ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ ФАКУЛЬТЕТІ
МОЛЕКУЛАЛЫҚ БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ ГЕНЕТИКА
КАФЕДРАСЫ

Пән атауы: Молекулалық биология

Дәріс 2

Нуклеин қышқылдарының құрамы. Чаргафф ашқан нқ құрылысындағы ережелер, нуклеотидтердің құрамы мен түрлері

Лектор: к.б.н., Алтыбаева Н.А.

Дәрістің мақсаты: ДНҚ мен РНҚ-ның химиялық құрамын салыстыру, нуклеозидтер мен нуклеотидтердің құрылымдық айырмашылықтарын сипаттау және ДНҚ-дағы азотты негіздердің сандық арақатынасын Чаргафф ережелері негізінде түсіндіру.

Дәрістің жоспары:

1.ДНҚ мен РНҚ-ның химиялық құрамы. Азотты негіздердің пуриндер мен пиримидиндерге жіктелуі.

2.Нуклеозидтер мен нуклеотидтердің құрылысы. Рибонуклеотидтер мен дезоксирибонуклеотидтердің құрылымдық айырмашылықтары.

3.Нуклеин қышқылдарының біріншілік құрылымы. 3′-5′ фосфодиэфирлік байланыс және полинуклеотидтік тізбектің бағыты.

4.ДНҚ-ның екіншілік құрылымы. Азотты негіздердің комплементарлық жұптасуы және Чаргафф ережелері.

Оқыту нәтижелері

Дәрісті меңгеру нәтижесінде білім алушы:

1.ДНҚ мен РНҚ-ның химиялық құрамын пентоза түрі мен азотты негіздер жиынтығы бойынша салыстыра алады.

2.Азотты негіздерді сақиналық құрылысына қарай пуриндер мен пиримидиндерге жіктей алады.

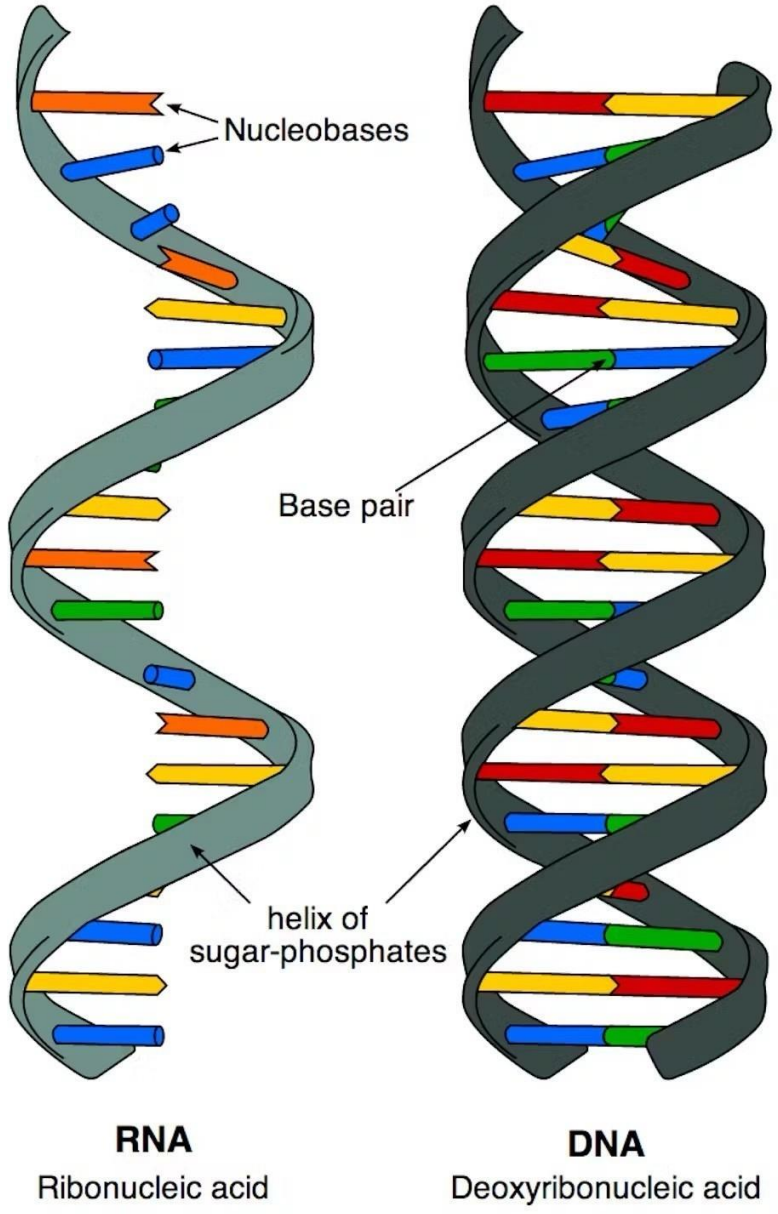
3.Нуклеозид пен нуклеотидті фосфат тобының болуына, ал рибонуклеотид пен дезоксирибонуклеотидті пентозаның 2′-көміртек атомындағы құрылымдық айырмашылыққа қарай ажырата алады.

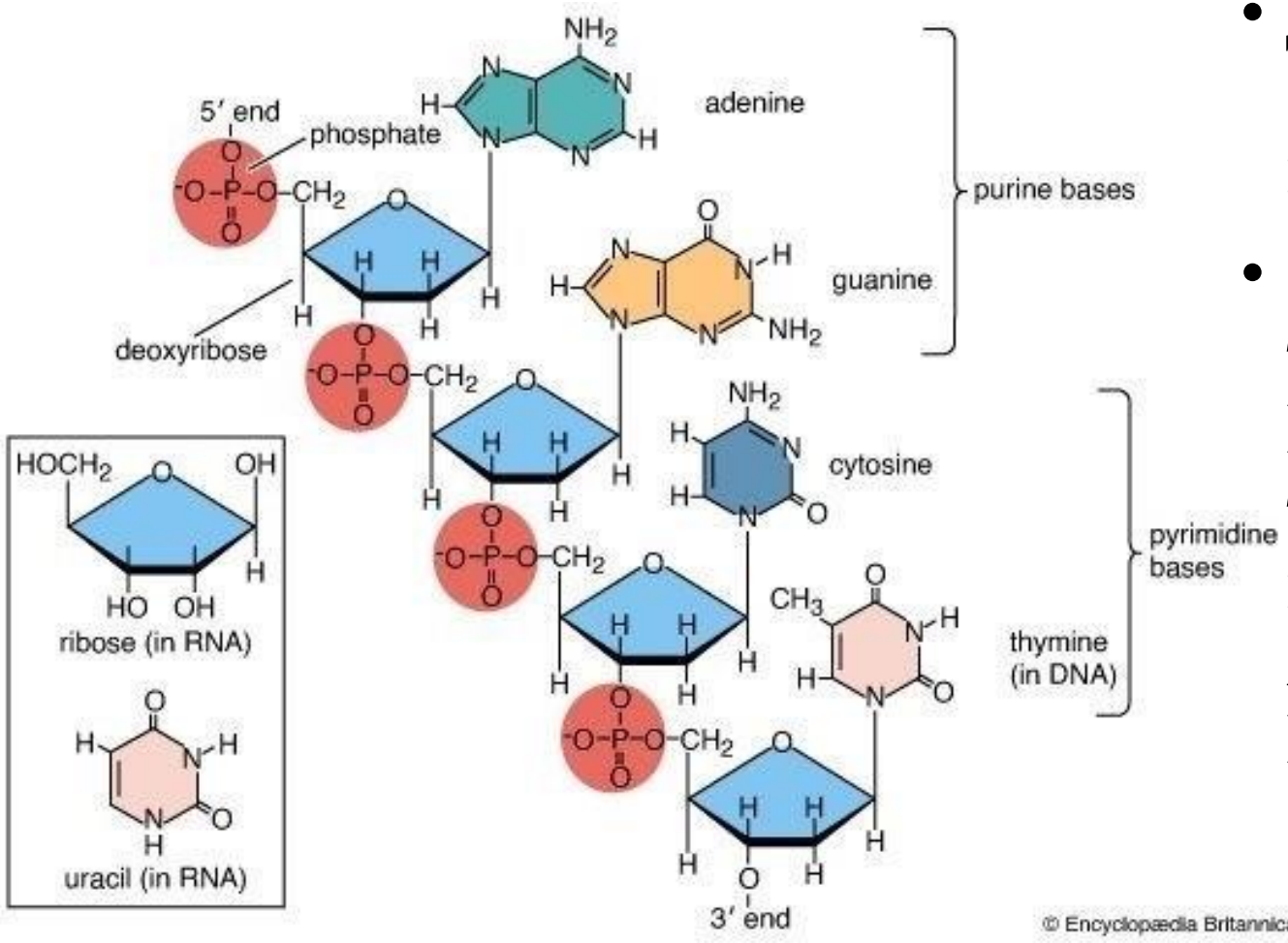
4.3′–5′ фосфодиэфирлік байланыстың полинуклеотидтік тізбектің түзілуіндегі рөлін сипаттайды және тізбектің 5′ және 3′ ұштарын ажырата алады.

