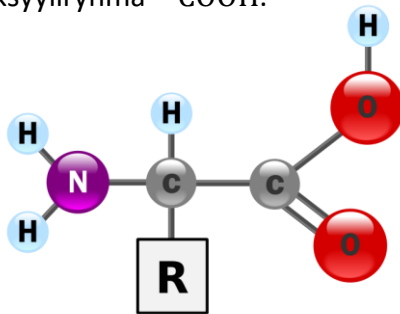


# Elämä perustuu biopolymeereihin

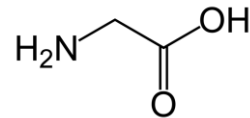
**Määritelmä** Proteiinit > 50 kpl ja peptidit < 50 kpl ovat aminohapoista muodostuneita biopolymeerejä eli polyamideja.

Mitä ovat aminohapot? Aminohapot ovat orgaanisia molekyyliä, joissa on (nimensä mukaisesti) amiiniryhmä  $\text{-NH}_2$  ja karboksyyliiryhmä  $\text{-COOH}$ .

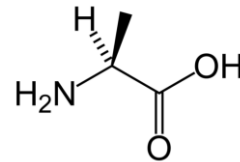
Aminohappojen lisäksi proteiineissa voi olla metalli- tai epämetalli-ioneja, vesimolekyyliä ja muita toimintaa auttavia molekyyliä. Tällaisia molekyyliä ovat monet vitamiinit.



glysiini

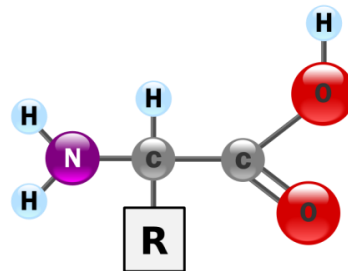


alaniini

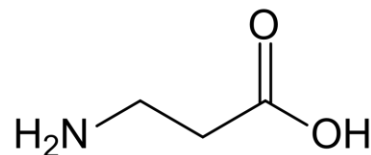
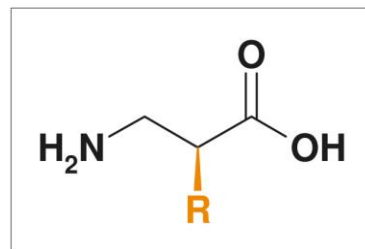


Tarkasteltavat aminohapot, joista proteiinit rakentuvat, ovat ns. alfa-aminohappoja eli aminoryhmän ja karboksyyliiryhmän välissä on yksi hiili.

On myös olemassa beta-aminohappoja jne., mutta niitä ei nyt tarkastella, koska ihmisen DNA koodaa vain alfa-aminohappoja.



Elimistössä on jopa kymmeniä aminohappoja, mutta vain kahtakymmentä aminohappoa vastaa jokin kolmen emäsparin yhdistelmä DNA:n geneettisessä koodissa.

