



ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль

F.CS213 Биоалгоритм

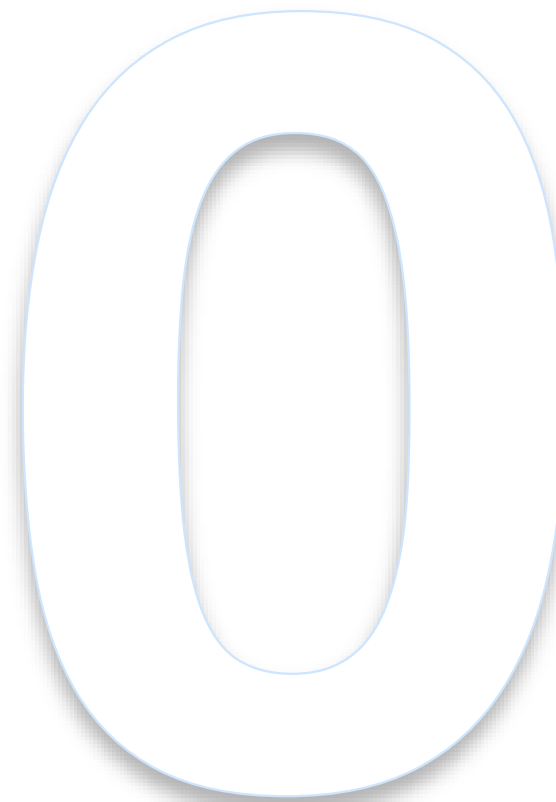
Cellular and Molecular Biology

Эсэн болон Молекул биологи

Лекц 2

Багш Ганбаатарын ГАНБАТ. Өрөө #304, ganbatg@must.edu.mn, 99999467

- Эс: Амин биеийн үндсэн нэгж болох нь
- Генетикийн мэдээлэл: Нуклейн хүчил
 - ДНХ/РНХ
 - Ген транскрипшн
 - Ген экспрешн
- Ген: Генетик мэдээллийн дискрет нэгж
 - Бүтэц
 - Генийн экспрессийн зохицуулалт



Эс: Амин биеийн үндсэн нэгж болох нь

Ургамал, амьтан гэх мэт бүх амьд организм “Эс”-ээс бүтдэг.

Эс (Cell)

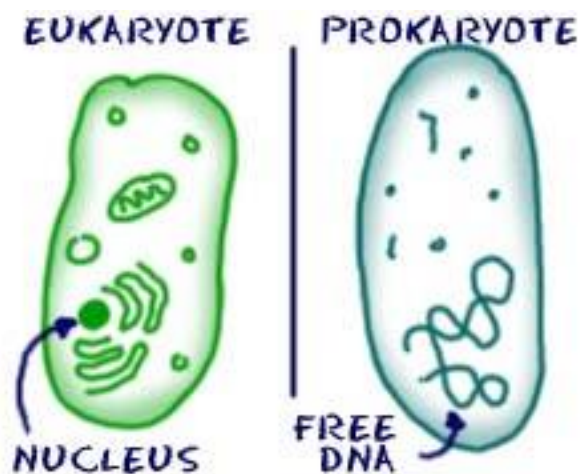
- Анхны эс - primordial germ cell
- Сперм ба Өндгөн эсээс үүсдэг
- Олон удаа хуваагдан нэгддэг
- Хуваагдал, нэгдлийн дүнд эсүүд өөр өөр дотоод орчинтой болдог
- Ө/х эс бүр нөгөөсөө удамшдаг
- Өөрийгөө цааш хувилах, хуулбарлахад шаардлагатай мэдээллээ өмнөх эсээсээ авдаг
- Зарим үүрэг нь бүх эсийн хувьд нийтлэг чанартай

Эд (Tissue)

- Олон эст организмд, хуваагдлын механизмаар эсийн олон төрөл урган гардаг
- Нэг төрлийн төстэй үүрэгтэй эсүүд эдийн хэлбэрийг бүрдүүлэг.
- Эсийн төрөлд нь суурилан хооронд нь харилцуулдаг
- Эдгээр төрлүүд нь хоорондоо маш их ялгаатай байж болно
 - Жнь: бөөр болон зүр нь ходоод эсвэл арьснаас маш ялгаатай эдүүд.

Эрхтэн (Organ)

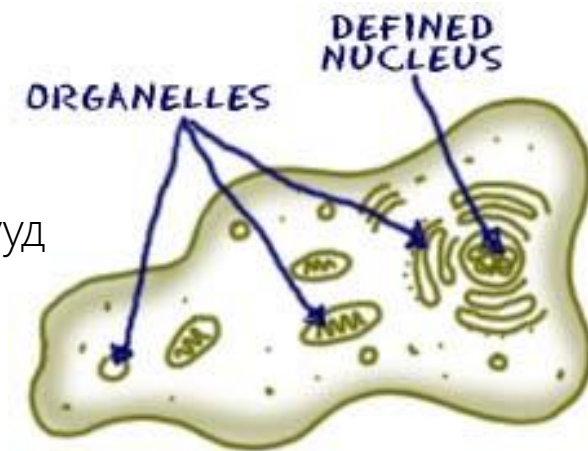
- Эрхтэн нь эдээс бүтдэг
- Цогц организмийн хэсгүүд болон харилцан ажиллагааг бүрдүүлдэг
- Амьтан, ургамал, ихэнх төрлийн мөөг нь олон эст организмууд.
- Бүх организм олон эст биш.
 - *Saccharomyces cerevisiae* гэх мэт мөөг, эсвэл бактери зэрэг нь зөвхөн нэг эстэй
 - Талх, бакеригийн хөрөнгө