5.ДНҚ-ның екіншілік құрылымын негіздердің комплементарлық жұптасуы және олардың арасындағы сутектік байланыстар негізінде сипаттай алады.

6.Чаргафф ережелерін қолданып, қос тізбекті ДНҚ құрамындағы азотты негіздердің пайыздық үлесін есептей алады.

- ***Нуклеин қышқылы*** - пішіні жіп тәрізді, жоғарғы молекулалы, ерітінділерінің тұтқырлығы жоғары қосылыс.
- Адамның 23 жұп хромасомасында ДНҚ ұзындығы 1,5 м. РНҚ молекуласы өте қысқа, ұзындығы 0,01 мм ДНҚ негізгі бөлігі жасуша ядросында-хроматин негізінде аздаған мөлшері митохондрияда орналасқан. РНҚ жасушаның барлық жерінде кездеседі.



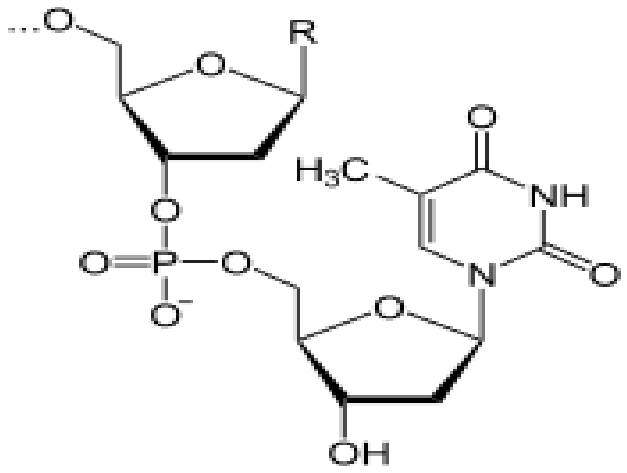


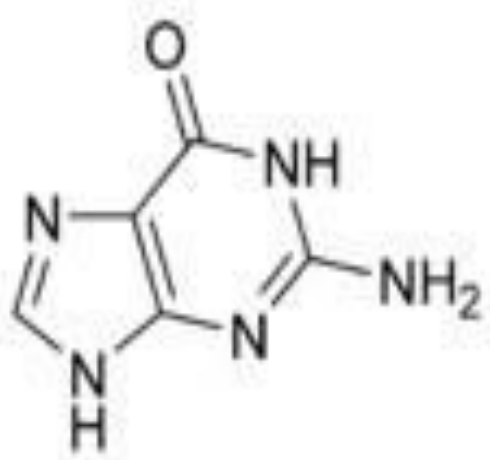
- **Дезоксирибонуклеотидтер** - ағзадағы ДНҚ-ң түзілуіне қатысады.
- **Рибонуклеотидтер** РНҚ - түзілуіне жұмсалады. Рибонуклеотидтердің кейбірі трансферазалық реакцияларда коферменттік қызмет атқарады. Аденильді рибонуклеотидтер НАД+ , НАДФ+ ФАД, КоА ферментінің құрамына кіреді.

- *Нуклеин қышқылдары* - нуклеотид полимерлерінен құралған.
- *Нуклеотидтердің химиялық құрамы* - пиримидиндік немесе пуриндік негіздер, пентоз, фосфор қышқылының қалдығы.
- *Нуклеотидтер* пентоздың (рибоза, дезоксирибоза), пуриндік (аденин, гуанин) және пиримидиндік (тимин, цитозин, урацил) негіздерге байланысты екі топқа бөлінеді.

1) ДНҚ- *дезоксирибонуклеин қышқылдары*, толық гидроизденгенде аденин, гуанин, цитозин, ***тимин***, дезоксирибоза және фосфор қышқылына;

2) РНҚ-рибонуклеин қышқылы, толық гидролизденгенде аденин, гуанин, цитозин, ***урацил***, рибоза және фосфор қышқылына ыдырайды.