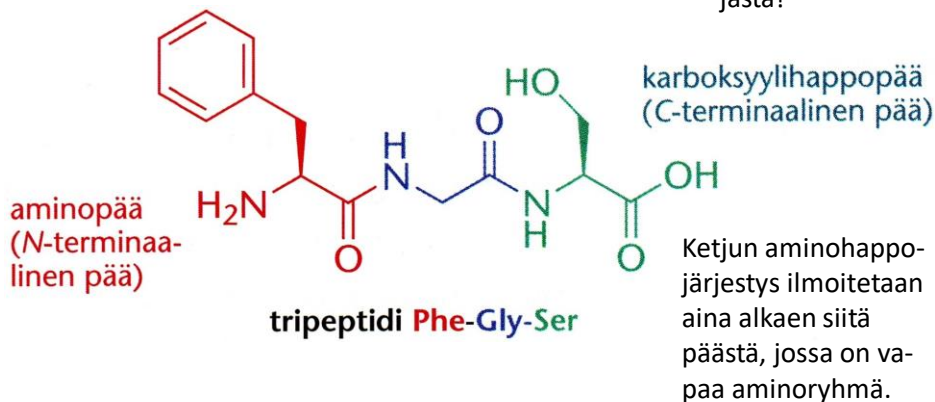


UUU (Phe/F) Fenyylialaniini	UCU (Ser/S) Seriini	UAU (Tyr/Y) Tyrosiini	UGU (Cys/C) Kysteini
UUC (Phe/F) Fenyylialaniini	UCC (Ser/S) Seriini	UAC (Tyr/Y) Tyrosiini	UGC (Cys/C) Kysteini
UUA (Leu/L) Leusiini	UCA (Ser/S) Seriini	UAA Okra (Stop)	UGA Opaali (Stop)
UUG (Leu/L) Leusiini	UCG (Ser/S) Seriini	UAG Meripihka (Stop)	UGG (Trp/W) Tryptofaani
CUU (Leu/L) Leusiini	CCU (Pro/P) Proliini	CAU (His/H) Histidiini	CGU (Arg/R) Arginiini
CUC (Leu/L) Leusiini	CCC (Pro/P) Proliini	CAC (His/H) Histidiini	CGC (Arg/R) Arginiini
CUA (Leu/L) Leusiini	CCA (Pro/P) Proliini	CAA (Gln/Q) Glutamiini	CGA (Arg/R) Arginiini
CUG (Leu/L) Leusiini	CCG (Pro/P) Proliini	CAG (Gln/Q) Glutamiini	CGG (Arg/R) Arginiini
AUU (Ile/I) Isoleusiini	ACU (Thr/T) Treoniini	AAU (Asn/N) Asparagiini	AGU (Ser/S) Seriini
AUC (Ile/I) Isoleusiini	ACC (Thr/T) Treoniini	AAC (Asn/N) Asparagiini	AGC (Ser/S) Seriini
AUA (Ile/I) Isoleusiini	ACA (Thr/T) Treoniini	AAA (Lys/K) Lysiini	AGA (Arg/R) Arginiini
AUG (Met/M) Metioniini, Alku	ACG (Thr/T) Treoniini	AAG (Lys/K) Lysiini	AGG (Arg/R) Arginiini
GUU (Val/V) Valiini	GCU (Ala/A) Alaniini	GAU (Asp/D) Asparagiinihappo	GGU (Gly/G) Glysiini
GUC (Val/V) Valiini	GCC (Ala/A) Alaniini	GAC (Asp/D) Asparagiinihappo	GGC (Gly/G) Glysiini
GUA (Val/V) Valiini	GCA (Ala/A) Alaniini	GAA (Glu/E) Glutamiinihappo	GGA (Gly/G) Glysiini
GUG (Val/V) Valiini	GCG (Ala/A) Alaniini	GAG (Glu/E) Glutamiinihappo	GGG (Gly/G) Glysiini

Aminohapot liittyvät toisiinsa siten, että toisen aminohapon aminoryhmä liittyy toisen aminohapon karboksyyliiryhmään tai toisinpäin. Muodostuvaa sidosta kutsutaan **peptidisidokseksi** ja kyseistä reaktiota kondensaatioreaktioksi. Reaktiossa syntyvän ketjun toiseen päähän jää vapaa aminoryhmä ja toiseen vapaa karboksyylihapporyhmä.

### Esimerkki

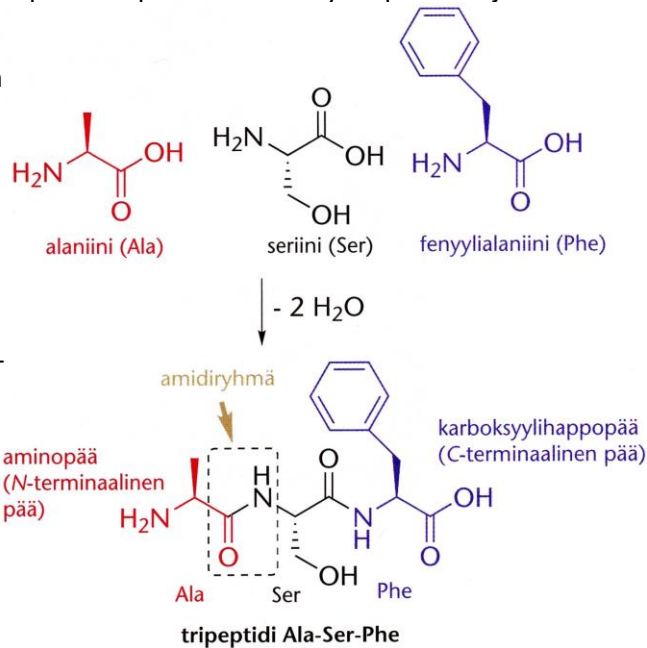
Muodosta tripeptidin Phe-Gly-Ser rakenne. tyvät taulukkokirjasta!



