

ПЕРЕДНЕ СЛОВО

Дорогі колеги!

Ви тримаєте в руках посібник для нас – учителів біології, тобто всіх тих, на кого у вересні 2017 року чекає новий виклик: вивчення загальної біології у дев'ятому класі. Насправді цей виклик є технологічним. Важливо організувати навчальний процес так, аби він не був схожим на такий же в старшій школі. Усі ми маємо досвід викладання загальної біології в 10-11 класах. У дев'ятому класі не буде жодної теми, яку б ми ще не викладали у старшій школі. Утім варто чітко усвідомлювати, що учням дев'ятих класів потрібні інші слова, приклади, мотивації й висновки, аніж старшокласникам, тому важливо не намагатися вести уроки в дев'ятому класі так само, як ми їх проводимо в 10-11 класах, навіть якщо теми дуже схожі. І тут, дорогі колеги, усе залежить від нас!

Ця книга створювалася, звичайно, не з метою дати нам рецепти панацеї на всі уроки, тобто готові поурочні плани. Ми впевнені, що жоден з учителів ще не зміг скористатися чужим планом на своєму уроці. Що ж тоді міститься у цій книзі? Поради щодо створення власних уроків. Для кожного уроку ми прописали його основний лейтмотив, тобто те, що, на нашу думку, має лишитися в активі у дев'ятикласників після його проведення. Ключові моменти, на яких ми зупиняємося кожного разу, звичайно, є орієнтовними. Їх можна реалізувати у будь-який спосіб, а може, і не тільки їх.

Окремо хотілося б зауважити на сценаріях бесід з учнями. Ми вважаємо, що основним і найкращим у вивченні біології є можливість зупинитися, відволіктися від введення термінів, визначень, понять і просто поговорити з учнями, розкрити дискусію на цікаву тему, дати учням можливість висловитися, навести аргументи *pro et contra*, сформулювати власне ставлення до теми, яка обговорюється. Наш багаторічний досвід викладання біології і спілкування з найкращими вчителями біології України підтверджують цю точку зору. Дійсно, колеги, коли ми можемо дозволити собі дискутувати з учнями? Часто на це просто не вистачає часу. Але його варто знаходити! Саме під час бесід в учнів формуються навички критичного мислення, уміння ставити запитання, висловлювати обґрунтовані сумніви, знаходити правильні відповіді й рішення. Тож давайте спілкуватися з учнями! А наші пропозиції щодо сценаріїв бесід з учнями, сподіваємося, стануть вам у пригоді.

Ще три розділи: «Є над чим замислитись», «Усе так, але є нюанс» і «Цікавий факт» – це наша допомога вам, колеги, у пошуку «родзинок», які роблять наші уроки яскравими, захопливими й цікавими. На якому етапі уроку використати ці факти, історії чи проблеми – ваше рішення. Але використовувати подібні ідеї важливо для зацікавлення учнів нашим предметом. Ну і реноме вчителя підвищити саме в такий спосіб є справою благородною.

У розділі «Що не вмістилося до зошита» ми зібрали ті завдання, які дійсно не увійшли до нашого зошита з біології (разом з нашим підручником і цією книгою зошит входить до навчально-методичного комплекту). Сподіваємося, деякі з них стануть вам у пригоді.

На окрему увагу заслуговує розділ «Поради класного вчителя». Він створювався дійсно класними вчителями біології з усієї України. Ми щиро вдячні всім колегам, які відгукнулися й зробили дописи до уроків. А вам, наші читачі, ми пропонуємо скористатися цим досвідом.

Бажаємо, щоб ваші уроки були найкращими, а загальна біологія для ваших дев'ятикласників була найцікавішим предметом!

§ 24. Генетичний код

Основна ідея уроку

Структура білкових молекул записана в ДНК у вигляді послідовності нуклеотидів. Перехід з мови ДНК на мову білка відбувається у відповідності з універсальним правилом, яке називається генетичним кодом.