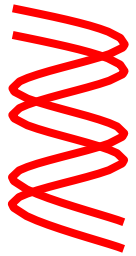




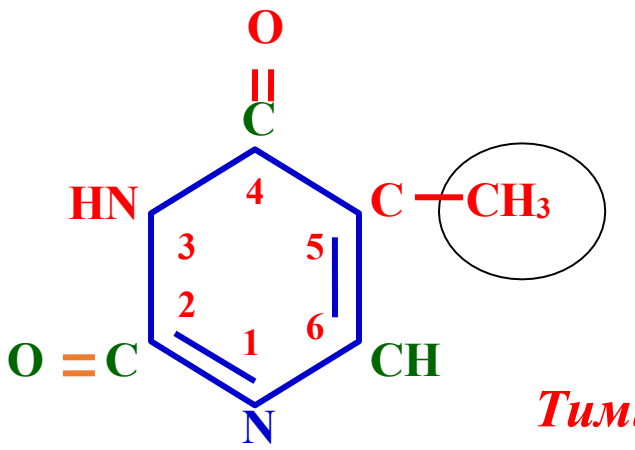
ДНҚ



дезоксирибоза

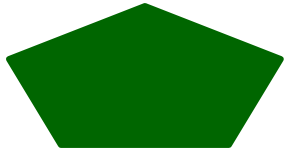


қос спираль



Тимин

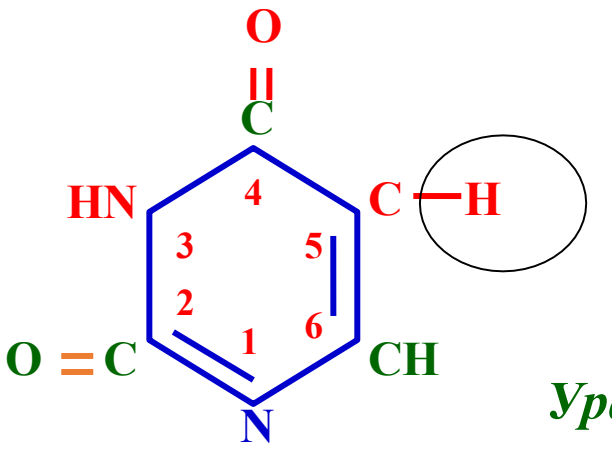
РНҚ



рибоза

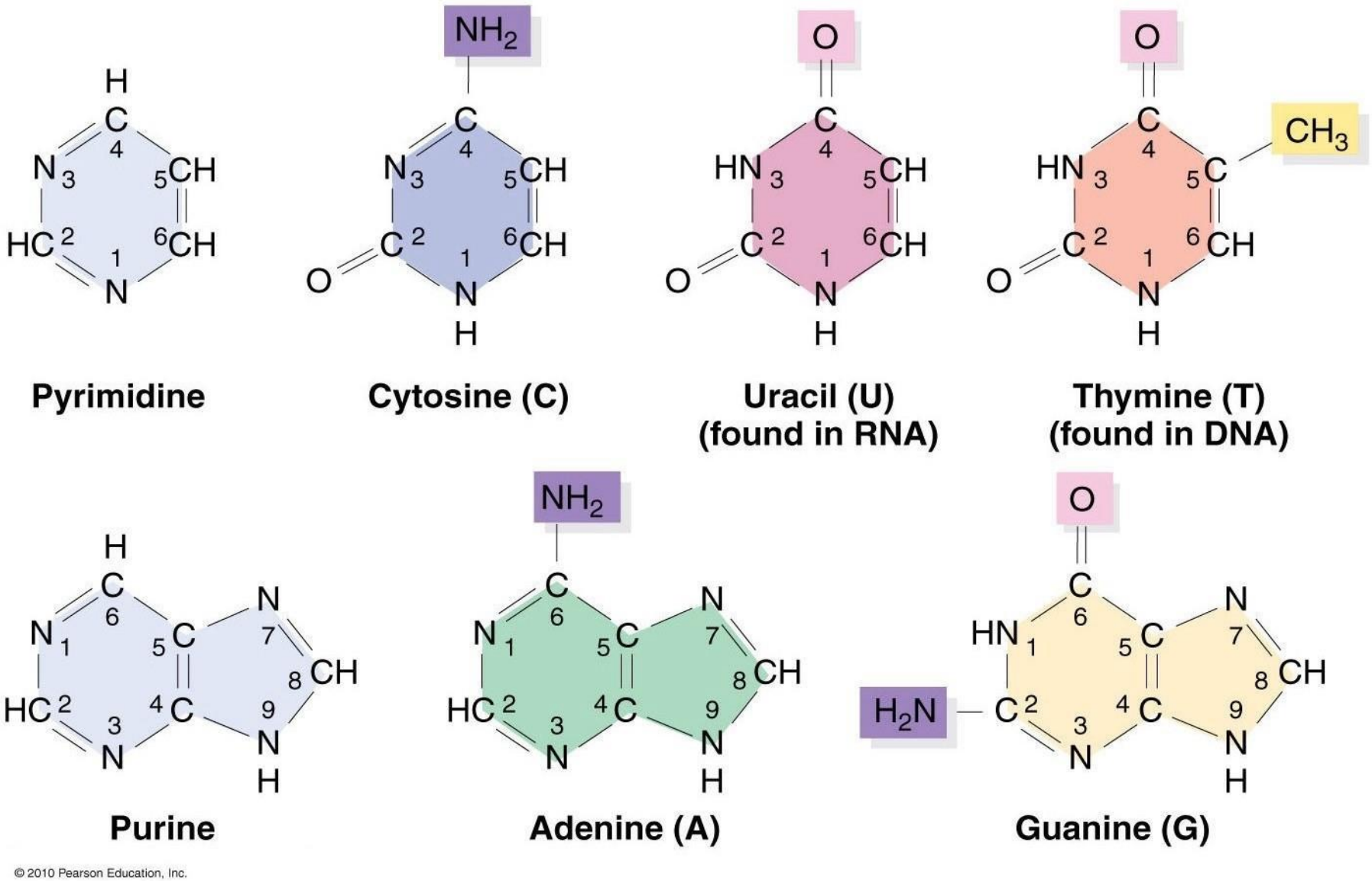


Бір тізбек

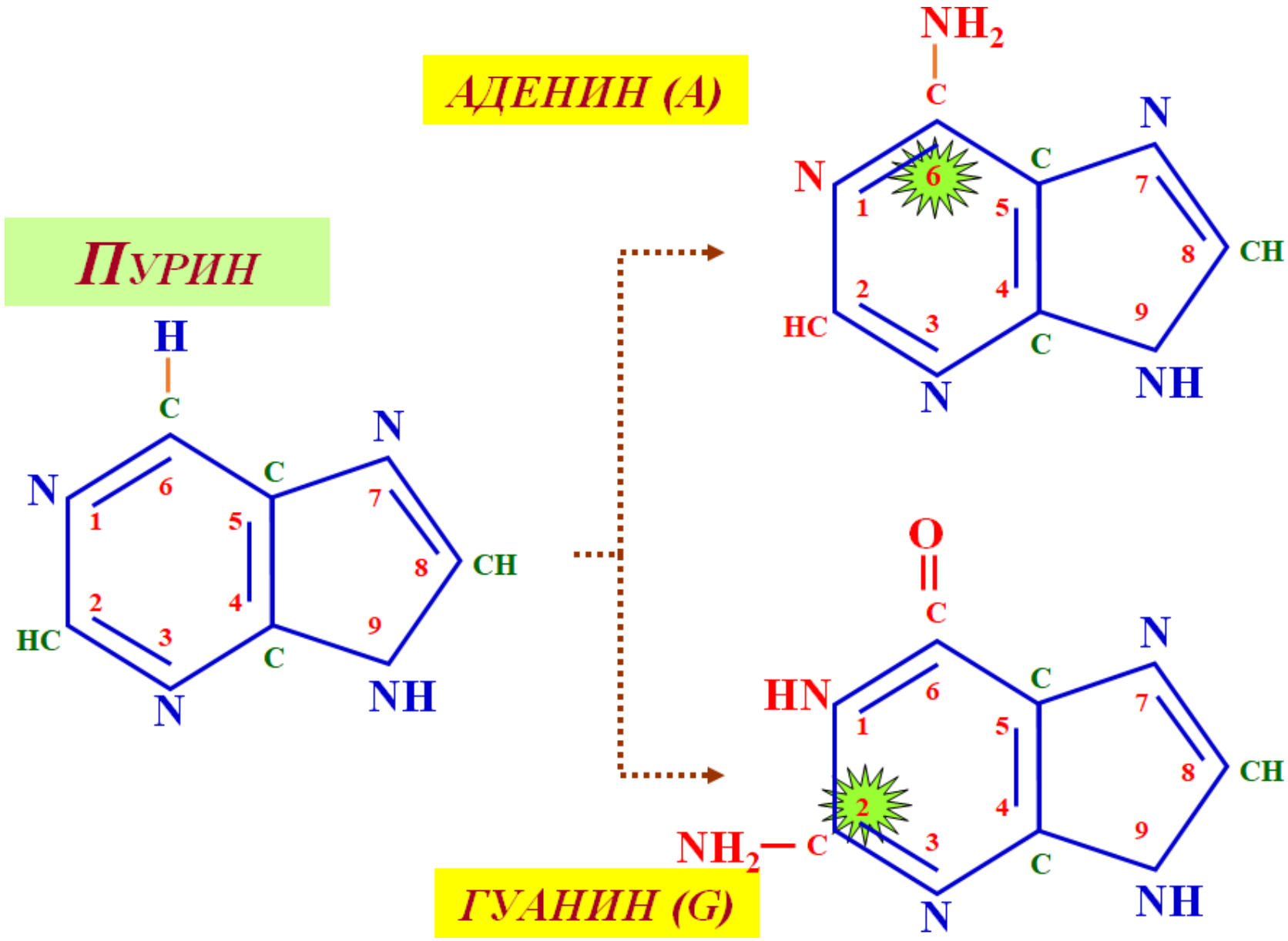


Урацил

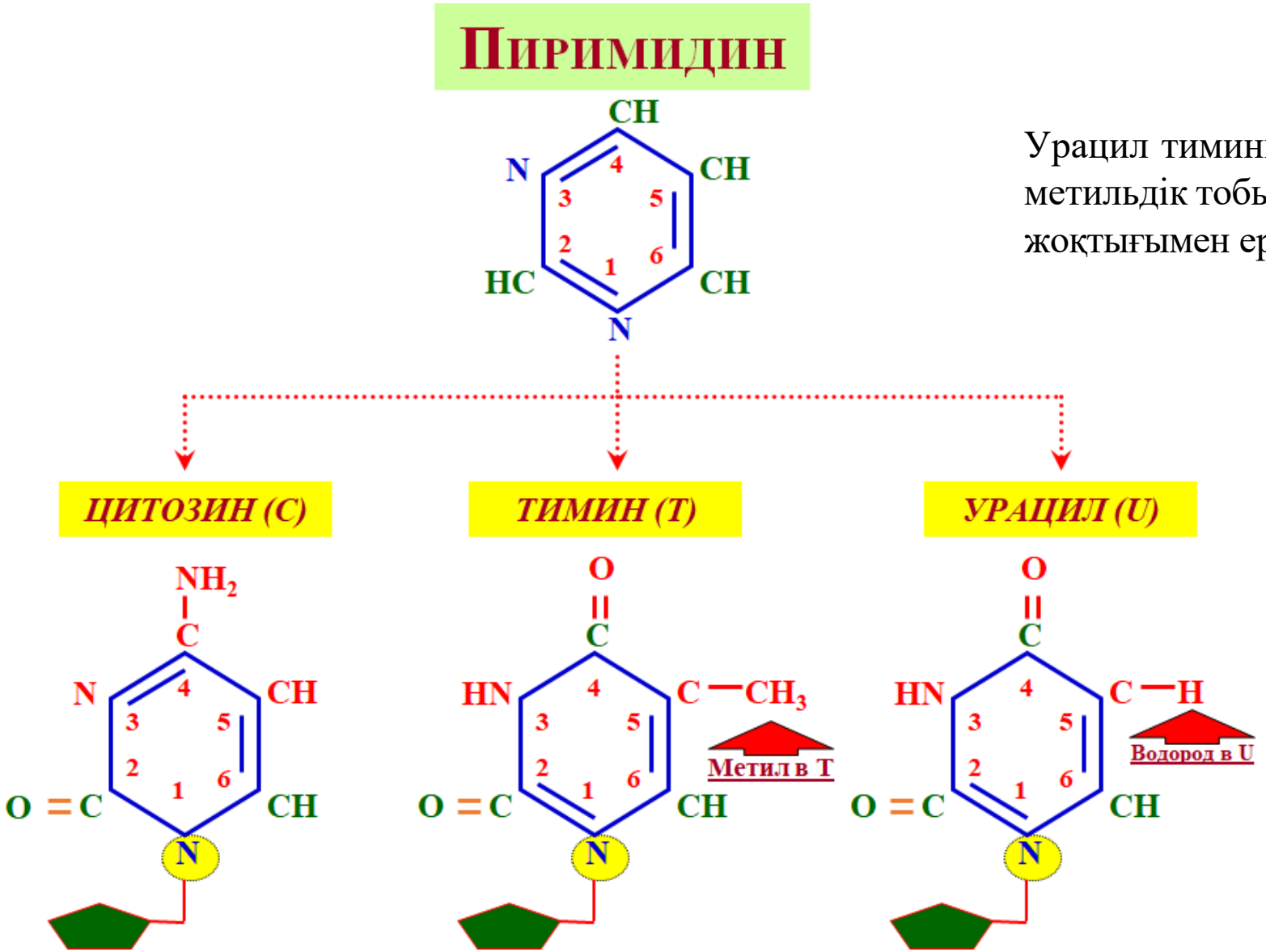