- Прокариот (*Prokaryotic*) эс:
 - Цөм болон дотоод мембрангүй
- Эукариот (*Eukaryotic*) эс:
 - Цөм болон дотоод мембрантай.
 - *Органелл (organelles)*: тусгай үүрэг бүхий янз бүрийн хэлбэр, хэмжээтэй элементүүд

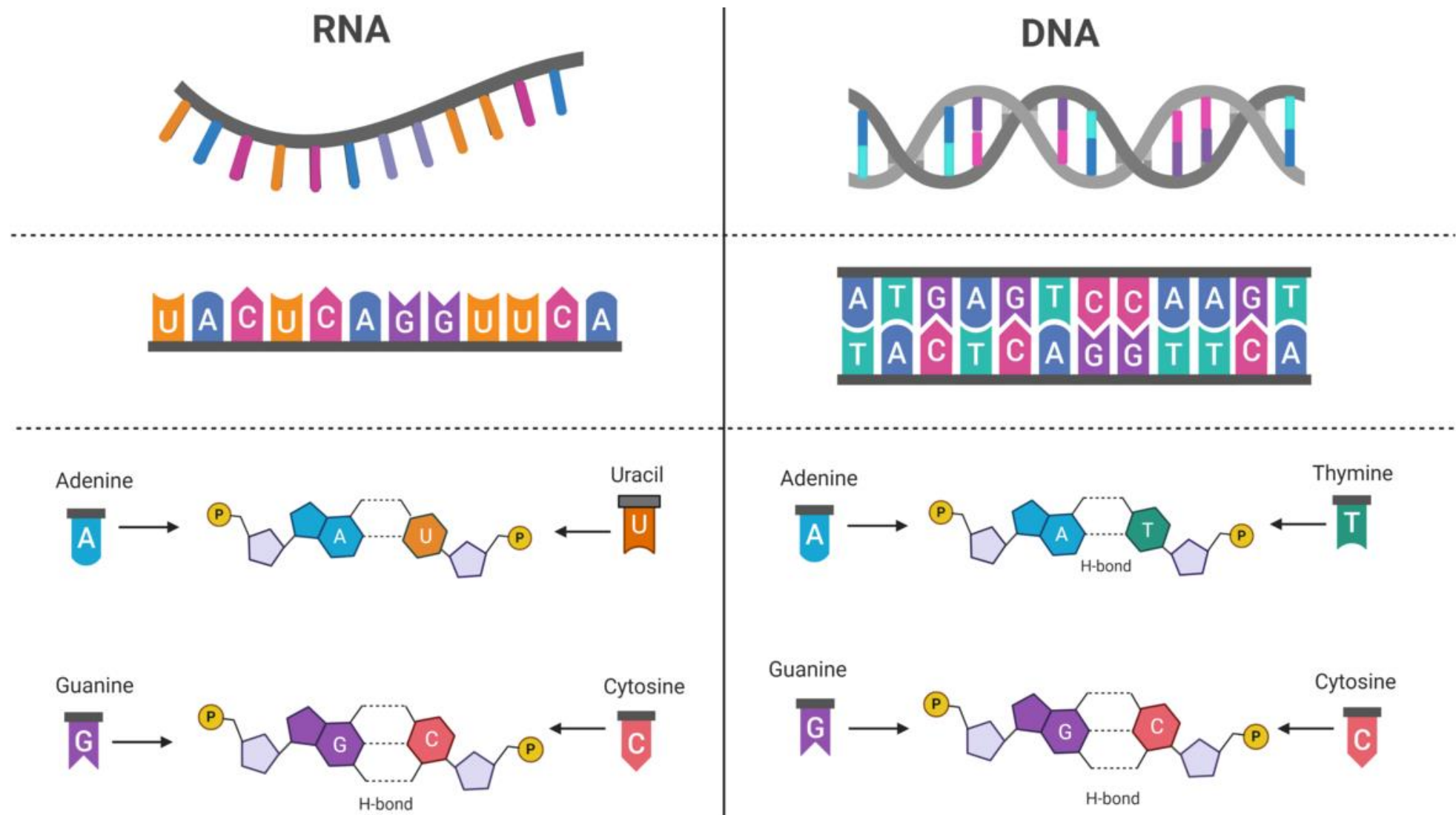
Бактери: 70% ус, 7% нь амин хүчил, нуклеотид зэрэг жижиг молекулууд,
23% нь уураг, липид, полисахарид зэрэг макро молекулууд

- *Эсийн эсвэл плазмын мембран:*
 - Гадны орчинд шингээх, гаднаас авах шаардлагатай **молекулуудыг** нэвчүүлдэг.
- *Цитоплазм:*
 - Ерөнхийдөө уснаас бүрддэг гельтэй төстэй бодис
 - Эсийн тэжээллэг орчин гүйцэтгэдэг.
- Цөм дэх **нуклейн хүчлүүд** болон **био-молекулууд**
- Зарим чухал үүрэгтэй бүрэлдэхүүн хэсгүүд:
 - *Митохондри ба хлоропластууд:*
 - Энерги үйлдвэрлэхэд оролцдог органеллууд
 - *Рибосомууд:*
 - Генетикийн материалын нэгдлээс бүрдсэн том, комплекс молекулууд
 - Уургууд угсрах байдлаар ажилладаг.
 - Генетикийн мэдээллийн урсгалд голлог үүрэг гүйцэтгэдэг.

