



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.

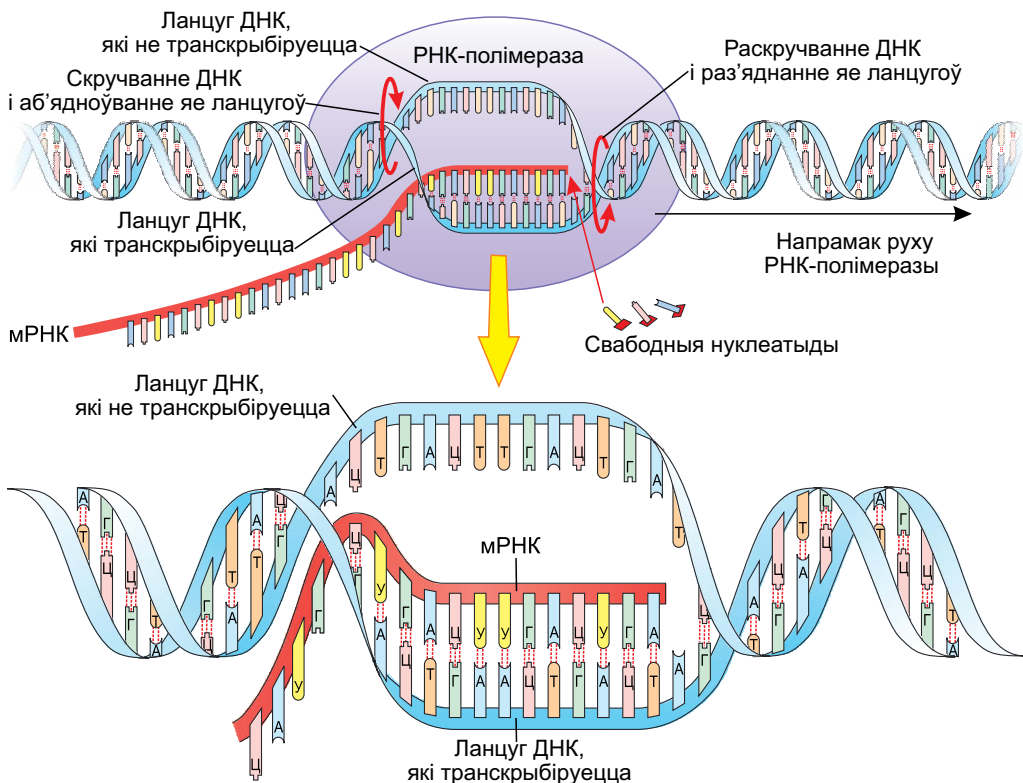
§ 24. Рэалізацыя спадчыннай інфармацыі

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:



Транскрыпцыя. Матрыцай для сінтэзу малекулы мРНК служыць пэўны ўчастак аднаго з ланцугоў малекулы ДНК. Паводле прынцыпу камплементарнасці парадак нуклеатыдаў у мРНК, якая ўтвараецца, строга вызначаны парадкам нуклеатыдаў у ланцугу ДНК. Па такім жа прынцыпе ў клетках сінтэзуюцца і іншыя віды РНК. Сінтэз РНК з выкарыстаннем ДНК у якасці матрыцы называецца **транскрыпцыяй**. Ланцуг малекулы ДНК, якая падчас транскрыпцыі з'яўляецца матрыцай, называецца ланцугом, які транскрыбіруецца (у адрозненне ад другога ланцуга, які не транскрыбіруецца).

Транскрыпцыя ажыццяўляецца з дапамогай ферменту *РНК-полімеразы*. Кожны ўчастак малекулы ДНК, на якім можа адбывацца транскрыпцыя, мае так званы *праматар*. Гэта асаблівая паслядоўнасць нуклеатыдаў, да якой далучаецца РНК-полімераза. Пасля далучэння ферменту адбываецца лакальнае раскручванне двайной спіралі ДНК, і яе камплементарныя ланцугі на гэтым участку аддзяляюцца адзін ад аднаго (мал. 61).