Було б непогано згадати...

Склад білків і нуклеїнових кислот.

Ключові моменти для побудови уроку

1. Введіть визначення коду. Поясніть, що код – це правило встановлення відповідності між елементами двох множин та використовуйте приклад з кодуванням повідомлень в оповіданні Конан-Дойля.
2. Порівняйте різноманіття нуклеотидів і амінокислот. Зверніть увагу на те, що число типів нуклеотидів у ДНК не відповідає числу білкових амінокислот. Запропонуйте учням самостійно сформулювати стратегію кодування 20 амінокислот чотирма нуклеотидами. Розгляньте варіанти кодування двійками, трійками та четвірками нуклеотидів. Покажіть, що найменшим із прийнятних є **триплетний** генетичний код. Покажіть таблицю генетичного коду – зверніть увагу на те, що проведені логічні міркування призвели до висновку про структуру генетичного коду, яка в дійсності використовується живими організмами.
3. Сформулюйте поняття **надмірності та виродженості** генетичного коду, як наслідку його структури. Покажіть, що генетичний код також містить знаки пунктуації: **старт- і стоп-кодони**.
4. Сформулюйте принцип універсальності генетичного коду. Поясніть, що універсальність є наслідком походження всіх організмів, які живуть зараз на планеті від одного пращура, а також повільної швидкості еволюції самого коду. Поясніть, що властивість універсальності генетичного коду можна використати в сучасних біотехнологіях та перенести гени з одних організмів до інших.
5. Розгляньте принцип прочитання генетичного коду на прикладі послідовності нуклеотидів.

Можливі сценарії бесід з учнями

Перекладач. Запропонуйте учням порівняти між собою два процеси: переклад з мови нуклеотидів ДНК на мову амінокислот білка з використанням правил генетичного коду і переклад з української мови на англійську з використанням словника. Таке завдання дозволить учням відчути відмінність правил генетичного коду від правил перекладу з однієї мови на іншу. Основна відмінність полягає в тому, що в процесі реалізації генетичного коду використовується пряма відповідність між амінокислотами та трійками нуклеотидів. У випадку перекладу з однієї мови на іншу такої суворої відповідності між словами немає – змінюється не лише спосіб запису, але й граматична структура речень, а також зберігається лише сенс оригінального висловлення.

Генетичний код інопланетян. Під час уроку неодноразово згадується, що триплетний код є «кращим з можливих», коли вимагається закодувати 21 амінокислоту чотирма нуклеотидами. Однак буде корисно пофантазувати з учнями на тему того, яким міг би бути генетичний код інопланетян, що мають відмінне від землян число

амінокислот у білках та нуклеотидів у ДНК. Наприклад, скільки нуклеотидів буде міститися в кодонах інопланетянина, який має чотири нуклеотиди ДНК і 100 амінокислот у білках? Шість нуклеотидів ДНК і 20 амінокислот? Яка максимальна кількість амінокислот може закодувати дуплетний код, якщо до складу ДНК також входили б 4 типи нуклеотидів?

Чому код повільно еволюціонує? Таке питання може виникнути у багатьох школярів. Адже всі організми, що живуть зараз пішли від одного пращура, попри це, їх будова, фізіологія та біохімія стали цілковито різними. Причина консервативності генетичного коду ховається в тому, що правильність реалізації генетичного коду підтримується білками, які взаємодіють з ДНК та РНК. Тонкощі цих процесів будуть розглянуті у наступних параграфах. Однак вже зараз зрозуміло, що якщо генетичний код зміниться і якийсь кодон почне кодувати іншу амінокислоту, це призведе до порушення функціонування всіх білків, у тому числі тих, які відповідають за реалізацію генетичного коду. Це з більшою долею ймовірності призведе до фатальних наслідків для організму.

Усе так, але є нюанс...

