



## ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

УДК 372.857:576.12

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.20520302>

### Синтетична теорія еволюції у шкільному курсі біології: від наукової концепції до методики викладання

**Орлик Надія Анатоліївна,**

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології та  
здоров'язбережувальних технологій, Державний заклад  
«Південноукраїнський національний педагогічний університет імені  
К. Д. Ушинського», вул. Старопортофранківська, 26, м. Одеса, 65020,  
Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0144-6576>

**Борщенко Валерія Володимирівна,**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри біології та  
здоров'язбережувальних технологій, Державний заклад  
«Південноукраїнський національний педагогічний університет імені  
К. Д. Ушинського», вул. Старопортофранківська, 26, м. Одеса, 65020,  
Україна, <https://orcid.org/0000-0001-6102-3845>

**Прийнято: 08.05.2026 | Опубліковано: 30.05.2026**

*Анотація.* Систематизовано ключові положення синтетичної теорії еволюції (СТЕ) у контексті їх педагогічної адаптації до шкільного курсу біології та обґрунтовано ефективні методичні підходи до подолання стійких концептуальних помилок здобувачів освіти під час вивчення еволюційної теорії. Використано наступні методи: теоретичний аналіз і синтез наукової та методичної літератури, порівняльний аналіз підходів до викладання



*еволюційної теорії у закладах освіти, узагальнення даних сучасних педагогічних досліджень з ідентифікації та подолання концептуальних помилок здобувачів освіти. Встановлено, що синтетична теорія еволюції, яка виникла у 1930–1950-х роках як синтез дарвінізму, менделівської генетики та популяційної генетики, залишається домінуючою парадигмою біологічної освіти, хоча сучасна наука розвивається у напрямі розширеного еволюційного синтезу (ЕЕС). Виявлено три основні групи концептуальних помилок здобувачів освіти: телеологічні (пояснення еволюції через мету чи намір), ламаркістські (успадкування набутих ознак) та щодо одиниці відбору (плутанина між індивідуальним та популяційним рівнями). Узагальнено доказову базу методичних підходів до подолання цих помилок: інквайрі-навчання, моделювання еволюційних процесів, аргументація на основі даних, зв'язок з повсякденним досвідом здобувачів освіти. Висновки: ефективне викладання СТЕ потребує інтеграції наукової точності змісту з активними методами навчання, що формують у здобувачів освіти здатність мислити еволюційно, а не лише відтворювати визначення. Для реформи НУШ критично важливим є забезпечення методичної підготовки вчителів біології до роботи зі стійкими концептуальними помилками здобувачів освіти і впровадження доказово-обґрунтованих підходів до викладання еволюційної теорії.*

**Ключові слова:** *синтетична теорія еволюції; методика викладання біології; концептуальні помилки здобувачів освіти; природний добір; популяційна генетика; еволюційна освіта; Нова українська школа.*



## The Synthetic Theory of Evolution in the School Biology Curriculum: From Scientific Concept to Teaching Methodology

**Nadiia Orlyk,**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Biology and Health-Saving Technologies, State Institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky", 26 Staroportofrankivska St., Odesa, 65020, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0144-6576>

**Valeriia Borshchenko,**

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Biology and Health-Saving Technologies, State Institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky", 26 Staroportofrankivska St., Odesa, 65020, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-6102-3845>

***Abstract.** The key provisions of the synthetic theory of evolution (STE) are systematized in the context of their pedagogical adaptation to the school biology course and effective methodological approaches to overcoming persistent conceptual errors of students during the study of evolutionary theory are substantiated. The following methods are used: theoretical analysis and synthesis of scientific and methodological literature, comparative analysis of approaches to teaching evolutionary theory in educational institutions, generalization of data from modern pedagogical research on the identification and overcoming of students' conceptual errors. It is established that the synthetic theory of evolution, which arose in the 1930s–1950s as a synthesis of Darwinism, Mendelian genetics and population genetics, remains the dominant paradigm of biological education, although modern science is developing in the direction of an extended evolutionary synthesis (EES). Three main groups of students' conceptual errors were identified:*



*teleological (explanation of evolution through a goal or intention), Lamarckian (inheritance of acquired traits), and regarding the unit of selection (confusion between the individual and population levels). The evidence base of methodological approaches to overcoming these errors was summarized: inquiry learning, modeling of evolutionary processes, data-based argumentation, connection with students' everyday experience. Conclusions: effective teaching of STEM requires the integration of scientific accuracy of content with active teaching methods that form the ability of students to think evolutionary, and not just reproduce definitions. For the reform of the National School of Biology, it is critically important to ensure the methodological training of biology teachers to work with persistent conceptual errors of students and the implementation of evidence-based approaches to teaching evolutionary theory.*