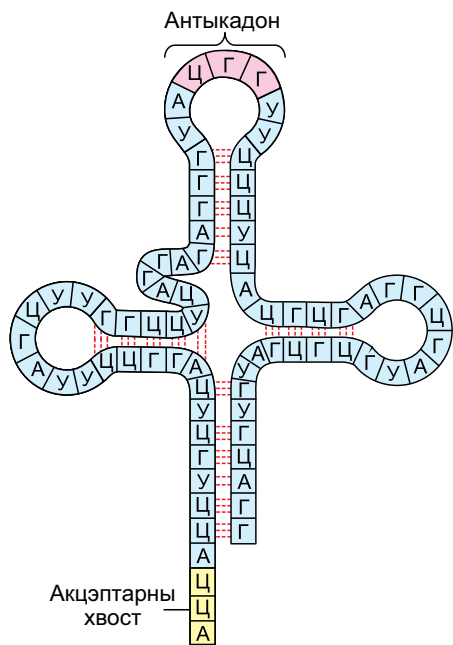
Мал. 61. Схема працэсу транскрыпцыі

Далей РНК-полімераза пачынае рух уздоўж малекулы ДНК. Фермент выкарыстоўвае ланцуг, які транскрыбіруецца, у якасці матрыцы для сінтэзу РНК з нуклеатыдаў. Малекула РНК, якая пры гэтым утвараецца, камплементарная ўчастку ДНК, які транскрыбіруецца. Напрыклад, калі ўчастак ланцуга ДНК, які транскрыбіруецца, змяшчае паслядоўнасць нуклеатыдаў ТАЦАГЦ, то ў адпаведным яму фрагменце малекулы РНК парадак нуклеатыдаў будзе такім: АУГУЦГ (успомніце, што ў састаў нуклеатыдаў РНК замест тыміну ўваходзіць урацыл). Так у ходзе транскрыпцыі генетычная інфармацыя «перапісваецца» з ДНК на РНК.

Участак малекулы ДНК, на якім ажыццяўляецца транскрыпцыя, заканчваецца *тэрмінатарам*. Гэта нуклеатыдная паслядоўнасць, дасягнуўшы якой РНК-полімераза завяршае транскрыпцыю. Яна аддзяляецца ад малекулы ДНК і вызваляе сінтэзаваную РНК.

У клетцы працэс транскрыпцыі можа адначасова працякаць як на розных малекулах ДНК (храмасомах), так і на розных участках адной і той жа малекулы.

Трансляцыя. Працэс сінтэзу бялку з амінакіслот, які ажыццяўляецца ў рыбасомах, называецца **трансляцыяй**.

