

DNS szerepei:

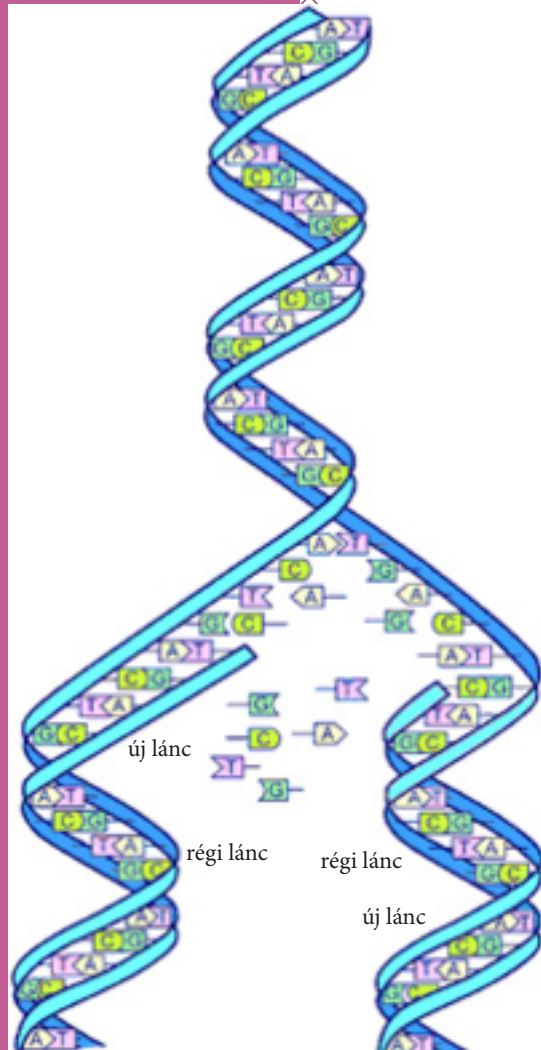
- * autokatalitikus
- * heterokatalitikus

szemikonzervatív
modell

A DNS szerepei

1. A DNS autokatalitikus szerepe (replikáció)

A genetikai anyag autokatalitikus jellegét tulajdonképpen a DNS replikációja jelenti. A *replikáció* vagy *reduplikáció* nem más mint a genetikai anyag sejtosztódás előtti megduplázódása. Watson és Crick kidolgozták a DNS replikációs modelljét a **szemikonzervatív modell** alapján. Elméletileg másik két replikációs modell is létezik, a konzervatív és a diszperzív. A szemikonzervatív modell (14. ábra.) kimondja, hogy a kettős polinukleotid DNS lánc között a hidrogénhidak felszakadnak, és két egyszálas ú.n. régi lánc lesz melyek mellé komplementárisan a citoplazma szabad nukleotidjai kapcsolódnak, létrehozva egy-egy új láncot. A régi láncok matricaként (minta) szolgálnak melyek tulajdonképpen magukban hordozzák a komplementer láncok nukleotid sorrendjének létrehozásához szükséges információkat. Így létrejön két darab kettős hélixű DNS melyekben egyik polinukleotid lánc a régi molekulától származik, másik pedig újonnan szintetizált. Tehát a létrejött két leánysejt genetikai szempontból, az anyasejt hiteles másolatai lesznek.



14. ábra. A DNS replikációja

replikon

Replikációban
résztevő enzimek:

- * DNS-helikáz
- * DNS-polimeráz
- * DNS-ligáz

vezérfonal (leading
stand) 5' - 3'

késlekedő fonal
(lagging stand)
3' - 5'

Az eukariótáknál a DNS replikációja, a DNS kettős spirál különböző pontjaiban egyidőben kezdődik el. Ezeket a pontokat replikációs szemeknek vagy **replikonoknak** nevezzük. Egy replikon a DNS szál 30 000-300 000 nukleotidpárjából áll, melyekben elkezdődik a replikáció két különböző irányban. A bakteriális vagy a vírus genom csak egyetlen replikont tartalmaz, míg az eukarióta sejtek több replikont tartalmaznak.