АЗОТТЫ НЕГІЗДЕР – құрамында азот бар гетероциклді ПУРИН және ПИРИМИДИН қосылысының туындылары.



Пуриндік азоттық негіздер екі сақиналы (А және Г)



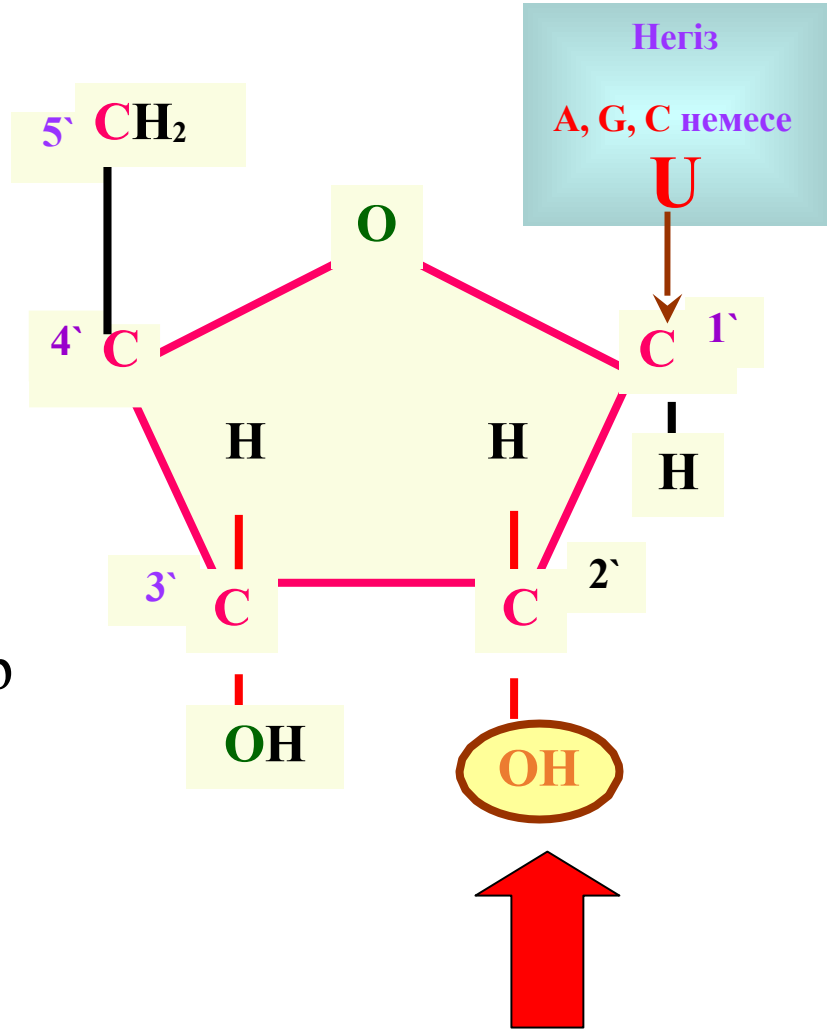
ПИРИМИДИНДІК АЗОТТЫҚ НЕГІЗДЕР БІР САҚИНАЛЫ БОЛЫП КЕЛЕДІ (Ц, Т ЖӘНЕ У).



Урацил тиминнен метильдік тобының (CH3) жоқтығымен ерекшеленеді.

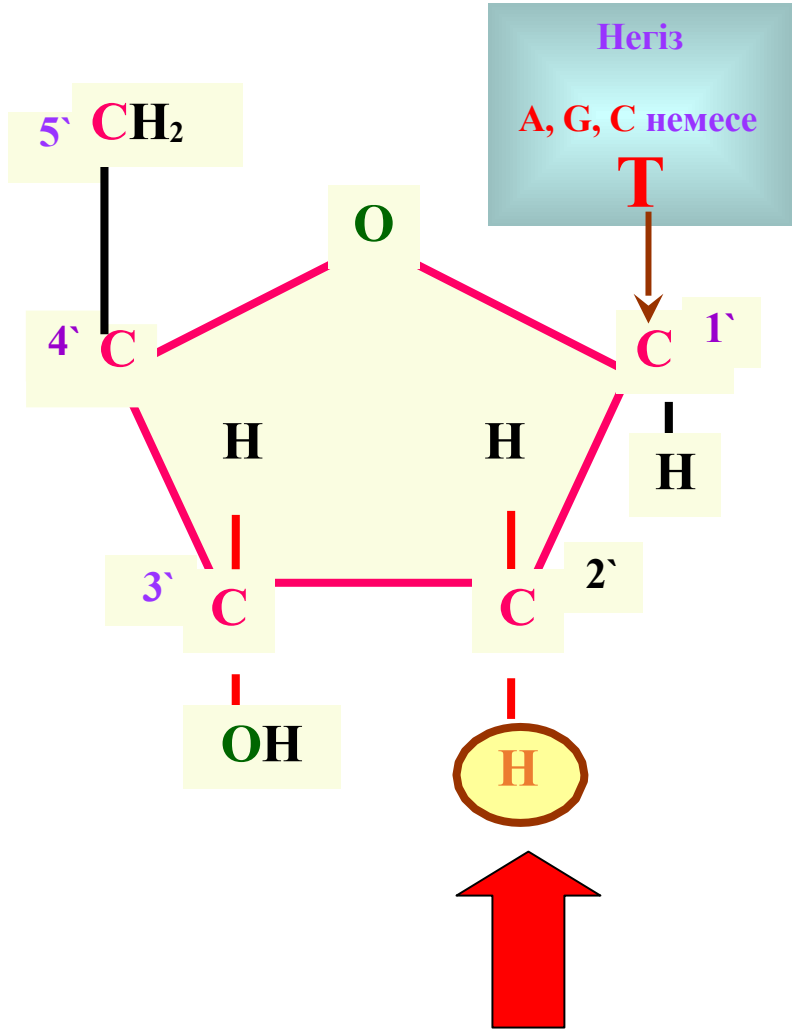
Нуклеин қышқылдарының көмірсулық құрамдас бөлігі моносахаридтер