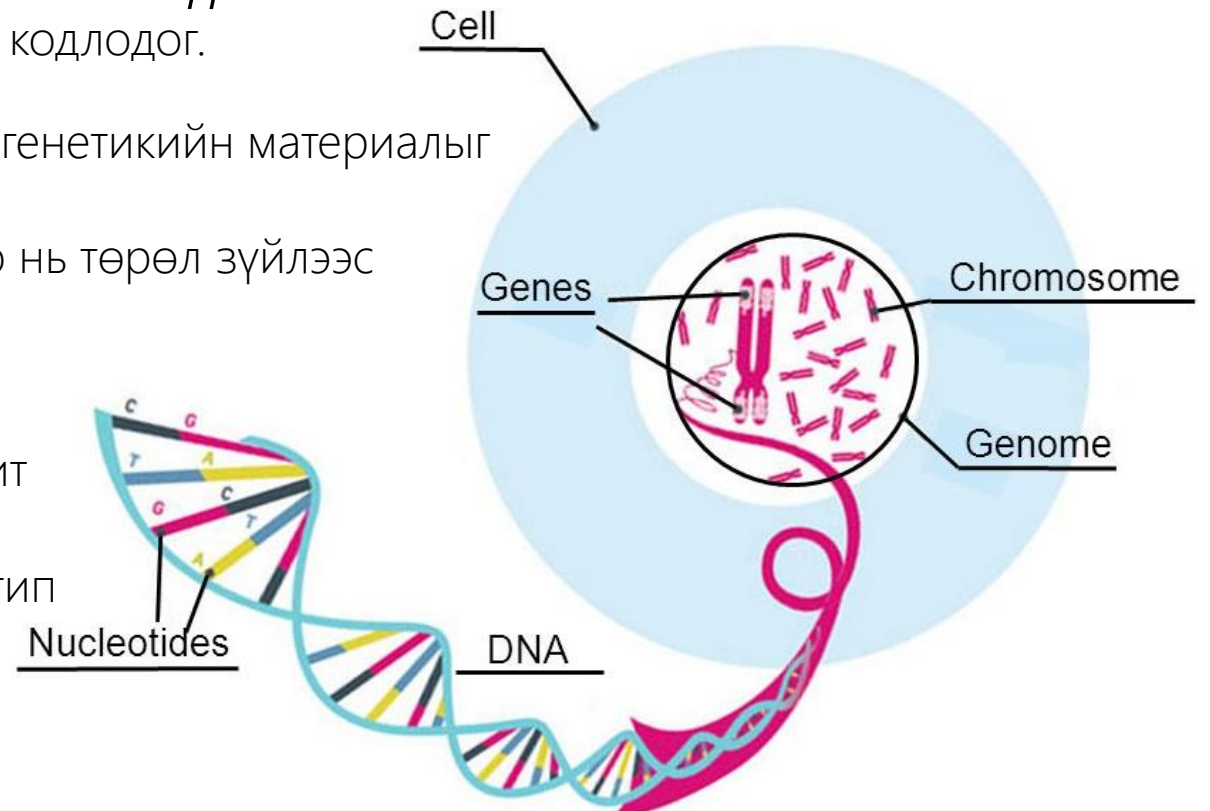


- *Нуклейн хүчил (Nucleic acids):*
 - Эс дотор хадгалагдаж байдаг удамшлын кодыг агуулда
 - *Дезоксирибонуклеины хүчил (ДНХ)* ба *Рибонуклеины хүчил (РНХ)*. Химийн хувьд маш төстэй.
 - ДНХ нь эсийг төрүүлж, үүргээ гүйцэтгэн ажиллаж байхад шаардлагатай мэдээллийг агуулдаг.
 - ДНХ нь эукариот эсүүдийн цөмд, прокариот эсүүдийн цитоплазмд байрлана.
 - ДНХ-д кодлогдсон мэдээлэл дэх найрлагаыг бүрдэх явцад РНХ нь дундын материалаар хэрэглэгддэг.
- *Амин хүчил (Amino acids):*
 - Био-молекулын өөр нэг чухал төрөл юм.
 - Эс дотор ихэнх үүргийг гүйцэтгэдэг макромолекулууд болох *уураг (proteins)* –г бүрдүүлэгч блокууд
 - Жнь: Энзим (Enzymes) - химийн урвалыг дэмждэг харьцангуй их тохиолддог төрөл. Зарим молекулыг эсийн үүргийн биелэлтэнд шаардлагатай өөр төрлийн молекулд хувиргадаг
- Бусад чухал органик макромолекулууд:
 - *Нүүрс ус (Carbohydrates):* Шууд болон урт хугацаанд шаардлагатай энергийг хуримтлуулдаг.
 - *Лунд (Lipids):* Плазмын мембраны бүрдэл хэсэг. Сигнал болон энергийн хуримтлалыг идэвхжүүлэх үүрэгтэй.