Ihmisessä arvelaan olevan yli 100 000 erilaista proteiinia, jotka kaikki koostuvat 20 erilaisesta aminohaposta. Peptididoksen myötä proteiineja kutsutaan myös polypeptideiksi.

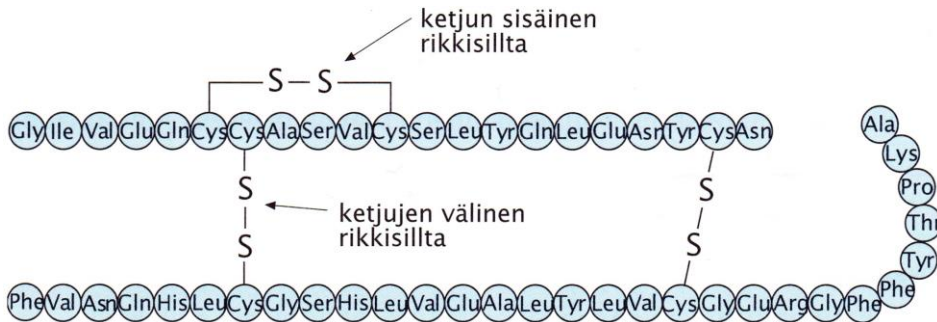
Edellä käydyn esimerkin mukaisesti proteiinin aminohappojärjestystä kutsutaan proteiinin **primäärirakenteeksi**.

Primäärirakenteessa on yleensä useita satoja aminohappoja → proteiinien moolimassat ovat hyvin suuria!



Proteiinit ovat luonnon monipuolisimpia polymeerejä. Ne voivat toimia entsyymeinä (katalyytteinä) tai solujen ja soluelinten rakennuspalikoina. Proteiinit ylläpitävät lähes kaikkia elävien solujen toimintoja: solujen liikettä, lihasten supistumista, vieraiden solujen tunnistamista sekä solukalvojen läpi tapahtuvaa liikennettä.

JOIDENKIN IHMISEN PROTEIINIEN OMINAISUUKSIA		
Proteiini	Aminohappojen lukumäärä	Moolimassa (g/mol)
lisämunuaisen erittämä adrenokortikotrooppinen hormoni	39	4 600
insuliinihormoni	51	5 700
veren hemoglobiini	574	64 500
seerumin albumiini	550	68 500

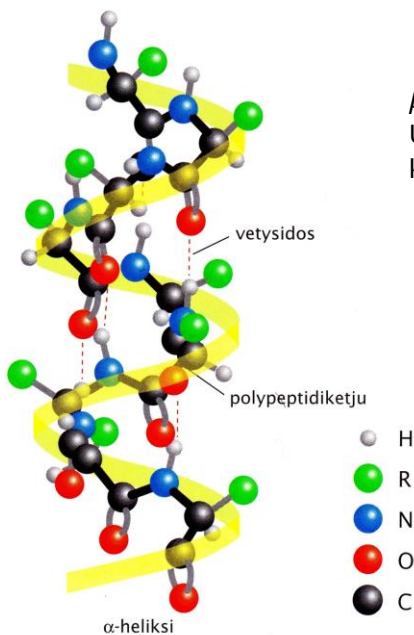


Insuliinihormonin aminohapposekvenssi eli -järjestys, joka määrää proteiinin primäärirakenteen.