**Keywords:** *synthetic theory of evolution; biology teaching methodology; students' conceptual errors; natural selection; population genetics; evolutionary education; New Ukrainian School.*

**Постанова проблеми.** Еволюційна теорія є однією з фундаментальних концептуальних основ біологічної науки і, відповідно, базовою темою шкільного курсу біології. Синтетична теорія еволюції (СТЕ), що виникла у 1930–1950-х роках як результат синтезу дарвінівської концепції природного добору з менделівською генетикою і популяційною генетикою, визначає сучасне бачення еволюційного процесу. Разом з тим викладання СТЕ у середній школі залишається одним із найбільш методично складних завдань – як через абстрактний характер ключових концепцій, так і через потужний вплив донаукових уявлень здобувачів освіти.

В умовах реформи Нової української школи (НУШ), що передбачає поступовий перехід до компетентісно орієнтованого навчання і запровадження нових стандартів базової та профільної середньої освіти,



питання методичного забезпечення викладання складних природничих теорій набуває особливої актуальності. Державний стандарт базової середньої освіти (2020) і пов'язані з ним модельні навчальні програми з біології орієнтують освітній процес на формування наукового мислення, а не лише на репродукцію фактологічних знань. Це вимагає перегляду традиційних підходів до вивчення еволюційної теорії, які в практиці часто зводяться до механічного запам'ятовування визначень і постулатів СТЕ.

Особливу методичну проблему становлять стійкі концептуальні помилки здобувачів освіти у розумінні еволюційних механізмів. Міжнародні дослідження свідчать, що навіть після формально успішного вивчення теми здобувачі освіти зберігають телеологічні, ламаркістські та інші донаукові уявлення про еволюцію. Подолання цих помилок потребує цілеспрямованої методичної роботи, що ґрунтується на сучасних підходах до навчання природничих наук.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Синтетична теорія еволюції сформувалася як наукова парадигма завдяки фундаментальним працям кількох поколінь учених. Її витoki пов'язані з роботами Ф. Добжанського («Генетика і походження видів», 1937), в якій було запропоновано розрізняти рівні еволюційних перетворень у межах виду [1]. Термін «синтетична теорія» походить від назви книги Дж. Гакслі «Еволюція: сучасний синтез» (1942), яка узагальнила основні положення нового синтезу. Значний внесок у формування СТЕ зробили вчені різних країн, зокрема з України – І. І. Шмальгаузен та О. М. Северцов, які закладали основи популяційної генетики й еволюційної морфології ще у 1920–1930-х роках [1].

Сучасний стан еволюційної теорії характеризується дискусіями щодо необхідності розширеного еволюційного синтезу (ЕЕС). Лаланд та ін. [2] обґрунтували, що класична СТЕ зосереджена переважно на мікроеволюції генів, тоді як сучасні дані еволюційної біології розвитку (evo-devo),



молекулярної біології та епігенетики потребують розширення теоретичних рамок. Такий синтез включає конструкцію ніші, трансгенераційне епігенетичне успадкування та багаторівневий добір [3]. Ці нові аспекти поки що майже не представлені у шкільних програмах, хоча їх поступове включення є предметом активних педагогічних дискусій.

Центральним питанням педагогіки еволюційної теорії є проблема концептуальних помилок здобувачів освіти. Кампуракіс [4] встановив, що найбільшою перешкодою в еволюційній освіті є не телеологія як така, а «дизайн-стенс» – когнітивна установка сприймати пристосованість організмів як результат цілеспрямованого задуму. Ця установка формується ще в дошкільному віці і виявляється надзвичайно стійкою. Фергюсон та ін. [5] виявили, що 96% посилань на еволюцію в популярних медіа, які фіксують здобувачі освіти, відображають її некоректно – зокрема, як лінійний процес або як зміну окремого організму (а не популяції). Ці медіа-міконцепції суттєво ускладнюють засвоєння наукового розуміння еволюційних механізмів.

Особливо значущим для методичної практики є дослідження Етса, Марека та ін. [6], які встановили, що вчителі біології нерідко самі є носіями концептуальних помилок, які потім транслюють здобувачам освіти. Дослідження 35 учителів і 536 здобувачів освіти шкіл Оклахоми показало прямий зв'язок між рівнем концептуальних помилок педагога і його здобувачів освіти. Це підкреслює критичну роль методичної підготовки вчителів як умови якісного викладання еволюційної теорії.