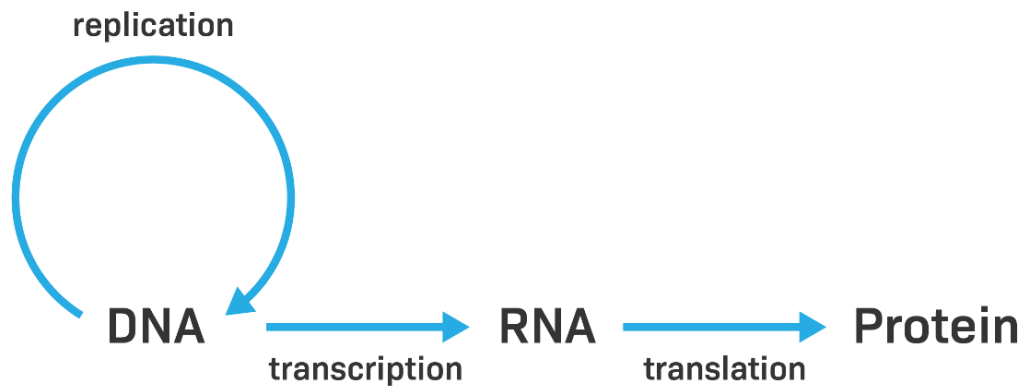
Генетикийн мэдээлэл: Нуклэйн хучлүүд



- ДНХ молекулууд нь сая сая нуклеотидаас бүрдэх зуу зуун дараалал хэлбэртэй байдаг. Эдгээр бие даасан, урт ДНХ молекулуудыг *хромосомууд (chromosomes)* гэнэ.
- Хромосомын дээр ДНХ-ийн функционал хэсэг болох *генүүд (genes)*-ийг тодруулж, уураг үйлдвэрлэх зааврыг кодлодог.
- ДНХ-ийн бүрэн гүйцэд олонлог нь организмын генетикийн материалыг бүрдүүлдэг бөгөөд үүнийг *геном (genome)* гэдэг.
 - Геномын хэмжээ ба эс дэх хромосомын тоо нь төрөл зүйлээс хамаараад өөр өөр.
- Геномоос бүрдсэн организмын генетикийн үр дагаварыг *генотип (genotype)* гэнэ. Тухайн бодит организмын болон ажиглагдахуйц шинж чанаруудын багцыг *Фенотип (phenotype)*. Генотип ба гадаад орчны хослолын үр дүнд үүсдэг.
 - Хүний өндөр эсвэл нүдний өнгө нь генотип дээр бүрэн эсвэл хэсэгчлэн кодлогдсон фенотип юм.



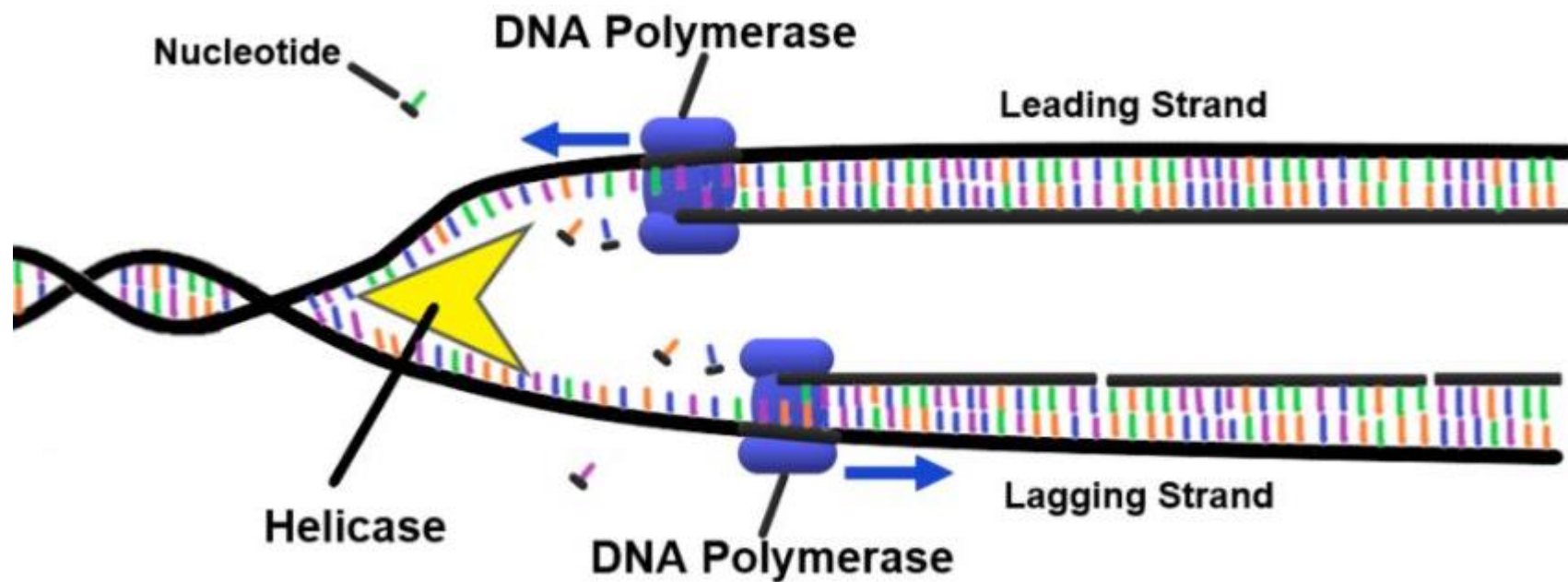
Молекул ба эсийн биологийн *төв догма (central dogma)*