A replikációban több enzim is részt vesz és a replikációs villa (replikációs hurok) szintjén indul meg.

a. DNS-helikáz - felszakítja a hidrogénhidakat, miközben felnyílik a duplahélix.

b. DNS-polimeráz - az új nukleotidok szintézisének helyére vándorolva, hidrogénhid kötésekkel létesít. Meghatározza az új nukleotidok sorrendjét, úgy, hogy a régi lánc (eredeti lánc) tökéletes komplementerítésében helyezkedjenek el. Az

új lánc növekedési iránya 5' - 3', ezt **vezérfonálnak (leading stand)** nevezzük. A második polipeptidlánc fordított irányban növekszik, vagyis 3' - 5' és szaggatottan szintetizálódik. Ez utóbbi új láncot **késlekedő fonálnak (lagging stand)** nevezzük. A késlekedő lánc szaggatott szintetizálódása során keletkeznek az ú.n. **Okazaki-szakaszok** (fragmentek vagy töredékek).

c. DNS-ligáz - az Okazaki-szakaszok összekapcsolódását végzi.

2. A DNS heterokatalitikus szerepe

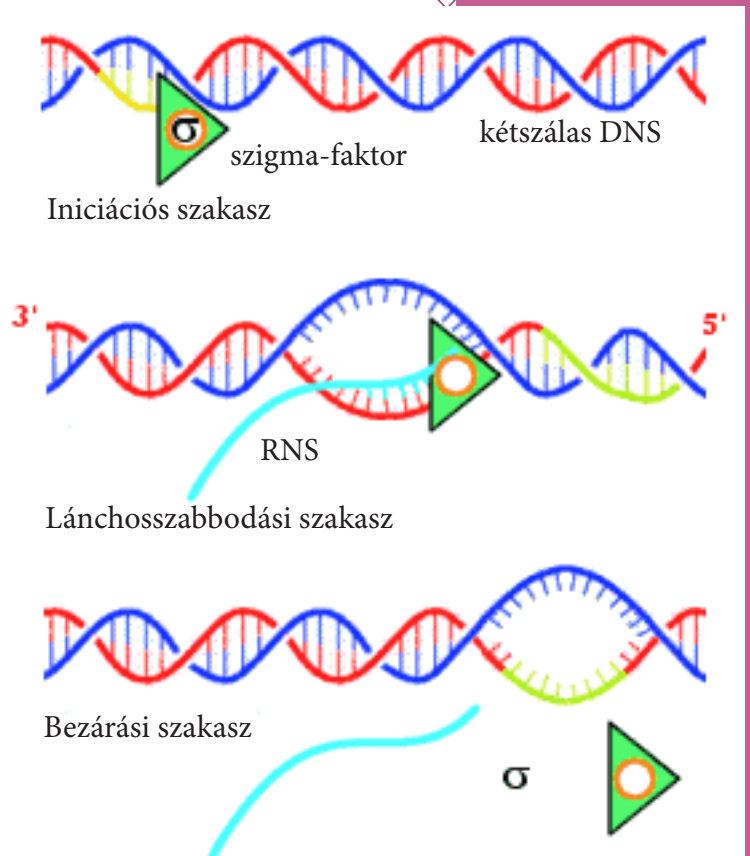
Létezik egy **központi dogma** (centrális dogma) amely kimondja, hogyan íródik át a genetikai információ a polipeptidlánc aminosav sorrendjének megfelelően fehérjeszintéziskor. A DNS heterokatalitikus jellege ezzel a központi dogmával magyarázható. Ez a központi dogma elve alól kivételt képeznek a retrovírusok melyek genetikai anyagát nem a DNS hanem az RNS képezi. A retrovírusoknál a **reverztranszkriptáz** enzim segítségével az RNS-ből a genetikai információ átalakul DNS-é és fordítva. Ez a DNS beépülhet a gazdasejt DNS-ében pl. HIV- vírusa.