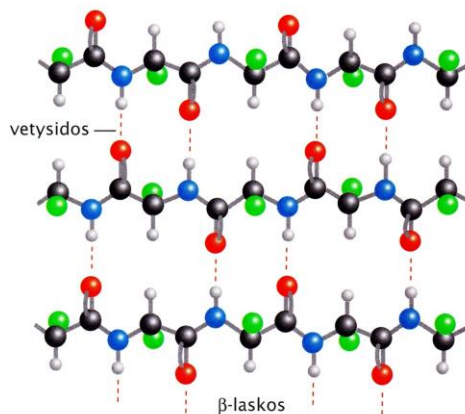
Proteiinien primäärirakenne ei vielä kerro proteiinien toiminnasta tai muodosta. Tarvitaan sekundääri- ja tertiäärirakenteet.

**Sekundäärirakenne** muodostuu, kun pitkät polypeptidiketjut kiertyvät siten, että aminohappoketjuun muodostuu vetysidoksia säännöllisin välein. Vetysidokset syntyvät aina neljän aminohapon välein. Tällaista rakennetta kutsutaan  **$\alpha$ -heliksiksi**. Toinen säännöllinen rakenne on  **$\beta$ -laskos**, jossa ketjut liittyvät toisiinsa ketjujen välisillä vetysidoksilla.

$\alpha$ -kierteitä pitävät koossa vahvat N – H- ja C = O-ryhmien väliset vetysidokset.



$\beta$ -laskoksissa on myös vahvoja vetysidoksia. Usein  $\beta$ -laskokset muodostavat selkeitä, pitkiä ketjuja.

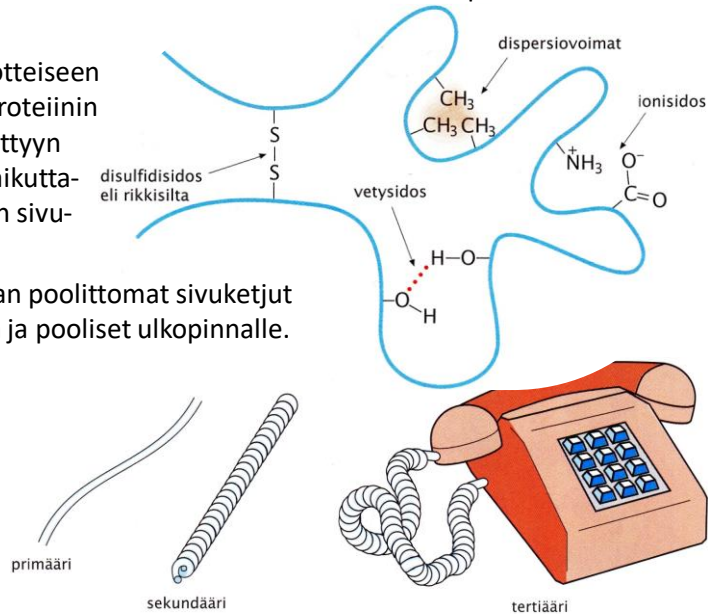


Proteiineissa esiintyvissä aminohapoissa on 20 erilaista sivuketjua. Näiden sivuketjujen välille syntyvät sidokset muovaavat edelleen proteiinin kolmiulotteista rakennetta. Tätä kolmiulotteista muotoa sanotaan proteiinin **tertiääri-rakenteeksi**.

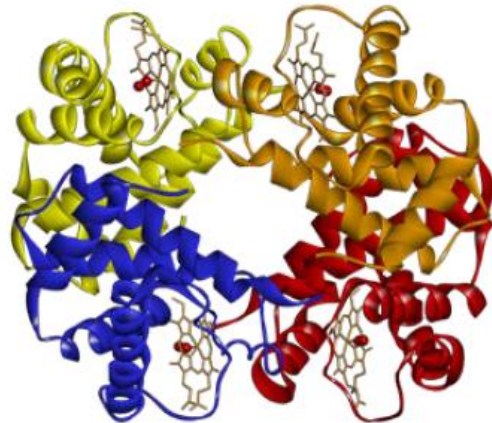
Proteiinin kolmiulotteiseen rakenteeseen eli proteiinin laskostumiseen tiettyyn konformaatioon vaikuttavat aminohappojen sivuketjut seuraavasti:

1) Pyritään saamaan poolittomat sivuketjut proteiinin sisäosiin ja pooliset ulkopinnalle.