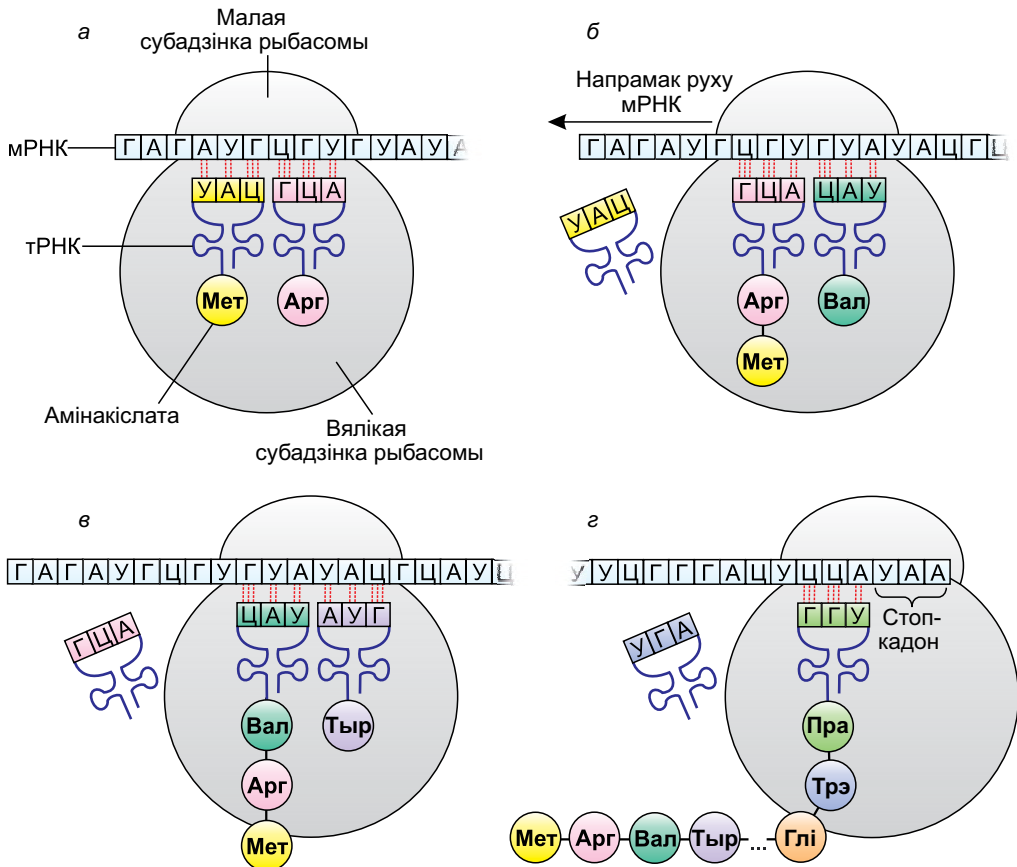


Мал. 62. Будова тРНК

Дастаўка амінакіслот да рыбасом ажыццяўляецца з дапамогай *транспартных РНК*. Як вы ведаеце, для малекул тРНК характэрна форма, якая нагадвае ліст канюшыны (мал. 62). Адзін з канцоў ланцуга тРНК — акцэптарны хвост служыць для далучэння амінакіслот. У процілеглай частцы малекулы тРНК ёсць асаблівы трыплет — *антыкадон*. Паслядоўнасць нуклеатыдаў у саставе антыкадона вызначае, з якім менавіта кадонам мРНК будзе камплементарна злучацца тая ці іншая тРНК і якую амінакіслату яна будзе пераносіць. Напрыклад, тРНК, якая мае антыкадон УАЦ, можа звязацца па прынцыпе камплементарнасці толькі з трыплетам мРНК АУГ. Паколькі гэты трыплет кадзіруе метыянін (Мет), дадзеная тРНК служыць для транспарту менавіта гэтай амінакіслоты.

Працэс трансляцыі ажыццяўляецца наступным чынам. Спачатку мРНК злучаецца з малой субадзінкай рыбасомы ў вобласці стартавага трыплета АУГ. Гэты трыплет кадзіруе амінакіслату метыянін. Далей са стартавым кадонам з дапамогай свайго антыкадона камплементарна звязваецца тРНК, якая нясе метыянін. Паколькі сінтэз бялку пачынаецца з кадона АУГ, практычна ўсе бялкі, якія ўтвараюцца ў ходзе трансляцыі (за рэдкім выключэннем), пачынаюцца з астатку метыяніну. Пазней у большасці бялкоў адбываецца адшчапленне гэтага астатку.

Пасля звязвання першай тРНК да ўтворанага комплексу далучаецца вялікая субадзінка рыбасомы. Затым у рыбасому паступае другая тРНК з амінакіслатай. Калі антыкадон гэтай тРНК камплементарны другому кадону мРНК, яна звязваецца з дадзеным трыплетам (мал. 63, а).



Мал. 63. Схema працэсу трансляцыі

Далей паміж дзвюма амінакіслотамі, дастаўленымі ў рыбасому малекуламі тРНК, утвараецца пептыдная сувязь.