A központi dogma értelmében leíródik a genetikai információ vándorlása a sejtben. Ez két szakaszban valósul meg. Az első szakaszban a DNS genetikai információja átíródik egy neki megfelelő nukleotid sorrendben RNS-é. Amikor mRNS szintetizálódik ezt **transzkripciónak** (15. ábra.)nevezzük. A második szakaszban történik a **transzláció vagy lefordítás** amikor a mRNS-ből az információ átíródik egy neki megfelelő nukleotid sorrendnek a genetikai kód segítségével, megtörténve a fehérjeszintézis.

A DNS heterokatalitikus szerepe tehát a genetikai anyag dekodifikálódását jelenti és két részből áll:

- a. transzkripció
- b. transzláció



15. ábra. A transzkripció ábrázolás

Transzkripció (átírás) – a DNS-ben foglalt információk lemásolódnak a mRNS által. a DNS-molekula egyik láncáról az információ átírása a mRNS-re az RNS-polimeráz enzim segítségével valósul meg. A prokariótáknál a mRNS több egymás melletti **gén (operon)** információját másolja le. Ezért a sejt szükségleteitől eltérően, több fehérje szintetizálódik és megkezdődik a polipeptidláncok szintézise is. Az eukariótáknál a mRNS rendszerint egyetlen gént másol le, kiküszöböli az információt nem tartalmazó szakaszokat, majd kivándorol a citoplazmában és megtörténik a fehérjeszintézis. A transzkripció az eukarióta és prokarióta sejteknek kissé különbözik abban, hogy az eukariótáknál három különböző RNS-polimeráz enzim létezik és a sejtmagban zajlik, míg a prokariótáknál csak egy RNS-polimeráz típus és a citoplazmában zajlik. Az **RNS-polimeráz** enzim (holoenzim) szakítja fel a hidrogénhidakat és társítja az mRNS megfelelő ribonukleotidjait a DNS nitrogénbázisaival. Rendszerint három folyamatból áll a transzkripció:

* **iniciációs szakasz** - az RNS-polimeráz felismeri egy gén kezdeti szakaszát és meghatározza, hogy honnan kezdődjön az mRNS szintézise. A gén kezdeti szakaszát **promoternek** nevezük. Az RNS-polimeráz enzim egy szigma-faktor segítségével stabilizálódik a lemásolandó lánchoz. A replikációhoz hasonlóan képződik egy hurok, majd komplementer módon ribonukleotidok kapcsolódnak a DNS e láncahoz. Az a lánca amely lemásolódik késleltetett lánccnak nevezük, míg azt amelyik, nem másolódik le, vezető lánccnak nevezük.

* **lánchosszabbodási (elongációs) szakasz** - az mRNS növekedik 5' - 3' irányban. Csak egy lánca szintetizálódik és nincsenek Okazaki-szakaszok mind a replikációban (megkettződés).

* **bezárási szakasz** - a prokariótáknál a transzkripció addig tart amíg fel nem tűnik egy lezáró szekvencia a DNS-lánccban. Ekkor az RNS-polimeráz leválik és az mRNS is felszabadul. Az eukariótáknál az RNS polimeráz tovább működik, miközben a szintetizált mRNS levált valamely jel értékű molekulák hatására.

