

§ 23. Генетычны код і яго ўласцівасці

Як вы ведаеце, прыметы і ўласцівасці кожнага арганізма вызначаюцца перш за ўсё бялкамі, якія сінтэзуюцца ў яго клетках. Бялкі выконваюць самыя разнастайныя функцыі (успомніце якія) і забяспечваюць тым самым працяканне працэсаў жыццядзейнасці. Можна сказаць, што менавіта ад гэтых біяпалімераў у першую чаргу і залежыць існаванне арганізма. Аднак час функцыянавання бялкоў, як і многіх іншых біямалекул, вельмі абмежаваны. Таму сінтэз бялкоў у арганізме павінен ажыццяўляцца бесперапынна. Гэты працэс працякае ва ўсіх клетках аднаклетачных і мнагаклетачных арганізмаў.

Вам таксама вядома, што захавальнікам спадчыннай (генетычнай) інфармацыі, г. зн. інфармацыі пра першасную структуру бялкоў, з'яўляецца ДНК. Участак малекулы ДНК, які змяшчае інфармацыю пра першасную структуру аднаго бялку, атрымаў назву **ген**. Акрамя таго, генамі называюць участкі ДНК, якія захоўваюць інфармацыю пра будову малекул рРНК і тРНК.

У біясінтэзе бялкоў, які ажыццяўляецца ў рыбасомах, ДНК прамога ўдзелу не прымае. Перадача генетычнай інфармацыі, якая змяшчаецца ў ДНК, да месца сінтэзу бялку адбываецца з дапамогай пасрэдніка. Гэтым пасрэднікам з'яўляецца *матрычная (інфармацыйная) РНК* (мРНК, іРНК), якая сінтэзуецца на адным з ланцугоў малекулы ДНК па прынцыпе камплементарнасці.

У малекулах ДНК і мРНК інфармацыя пра першасную структуру бялкоў «запісана» ў выглядзе паслядоўнасці нуклеатыдаў. Самі ж бялкі сінтэзуюцца з амінакіслот. Значыць, у прыродзе існуе асаблівая сістэма кадзіравання, на аснове якой паслядоўнасць нуклеатыдаў расшыфроўваецца ў выглядзе паслядоўнасці амінакіслот малекул бялкоў. Гэты «шыфр» называецца генетычным кодам. Такім чынам, **генетычны код** — гэта сістэма запісу інфармацыі пра першасную структуру бялкоў у выглядзе паслядоўнасці нуклеатыдаў ДНК (мРНК).

Генетычны код валодае наступнымі ўласцівасцямі.

1. Код з'яўляецца трыплетным. Гэта значыць, што кожная амінакіслата кадзіруецца *трыплетам (кадонам)* — спалучэннем трох паслядоўна размешчаных нуклеатыдаў. У састаў малекул ДНК і РНК уваходзіць па 4 тыпы нуклеатыдаў. Калі б за пэўную амінакіслату «адказваў» адзін нуклеатыд, можна было б закадзіраваць толькі 4 з 20 бялокутваральных амінакіслот. Дублетаў (па два нуклеатыды) хапіла б толькі на $4^2 = 16$ амінакіслот. Колькасць магчымых трыплетаў (спалучэнняў трох нуклеатыдаў)

складае $4^3 = 64$. Гэтага з лішкам хапае для кадзіравання ўсіх 20 відаў амінакіслот (табл. 14).

Табліца 14. Генетычны код, паказаны нуклеатыды мРНК (іРНК)
(першы нуклеатыд трыплета бяруць з левага вертыкальнага рада,
другі — з гарызантальнага рада, трэці — з правага вертыкальнага)

Першы нуклеатыд	Другі нуклеатыд				Трэці нуклеатыд
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тыр	Цыс	У
	Фен	Сер	Тыр	Цыс	Ц
	Лей	Сер	Стоп	Стоп	А
	Лей	Сер	Стоп	Трп	Г
Ц	Лей	Пра	Гіс	Арг	У
	Лей	Пра	Гіс	Арг	Ц
	Лей	Пра	Глн	Арг	А
	Лей	Пра	Глн	Арг	Г
А	Іле	Трэ	Асн	Сер	У
	Іле	Трэ	Асн	Сер	Ц
	Іле	Трэ	Ліз	Арг	А
	Мет	Трэ	Ліз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Глі	У
	Вал	Ала	Асп	Глі	Ц
	Вал	Ала	Глу	Глі	А
	Вал	Ала	Глу	Глі	Г