Першая тРНК (метыянінавая) вызваляецца ад амінакіслаты. Затым мРНК зрушваецца на адзін трыплет. Разам з мРНК зрушваюцца і звязаныя з ёй тРНК. Пры гэтым першая тРНК аддзяляецца ад малекулы мРНК і пакідае рыбасому, а другая тРНК, злучаная з дыпептыдам, займае месца першай (мал. 63, б). Далей у рыбасому паступае наступная тРНК з амінакіслотой. У выніку ўтвораны раней дыпептыд злучаецца з трэцяй амінакіслотой. Пасля гэтага мРНК зрушваецца яшчэ на адзін трыплет. Другая тРНК пакідае рыбасому, на яе месца становіцца трэцяя. У рыбасому паступае чарговая тРНК з амінакіслотой (мал. 63, в), і апісаныя вышэй працэсы паўтараюцца. Так адбываецца нарошчванне поліпептыднага ланцуга.

Біясінтэз бялку працягваецца да таго часу, пакуль у рыбасому не трапіць адзін са стоп-кадонаў — УАА, УАГ ці УГА (мал. 63, г). У клетках не існуюць тРНК, антыкадоны якіх адпавядалі б гэтым кадонам. Таму працэс трансляцыі спыняецца, і субадзінкі рыбасомы аддзяляюцца адна ад адной.



Сінтэз бялкоў у клетках ажыццяўляецца хутка, пры ўдзеле асаблівых ферментаў, з затратамі энергіі АТФ і ГТФ (макраэргічнага злучэння, падобнага па структуры да АТФ). Вызначана, што за 1 мін у рыбасоме ўтвараецца прыблізна 5—6 тыс. пептыдных сувязей. Такім чынам, час сінтэзу невялікіх бялковых малекул састаўляе некалькі секунд, а на ўтварэнне буйных, якія змяшчаюць па некалькі тысяч амінакіслотных астаткаў, патрабуецца каля мінуты.

У арганізме чалавека масай 70 кг змяшчаецца прыкладна 10 кг бялкоў. Пры гэтым штодня каля 300—400 г бялкоў, якія ўваходзяць у састаў клетак і тканак, расщапляецца да амінакіслот і прыблізна такая ж колькасць амінакіслот уключаецца ў толькі што сінтэзаваныя бялковыя малекулы. Гэта значыць, што ўсе бялкі арганізма абнаўляюцца ў сярэднім за 30 дзён.

Па меры прасоўвання мРНК праз рыбасому з яе вызваленым канцом можа звязвацца наступная рыбасома. Дзякуючы гэтаму на адной малекуле мРНК могуць адначасова знаходзіцца некалькі рыбасом, якія сінтэзуюць з невялікай разбежкай у часе ідэнтычныя малекулы бялку. Такія комплексы рыбасом, звязаных адной малекулай мРНК, называюцца *палісомамі*.

Такім чынам, генетычная інфармацыя, якая змяшчаецца ў ДНК, у выніку працэсаў транскрыпцыі і трансляцыі рэалізуецца ў выглядзе малекул бялкоў. Сінтэз бялку забяспечваецца ўзаемадзеяннем розных відаў РНК. Рыбасомныя РНК з'яўляюцца галоўным структурным кампанентам

там рыбасом. Матрычная РНК — гэта носьбіт інфармацыі пра першасную структуру бялку. Транспартныя РНК дастаўляюць у рыбасому амінакіслоты.

Біясінтэз РНК (транскрыпцыя) і біясінтэз бялку (трансляцыя) ажыццяўляюцца з выкарыстаннем матрыц — ДНК і мРНК адпаведна. Таму, гэтак жа як і *рэплікацыя*, працэсы *транскрыпцыі* і *трансляцыі* з'яўляюцца **рэакцыямі матрычнага сінтэзу**.



§24-1



Рэалізацыя спадчыннай інфармацыі ў клетцы ўключае два этапы: транскрыпцыю і трансляцыю. Транскрыпцыя — гэта біясінтэз РНК на матрыцы ДНК. Гэты працэс адбываецца з удзелам РНК-полімеразы, якая ў якасці матрыцы для сінтэзу малекулы РНК выкарыстоўвае пэўны ўчастак ланцуга ДНК, што транскрыбіруецца. Трансляцыя — гэта біясінтэз бялку з амінакіслот, які адбываецца ў рыбасомах. У ходзе трансляцыі матрыцай служыць мРНК. Правільнае ўключэнне амінакіслот у састаў бялку забяспечваецца камплементарным звязваннем кадонаў мРНК з антыкадонамі тРНК. Транскрыпцыя і трансляцыя, гэтак жа як і рэплікацыя, з'яўляюцца рэакцыямі матрычнага сінтэзу.



