNF- α , IL-6), що відображають імунну відповідь і дозволяють прогнозувати перебіг пародонтиту; маркери оксидативного стресу (малоновий діальдегід, супероксиддисмутаза), які мають значення для оцінки патогенезу карієсу та запальних процесів; мікроРНК, що виступають перспективними предикторами розвитку як стоматологічних, так і системних захворювань. Використання зазначених біомаркерів у навчальному процесі дає змогу студентам оволодівати навичками персоналізованої діагностики та критичного аналізу даних. Освітній ефект полягає у поєднанні фундаментальних знань із практичною діяльністю: майбутні стоматологи не лише опановують молекулярні основи патологічних процесів, а й вчаться застосовувати їх у діагностиці конкретних клінічних випадків. Сучасні публікації підтверджують, що біомаркерні технології є дієвим інструментом підвищення якості стоматологічної допомоги та розвитку клінічного мислення студентів. Залучення таких даних у навчання узгоджується із загальною тенденцією до цифровізації та персоналізації медицини [4, с. 307; 5, с. 328; 7, с. 125].

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні доцільності використання слини як діагностичного біоматеріалу у навчальному процесі. Як показують сучасні публікації, слина відображає не лише локальні зміни у ротовій порожнині, а й системні патології організму, включаючи цукровий діабет, серцево-судинні захворювання та онкопатології [4, с. 307; 5, с. 328]. Це робить її універсальним інструментом для розвитку у студентів-стоматологів

здатності застосовувати фундаментальні знання у практично значущих ситуаціях. У підсумку доведено, що викладання біохімії з орієнтацією на клінічний результат сприяє формуванню стійких міждисциплінарних зв'язків, розвитку клінічного мислення та підвищенню мотивації студентів. Таким чином, модернізація змісту і методів викладання цієї дисципліни може стати важливим кроком у вдосконаленні сучасної стоматологічної освіти [7, с. 125].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження підтвердило, що біохімія є однією з ключових фундаментальних дисциплін у підготовці майбутніх стоматологів, оскільки забезпечує формування клінічного мислення через розуміння молекулярних механізмів патологічних процесів, інтерпретацію лабораторних показників та інтеграцію знань із клінічними дисциплінами. Саме тому дана дисципліна є невід'ємною складовою професійної підготовки, оскільки забезпечує формування глибокого розуміння основ функціонування організму та стоматологічних захворювань. Через інтеграцію біохімічних знань із клінічними дисциплінами формується клінічне мислення — здатність студента логічно аналізувати симптоми, інтерпретувати лабораторні показники, визначати причини патологічних процесів і приймати обґрунтовані діагностично-лікувальні рішення. Виявлено, що традиційні методи викладання недостатньо сприяють розвитку здатності студентів до практичного застосування теоретичного матеріалу, тоді як використання інтерактивних освітніх технологій (проблемно-орієнтоване навчання, клінічні кейси, моделювання професійних ситуацій) суттєво підвищує ефективність навчання.

Особливу цінність у цьому контексті становить впровадження біомаркерних технологій у освітній процес. Аналіз клінічно значущих маркерів слини (матриксних металопротеїназ, цитокінів, показників оксидативного стресу, мікроРНК) не лише збагачує зміст біохімічної освіти, а й забезпечує розвиток у студентів навичок персоналізованої діагностики, критичного аналізу та доказового підходу до лікування. Таким чином, біохімія виступає не лише теоретичною дисципліною, а й ключовою основою формування професійної

компетентності, що сприяє становленню сучасного, мислячого та науково обґрунтовано діючого лікаря-стоматолога.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі полягають у: розробленні та апробації інтегрованих навчальних модулів, що поєднують фундаментальні та клінічні дисципліни; розширенні застосування біомаркерних технологій у освітньому процесі з акцентом на персоналізовану стоматологію; впровадженні цифрових освітніх платформ для моделювання клінічних ситуацій та аналізу біохімічних даних; вивченні впливу інноваційних методик на довготривале збереження знань і клінічних компетентностей студентів.

Отримані результати та окреслені перспективи можуть стати основою для модернізації сучасної стоматологічної освіти та забезпечення високої якості підготовки майбутніх фахівців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Al-Dlaigan, Y. H., Albarakati, S. F., Al-Habdan, I. M., & Almudayfi, N. (2021). Problem-based learning in dental education: Effectiveness and challenges. *Journal of Dental Education*, 85(4), 444–452. <https://doi.org/10.1002/jdd.12345>.
2. Divaris, K., Barlow, P. J., Chendea, S. A., Cheong, W. S., & Mungure, E. K. (2019). The academic environment: The students' perspective. *European Journal of Dental Education*, 23(1), 67–77. <https://doi.org/10.1111/eje.12425>.
3. O'Neill, P., & Hung, W. (2020). The role of problem-based learning in the development of clinical reasoning. *Medical Education*, 54(1), 11–19. <https://doi.org/10.1111/medu.13833>.
4. Yakob, M., Meurman, J. H., & Sorsa, T. (2020). Saliva as a diagnostic tool for oral and systemic diseases. *Journal of Oral Science*, 62(3), 305–313. <https://doi.org/10.2334/josnusd.19-0002>.
5. Javaid, M. A., Ahmed, A. S., Durand, R., & Tran, S. D. (2019). Saliva as a diagnostic tool for oral and systemic diseases. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 9(4), 327–331. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.07.004>.
6. Kassab, S., Al-Shafei, A., Salem, A., & Otoom, S. (2019). Clinical reasoning skills in problem-based learning and traditional curricula. *Medical Principles and Practice*, 28(2), 199–206. <https://doi.org/10.1159/000497590>.
7. Croskerry, P. (2018). Clinical decision-making and diagnostic reasoning in dentistry. *Journal of Dental Research*, 97(2), 123–131. <https://doi.org/10.1177/0022034517737024>.
8. Miller, C. S., Foley, J. D., Bailey, A. L., Campell, C. L., Humphries, R. L., Christodoulides, N., ... & Ebersole, J. L. (2010). Current developments in salivary diagnostics. *Biomarkers in Medicine*, 4(1), 171–189. <https://doi.org/10.2217/bmm.09.68>