D-2'-рибоза



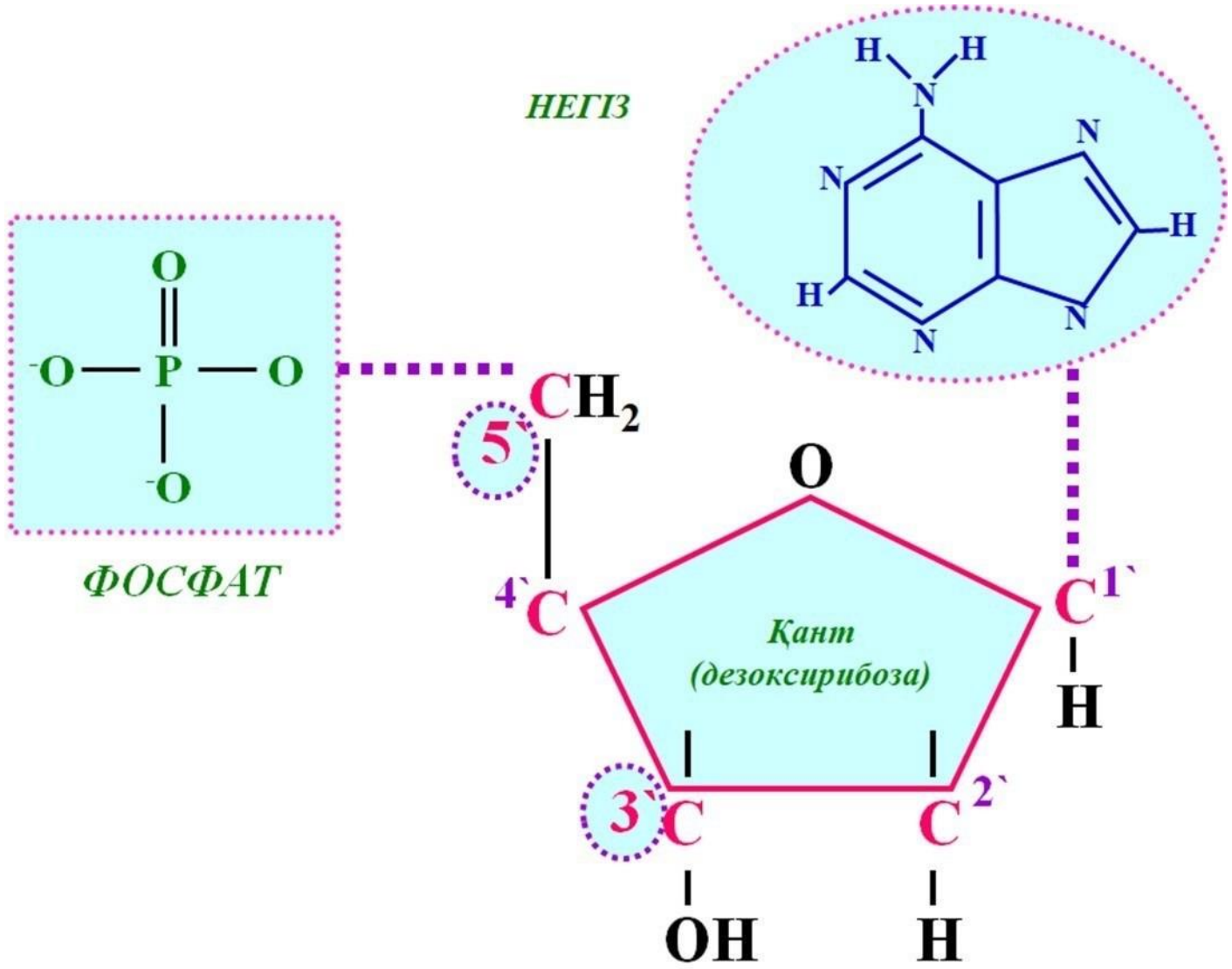
C(2`) атомында гидроксилді топтың болуынан бұл қантты рибоза деп атаймыз

D-2'-дезоксирибоза



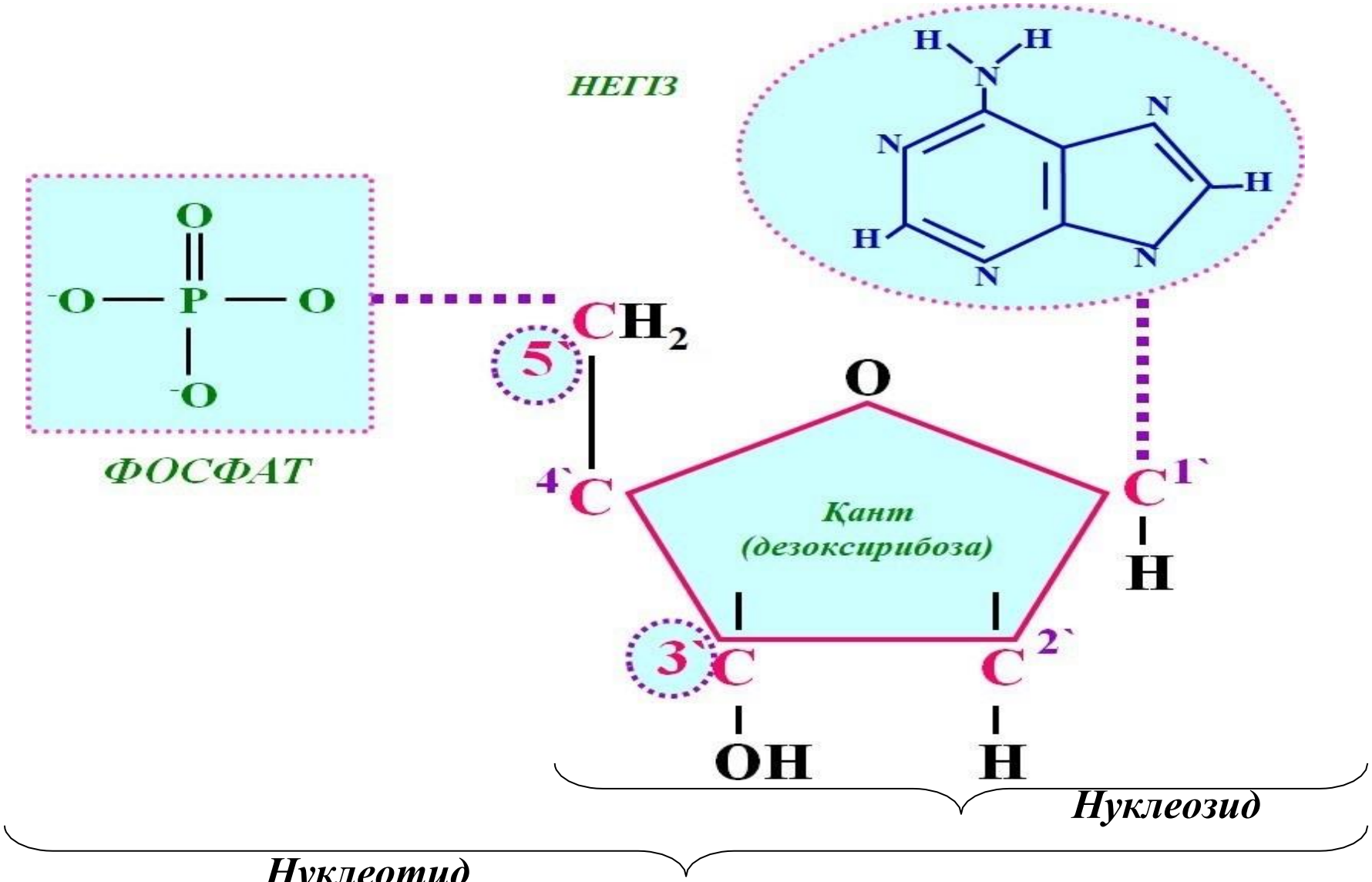
C(2`) атомында сутегінің болуынан бұл қантты дезоксирибоза деп атаймыз