1. Якія працэсы належаць да рэакцый матрычнага сінтэзу?

Брадэжэнне, трансляцыя, транскрыпцыя, фотасінтэз, рэплікацыя.

2. Што такое транскрыпцыя? Як працякае гэты працэс?

3. Які працэс называецца трансляцыяй? Ахарактарызуйце асноўныя этапы трансляцыі.

4. Чаму пры трансляцыі ў састаў бялку ўключаюцца не любыя амінакіслоты ў выпадковым парадку, а толькі тыя, якія закадзіраваны трыплетамі мРНК, прычым у строгай адпаведнасці з паслядоўнасцю гэтых трыплетаў? Як вы думаеце, колькі відаў тРНК удзельнічае ў сінтэзе бялкоў у клетцы?

5. Рэакцыі матрычнага сінтэзу трэба адносіць да працэсаў асіміляцыі або дысіміляцыі? Чаму?

6*. З дапамогай табліцы генетычнага кода (гл. табл. 14) вызначыце, якую амінакіслату транспартуе тРНК, паказаная на малюнку 62.

7*. Участак ланцуга ДНК, які транскрыбіруецца, мае наступны парадак нуклеатыдаў: ТАЦТГГАЦАТАТТАЦААГАЦТ. Устанавіце паслядоўнасць амінакіслотных астаткаў пептыду, закадзіраванага гэтым участкам. Для рашэння выкарыстайце табліцу 14.

8. Вызначана, што ў малекуле мРНК адэнілавая нуклеатыды складаюць 14 % ад агульнай колькасці нуклеатыдаў, цытыдзілавая — 30 %, урыдзілавая — 34 %, гуанілавая — 22 %. Вызначыце працэнтныя суадносіны нуклеатыдаў у саставе двухланцуговага ўчастка малекулы ДНК, адзін з ланцугоў якога з'яўляўся матрыцай для сінтэзу дадзенай мРНК.

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Абмен рэчываў у арганізме прадстаўлены ўзаемазвязанымі рэакцыямі катабалізму і анабалізму, якія працякаюць адначасова.

Працэсы катабалізму (клетачнае дыханне і браджэнне) уяўляюць сабой расшчапленне складаных арганічных злучэнняў да простых рэчываў. Энергія, якая пры гэтым вылучаецца, выкарыстоўваецца для сінтэзу АТФ. Расшчапленне адной малекулы глюкозы ў ходзе клетачнага дыхання суправаджаецца сінтэзам 38 малекул АТФ, а ў працэсе браджэння — толькі 2 малекул АТФ. Гэта звязана з тым, што пры браджэнні, у адрозненне ад клетачнага дыхання, не адбываецца поўнага акіслення глюкозы да CO_2 і H_2O .

Працэсы анабалізму (фотасінтэз, транскрыпцыя, трансляцыя і інш.) суправаджаюцца сінтэзам складаных злучэнняў з параўнальна простых рэчываў і працякаюць з паглыннаннем энергіі. У выніку фотасінтэзу з CO_2 і H_2O утвараюцца арганічныя рэчывы. Гэты працэс адбываецца з паглыннаннем светлавой энергіі пры ўдзеле фотасінтэтычных пігментаў. Ад фотасінтэзу прама ці ўскосна залежыць усё жывое на Зямлі.

Танскрыпцыя і трансляцыя — этапы рэалізацыі спадчынай інфармацыі, якая захоўваецца ў ДНК. У ходзе транскрыпцыі на матрыцы ДНК утвараюцца розныя віды РНК. Трансляцыя ўяўляе сабой сінтэз бялкоў у рыбасомах, ролю матрыцы ў гэтым працэсе адыгрывае мРНК. Сістэма запісу інфармацыі пра першасную структуру бялкоў у выглядзе паслядоўнасці нуклеатыдаў ДНК (мРНК) называецца генетычным кодам.