központi (centrális) dogma

reverztranszkriptáz

transzkripció
transzláció

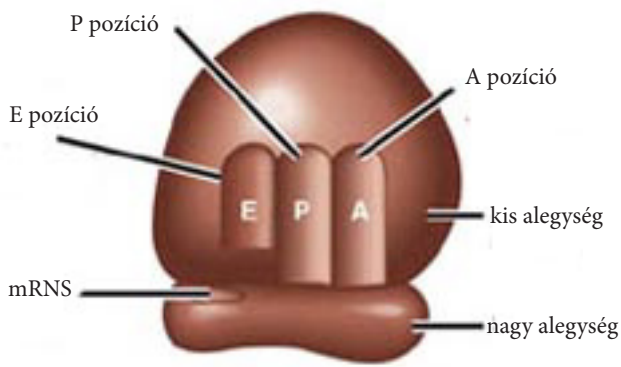
operon

RNS-polimeráz

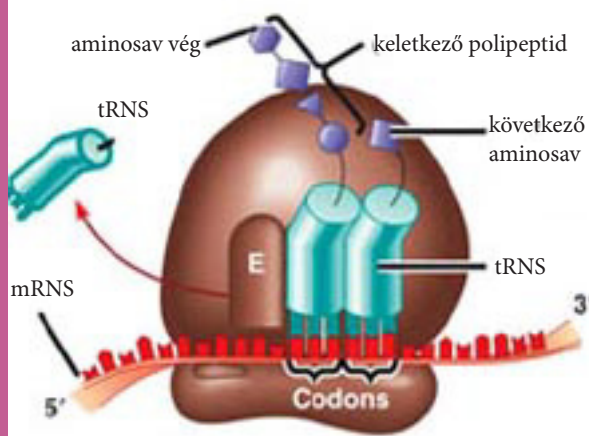
promoter

Transzkripció 3 szakasza:

- * iniciációs
- * elongációs
- * bezárási



A riboszóma szerkezete és szerepe a transzlációban



16. ábra. A riboszóma

H. Temin

poliriboszóma
(poliszóma)

aminoacil-szintetáz

A transzláció szakaszai:

- kezdeti szakasz
- elongációs szakasz
- bezáró szakasz

peptid-polimeráz

Transzláció (átültetés vagy lefordítás) – bonyolult folyamatok melyek során a mRNS-ből az információ de-kodifikálódik és polipeptidláncok keletkeznek.

H. Temin, amerikai genetikus felfedezte, a ribovírusokban, melyek genetikai anyagát az RNS képviseli, a gazdaséjtben képesek egy olyan DNS-molekulát szintetizálni maguknak, mely segítségével újraképződhetnek. A transzláció során a mRNS nukleotid sorrendje a fehérjemolekula aminosav sorrendjévé alakul át. A transzláció során a rRNS-e összekapcsolódik az átírt mRNS-el és **poliriboszómák (poliszómák)** alakulnak ki. A riboszómák az mRNS mentén elmozdulnak úgy, hogy lépésenként egy kodon távolságot tesznek meg és minden lépés után egy aminosav szintetizálódik. Ha a riboszómák egy STOP kodonnal találkoznak, megállnak a vándorlásukban és leválnak az mRNS-ről.

A riboszómák szerkezete (16. ábra)

- 1/3 részük fehérje és 2/3 rész rRNS-molekula.
- szerepük: az mRNS és tRNS összekapcsolása, mely által az aminosavak a fehérjeszintézis helyére vándorolnak.
- részei: kis- és nagy alegység.
- három tRNS kötőhelyet tartalmaznak:
 - * **P pozíció** - a keletkező polipeptidláncot tartja
 - * **A pozíció** - a következő aminosavakat szolgáltatja
 - * **E pozíció** - a leváló tRNS helye

A transzláció (18. ábra.) három szakaszban zajlik:

a. Kezdeti szakasz - a riboszóma kis alegységéhez kötődik az mRNS. Az mRNS mentén elkezdődik a riboszómák vándorlása és ha START (AUG) kodonnal találkoznak, az aminosavak a tRNS-hez kötődnek. Az aminosavak (AS) kapcsolódása a tRNS-hez, az aminoacil-szintetáz segítségével. A szükséges energiát ehhez a folyamathoz az ATP (adenozin-trifoszfát) szolgáltatja.



Ebben a szakaszban, kialakul a tRNS-aminosav (a fenti reakcióegyenletek alapján).

b. Láncosszabbdási vagy elongációs szakasz - új aminosavak kapcsolódását jelenti három lépésben:

1. a kodon felismerése - az új tRNS-AS2, az antikodonon keresztül kapcsolódik az mRNS-hez.
2. a polipeptidláncok keletkezése - az új aminosav aminocsoportja kapcsolódik az előzőleg kialakult polipeptidlánc karboxil terminális végéhez.
3. transzkódolás - a tRNS és a hozzá kapcsolt polipeptidlánc áthelyeződik a riboszómában.