Скільки всього амінокислот входить до складу білків? Таке питання неодмінно виникне в уважного школяра, який цікавиться біологією. Раніше в школах викладалося, що до складу білків входить 20 амінокислот. Однак це абсолютно не відповідає дійсності: кількість видів амінокислот, які входять до складу білкових ланцюжків обчислюється сотнями. Однак не всі вони кодуються ДНК і вбудовуються в білковий ланцюжок під час синтезу. Більша частина амінокислот отримується шляхом хімічної модифікації обмеженого числа амінокислотних залишків, які закодовані генетичним кодом. Такі «вихідні» амінокислоти називають **протеїногенними**. Однак і кількість протеїногенних амінокислот може різнитися. Так, у людини в ядерному геномі закодована 21 амінокислота. У бактерій – також 21 протеїногенна амінокислота, хоча у них немає **селеноцистеїна**, вони починають синтез білків з незвичайної амінокислоти – **формілметіоніну**. Але формілметіонін відщеплюється від білкового ланцюжка по завершенню його синтезу, тому й не входить до складу зрілих білкових молекул. Цікаво, що формілметіонін також використовується для ініціації синтезу білка мітохондріями й хлоропластами – прямими нащадками бактерій. Тому можна сказати, що у людини 22 протеїногенні амінокислоти – «стандартний набір» з 20 амінокислот, селеноцистеїн, який кодується в ядрі, і формілметіонін, який кодується в мітохондріях. Однак ще раз зазначимо, що формілметіонін відщеплюється по завершенні синтезу білка і не входить до складу зрілих мітохондріальних білків.

Цікаво, що в архей – ще однієї групи прокариот, які не належать до бактерій, у генетичному кодї також закодована 21 амінокислота. Поруч зі стандартними 20-ма амінокислотами є ще одна, яка характерна лише для архей – **пірролізин**. Пірролізин входить до складу білків, які дозволяють здійснювати унікальний процес, що здійснюється лише археями, – метаногенез.

§ 25. Трансляція

Основна ідея уроку

Кульмінацією біосинтезу білкової молекули є трансляція. Трансляція здійснюється завдяки рибосомам – складним молекулярним машинам, які властиві всім живим організмам.

Було б непогано згадати...

Будова молекули білка. Типи РНК, які беруть участь у біосинтезі білка.

Ключові моменти для побудови уроку

1. Біосинтез білка – багатостадійний процес, кінцевим етапом якого є **трансляція**, що протікає в цитоплазмі. Учням важливо зрозуміти, що трансляція – процес, який є універсальним для всіх живих організмів та який здійснюється складно влаштованими молекулярними машинами – рибосомами.
2. Розгляньте з учнями загальну будову рибосоми. Відзначте, що рибосома – це місце, де взаємодіють мРНК, тРНК та рРНК. Введіть поняття: «кодон» і «антикодон».
3. Розберіть з учнями, яким чином рибосома і **кодази** забезпечують виконання генетичного коду: кодази забезпечують відповідність між амінокислотою та антикодоном, а рибосома – між антикодоном і кодоном.
4. Рибосома – машина хімічного синтезу білка. Розгляньте з учнями основні етапи, які протікають в середині рибосоми під час трансляції.
5. Згадайте з учнями етапи біосинтезу білка: транскрипцію та трансляцію. Запропонуйте їм самостійно припустити, чим повинні відрізнятися ці процеси в прокаріот і еукаріот. Розберіть ці відмінності.

Можливі сценарії бесід з учнями

Трансляція з ДНК. Відомо, що роль своєрідного посередника між ДНК і білком виконує матрична РНК. Припустіть, що у якогось організму є особливі рибосоми, які можуть напряду синтезувати білок, коли зчитують інформацію з ДНК. Поміркуйте з учнями над тим, яким чином функціонувала би така рибосома? Із якими б труднощами зіштовхнувся організм, який має такі рибосоми?