2) Pyritään muodostamaan mahdollisimman monta vetysidosta ja ioniparia.



Jotkin proteiinit, kuten hemoglobiini, koostuvat useammasta alayksiköstä, jolla kullakin on oma terciäärirakenne. Tällöin kyseessä on proteiinin **kvaternäärirakenne**.



Proteiinien **denaturaatiossa** proteiinin kolmiulotteinen rakenne murtuu. Näin voi käydä liian kuumassa, happamassa tai emäksisessä olosuhteessa. Myös raskasmetallit ja alkoholi (jatkuva "tinaaminen") aiheuttavat denaturoitumista. Denaturaatiossa proteiinin luonnollinen konformaatio (muoto) muuttuu ja proteiini menettää biologisen toimintakykynsä. Siksi korkea, yli 40 asteen, kuume on hengenvaarallinen ihmiselle.

## Proteiineilla on neljä eri rakenteen tasoa

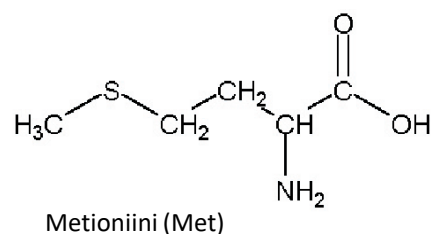
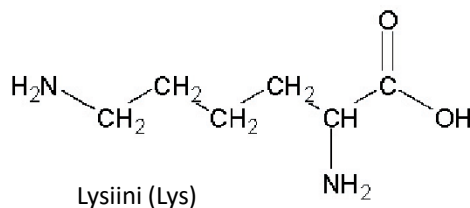
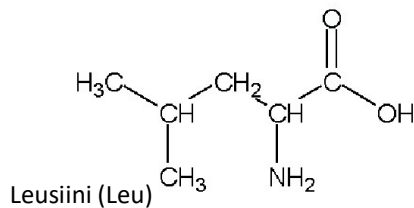
1. Proteiinin primäärirakenne kertoo proteiinin aminohappojärjestyksen.
2. Sekundäärirakenne kuvaa, miten proteiinin ketju laskostuu paikallisesti  $\alpha$ -kierteiksi,  $\beta$ -laskoksiksi ja erilaisiksi käänteiksi.
3. Tertiäärirakenne kuvaa koko proteiinimolekyylin kolmiulotteista rakennetta.
4. Kvaternäärirakenteella kuvataan kokonaisten proteiinimolekyylien keskenään muodostamia rakenteita.

### Välttämättömät aminohapot 1

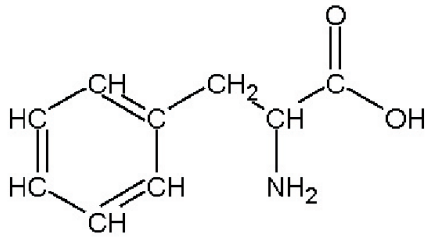
Aminohappoja tunnetaan luonnossa yli sata.

Proteiineissa niitä on 23 erilaista.

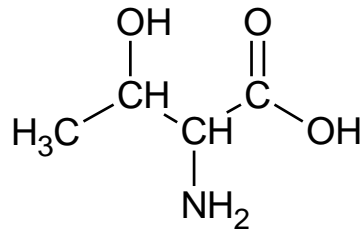
Aikuiselle ihmiselle välttämättömiä aminohappoja, joita elimistö ei pysty syntetisoimaan, vaan jotka on saatava ravinnosta, on kahdeksan.