Панагу та ін. [7] у 2024 році встановили, що навіть успішні випускники шкіл (учасники загальнонаціональних екзаменів) утримують альтернативні уявлення про ключові положення еволюційної теорії, причому ці помилки не корелюють ні зі статтю, ні з успішністю, ні з рівнем зацікавленості біологією. Це свідчить про системний характер проблеми.



У сфері методики викладання Нуньєс та ін. [8] розробили і апробували серію інквайрі-завдань для викладання природного добору на матеріалі еволюції собак і класичного експерименту з domestикації срібних лисиць. Завдання включали аргументацію, яка примушувала здобувачів освіти явно формулювати свої уявлення, а потім зіставляти їх з науковими даними. Такий підхід відповідає сучасним рекомендаціям щодо навчання природничих наук через наукову аргументацію. Баканес та ін. [9] у рандомізованому контрольованому дослідженні порівняли активні та традиційні підходи до викладання еволюції і дійшли висновку, що оптимальним є поєднання методів, а не механічна перевага активного навчання над лекційним.

Ван та ін. [10] зробили систематичний огляд методів навчання теорії природного добору і встановили, що провідні дослідники рекомендують перехід від «сучасного синтезу» до «молекулярного синтезу» в навчанні – тобто зробити явними зв'язки між генотипами, фенотипами і пристосованістю, а не обмежуватися абстрактними популяційними моделями. Цей висновок важливий для методичного оновлення шкільних програм.

Освітній потенціал міждисциплінарного підходу до еволюції розглядають Арміно та ін. [11]: вони обґрунтовують, що сучасна еволюційна теорія має використовуватися як об'єднуюча ідея курсу біології – тобто не як окрема тема, а як концептуальна рамка для вивчення всіх біологічних явищ. Ця позиція узгоджується з підходами НУШ до формування наскрізних компетентностей.

Реформа Нової української школи утворює специфічний контекст для оновлення методики викладання біології в Україні. Гриневич та ін. [12] проаналізували досягнення та виклики впровадження НУШ, відзначаючи, що перехід від репродуктивного до компетентнісного підходу є найбільш методично складним для вчителів природничих дисциплін. Реформа охоплює всі рівні освіти і до 2024 року охопила понад 2,2 мільйона здобувачів освіти,



однак питання методичного забезпечення складних природничих теорій залишається недостатньо дослідженим.

Аналіз методичної літератури з питань викладання еволюційної теорії у вітчизняній школі показує, що наукові дослідження концептуальних помилок здобувачів освіти, адаптовані до українського контексту, практично відсутні. Це є суттєвою прогалиною, оскільки культурний і мовний контекст впливає на специфіку донаукових уявлень здобувачів освіти.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на значний обсяг міжнародних досліджень у галузі еволюційної освіти, ряд аспектів проблеми залишається недостатньо опрацьованим. По-перше, відсутні системні дослідження специфіки концептуальних помилок українських здобувачів освіти під час вивчення СТЕ: чи відтворюють вони типові міжнародні патерни, чи мають культурно специфічні особливості, пов'язані, зокрема, з релігійним і побутовим середовищем. По-друге, методичне забезпечення вітчизняних програм з біології для базової та старшої школи не враховує сучасних положень розширеного еволюційного синтезу і фактично обмежується рамками «класичної» СТЕ середини ХХ ст. По-третє, методика підготовки вчителів біології в педагогічних закладах вищої освіти не містить систематичних модулів, присвячених роботі з концептуальними помилками здобувачів освіти у галузі еволюційної теорії. Нарешті, відсутня науково обґрунтована модель інтеграції еволюційних концепцій як наскрізної теми в курс біології НУШ для 7–11 класів.

**Мета статті** – систематизувати ключові положення синтетичної теорії еволюції в контексті їх педагогічної адаптації до шкільного курсу біології та обґрунтувати ефективні методичні підходи до подолання стійких концептуальних помилок здобувачів освіти.