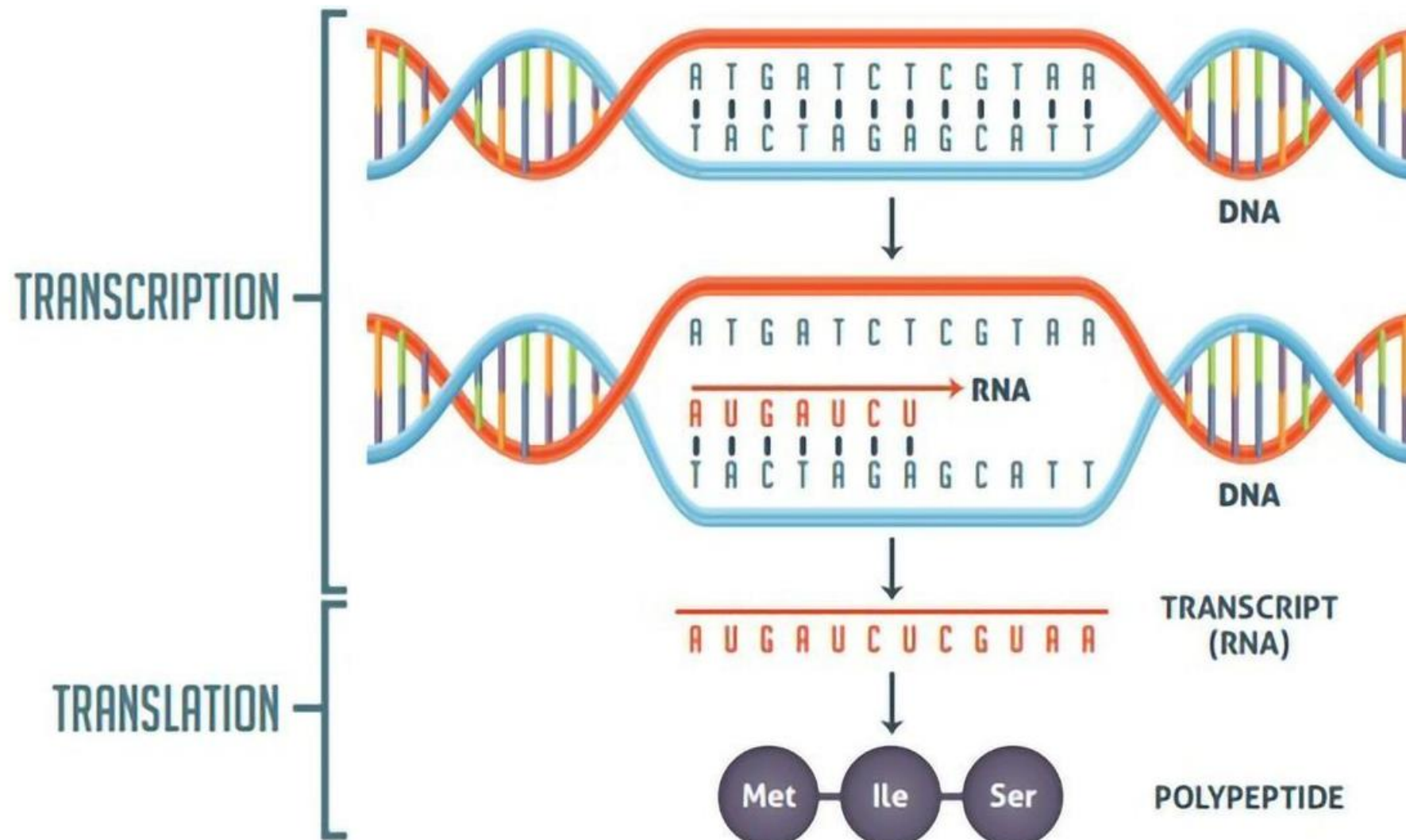
- Үндсэн элементүүд: ДНХ, РНХ, Уургууд
- Ген хувилалт (*Gene replication*)
- Ген экспрешн (*Gene expression*)
 1. *Transcription*
 2. *Translation*

Эс нь хоёр эс болон хуваагдаж, өөрийн ДНХ-г хуулан хүүхэд эс бүрт дамжуулдаг.

1. ДНХ нь давхар мушгиа (double-helix) бүтэцтэй тул хоёр цуваанд салгах шаардлагатай.
2. *ДНХ полимераз (DNA polymerases)* энзим нь анхны цуваанд байгаа нуклеотид бүрийн эсрэг нуклеотидуудыг нэмж ДНХ-ийн шинэ мушгиаг нийлэгжүүлнэ.