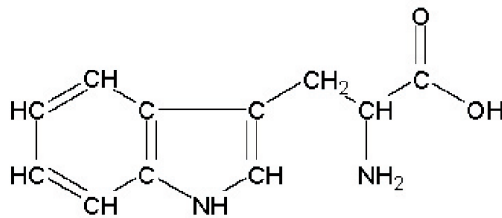
## Välttämättömät aminohapot 2



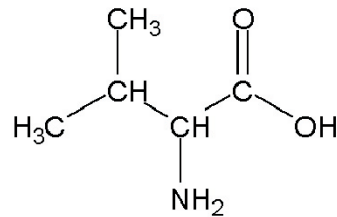
Fenyylialaniini (Phe)



Treoniini (Tre)

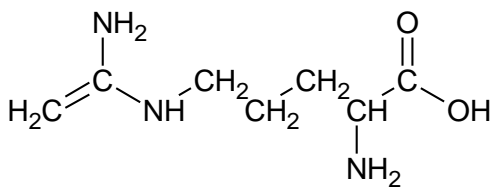


Tryptofaani (Try)

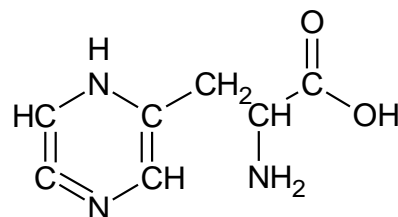


Valiini (Val)

## Välttämättömät aminohapot 3

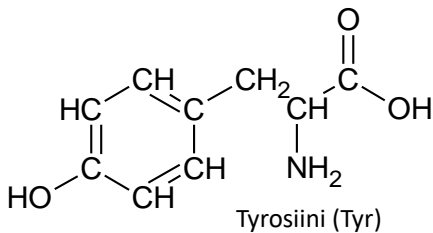


Arginiini (Arg)

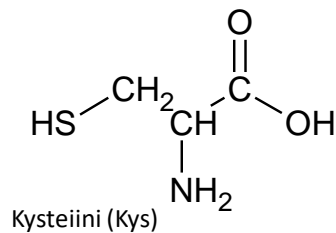


Histidiini (His)

Arginiini ja histidiini ovat välttämättömiä kasvaville lapsille.



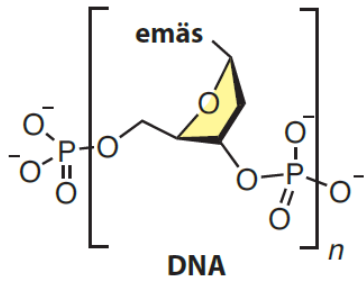
Tyrosiini (Tyr)



Kysteiini (Kys)

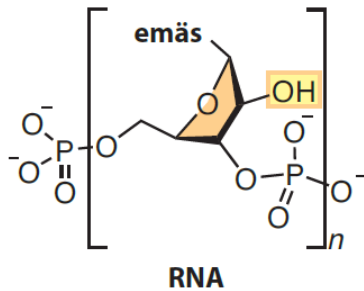
Tyrosiini ja kysteiini ovat välttämättömiä silloin, kun niiden muodostuminen elimistössä on rajoittunutta tai niiden esiasteita on riittämättömästi (esimerkiksi keskosilla).

## Nukleiinihapot DNA ja RNA



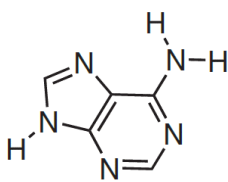
DNA:n ja RNA:n toistuvia yksiköitä kutsutaan nukleotideiksi.

DNA:n nukleotidissa sokeriosana on deoksiriboosi (keltainen) ja RNA:ssa riboosi (oranssi).

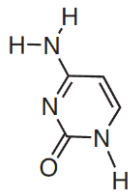


Sokeriosan lisäksi nukleotidit koostuvat sokeriosaan glykosididoksella liittyneestä emäsosasta sekä fosforiestereistä, jotka sitovat sokeriosat toisiinsa kovalenttisilla sidoksilla.

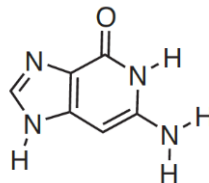
## Emäkset DNA:ssa ja RNA:ssa



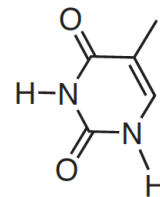
adeniini



sytsiini



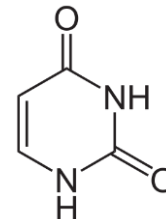
guaniini



tymiini

Uraasi on RNA:ssa esiintyvä emäs. DNA:ssa sitä vastaa tymiini.