c. Bezáró szakasz - amikor a riboszóma a STOP kodonnal találkozik, a polipeptidlánc végéhez egy vízmolekula kötődik (AS helyett), és így a polipeptidlánc, tRNS és mRNS leválik. A következő reakcióegyenlettel lehetne sematikusán ábrázolni:



A fehérjék szintézise

A fehérjeszintézise nem más mint a genetikai anyag heterokatalitikus jellege. A fehérjék az élő szervezetek sejtjeinek a nélkülözhetetlen szerkezeti elemei. A sejtek száraz anyagának, felét teszik ki. Szerepüket tekintve egyes fehérjék szerkezeti elem szerepét töltik be (pl. kollagén), mások pedig az anyagcserefolyamatokat katalizálják mint enzimek.

A fehérjeszintézis és a sejtben található nukleinsavak közötti kapcsolatot legelőször az *Acetabularia mediterranea* (17. ábra.) nevű egysejtű moszatnál mutatták ki. A kísérlet során eltávolították a moszat sejtmagját, de a fehérjék bioszintézise lelassulva, de tovább tartott, majd 20 nap múlva teljesen leállt. Ha a moszat sejtjében új sejtmagot vittek be, a fehérjék bioszintézise és a moszat teljes élettevékenysége helyre állt.

A genetikai információ a fehérjeszintézis során a DNS-ről áramlik a következőképpen:

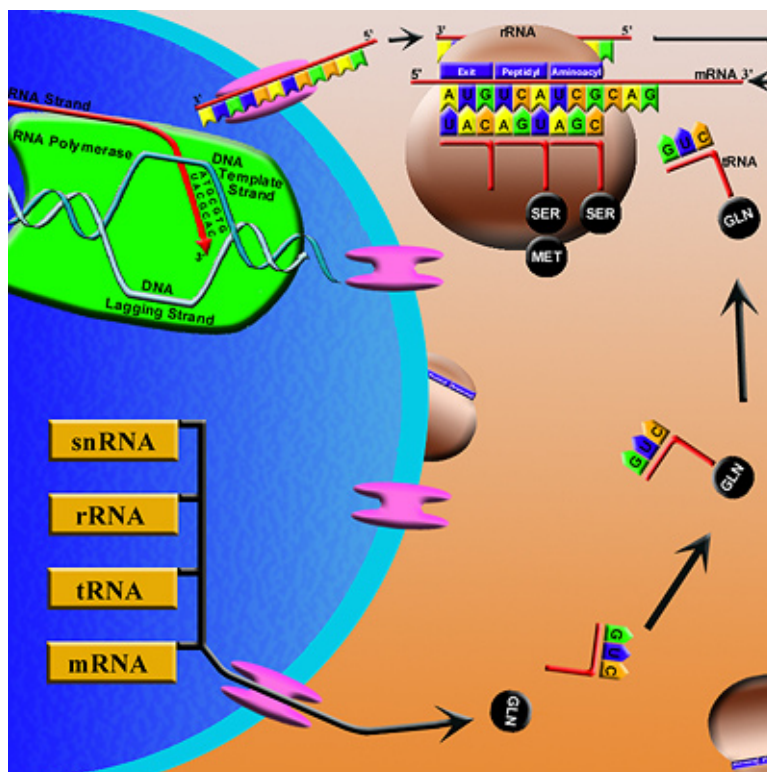


Maga a fehérje szintézis magában foglalja: az átírást (transzkripciót) és az átültetést (transzlációt). A fehérjék szintézisében nélkülözhetetlen a mRNS, tRNS és a rRNS.



17. ábra. *Acetabularia mediterranea*

Acetabularia mediterranea



18. ábra. A transzláció sematikus ábrája



Gyakorlatok

1. A transzkripció a fehérjeszintézis egyik szakasza.
 - a) Említs meg két RNS típust, amelyek részt vesznek a fehérjeszintézisben!
 - b) Sorold fel a fehérjék által a sejtben betöltött legalább két funkciót!
 - c) Határozd meg a transzkripciót és a transzlációt, írd le röviden a szakaszaikat!