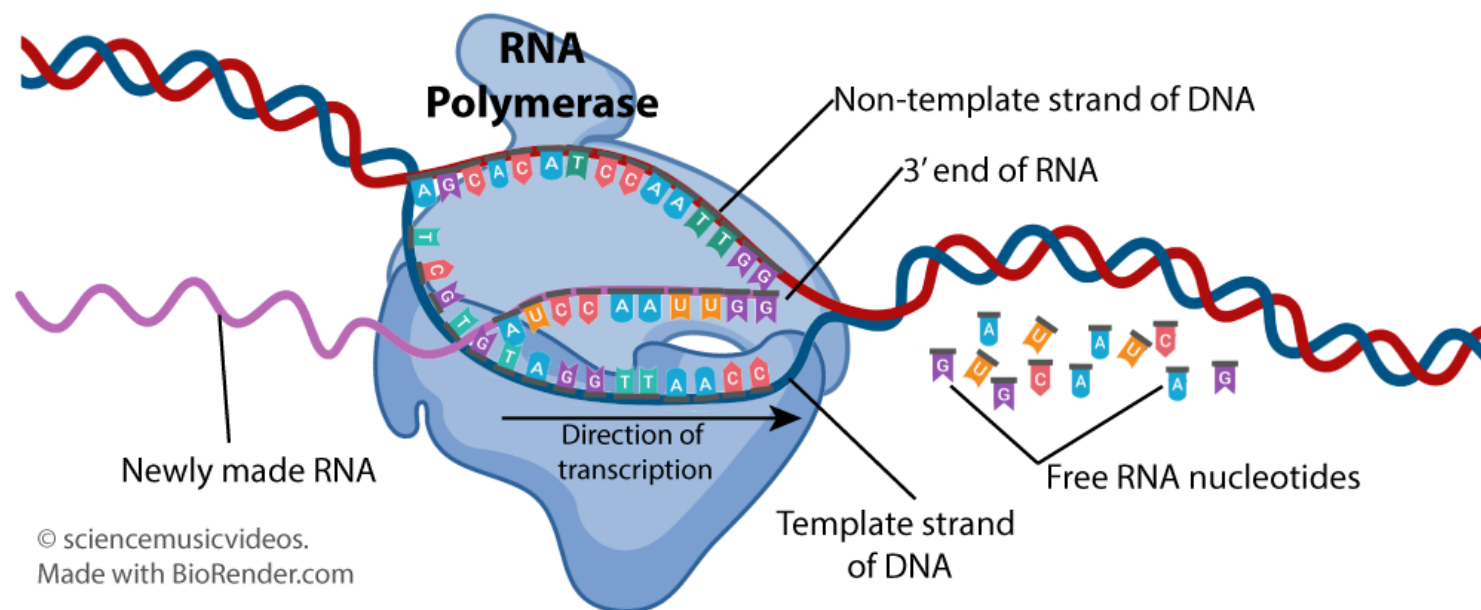
Шинэ эсүүд эхийн ижил генетикийн материалыг агуулж, эрүүл эсийг бий болгохын тулд энэ процесс үнэн зөв байх нь чухал юм.



Функциональ
генийн
бүтээгдэхүүн
(жнь: уураг)
үйлдвэрлэхийн
тулд генд
кодлогдсон
мэдээллийг
ашигладаг
процесс.

Генетик кодын гүйцээлт нь анхны ДНХ-ийн дараалалд кодлогдсон мэдээллийг сэргээх боломж.

- *РНХ полимераз (RNA polymerase)* энзимээр *боловсорсон мессенжер РНХ (mature messenger RNA - mRNA)* үүсгэнэ.
 - ДНХ-ийн хэлхээний аль нэг генийн нуклеотидын цувааны РНХ нуклейтэдээс бүтэх гүйцээлт молекул
 - Эсийн цөмд үүч, боловсорч гүйцээд цитоплазм руу зөөгдөнө. Уураг үйлдвэрлэх чиглүүлэгч болно.



Молекулын төгсгөлд байрлах элементүүдийг тогтоон бэхлэх гм РНХ-ийн нэмэлт алхмуудыг өөр уургийн нэгдлүүд гүйцэтгэдэг.

mRNA молекулын нуклеотидын дарааллыг хэсэгчлэн эсвэл бүхэлд нь уурагаас бүрдэх полипептид (polypeptide) рүү шилжүүлэх процесс.

		Second nucleotide					
		U	C	A	G		
First nucleotide	U	UUU Phe	UCU	UAU Tyr	UGU Cys	Third nucleotide	U
		UUC	UCC Ser	UAC	UGC		C
		UUA Leu	UCA	UAA STOP	UGA STOP		A
		UUG	UCG	UAG STOP	UGG Trp		G
	C	CUU Leu	CCU	CAU His	CGU		U
		CUC	CCC Pro	CAC	CGC Arg		C
		CUA	CCA	CAA Gln	CGA		A
		CUG	CCG	CAG	CGG		G
	A	AUU Ile	ACU	AAU Asn	AGU Ser		U
		AUC	ACC Thr	AAC	AGC		C
		AUA	ACA	AAA Lys	AGA Arg		A
		AUG Met	ACG	AAG	AGG		G
	G	GUU Val	GCU	GAU Asp	GGU		U
		GUC	GCC Ala	GAC	GGC		C
		GUA	GCA	GAA Glu	GGA		A
		GUG	GCG	GAG	GGG		G