DNA eli deoksiribonukleiinihappo on pitkä polymeeri, joka sisältää tiedon proteiinien aminohappojärjestyksestä ja mitasta. → kolmikot edellä

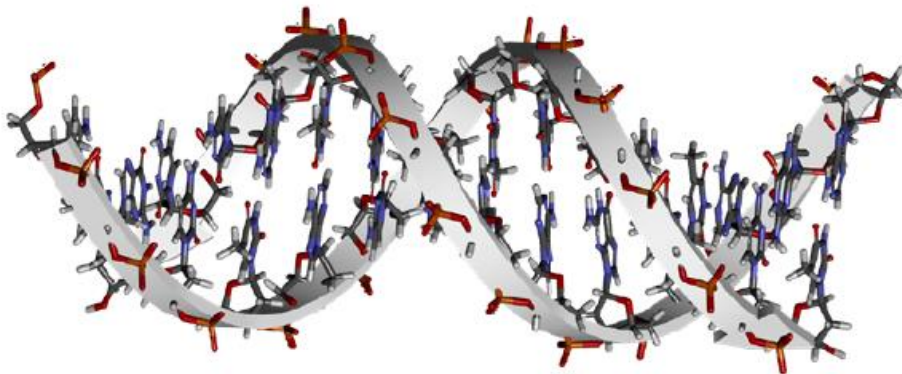
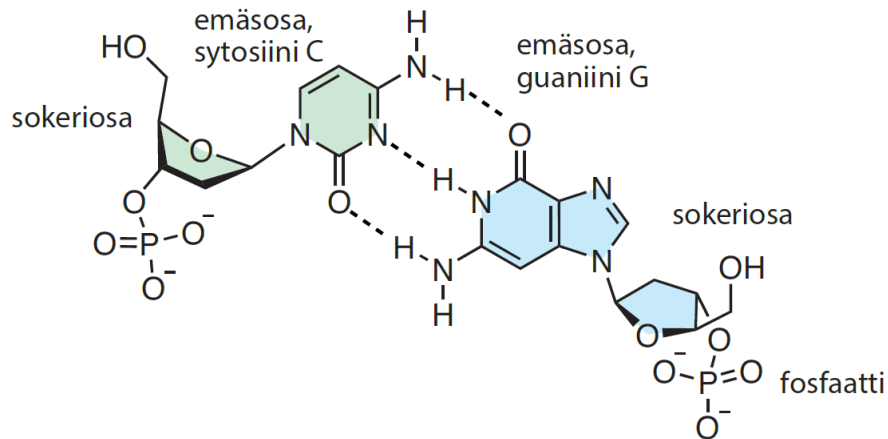


urasiili



DNA:n ketjut eli juosteet laskostuvat kaksoiskierrerakenteeksi, jossa eri nukleotidien emäsosat muodostavat keskenään pareja vetysidoksin.

Tymiini voi pariuua vain adeniinin kanssa kahdella vetysidoksella. Emäsosista guaniini voi pariuua vain sytosiinin kanssa kolmella vetysidoksella.



DNA:n kaksoiskierrteen rakenteen juosteita on kuvattu vaaleanharmaalla nauhalla. Keskellä rakennetta on vetysidoksilla toisiinsa liittyneet emäsparit.

# RNA välittää DNA:n tiedon

RNA:n rakenne on muuten samankaltainen kuin DNA:n, mutta

- sokeriosana on riboosi
- emäksenä on tyymiinin tilalla urasiili
- RNA ei muodosta kaksoiskierrettä, vaan pienempiä laskostuneita rakenteita

Siirtäjä-RNA eli tRNA:n rakenne on pistoolin muotoinen. tRNA-molekyylit kuljettavat proteiinisynteesiin tarvittavan aminohapon paikoilleen. Aminohappo sitoutuu pistoolin piipun kärkeen.

Tässä kuvassa on fenyyialaniinia siirtävää tRNA:ta.