Нуклеотидтердің 3-бөлігін **фосфатты топтар** (фосфор қышқылының бір немесе бірнеше қалдығы) құрайды. Фосфатты топтар бір қанттың 5’-көміртегі атомымен келесі қанттың 3’-көміртегі атомы арасында фосфодиэфирлік байланыстар құру арқылы полимерлі тізбек түзеді.

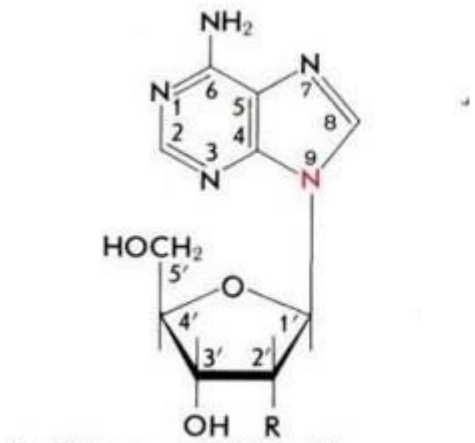


НУКЛЕОЗИДТЕР мен НУКЛЕОТИДТЕР

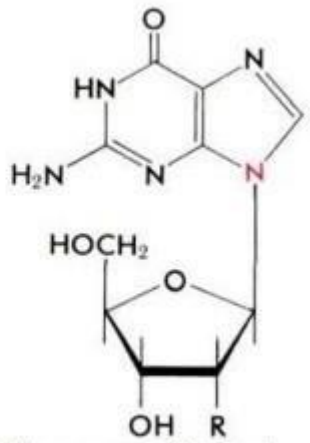
Нуклеин қышқылдарының толық емес гидролизінен нуклеозидтер мен фосфор қышқылының молекулалары, сонымен қатар нуклеотидтер түзіледі.



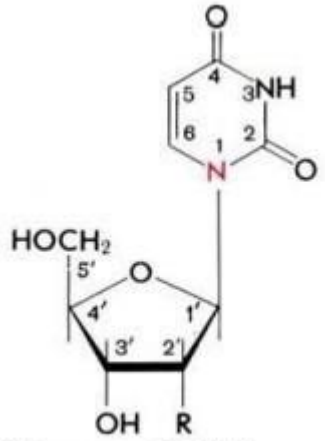
Нуклеозидтер – органикалық заттар, олардың құрамына пентоза мен гетероциклді азотты негіздер кіреді.



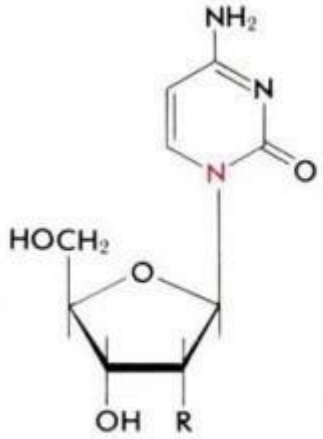
R=OH, аденозин (A, Ado)
R=H, дезоксиаденозин (dA, dAdo)



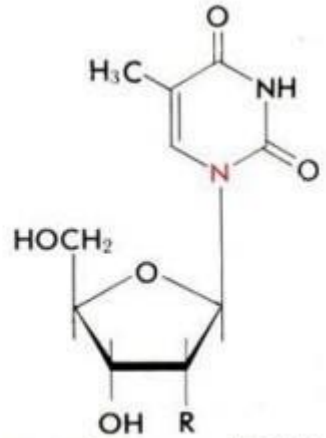
R=OH, гуанозин (G, Guo)
R=H, дезоксигуанозин (dG, dGuo)



R=OH, уридин (U, Urd)
R=H, дезоксиуридин (dU, dUrd)



R=OH, цитидин (C, Cyd)
R=H, дезоксицитидин (dC, dCyd)



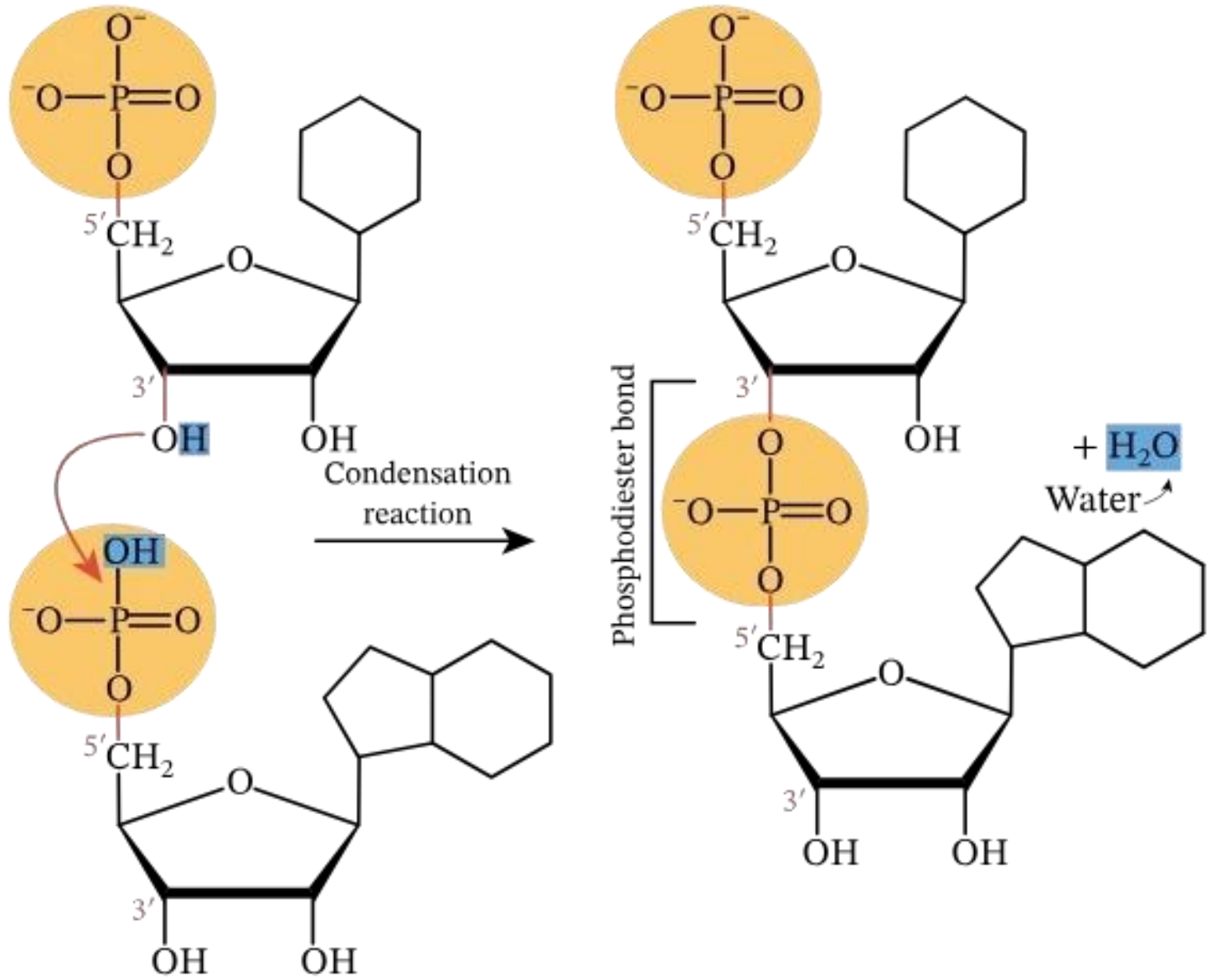
R=OH, риботимидин (T, Thd)
R=H, тимидин (dT, dThd)

пуриндік немесе пиримидиндік азоттық негіз азот атомы арқылы қант қалдығының C-1 атомымен ковалентті байланысып - нуклеозид деп аталатын құрылым түзеді.