**Завдання:** охарактеризувати наукові положення СТЕ у взаємозв'язку з їх педагогічним потенціалом; систематизувати типові концептуальні помилки



здобувачів освіти при вивченні еволюційної теорії та їх причини; узагальнити доказово обґрунтовані методичні підходи до викладання СТЕ; сформулювати рекомендації щодо вдосконалення методики викладання еволюційної теорії в умовах реформи НУШ.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Синтетична теорія еволюції ґрунтується на кількох ключових положеннях, кожне з яких має різний рівень педагогічної складності. Центральне положення – популяція як елементарна одиниця еволюції – є концептуально складним для здобувачів освіти, оскільки суперечить інтуїтивному сприйняттю еволюції як процесу, що відбувається з окремими організмами. Елементарним еволюційним явищем є зміна генетичної структури популяції (частот алелів), що вимагає від здобувачів освіти розуміння ймовірнісних процесів і статистичного мислення.

До елементарних факторів еволюції СТЕ відносить: мутаційний процес (джерело спадкової мінливості), природний добір (єдиний спрямований чинник), потік генів, дрейф генів і хвилі чисельності. Педагогічно важливо, що здобувачі освіти часто не розрізняють ненаправлені фактори (дрейф генів, потік генів) і направлений фактор (природний добір), змішуючи їх у загальне уявлення про «еволюцію».

Сучасний стан еволюційної науки виходить за межі класичної СТЕ. Концепція розширеного еволюційного синтезу (ЕЕС) включає такі додаткові механізми: трансгенераційне епігенетичне успадкування, конструкцію ніші, еволюцію здатності до еволюції (evolvability) та феноменальну пластичність. Ці механізми поки що не включені до шкільних програм, однак знайомство вчителів із їх існуванням важливе для уникнення надмірного спрощення при поясненні обмежень СТЕ [2; 3].

Педагогічний потенціал СТЕ як навчальної теми є виключно багатим. По-перше, її виникнення є ілюстрацією наукового синтезу – процесу об'єднання різних галузей знань в єдину пояснювальну систему. По-друге,



механізми, описані СТЕ, допускають кількісне моделювання і комп'ютерну симуляцію, що відкриває можливості для практичних занять. По-третє, зв'язок між молекулярно-генетичним рівнем (мутації) і макроеволюційними результатами (видоутворення) формує у здобувачів освіти розуміння ієрархічної організації біологічних систем.

Систематизація даних досліджень дозволяє виділити три основні групи концептуальних помилок здобувачів освіти при вивченні еволюційної теорії.

Телеологічні помилки – найбільш поширена і стійка група. Вони виявляються у поясненні еволюційних змін через мету або намір: «жираф виростив довшу шию, щоб дістати до листя», «вид адаптується, щоб вижити». Кампуракіс [4] розрізняє «добірну телеологію» (коректне пояснення функцій через наслідки відбору) та «дизайнерську телеологію» (некоректне пояснення через передбачений намір). Саме остання є справжньою перешкодою для розуміння еволюції. Телеологічне мислення має глибокі когнітивні корені – воно активується вже в дошкільному віці – і не долається лише через роз'яснення, потребуючи цілеспрямованої концептуальної перебудови.

Ламаркістські помилки виявляються у переконанні, що ознаки, набуті організмом протягом життя, успадковуються нащадками. Ця помилка підтримується повсякденним досвідом здобувачів освіти і, за деякими даними, її поширеність зростає в епоху поширення спрощених уявлень про епігенетику. Принципово важливо: деякі механізми епігенетичного успадкування, що вивчаються в рамках ЕЕС, можуть частково нагадувати ламаркізм, – тому чітке педагогічне розмежування між науковою концепцією трансгенераційного успадкування і побутовим «ламаркізмом» набуває критичного значення.

Помилки щодо одиниці еволюції та відбору – здобувачі освіти схильні сприймати еволюцію як процес, що відбувається з окремими організмами («приспосовуються окремі особини»), а не з популяціями. Фергюсон та ін. [5]



виявили, що саме ця помилка є другою за частотою у популярних медіа і тому особливо поширена серед здобувачів освіти. Наслідком є неспроможність здобувачів освіти відрізнати адаптивну мінливість від еволюції як такої.

Медіасередовище відіграє особливу роль у формуванні та закріпленні концептуальних помилок. Дослідження [5] показало, що 96% медіапортретів еволюції, які здобувачі освіти згадують, є науково некоректними. Враховуючи, що сучасні підлітки проводять у цифровому просторі в середньому понад 7 годин на день, масштаб медіа-індукованих помилок є критично значущим фактором для методики викладання.