Звярніце ўвагу, што 3 з 64 кадонаў (у малекулах мРНК — УАА, УАГ і УГА) не кадзіруюць амінакіслоты. Гэта так званыя *стоп-кадоны*, яны служаць сігналам заканчэння сінтэзу бялку.

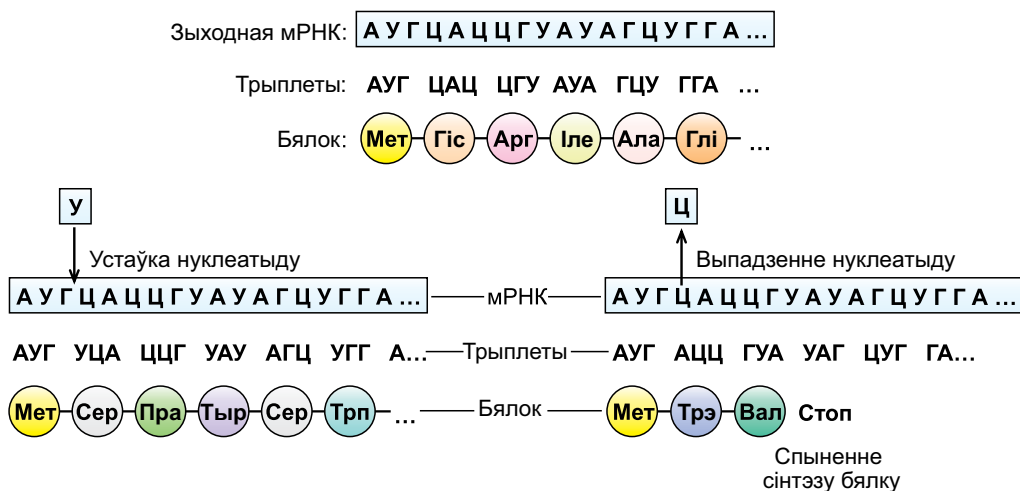
2. Код адназначны — кожны трыплет кадзіруе толькі адну амінакіслату.

3. Як ужо адзначалася, лік трыплетаў перавышае колькасць амінакіслот, якія кадзіруюцца. Таму генетычны код з'яўляецца **лішкавым (выраджаным)** — адна і тая ж амінакіслата можа кадзіравацца рознымі трыплетамі. Напрыклад, у мРНК цыстэін (Цыс) можа быць закадзіраваны трыплетам УГУ ці УГЦ, трэанін (Трэ) — АЦУ, АЦЦ, АЦА ці АЦГ. Некаторыя амінакіслоты, напрыклад лейцын (Лей), кадзіруюцца шасцю рознымі трыплетамі, у той жа час метыянін (Мет) і трыптафану (Трп) адпавядае толькі па адным кадоне (праверце па табліцы генетычнага кода).

4. Код не перакрываецца — адзін і той жа нуклеатыд не можа адначасова ўваходзіць у састаў двух суседніх трыплетаў.

5. Код бесперапынны. У полінуклеатыдным ланцугу нуклеатыды размяшчаюцца бесперапынна і суседнія трыплеты нічым не аддзелены адзін ад аднаго. Гэта значыць, што фактычна дзяленне на трыплеты ўмоўнае — усё залежыць ад таго, з якога менавіта нуклеатыду пачынаецца іх счытванне. Таму ў клетках счытванне інфармацыі, якая змяшчаецца ў генах, заўсёды пачынаецца са строга вызначанага нуклеатыду.