Трансляція в ядрі. Біосинтез білка, у широкому сенсі цього слова, – дуже об'ємний процес, який у еукаріот починається в ядрі, а завершується в цитоплазмі. Свого часу існувала гіпотеза, що трансляція може відбуватися не лише в цитоплазмі, але й у ядрі. Однак в даний час достовірно встановлено – у ядрі трансляція не може йти за жодних умов! Поміркуйте з учнями над тим, у чому причина такої суворої заборони? Яким чином був би організований процес біосинтезу білка в уявного еукаріота, у якого трансляція протікає в ядрі? Не забувайте, що еукаріотична мРНК перед трансляцією повинна деякий час дозрівати в ядрі.

Зворотна трансляція. Відомо, що нуклеїнові кислоти можуть взаємоперетворюватися одна в одну: поруч із процесом транскрипції існує й зворотна транскрипція. Поміркуйте з учнями над тим, яким чином була б влаштована молекулярна машина, яка здійснює зворотну трансляцію? Із якими б складнощами та обмеженнями вона б зіштовхнулася? Які здібності придбав би організм, який здійснює зворотну трансляцію?

Усе так, але є нюанс...

На якому етапі завершується «реалізація генетичної інформації»? При описі процесів транскрипції, трансляції, дозрівання РНК тощо ми часто називаємо їх загальним терміном «етапи реалізації генетичної інформації». Може скластися враження, що трансляція є фінальним етапом цього процесу. Однак давати таке твердження було б не зовсім коректним. По-перше, дуже часто до трансляції справа взагалі не доходить. Робота багатьох генів закінчується лише виробництвом РНК (це гени: тРНК, рРНК, мРНК тощо). Трансляція в даному випадку не відбувається, вся інформація, яка записана в цих генах, – інформація про будову молекул РНК. По-друге,

зазвичай біосинтез білка не очікується на етапі трансляції. Після трансляції молекула білка підлягає хімічним змінам, а також відправляється в різні ділянки клітини для виконання своєї функції. Та, нарешті, реалізація генетичної інформації: чи то розмір плям на шкірі ягуара, число пальців людини або довжина щетинок на спині мухи – включає в себе погоджену роботу багатьох білків, сигнальних молекул, міжклітинне впізнавання та різноманітні фізіологічні реакції, які можливі лише за умови узгодженої роботи сотень генів. Вражає, але вже зараз учені в результаті копіткої роботи розкрили таємниці багатьох із цих процесів і можуть не лише їх описувати, але й впливати на них!

Є над чим замислитись...

Будова рибосоми завжди вражала розуми дослідників – це надзвичайно складна структура, яка чудово пристосована для виконання своєї функції. Багато дослідників надавали рибосомі категорію **неспрощеної складності** – машини, яка не може бути отримана шляхом еволюції з більш простої, яка виконує ту ж функцію. Дійсно, за всю природну еволюцію живих організмів не спостерігалось жодних принципових еволюційних змін у структурі та роботі рибосоми. Однак зараз вважається, що рибосома виникла ще на етапі **передбіологічної** еволюції, коли перші живі клітини все ще не сформувались. Вона – вершина еволюції світу РНК, яка дісталася нам ще з найдавніших часів.

Цікавий факт!

У зооспорах нижчих грибів (Відділ Хітридіоміцети (Chytridiomycota), порядок Бластокладієві (Blastocladales) наявна спеціальна структура – ядерний ковпачок. Він утворюється, коли ядерна оболонка висувається в середину цитоплазми, а потім її краї змикаються та утворюють замкнений простір. У ядерному ковпачку містяться рибосоми. Таким чином, трансляція в цих клітинах відбувається не лише в цитоплазмі, а й в уособленому компартменті.

Поради класного вчителя

Вікторія Новикова, учитель біології Харківської загальноосвітньої школи № 75», учитель-методист

Етап актуалізації опорних знань та мотивація навчальної діяльності

Іноді, щоб щось запам'ятати або зрозуміти, достатньо провести аналогію. А чи можливо навести приклади процесів, які відбуваються в нашому суспільстві, аналогічні процесам, які відбуваються в живому організмі? Спробуймо! Будьте уважними!