AAUGCUCGUAUUUAG

AAU-GCU-CGU-AAU-UUA → Asn-Ala-Arg-Asn-Leu

AUG-CUC-GUA-AUU-UAG → Met-Leu-Val-Ile-Stop

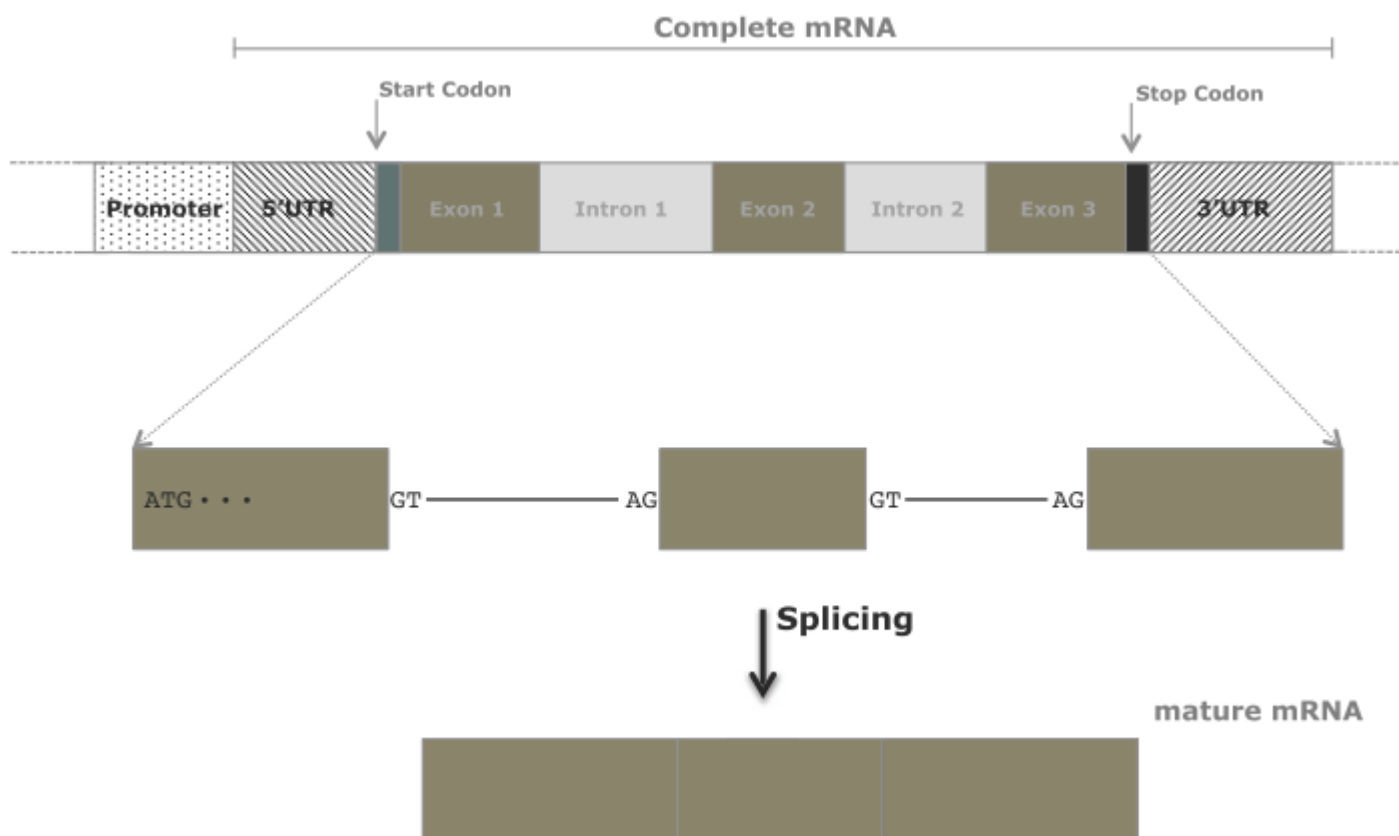
UGC-UCG-UAA-UUU → Cys-Ser-Stop-Stop

- Рибосомууд нь mRNA-г *codon* болгож танина.
- reading frames, open reading frame (ORF)*
- Гурвалын байрлал бүр нь $4 \times 4 \times 4 = 64$ боломж
- Төгсөлүүд: 3' ба 5'. 6 янзаар таних боломжтой
- Зарим codon эхэлсэн эсвэл дууссан сигнал
- Полипептид нь амин хүчлийн гинжин хэлхээ
- 20 төрлийн амин хүчил → нэгээс олон codon
- Зөөвөрлөгч PHX (tRNA)** нь codon-ы гүйцээлт байх амин хүчлийг рибосомруу хавсаргадаг.
 - mRNA-ийг олон удаа сканнердах боломжтой
 - Полипептидийн олон хуулбар үүсдэг.

Генетик код: Codon ба амин хүчлүүдийн харгалзаа.

Ген: Генетик мэдээллийн дискрет нэгж

Ген нь хромосом дээр байрлах генетикийн мэдээллийн салангид нэгжүүдээс бүрдэнэ.



Генийн ерөнхий бүтэц. Зогсох UAA, UAG, UGA codon - 3' UTR эсвэл 5' UTR

Прокариот эс:

- Ген нь ДНХ-ийн тасралтгүй суналт хэлбэрээр зохион байгуулагддаг
- mRNA дарааллыг бүхэлд нь полипептидийг бүтээхэд ашиглана.