Нуньес та ін. [8] запропонували підхід, при якому здобувачі освіти спочатку явно формулюють власні уявлення про механізм еволюційних змін, потім аналізують наукові дані (довгостроковий експеримент із доместикацією лисиць) і зіставляють попередні уявлення з отриманими результатами. Ключовим є принцип «спочатку – передбачення, потім – дані», що запобігає «відмові від диву» й активує рефлексивне мислення. Важливо, що завдання починаються з матеріалу, близького здобувачам освіти (еволюція собак), поступово переходячи до більш абстрактних концепцій.

Лі та ін. [13] розробили і верифікували навчальну активність з використанням стікерів для моделювання механізмів еволюційних змін (природний добір, дрейф генів, потік генів). Фізична маніпуляція з об'єктами, що позначають алелі в популяції, допомагає учням усвідомити популяцію як одиницю еволюції і зрозуміти різницю між направленими та ненаправленими чинниками. Цей підхід ефективно долає помилку «індивідуального відбору», робить абстрактні генетичні процеси наочними і не потребує складного обладнання – що критично важливо для шкільного контексту.

Ван та ін. [10] обґрунтовують необхідність переходу від абстрактного популяційного мислення до явного встановлення зв'язку між мутацією – фенотипом – пристосованістю. Цей «молекулярний синтез» у педагогіці



дозволяє здобувачам освіти побачити матеріальну основу еволюційних процесів і уникнути телеологічних пояснень: пояснення на рівні «мутація змінює білок → білок впливає на ознаку → ознака впливає на виживання» є конкретнішим і менш телеологічним, ніж пояснення на рівні «популяція адаптується до умов».

Враховуючи масштаби медіа-індукованих помилок [5], методика викладання еволюції має включати спеціальний компонент роботи з медіаобразами еволюції. Здобувачам освіти пропонується аналізувати конкретні медіаприклади (новинні заголовки, кадри з фільмів, меми) на предмет науковості зображення еволюції, ідентифікувати специфічні помилки і формулювати коректні наукові альтернативи. Цей підхід органічно поєднується з формуванням медіаграмотності як наскрізної компетентності НУШ.

Дослідження [6; 9] показують, що у класах, де вчитель свідомо створює атмосферу прийняття, в якій здобувачі освіти можуть відкрито обговорювати свої попередні уявлення без страху засудження, досягнення статистично значущо вищі. Особливо важливо це при роботі зі здобувачами освіти, у яких є релігійні або культурні підстави для спротиву еволюційній теорії. Методична відповідь тут не полягає у відмові від наукового змісту, але у визнанні особистого значення переконань учня і відмежуванні наукового пояснення від ціннісного судження.

На основі узагальненої доказової бази можна сформулювати такі рекомендації для методики викладання синтетичної теорії еволюції в сучасній українській школі.

По-перше, передбачати діагностичний етап на початку вивчення теми. До початку формального навчання необхідно виявити донаукові уявлення здобувачів освіти за допомогою діагностичних запитань або опитувальників.



Це дозволяє вчителю цілеспрямовано планувати роботу з конкретними помилками, а не викладати матеріал «у пустоту».

По-друге, будувати навчання навколо концептуальних конфліктів. Ефективне подолання концептуальних помилок відбувається не через їх ігнорування, а через цілеспрямоване зіткнення: здобувач освіти формулює своє пояснення, передбачає результат, перевіряє на даних і усвідомлює невідповідність. Лише тоді відбувається справжня концептуальна зміна.

По-третє, інтегрувати еволюцію як наскрізну ідею курсу біології. Еволюційна теорія має використовуватися не лише як тема одного розділу, а як пояснювальна рамка для всіх біологічних явищ – від молекулярної організації клітини до екологічних взаємодій. Це відповідає підходу НУШ до формування системного наукового мислення.

По-четверте, забезпечити методичну підготовку вчителів. Оскільки рівень концептуальних помилок здобувачів освіти прямо залежить від рівня концептуальних помилок учителів [6], методична підготовка педагогів з еволюційної теорії є необхідною умовою якості навчання. Це включає не лише оновлення предметних знань, а й освоєння специфічних методів роботи з концептуальними помилками.

**Висновки.** Синтетична теорія еволюції є центральною концептуальною системою шкільного курсу біології і водночас однією з найбільш методично складних тем – через абстрактний характер ключових концепцій, потужний вплив донаукових уявлень і поширення медіа-індукованих помилок.