- Вправа: ознайомтесь із текстом та дайте відповідь на запитання.

Текст. Уявіть себе керівником відділу кадрів нового виробництва з біосинтезу білка в еукаріотичній клітині. Вам треба сформувати штат працівників, які будуть виконувати наступну роботу:

- отримувати інформацію про білок із конструкторського бюро (від ДНК у ядрі) та переносити її на виробництво (до місця синтезу в цитоплазмі);
- працювати на виробництві: бути головними компонентами механізмів (рибосом), на яких відбувається процес синтезу білка;
- транспортувати деталі (амінокислоти) до місця синтезу білка.

Запитання 1 блоку:

1. Назвіть таких працівників (*mРНК, рРНК, tРНК*).
2. Що їх поєднує? (*Вони усі є рибонуклеїновими кислотами, які складаються...*)
3. У чому їхня різниця? (*Вони різняться за кількістю нуклеотидів, структурою, вмістом у клітині...*)

4. Як ви вважаєте, РНК якого типу у клітині найбільше? (рРНК)

5. Спеціаліста якої сучасної професії ви б запросили на посаду, яка пов'язана з аналізом ринку транспортних послуг та організацією доставок товару? (логіст)

Якщо поміркувати, можна провести багато таких аналогій. Спробуйте? (Може бути одним із творчих завдань додому)

Етап постановки мети та завдань уроку.

Скажіть, будь ласка, а чи всі терміни чи назви процесів у тексті вам зрозумілі? Оберіть ті, які викликали у вас ускладнення (Підводимо учнів до назви теми уроку «Біосинтез білка». Формулюємо разом мету та завдання уроку...)

Етап вивчення нової теми.

А чи знаєте ви, що таке біосинтез білка? Тільки не поспішайте говорити «ні». Поміркуймо... Чи знайомі вам слова у словосполученні поодиночі? Пригадаймо матеріал попередніх уроків (діти пригадують, що таке білок, згадують терміни: «фотосинтез» та «хемосинтез»).

Необхідно розділити сполучення на складові. Що отримали (біо, синтез, білок)? Оберіть собі те, яке до вподоби та схарактеризуйте. Гадаю, значення часточки «біо» та термін «білок» не викликає у вас ускладнень. Зупинимось на терміні **синтез**. Яке дієслово ми можемо утворити від слова «синтез» («синтезувати»)? Що воно означає? Із чим асоціюється?

Отже, біосинтез білка – це ...

Зрозуміти сутність процесу нам знову допоможе попередня вправа, тому що основними дійовими особами процесу біосинтезу білка є, як ви думаєте, хто? (учитель підводить учнів до розуміння того, що це рибонуклеїнові кислоти).

Анумо синтезувати білок! Залишилося тільки визначити місце, де відбувається процес, учасників процесу та скласти план дій! За роботу!

Запитання 2 блоку:

Знайдіть у тексті відповідь на запитання:

1. Де в клітині відбувається процес біосинтезу білка? (у цитоплазмі)
2. Хто, на вашу думку, є учасниками процесу біосинтезу білка? (мРНК, тРНК, рибосоми, до складу яких входить рРНК, амінокислоти...)

Спробуємо скласти план дій. Для цього скористаймося підручником.

Доцільно скласти схему.

§ 26. Гени

Основна ідея уроку

Не вся ДНК клітини бере участь у процесі транскрипції. Ділянка ДНК, яка відповідає за синтез молекули РНК, називається **геном**.

Було б непогано згадати...

Основні етапи транскрипції та трансляції.

Ключові моменти для побудови уроку

1. Згадайте з учнями, що для реалізації будь-якої інформації, яка записана в ДНК, вимагається синтез молекули РНК. Розкажіть, що не вся ДНК служить матрицею для синтезу РНК. Транскрипційно-значуща ДНК організована у вигляді дискретних ділянок – генів.