Пиримидиндік негіздер көмірсулармен N-1, ал пуриндік негіздер - N-9 азот атомдарымен байланысқан.

Құрамында аденин мен гуанин бар нуклеозидтер ауден**озин** немесе дезоксиауден**озин** және гуанозин немесе дезоксигуанозин деп аталады. Урацил мен цитозиннің туындылары сәйкесінше ур**идин** немесе дезоксиуридин және цитидин немесе дезоксицит**идин** деп аталады. Тиминнің дезоксириботуындысы әдетте тимидин деп аталады, ал рибо туындысы риботимидин.

- Нуклеин қышқылдарының құрамындағы мононуклеотидтер бір-бірімен оттектік көпірше арқылы, яғни пентоздардың гидроксил тобы (-ОН) (үшінші көміртегінің жанындағы) және келесі мононуклеотидтің фосфор қышқылының гидроксил тобының (-ОН) арасынан бір су молекуласының түзілуі нәтижесінде негізгі байланыс күрделі эфирлік байланыс,ал пуринді және пиримдинді негіздер мен пентоздар арасындағы байланыс N-гликозидтік байланыс деп аталады.
- Нуклеин қышқылдарының бірінші реттік құрылымы: мононуклеотидтер бір-бірімен «3′-5′ байланыс» арқылы, мұнда фосфор қышқылының қалдығы 5′- фосфатты топ пен екінші соңы 3′-бос-гидроксил тобы, яғни Оказаки фрагменттері (жапон ғалымы Оказакидің құрметіне), яғни 3'(ОН) және 5'(ОН) топтарының фосфодиэфирлік байланыс арқылы ДНҚ-лигаза ферменттерінің атысуымен 3'-5' фосфодиэфирлік байланыспен тізбек құрайды.


Condensation reaction
Phosphodiester bond
+ H2O
Water

- **ДНҚ-ның екінші реттік** құрылымында молекула оралым спираль тәрізді тізбек құрады.
- ДНҚның екіншілік құрылымында пуриндік негіз міндетті түрде белгілі бір пириминдік негізбен қосылады.

  Аденин-тимин, гуанин- цитозин;
- ДНҚ тізбегіндегі нуклеотидтер біріне-бірі комплементарлық принципке (***Чаргафф ережесі бойынша***) негізделген:
- Аденинның саны тиминнің санына, гуаниннің саны цитозиннің санына тең:

$$\mathbf{А = Т,\ Г = Ц.}$$

- Аденин мен цитозиннің жалпы саны гуанин мен тиминнің жалпы санына тең:

$$\mathbf{А + Ц = Г + Т.}$$

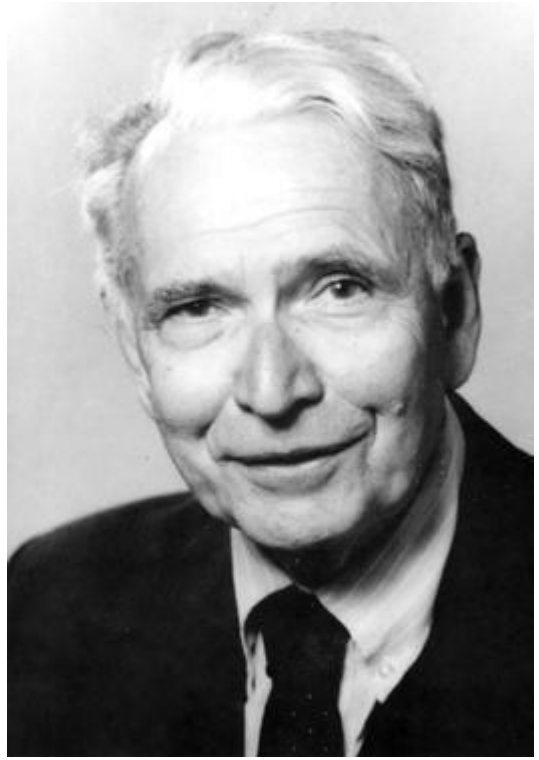
- Комплементарлы жұп аденин мен тиминнің арасында екі сутектік (=) байланыс,ал цитозин мен гуаниннің арасында үш (=)сутектік байланыс түзіледі

Чаргафф ережелері – ДНҚ-дағы азотты негіздердің әртүрлі типтері арасындағы сандық қатынастарды сипаттайтын эмпирикалық анықталған ережелер жүйесі.

Чаргафф ережелері 1949-1951 жж. Биохимик Эрвин Чаргафф тобының жұмысының нәтижесінде тұжырымдалған.

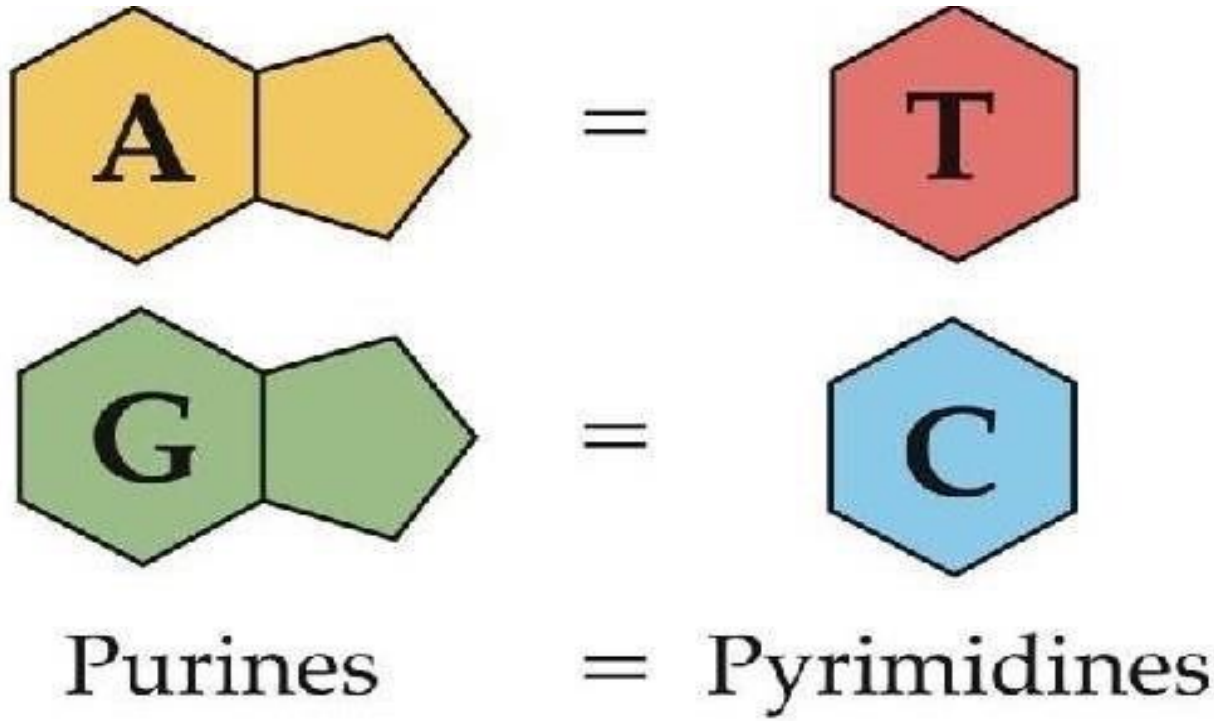
Чаргафф тобының жұмысына дейін Левиннің «ДНҚ-ның тетрануклеотидтік құрылымы» деп аталатын теория басым болды, оған сәйкес ДНҚ төрт түрлі азотты негіздердің (аденин, тимин, гуанин және цитозин) қайталанатын блоктарынан тұрады.