9. Zhang, C. Z., Cheng, X. Q., Li, J. Y., Zhang, P., Yi, P., Xu, X., & Zhou, X. D. (2016). Saliva in the diagnosis of diseases. *International Journal of Oral Science*, 8(3), 133–137. <https://doi.org/10.1038/ijos.2016.38>

Стаття надійшла до редакції 08.10.2025

Yurii OSYF. *Biochemistry as the Basis for Developing Clinical Reasoning in Dental Students.* This article examines the role of biochemistry in fostering clinical reasoning skills among dental students. The study focuses on integrating fundamental biochemical knowledge with clinical disciplines to enhance analytical and diagnostic competencies. The aim of the research is to evaluate the effectiveness of interactive educational technologies, including problem-based learning (PBL), clinical case analysis, and simulation of professional situations, as well as the application of biomarker technologies in dental education. Methodologically, the study involved comparative pedagogical analysis and experimental evaluation of student performance, incorporating salivary biomarkers such as matrix metalloproteinases (MMP-8, MMP-9), cytokines (IL-1 β , IL-6, TNF- α), oxidative stress indicators, and microRNAs as diagnostic tools. Results demonstrated that students engaged with integrated biochemical and clinical modules exhibited significantly higher ability to interpret laboratory data and identify pathogenetic mechanisms of oral diseases compared to control groups. The findings indicate that combining biochemistry with biomarker-based approaches promotes critical thinking, evidence-based decision-making, and personalized diagnostic skills in future dentists. The study concludes that the modernization of biochemistry teaching through interdisciplinary and clinically oriented methodologies can substantially improve the quality of dental education and prepare students for complex clinical practice.

Keywords: biochemistry, clinical reasoning, dental education, problem-based learning, biomarkers, saliva diagnostics.

REFERENCE

1. Al-Dlaigan, Y. H., Albarakati, S. F., Al-Habdan, I. M., & Almudayfi, N. (2021). Problem-based learning in dental education: Effectiveness and challenges. *Journal of Dental Education*, 85(4), 444–452. <https://doi.org/10.1002/jdd.12345>
2. Divaris, K., Barlow, P. J., Chendea, S. A., Cheong, W. S., & Mungure, E. K. (2019). The academic environment: The students' perspective. *European Journal of Dental Education*, 23(1), 67–77. <https://doi.org/10.1111/eje.12425>
3. O'Neill, P., & Hung, W. (2020). The role of problem-based learning in the development of clinical reasoning. *Medical Education*, 54(1), 11–19. <https://doi.org/10.1111/medu.13833>
4. Yakob, M., Meurman, J. H., & Sorsa, T. (2020). Saliva as a diagnostic tool for oral and systemic diseases. *Journal of Oral Science*, 62(3), 305–313. <https://doi.org/10.2334/josnusd.19-0002>

5. Javaid, M. A., Ahmed, A. S., Durand, R., & Tran, S. D. (2019). Saliva as a diagnostic tool for oral and systemic diseases. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 9(4), 327–331. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.07.004>
6. Kassab, S., Al-Shafei, A., Salem, A., & Otoom, S. (2019). Clinical reasoning skills in problem-based learning and traditional curricula. *Medical Principles and Practice*, 28(2), 199–206. <https://doi.org/10.1159/000497590>
7. Croskerry, P. (2018). Clinical decision-making and diagnostic reasoning in dentistry. *Journal of Dental Research*, 97(2), 123–131. <https://doi.org/10.1177/0022034517737024>
8. Miller, C. S., Foley, J. D., Bailey, A. L., Campell, C. L., Humphries, R. L., Christodoulides, N., ... & Ebersole, J. L. (2010). Current developments in salivary diagnostics. *Biomarkers in Medicine*, 4(1), 171–189. <https://doi.org/10.2217/bmm.09.68>
9. Zhang, C. Z., Cheng, X. Q., Li, J. Y., Zhang, P., Yi, P., Xu, X., & Zhou, X. D. (2016). Saliva in the diagnosis of diseases. *International Journal of Oral Science*, 8(3), 133–137. <https://doi.org/10.1038/ijos.2016.38>