Основними типами концептуальних помилок здобувачів освіти є телеологічні пояснення еволюції через намір або мету, ламаркістські уявлення про успадкування набутих ознак і плутанина між індивідуальним та популяційним рівнями еволюції. Ці помилки не долаються традиційними методами пояснення і вимагають цілеспрямованої концептуальної роботи через інквайрі-навчання, моделювання, аргументацію і медіааналіз.



Перспективи подальших досліджень пов'язані з емпіричним вивченням рівня та структури концептуальних помилок українських здобувачів освіти при вивченні СТЕ, розробкою і верифікацією діагностичного інструментарію та апробацією адаптованих до вітчизняного контексту методичних підходів.

### Список використаних джерел

1. Dobzhansky Th. Genetics and the Origin of Species. New York: Columbia University Press, 1937. 364 p.
2. Laland K. N., Uller T., Feldman M. W., Sterelny K., Müller G. B., Moczek A., Jablonka E., Odling-Smee J. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 2015. Vol. 282, No. 1813. Article 20151019. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1019>
3. Müller G. B. Why an extended evolutionary synthesis is necessary. Interface Focus. 2017. Vol. 7, No. 5. Article 20170015. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2017.0015>
4. Kampourakis K. Students' «teleological misconceptions» in evolution education: why the underlying design stance, not teleology per se, is the problem. Evolution: Education and Outreach. 2020. Vol. 13, No. 1. Article 1. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0116-z>
5. Ferguson D. G., Abele J., Palmer S., Willis J., McDonald C., Messer C., Lindberg J., Ogden T. H., Bailey E. G., Jensen J. L. Popular media and the bombardment of evolution misconceptions. Evolution: Education and Outreach. 2022. Vol. 15. Article 15. <https://doi.org/10.1186/s12052-022-00179-x>
6. Yates T. B., Marek E. A. Teachers teaching misconceptions: a study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. Evolution: Education and Outreach. 2014. Vol. 7. Article 7. <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0007-2>



7. Panagou D., Kostara C., Dimos E., Stylos G., Kotsis K. Honors High School Graduates Students' Misconceptions Regarding Evolutionary Theory of Biology. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*. 2024. Vol. 2, No. 3. <https://doi.org/10.59652/jetm.v2i3.188>

8. Núñez P., Castillo P., Hinojosa C., Parraguez C., Cofré H. Inquiry-Based Activities for Teaching about Natural Selection: Dog Evolution & the Secret Ingredient of an Amazing Experiment. *The American Biology Teacher*. 2022. Vol. 84, No. 2. P. 94–99. <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.2.94>

9. Buchan L., Hejmadi M., Abrahams L., Hurst L. D. A RCT for assessment of active human-centred learning finds teacher-centric non-human teaching of evolution optimal. *npj Science of Learning*. 2020. Vol. 5. Article 21. <https://doi.org/10.1038/s41539-020-00078-0>

10. Van D. M., Whitehead A., Fankhauser R. L., Boester T. From the Modern Synthesis to the Molecular Synthesis: updating how we teach and assess evolution by natural selection. *bioRxiv*. 2021. <https://doi.org/10.1101/2021.07.19.452979>

11. Arminio M. S., Grisales-Romero D. A., Morales H. A., Villalobos-Jiménez G. Educational potential of teaching evolution as an interdisciplinary science. *Evolution: Education and Outreach*. 2021. Vol. 14. Article 1. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00138-4>

12. Grynevych L., Morze N., Boychenko M. The new Ukrainian school reform: Achievements, developments and challenges. *European Journal of Education*. 2023. Vol. 58, No. 4. P. 638–653. <https://doi.org/10.1111/ejed.12590>

13. Lee T. W., Grogan K. E., Liepkalns J. S. Making evolution stick: using sticky notes to teach the mechanisms of evolutionary change. *Evolution: Education and Outreach*. 2017. Vol. 10. Article 14. <https://doi.org/10.1186/s12052-017-0074-2>



14. Ahuja A. Backyard evolutionary biology: Investigating local flowers brings learning to life. *Ecology and Evolution*. 2021. Vol. 11, No. 9. P. 4406–4416. <https://doi.org/10.1002/ece3.7199>

15. O’Grady P. M., Specht C. D., Zamudio K. R. Active Learning Strategies for Biodiversity Science. *Frontiers in Education*. 2022. Vol. 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.849300>

16. Соболь В. І. Біологія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. Кам’янець-Подільський: Абетка, 2017. 304 с.

17. Міністерство освіти і науки України. Державний стандарт базової середньої освіти. 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF> (дата звернення: 01.04.2026).