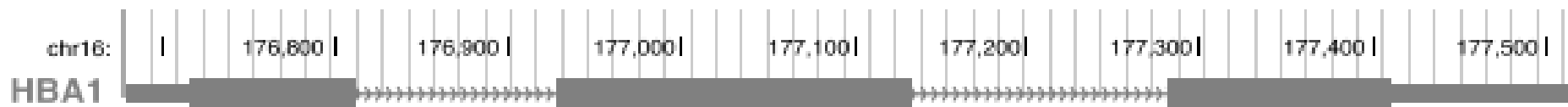
Эукариот эс:

- Pre-mRNA: кодчилдоггүй *интрон* (*introns*) ба кодчилогддог *экзон* (*exons*) хэсгүүдтэй.
- *splicing* процесс нь *интрон*уудыг *устган экзонуудыг нэгтгэж* mRNA үүсгэнэ.
- Экзоны төгсгөл ба интроны эхлэл - 5' *splice site* эсвэл *donor site*
- Интроны төгсгөл ба Экзоны эхлэл - 3' *splice site* эсвэл *acceptor site*

Жишээ: Хүний гемоглобины альфа 1 (HBA) генийн бүтэц

Уушигнаас захын янз бүрийн эдэд хүчилтөрөгч тээвэрлэхэд оролцдог.

- Энэ ген нь хүний геномын 16-р хромосомд байрладаг 30 КБ хэмжээтэй альфа глобины генүүдийн нэг хэсэг юм.
- Урьдчилсан мРНХ нь 900 орчим нуклеотид агуулдаг ба гурван экзонуос бүрдэнэ.
- Үүссэн уураг нь 144 амин хүчлийн урттай.



HBA1 генийн экзон бүтэц. Бараан хэсгүүд нь экзонууд. Зузаан блокууд нь экзонуудын кодлох хэсэг, нимгэн блокууд нь транслэшн хийгдээгүй хэсгүүдийг заана.

**Зарим генүүд уургийг кодлодоггүй,
Ө/Х РНХ-ийн дараалал нь амин хүчлийн гинжин хэлхээнд хувирдаггүй.**

- Budding мөөгөнцөр (*S. cerevisiae*): 12 сая суурь хос геном → 70%, 6600 ген.
- Хүний геном: 3.2×10^9 суурь хос, ~21,000 кодлогч гентэй ч 3% нь уураг кодлох дараалалтай тохирдог.
- Fission нь Budding мөөгөнцөрөөс илүү урт геномтой боловч цөөн тооны гентэй.
- Жимсний ялаа, тамхины ургамал нь ижил урттай геномтой боловч ургамал нь ялаагаас бараг хоёр дахин их гентэй байдаг.
- Хулгана, хүн хоёр хоорондоо маш өөр зүйл боловч ижил тооны гентэй байдаг.

Organism	Genome size (Base Pairs)	Protein coding genes	Number of chromosomes
Budding yeast – <i>S. cerevisiae</i>	12 Mbp	6600	16
Fission yeast – <i>S. pombe</i>	13 Mbp	4800	3
Fruit fly – <i>D. melanogaster</i>	140 Mbp	14,000	8
Tobacco plant – <i>A. thaliana</i>	140 Mbp	27,000	10 (2n)
Mouse – <i>M. musculus</i>	2.8 Gbp	20,000	40 (2n)
Human – <i>H. sapiens</i>	3.2 Gbp	21,000	46 (2n)

- Геномын дарааллын ихээхэн хэсэг нь ямар ч ген агуулаагүй байх тохиолдол байдаг.
- Уургийн кодлогч генийн тоо нь геномын хэмжээ эсвэл эсийн ерөнхий комплекс байдалтай огт хамааралгүй байдаг.

**Ямар нэг уураг хэр их хэмжээгээр үйлдвэрлэх ёстойг тодорхойлдог
процессуудыг тохируулдаг.**

- Уг зохицуулалтын процесс эукариотуудад прокариот эсүүдээс хамаагүй илүү төвөгтэй байдаг.
 - Прокариот эсүүд цөмгүй учраас ДНХ нь цитоплазмд урсдаг. Транскрипц болон орчуулга нь ерөнхийдөө зэрэг явагддаж уураг үйлдвэрлэх шаардлагагүй болсон үед транскрипци зогсдог.
 - Үйлдвэрлэсэн уургийн хэмжээнд шууд нөлөө үзүүлдэг тул генийн илэрхийлэлд хяналт тавих нь үндсэндээ транскрипцийн түвшинд тодорхойлогддог.
 - Бактери гэх мэт зарим прокариот зүйлийн бас нэг сонирхолтой тал бол тэдний генийг *оперон (operons)* гэдэг хамтран зохицуулдаг генүүдийн кластерт зохион байгуулах явдал юм.
 - Опероны генүүд нь геномын хувьд ойрхон бөгөөд нийтлэг хяналтын механизмын дор байдаг бөгөөд энэ нь тэдгээрийг уялдуулан хуулбарлах боломжийг олгодог.
- Эукариот эсүүдэд генийн зохицуулалт нь олон механизмаар хянагддаг олон үе шаттай үйл явц юм.
 - Зохицуулалт нь РНХ боловсруулах үед буюу цөмд эсвэл Транслэшн явцад цитоплазмд үүсч болно.
 - Уураг үүссэний дараа ч тохиолдож болно: Уураг дахь биохимийн өөрчлөлтүүд нь Транслэшны дараах зохицуулалтыг бий болгодог.



ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль

АНХААРАЛ ТАВЬСАНД БАЯРЛАЛАА