Чаргафф пен әріптестер қағаз хроматографиясының көмегімен ДНҚ нуклеотидтерін бөліп, нуклеотидтердің әртүрлі түрлерінің нақты сандық қатынасын анықтай алды. Олар Левиннің «тетрануклеотидтік» теориясына сай барлық төрт негіз тең пропорцияда ұсынылған жағдайда күтілетін эквимолярларлы қатынастан айтарлықтай ерекшеленді.



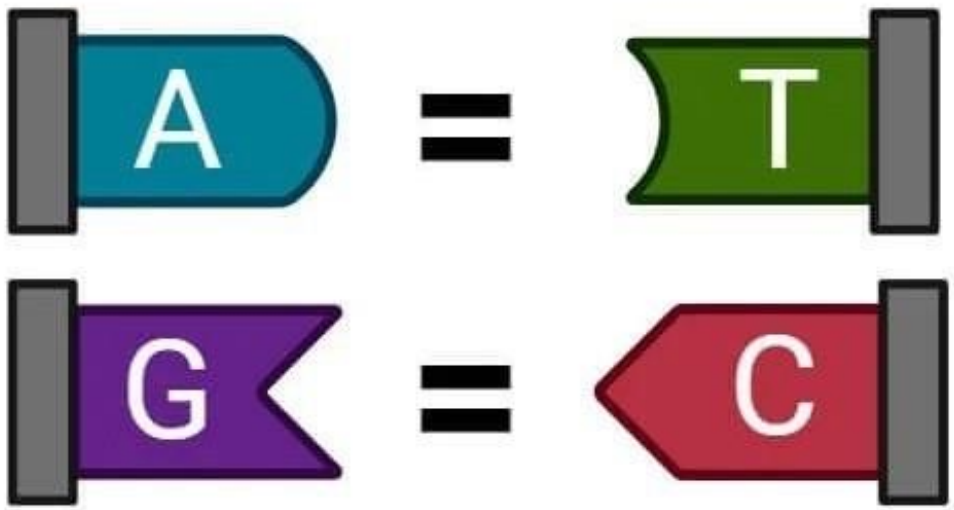
Эрвин Чаргафф

Чаргафф ережесі

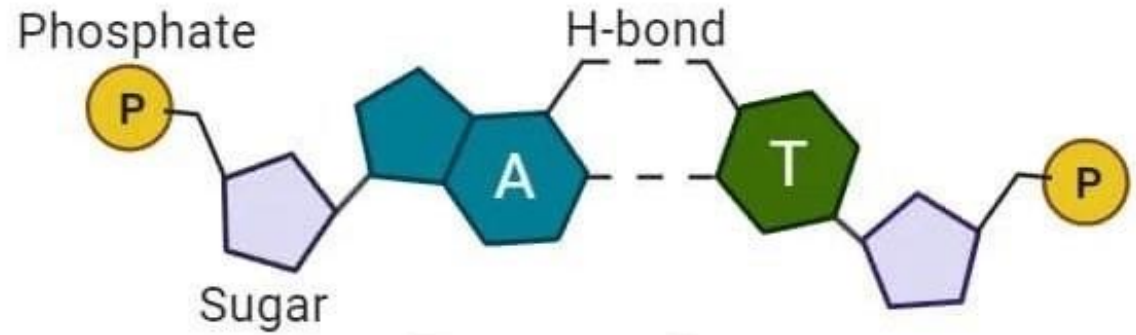


[А] + [Г] = [Т] + [Ц] = 50%

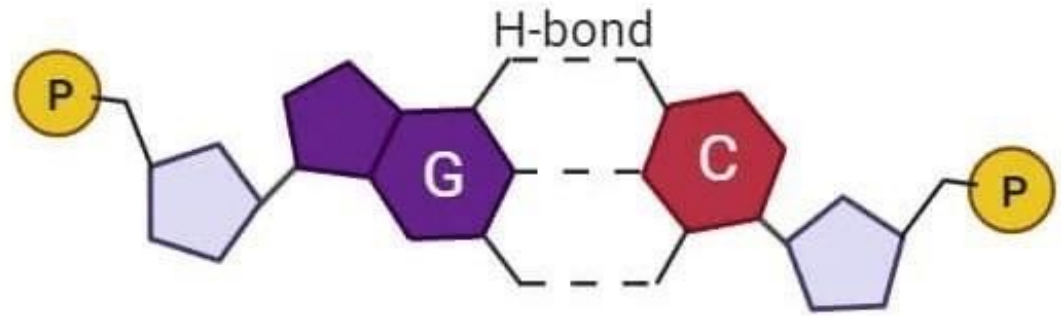
Chargaff's Rule



Purines = Pyrimidines



Base pair (A-T interactions)



Base pair (G-C interactions)

Қорытынды

ДНҚ мен РНҚ - нуклеотидтерден құралған биополимерлер. ДНҚ құрамында дезоксирибоза мен тимин, ал РНҚ құрамында рибоза мен урацил болады. Нуклеозид азотты негіз бен пентозадан тұрады. Нуклеотид құрамында бұларға қоса бір немесе бірнеше фосфат тобы болады.

Нуклеотидтер 3′-5′ фосфодиэфирлік байланыстар арқылы полинуклеотидтік тізбек түзеді. Нуклеотидтердің орналасу реті нуклеин қышқылының біріншілік құрылымын анықтайды. ДНҚ-ның қос спиралінде аденин тиминмен екі, ал гуанин цитозинмен үш сутектік байланыс арқылы жұптасады. Чаргафф ережесіндегі **А = Т** және **Г = Ц** қатынастары осы комплементарлық жұптасуға сәйкес келеді және қос тізбекті ДНҚ-дағы азотты негіздердің пайыздық үлесін есептеуге мүмкіндік береді.

Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар:

1.ДНҚ мен РНҚ-ның химиялық құрамында қандай ұқсастықтар мен айырмашылықтар бар?

2.Пуриндік және пиримидиндік негіздер сақиналық құрылысы бойынша қалай ажыратылады? Әр топқа қандай негіздер жатады?

3.Нуклеозид пен нуклеотидтің құрамдық айырмашылығы қандай? Рибоза мен дезоксирибозаның 2′-көміртек атомындағы айырмашылық неде?

4.3′–5′ фосфодиэфирлік байланыс қандай топтар арасында түзіледі және полинуклеотидтік тізбектің 5′ және 3′ ұштары қалай ажыратылады?

5.ДНҚ-ның қос спиралінде қандай азотты негіздер комплементарлық жұп түзеді және әр жұптағы сутектік байланыстардың саны қанша?

6.Қос тізбекті ДНҚ-да гуаниннің үлесі 22% болса, Чаргафф ережелері бойынша цитозиннің, аденинның және тиминнің пайыздық үлесі қанша болады?

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Берсімбаев РІ Молекулалық биология – 2016, Қазақ университеті, Алматы
2. Льюин Б. Гены. – М.: Бином. Лаборатория знаний. 2012. – 896 с.
3. Т. А. Муминов, Е. У. Куандыко. Основы молекулярной биологии: курс лекций // Алматы: ССК, 2017. - 222 с.
4. Огурцов А.Н., Близнюк О.Н., Масалитина Н.Ю. Основы генной инженерии и биоинженерии. Учебное пособие. Часть 1.: Молекулярные основы генных технологий. Харьков: НТУ "ХПИ", 2018. 288 с.
5. Уилсон К., Уолкер Дж.: Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. Серия: Методы в биологии. Издательство: Лаборатория знаний, 2021 г.

Ғаламтор ресурстары:

1. http://elibrary.kaznu.kz/ru
2. http://molbiol.ru/