Калі ў саставе гена адбываецца змяненне колькасці нуклеатаў (іх выпадзенне ці ўстаўка) на лік, не кратны тром, назіраецца так званы *зрух рамкі счытвання* (мал. 60). Гэта прыводзіць да істотнага змянення паслядоўнасці амінакіслот у бялку, які кадыруецца змененым генам. У некаторых выпадках зрух рамкі счытвання прыводзіць да ўзнікнення стоп-кадонаў, з прычыны чаго сінтэз бялку абрываецца.



Мал. 60. Зрух рамкі счытвання і яго наступствы

Як ужо адзначалася, правільнае счытванне генетычнай інфармацыі забяспечваецца толькі тады, калі яно пачынаецца са строга вызначанай пазіцыі. У эўкарыёт *стартавым кадонам* малекулы мРНК з'яўляецца трыплет АУГ. Менавіта з яго і пачынаецца счытванне.

6. Код універсальны — ва ўсіх жывых арганізмаў адным і тым жа трыплетам адпавядаюць адны і тыя ж амінакіслоты. Іншымі словамі, ва ўсіх арганізмаў генетычны код расшыфроўваецца аднолькава (за рэдкім выключэннем). Гэта сведчыць пра адзінства паходжання жывых арганізмаў.



Участак малекулы ДНК, які змяшчае інфармацыю пра першасную структуру пэўнага бялку, рРНК ці тРНК, называецца генам. Перадача спадчыннай інфармацыі, якая змяшчаецца ў ДНК, да рыбасом, дзе адбываецца сінтэз бялкоў, ажыццяўляецца з дапамогай пасрэдніка — мРНК. Генетычны код — гэта сістэма запісу інфармацыі пра першасную структуру бялкоў у выглядзе паслядоўнасці нуклеатыдаў ДНК (мРНК). Асноўныя ўласцівасці генетычнага кода: трыплетнасць, адназначнасць, лішкавасць (выраджанасць), неперакрывальнасць, бесперапыннасць і ўніверсальнасць.



1. Што такое ген? Што ўяўляе сабой генетычны код?
2. Ахарактарызуеце ўласцівасці генетычнага кода.
3. Што ўяўляюць сабой стоп-кадоны? Якую ролю адыгрывае стартавы кадон АУГ?
4. Чаму амінакіслата кадзіруецца не адным і не двума, а трыма паслядоўна размешчанымі нуклеатыдамі?
- 5*. Малекула мРНК пачынаецца з наступнай паслядоўнасці нуклеатыдаў: АУГГУАЦЦУУГГЦАЦ... З якой паслядоўнасці амінакіслотных астаткаў пачынаецца бялок, закадзіраваны гэтай мРНК? Для адказу выкарыстайце табліцу генетычнага кода (гл. табл. 14).
- 6*. Як вы думаеце, якое біялагічнае значэнне мае ўласцівасць выраджанасці генетычнага кода?
- 7*. Дзеянне некаторых фактараў (рэнтгенаўскіх прамяняў, ультрафіялетавага выпраменьвання, пэўных хімічных рэчываў і інш.) ці памылкі, якія часам узнікаюць пры рэплікацыі, могуць прыводзіць да змянення паслядоўнасці нуклеатыдаў ДНК. Пры гэтым можа адбывацца ўстаўка ці выпадзенне нуклеатыдаў або замена адных нуклеатыдаў на другія. Як вы лічыце, якія змяненні часцей прыводзяць да парушэння нармальнага функцыянавання клетак (і нават да іх гібелі) — устаўкі і выпадзення або замены нуклеатыдаў ДНК? Абгрунтуйце адказ.

§ 24. Рэалізацыя спадчыннай інфармацыі

Вам вядома, што інфармацыя пра першасную структуру бялкоў, якая захоўваецца ў малекулах ДНК, з дапамогай пасрэдніка — мРНК — перадаецца да рыбасом. У гэтых арганоідах і адбываецца сінтэз бялкоў. Такім чынам, рэалізацыя спадчыннай інфармацыі ў клетцы ажыццяўляецца ў два этапы. Спачатку інфармацыя пра структуру бялку капіруецца з ДНК на мРНК (*транскрыпцыя*), а затым рэалізуецца на рыбасоме ў выглядзе канчатковага прадукта — бялка (*трансляцыя*). Гэта можна паказаць у выглядзе схемы:

