

ԹԵՄԱ 1

Բջիջների անօրգանական և օրգանական նյութերը

ԿՅԱՆՔԻ ՔԻՄԻԱՆ. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ (6 ԺԱՄ)

Ատոմներ

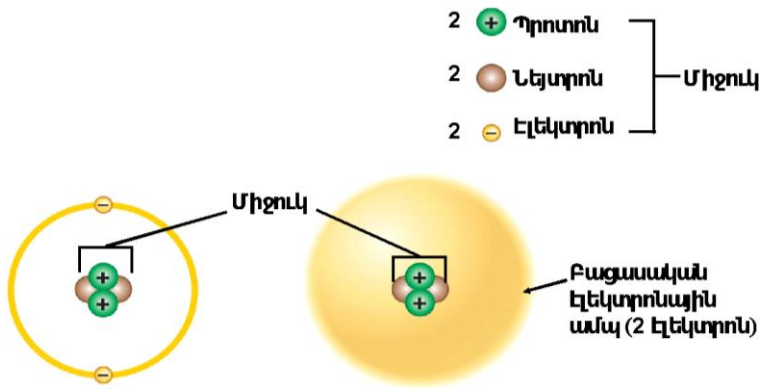
Յուրաքանչյուր տարր բաղկացած է մի տեսակի ատոմից, որը տարբերվում է այլ տարրերի ատոմներից: **Ատոմը**, որն իր անունը ստացել է «անբաժանելի» նշանակող հունարեն բառից, նյութի փոքրագույն միավորն է, որը դեռևս պահպանում է տարրի հատկությունները: Այլ կերպ ասած՝ ածխածին տարրի փոքրագույն մասնիկը մեկ ատոմ ածխածինն է: Իսկ ինչքան փոքր է ածխածնի այդ «մասնիկը»: Անհրաժեշտ կլիներ մոտավորապես մեկ միլիոն ածխածնի ատոմ այս նախադասության վերջակետի մի կետը ծածկելու համար:

Ատոմների կառուցվածքը

Ատոմները կազմված են ենթատոմային մասնիկներից, որոնցից երեք առավել կարևորներն են պրոտոնները, էլեկտրոններն ու նեյտրոնները: **Պրոտոնը** մեկ միավոր դրական էլեկտրական լիցքով ենթատոմային մասնիկ է (+): **Էլեկտրոնը** մեկ միավոր բացասական էլեկտրական լիցքով ենթատոմային մասնիկ է (-): **Նեյտրոնը** էլեկտրականապես չեզոք է (չունի էլեկտրական լիցք):

Դիտարկենք հելիում (He) տարրի՝ երեկույթների փուչիկների համար օգտագործվող «օդից թեթև» գազի, ատոմի կառուցվածքը (**նկար 1.1**): Հելիումի յուրաքանչյուր ատոմ ունի 2 նեյտրոն (\ominus) և երկու պրոտոն (\oplus), որոնք ամուր տեղավորված են միջուկում՝ ատոմի կենտրոնական մասում:

Երկու էլեկտրոն (\ominus) պտտվում է միջուկի շուրջը՝ գնդաձև ամպում, գրեթե լույսի արագությամբ: Էլեկտրոնային ամպը շատ ավելի մեծ է, քան միջուկը: Ըստ էության, եթե էլեկտրոնային ամպը լիներ ֆուտբոլային մարզադաշտի չափ, ապա միջուկը կլիներ դաշտի վրայի ճանճի չափ: Բացասականորեն լիցքավորված էլեկտրոնների և դրականորեն լիցքավորված պրոտոնների միջև ձգողականությունը պահում է էլեկտրոնների պտույտը: Երբ ատոմն ունի հավասար թվով պրոտոններ և էլեկտրոններ (ինչպես հելիումինը), ապա նրա ընդհանուր էլեկտրոնային լիցքը զրո է և ատոմը չեզոք է:



Նկար 1.1 Հելիումի ատոմի պարզեցված մոդել

Տարրերը տարբերվում են իրենց ատոմների ենթատոմային մասնիկների թվով: Պրոտոնների թիվն ատոմում կոչվում է **ատոմական թիվ**, ցույց է տալիս, թե որ տարրն է դա:

Օրինակ՝ հելիումը միշտ ունի 2 պրոտոն, այսինքն նրա ատոմական թիվը 2 է: **Զանգվածը** առարկայում նյութի քանակության չափն է: Պրոտոնի և նեյտրոնի զանգվածները գրեթե նույնն են: Էլեկտրոնն ունի այնքան փոքր զանգված (պրոտոնի զանգվածի ընդամենը մոտավորապես 1/2000-ը), որ այն սովորաբար ընդունվում է որպես զրո: Ուստի ատոմի զանգվածային թիվն ուղղակի միջուկի պրոտոնների և նեյտրոնների գումարային թիվն է: Հելիումի համար զանգվածային թիվը 4 է (2 պրոտոն + 2 նեյտրոն): Երկուսն էլ՝ ատոմական թիվը և զանգվածային թիվը, կարելի է կարդալ պարբերական աղյուսակից (տես նկար 2.1 և Հավելված Բ):

Իզոտոպներ

Որոշ տարրեր կարող են գոյություն ունենալ տարբեր ձևերով, որոնք կոչվում են **իզոտոպներ**: Տարրի տարբեր իզոտոպներն ունեն նույն թվով պրոտոններ ու էլեկտրոններ, սակայն տարբեր թվով նեյտրոններ: Այլ կերպ ասած՝ իզոտոպները տարրի ձևերն են, որոնք տարբերվում են զանգվածով:

Աղյուսակ 1.1	Ածխածնի իզոտոպները					
	Ածխածին - 12		Ածխածին – 13		Ածխածին - 14	
Պրոտոններ	6	6	6	6	6	6
Նեյտրոններ	6	12	7	13	8	14
Էլեկտրոններ	6	6	6	6	6	6

Աղյուսակ 1.1-ում ցույց են տրված ածխածնի երեք իզոտոպների ենթաստոմային մասնիկների թվերը: Ածխածին-12-ը (այդպես է կոչվում իր զանգավածային թվի՝ 12-ի պատճառով)՝ 6 նեյտրոնով և 6 պրոտոնով, կազմում է բնության մեջ հանդիպող ամբողջ ածխածնի 99%-ը: Մնացած 1%-ի մեծ մասը բաղկացած է ածխածին-13-ից՝ 7 նեյտրոնով և 6 պրոտոնով: Երրորդ իզոտոպը՝ ածխածին-14-ը՝ 8 նեյտրոնով և 6 պրոտոնով, հանդիպում է չնչին քանակով: Ուշադրություն դարձրու, որ բոլոր երեք իզոտոպներն ունեն 6 պրոտոն, այլապես նրանք ածխածին չէին լինի: Երկուսն էլ՝ ածխածին-12-ը և ածխածին-13-ը, կայուն իզոտոպներ են. նշանակում է, որ նրանց միջուկն ընդմիջտ շատ թե քիչ ամբողջական է մնում: Իսկ ածխածին-14 իզոտոպն անկայուն է կամ ռադիոակտիվ: **Ռադիոակտիվ իզոտոպն** այն է, որի միջուկը տրոհվում է՝ անջատելով մասնիկներ և էներգիա:

Ռադիոակտիվ իզոտոպները կենսաբանական հետազոտության և բժշկության մեջ շատ կիրառություններ ունեն: Բջջերը ռադիոակտիվ իզոտոպներն օգտագործում են նույն կերպ, ինչպես սվյալ տարրի ոչ ռադիոակտիվ իզոտոպները: Երբ բջիջը վերցնում է ռադիոակտիվ իզոտոպները, նրանց կողմից առաքված ճառագայթման շնորհիվ կարելի է որոշել իզոտոպների տեղակայումն ու խտությունը: Սա ռադիոակտիվ իզոտոպները կիրառելի է դարձնում որպես լուսածրող (ֆլուորեսցենտ) գնդակներ՝ ըստ էության կենսաբանական լրտեսներ՝ կենդանի օրգանիզմներում ատոմների ճակատագրին հետևելու համար: Օրինակ՝ ՊԷՏ-սկաներ (պոզիտրոն էմիսիոն տոմոգրաֆ) կոչվող բժշկական ախտորոշման միջոցը որոշում է մարմնի մեջ ներմուծված ռադիոակտիվ նյութերի փոքր քանակությունները: ՊԷՏ-սկաներները կարող են ախտորոշել սրտի հիվանդությունները և որոշ քաղցկեղներ:

Թեպետ ռադիոակտիվ իզոտոպները շատ օգտակար կիրառություններ ունեն, նրանց չվերահսկված ազդեցությունը կարող է վնաս հասցնել կենդանի օրգանիզմներին՝ վնասելով բջիջների մոլեկուլները, հատկապես ԴՆԹ-ն: 1986 թ. Չերնոբիլի (Ուկրաինա) միջուկային ռեակտորի պայթյունն արտազատել էր մեծ քանակությամբ ռադիոակտիվ իզոտոպներ՝ մի քանի շաբաթվա ընթացքում սպանելով 30 մարդ և քաղցկեղի զարգացման մեծ վտանգի ենթարկելով հազարավորների: Դժբախտ պատահարին հետևած տասնամյակի ընթացքում ուկրաինացի երեխաների շրջանում վահանաձև գեղձի քաղցկեղով հիվանդացությունն աճեց տասն անգամ:

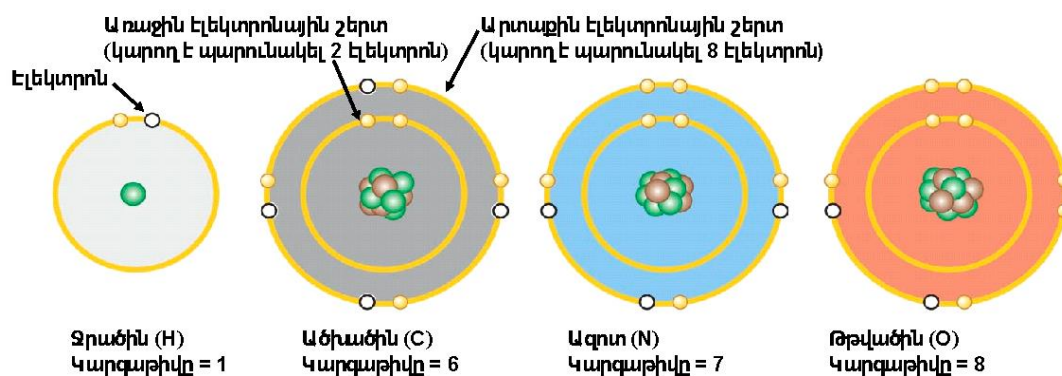
Ճառագայթման բնական աղբյուրները նույնպես կարող վտանգավոր լինել: Ռադոնը՝ ռադիոակտիվ գազը, կարող է թոքի քաղցկեղ առաջացնել: Ռադոնը կարող է աղտոտել այն շրջանների շինությունները, որտեղ ստորին շերտի ժայռերը բնականից պարունակում են ուրան ռադիոակտիվ տարրը: Սեփականատերերը կարող են գնել ռադոնային հայտնաբերիչներ կամ համապատասխան ընկերություններից մեկին պատվիրել ստուգել իրենց տունը՝ համոզվելու համար, որ ռադոնի մակարդակն անվնաս է:

Էլեկտրոնային բաշխվածությունը և ատոմների քիմիական հատկությունները

Մեր քննարկած երեք ենթաստոմային մասնիկներից (պրոտոններ, նեյտրոններ և էլեկտրոններ) էլեկտրոնները միակն են, որոնցից է հիմնականում

կախված, թե ինչպես աստման իրեն կպահի, երբ այն հանկարծ հանդիպի այլ աստմաների: Էլեկտրոնները տարբերվում են իրենց ունեցած էներգիայի չափով: Որքան էլեկտրոնը հեռու է միջուկից, այնքան մեծ է նրա էներգիան: Ատոմում էլեկտրոնները չեն պտտվում պարզապես ցանկացած էներգետիկ մակարդակում, այլ էլեկտրոնային թաղանթներ կոչված որոշակի մակարդակներում: Կախված էլեկտրոնների թվից՝ աստմաները կարող են ունենալ մեկ, երկու կամ ավելի էլեկտրոնային թաղանթ՝ միջուկից ամենահեռու գտնվող թաղանթում ունենալով ամենամեծ էներգիա ունեցող էլեկտրոնները: Յուրաքանչյուր թաղանթ կարող է տեղավորել մինչև որոշակի թվով էլեկտրոններ: Միջուկին ամենամոտ թաղանթը լրանում է միայն 2 էլեկտրոնով, մինչդեռ երկրորդ և երրորդ թաղանթներից յուրաքանչյուրը կարող է պահել մինչև 8 էլեկտրոն:

Արտաքին թաղանթի էլեկտրոնների թիվը պայմանավորում է ատոմի քիմիական հատկությունները: Ատոմները, որոնց արտաքին թաղանթները ամբողջական չեն, հակված են փոխազդելության մեջ մտնելու այլ ատոմների հետ, այն է՝ մասնակցելու քիմիական ռեակցիաներին: **Նկար 1.2**-ում ցույց են տրված կենսաբանորեն կարևոր չորս տարրերի էլեկտրոնային թաղանթները: Բոլոր չորս ատոմները հեշտությամբ փոխազդում են այլ ատոմների հետ, քանի որ նրանց արտաքին թաղանթները լրացված չեն: Ջրածնի ատոմը չափազանց ակտիվ է, քանի որ իր միակ էլեկտրոնային թաղանթում, որը կարող է տեղավորել 2 էլեկտրոն, միայն 1 էլեկտրոն ունի: Ածխածնի, ազոտի և թթվածնի ատոմները նույնպես չափազանց ակտիվ են, որովհետև նրանց արտաքին թաղանթները, որոնք կարող են ունենալ 8 էլեկտրոն, լրացված չեն: Ի տարբերություն դրանց՝ հելիումի ատոմը (նկար 2.4) ունի մեկ՝ առաջին մակարդակի թաղանթ, որը լրացված է 2 էլեկտրոնով: Արդյունքում՝ հելիումը քիմիապես ակտիվ չէ: **✓**



Նկար 1.2

Կենդանի օրգանիզմներում ամենատարածված չորս տարրերի ատոմները:

Քիմիական կապ և մոլեկուլներ

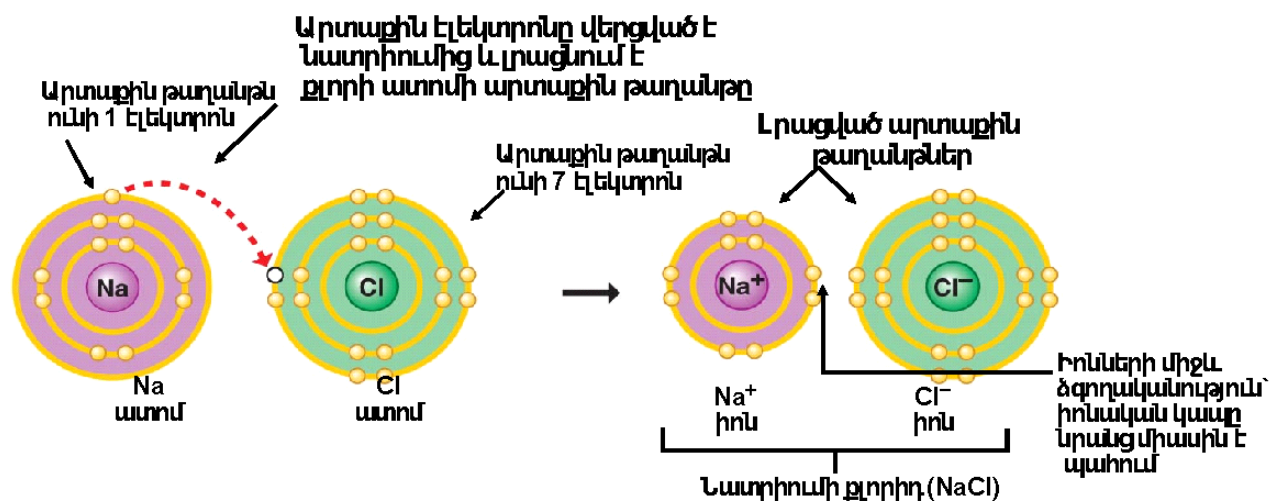
Քիմիական ռեակցիաները հնարավորություն են տալիս ատոմներին տրամադրելու կամ ձեռք բերելու էլեկտրոններ՝ այդպիսով լրացնելով իրենց

արտաքին թաղանթները: Ատոմները դա անում են՝ փոխանցելով կամ կիսելով արտաքին էլեկտրոնները: Այսպիսի փոխազդեցությունների արդյունքում սովորաբար ատոմները միմյանց մոտ են մնում՝ պահվելով **քիմիական կապեր** կոչվող ձգողականությունների շնորհիվ: Այս բաժնում մենք կքննարկենք քիմիական կապի երեք տեսակները. իոնական, կովալենտային և ջրածնային:

Իոնական կապեր

Կերակրի աղն օրինակ է, թե ինչպես է էլեկտրոնների փոխանցումը մի ատոմից մյուսին դրանք կապում միմյանց: Կերակրի աղի երկու բաղադրիչները նատրիումի (Na) և քլորի (Cl) տարրերն են: Երբ քլորը նատրիումի ատոմից էլեկտրոն է վերցնում, էլեկտրոնի փոխանցման շնորհիվ երկու ատոմներն էլ էլեկտրոնների լրացված արտաքին թաղանթներ են ունենում (**նկար 1.3**):

Մինչ էլեկտրոնների փոխանցումը այդ ատոմներից յուրաքանչյուրն էլեկտրականապես չեզոք է: Քանի որ էլեկտրոնները բացասականապես լիցքավորված մասնիկներ են, էլեկտրոնի փոխանցումը մեկ միավոր բացասական լիցքը նատրիումից տեղափոխում է քլոր: Երկու ատոմն էլ այժմ **իոններն** են՝ այսինքն ատոմներ, որոնք էլեկտրականապես լիցքավորված են էլեկտրոնների ձեռքբերման կամ կորստի հետևանքով: Մեկ էլեկտրոնի պակասը նատրիումի իոնին հաղորդում է +1 լիցք, մինչդեռ քլորի մեկ էլեկտրոն վերցնելը նրան հաղորդում է -1 լիցք: Նատրիումի (Na^+) և քլորի (Cl^-) իոնները միասին են պահվում **իոնական կապի**՝ հակադիր լիցքավորված իոնների միջև ձգողականության շնորհիվ: Միացությունները (օրինակ՝ կերակրի աղը), որոնք իոնական կապերով միասին են պահվում, կոչվում են **իոնական միացություններ**: Երկրակեղևում ֆտորը հաճախ գտնվում է իոնական միացությունների տեսքով, ինչպիսին է, օրինակ՝ կալցիումի ֆտորիդը (CaF_2), որը կալցիումի իոնների (Ca^{2+}) և ֆտորիդ իոնների (F^-) միջև կապերի արդյունք է: (Ուշադրություն դարձրու, որ բացասականապես լիցքավորված իոնների անվանումները հաճախ ավարտվում են «-իդ» վերջավորությամբ, օրինակ՝ «քլորիդ» կամ «ֆտորիդ»):



Նկար 1.3 Էլեկտրոնի փոխանցումն ու իոնական կապը: Երբ նատրիումի ու քլորի ատոմները հանդիպում են, երկու ատոմների միջև էլեկտրոնի փոխանցման շնորհիվ առաջանում են երկու հակադիր լիցքերով իոններ:

Կովալենտային կապեր

Ի տարբերություն էլեկտրոնների ամբողջական փոխանցման, որը հանգեցնում է իոնական կապերի առաջացմանը, կովալենտային կապը ձևավորվում է, երբ երկու ատոմ կիսում են արտաքին թաղանթի էլեկտրոնների մեկ կամ ավելի զույգեր: Ատոմները, որոնք միասին են պահվում կովալենտային կապերի միջոցով, ձևավորում են մոլեկուլ: Օրինակ՝ մեթան կոչվող գազի՝ CH₄-ի մոլեկուլում կովալենտային կապը ջրածնի ատոմներից յուրաքանչյուրը միացնում է ածխածնին: Նկար 1.4-ում կարող ես տեսնել, որ մեթանի մոլեկուլում ջրածնի չորս ատոմներից յուրաքանչյուրն ածխածնի միակ ատոմի հետ էլեկտրոնների մեկ զույգ է կիսում:

Անուն (մոլեկուլային բանաձև)	Էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիա	Կառուցվածքային բանաձև	Տարածական մոդել	Գնդիկի և ձողիկի մոդել
Ջրածին (H ₂)		$\begin{array}{c} \text{H}-\text{H} \\ \text{Միակի կապ} \end{array}$		
Թթվածին (O ₂)		$\begin{array}{c} \text{O}=\text{O} \\ \text{Կրկնակի կապ} \end{array}$		
Մեթան (CH ₄)		$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$		

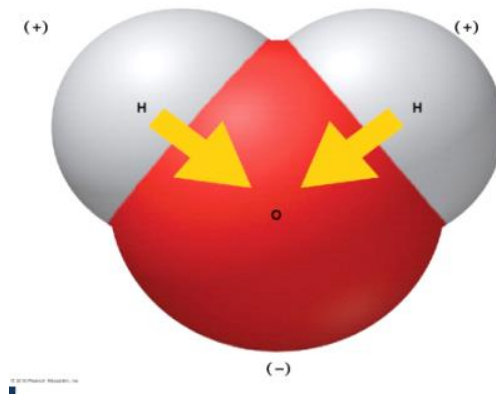
Նկար 1.4

Կովալենտային կապերի թիվը, որը կարող է ձևավորել ատոմը, հավասար է նրա արտաքին թաղանթի լրացման համար անհրաժեշտ լրացուցիչ էլեկտրոնների թվին: Նկար 2.7-ից տես, որ ջրածինը (H) կարող է ձևավորել մեկ կովալենտային կապ, թթվածինը (O)՝ երկու, իսկ ածխածինը (C)՝ չորս: H₂-ի միակ կովալենտային կապը համալրում է ջրածնի երկու ատոմների արտաքին թաղանթները: Ի տարբերություն ջրածնի՝ թթվածնին արտաքին թաղանթը լրացնելու համար անհրաժեշտ է երկու էլեկտրոն: O₂-ի մոլեկուլում թթվածնի երկու ատոմը ունեն երկու ընդհանուր էլեկտրոնային զույգ՝ ձևավորելով կրկնակի կովալենտային կապ:

Ջրածնային կապեր

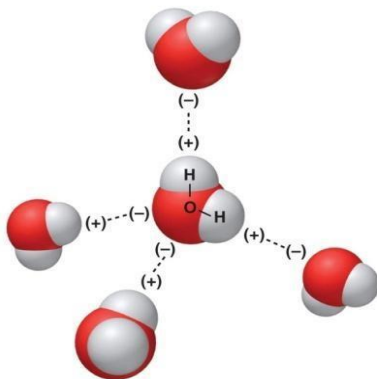
Ջուրը (H_2O) նույնպես միացություն է: Այն բաղկացած է ջրածնի երկու ատոմից՝ կովալենտային կապով միացած թթվածնի մեկ ատոմին (ձողիկները գնդիկների տեսքով պատկերված ատոմների միջև կապերն են):

Սակայն կովալենտային կապերում էլեկտրոնները հավասարաչափ չեն բաշխված թթվածնի և ջրածնի միջև: Հետևյալ սխեմայի երկու դեղին սլաքները ցույց են տալիս ընդհանուր էլեկտրոնների ուժեղ ձգողականությունը, որը թթվածինն ունի իր գույգրնկերոջ՝ ջրածնի համեմատությամբ:



Բացասական լիցքավորված էլեկտրոնների անհամաչափ բաշխվածությունը V-աձևության հետ միասին ջրի մոլեկուլը դարձնում է բևեռացված: **Բևեռային մոլեկուլն** իր հակադիր ծայրերին ունի հակադիր լիցքեր: Ջրի դեպքում մոլեկուլի թթվածնի ծայրն ունի մասնակի բացասական լիցք, իսկ ջրածնի երկու ատոմների շուրջ եղած տարածքում՝ մասնակիորեն դրական:

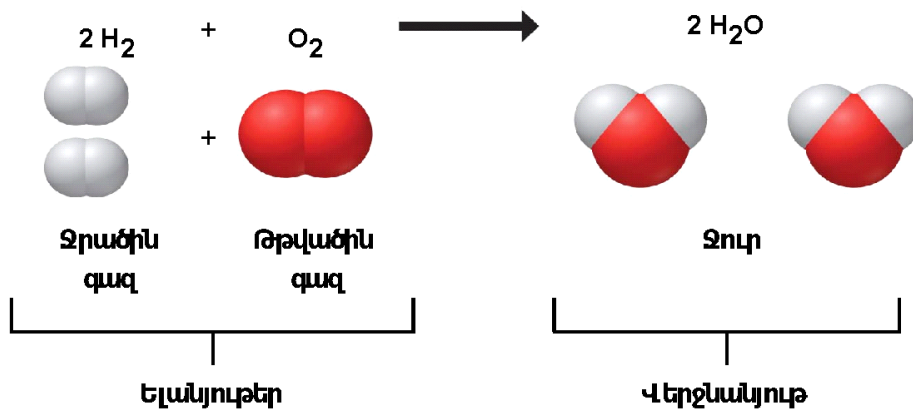
Ջրի բևեռայնության արդյունքում ջրի հարևան մոլեկուլների միջև թույլ էլեկտրական ձգողականություններ են առաջանում: Մոլեկուլները հակված են կողմնորոշվելու այնպես, որ մի մոլեկուլի ջրածնի ատոմը մոտ լինի հարևան ջրի մոլեկուլի թթվածնի ատոմին: Այս թույլ ձգողականությունները կոչվում են **ջրածնային կապեր (նկար 1.5)**: Ինչպես ավելի ուշ կտեսնես այս գլխում, ջրի՝ ջրածնային կապեր ձևավորելու ունակությունը կյանքի համար մեծ նշանակություն ունի:



նկար 1.5

Քիմիական ռեակցիաներ

Կյանքի քիմիան դինամիկ է: Քո բջիջները մշտապես վերադասավորում են մոլեկուլները՝ քանդելով առկա քիմիական կապերը և ձևավորելով նորերը: Նյութի քիմիական կազմության այդպիսի փոփոխությունները կոչվում են **քիմիական ռեակցիաներ**: Պարզ օրինակներից մեկը թթվածին և ջրածին գազերի միջև ռեակցիան է, որի արդյունքում ջուր է առաջանում (սա պայթյունավտանգ ռեակցիա է, որը բարեբախտաբար քո բջիջներում տեղի չի ունենում):



Մեկնաբանենք այս քիմիական ռեակցիան. երկու մոլեկուլ ջրածին գազը (2H_2) փոխազդեցության մեջ է մտնում մեկ մոլեկուլ թթվածին գազի (O_2) հետ՝ առաջացնելով երկու մոլեկուլ ջուր (H_2O): Սլաքները ցույց են տալիս ելանյութերի՝ **փոխազդող նյութերի** (2H_2 և O_2) փոխարկումը **ռեակցիայի վերջնանյութերի** ($2 \text{H}_2\text{O}$):

Ուշադրություն դարձրու, որ ելանյութերում և վերջնանյութերում նույն թվով ջրածին և թթվածին ատոմներ են ներկայացված, չնայած դրանք խմբավորված են տարբեր կերպ: Քիմիական ռեակցիաները չեն կարող ստեղծել կամ քայքայել նյութը, այլ միայն վերադասավորել այն: Այս վերադասավորումները սովորաբար ներառում են փոխազդող նյութերի քիմիական կապերի քանդում և ռեակցիայի վերջնանյութերում նոր կապերի ձևավորում:

Ձրի մոլեկուլները, որոնք մենք այստեղ ստացանք, քիմիայի հիմունքների այս բաժնի լավ եզրահանգում են: Ջուրն այնքան կարևոր նյութ է կենսաբանության մեջ, որ հաջորդիվ մենք հանգամանալից կուսումնասիրենք նրա կենսապահպան հատկությունները: ✓

ԲՉՁԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Քանդիր ցանկացած կենսաբանական համակարգ և ի վերջո կհանգես քիմիական մակարդակին: Ըստ էության, քո մարմինը կարող ես պատկերացնել որպես քիմիական նյութերի մի մեծ կոնտեյներ, որտեղ անընդհատ մի շարք շարունակական քիմիական ռեակցիաներ են ընթանում: Սկսելով այս հիմնական կենսաբանական մակարդակից՝ ուսումնասիրենք կյանքի քիմիան:

Նյութ. տարրեր և միացություններ

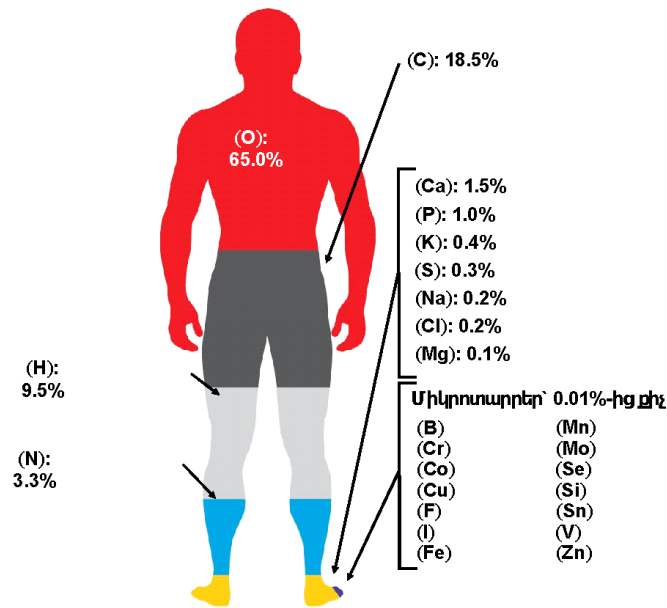
Բոլոր օրգանիզմներն ու նրանց շրջապատող ամեն ինչ կազմված են նյութից՝ տիեզերքի ֆիզիկական «հումքից»: Մահմանման համաձայն՝ նյութն այն է, ինչը տարածք է զբաղեցնում և զանգված ունի: Երկրի վրա նյութը գտնվում է երեք ֆիզիկական վիճակներով՝ պինդ, հեղուկ և գազային:

Նյութը բաղկացած է քիմիական տարրերից՝ այն բաղադրիչներից, որոնք չեն կարող բաժանվել ավելի փոքր բաղադրիչների: Երկրի վրա գոյություն ունի բնության մեջ հանդիպող 92 տարր. օրինակներ են ածխածինը, թթվածինը և ոսկին: Յուրաքանչյուր տարր ունի պայմանանշան՝ իր լատիներեն, անգլերեն կամ գերմաներեն անվանման առաջին մեկ կամ երկու տառերը: Օրինակ՝ ոսկու պայմանանշանը՝ Au, լատիներեն *aurum* բառից է, մինչդեռ թթվածնի պայմանանշանը՝ O, ծագում է անգլերեն *oxygen* բառից: Բոլոր տարրերը՝ բնության մեջ հանդիպող 92-ը և մարդու կողմից ստեղծված մի քանի տասնյակը, դասավորված են տարրերի հայտնի պարբերական համակարգում, որը փակցված է քիմիայի և կենսաբանության ցանկացած լաբորատորիայում:



Բնության մեջ հանդիպող 92 տարրերից 25-ն անհրաժեշտ են կյանքի համար: Այս տարրերից չորսը՝ թթվածինը (O), ածխածինը (C), ջրածինն (H) ու ազոտը (N), կազմում են մարդու մարմնի, ինչպես նաև շատ այլ կենդանի օրգանիզմների զանգվածի մոտավորապես 96%-ը (**Նկար 1.6**): Մնացած 4%-ի մեծ մասը բաժին է ընկնում 7 տարրերի, որոնցից շատերը հավանաբար հայտնի են քեզ, ինչպես օրինակ՝ կալցիումը (Ca) և ֆոսֆորը (P): Ամուր ոսկրերի և ատամների կառուցման համար անհրաժեշտ կալցիումով հարուստ են կաթը և կաթնամթերքը, ինչպես նաև սարդինաձկները և կանաչ, տերևաշատ բանջարեղենը (օրինակ՝

սպանախը, կոլարդները, գանգրակադամբը և բրոկոլին): Ֆոսֆոր՝ ԴՆԹ-ի և այլ կենսամոլեկուլների բաղադրիչը, կարելի է ստանալ ձու, լոբի և ընդդեմ ուտելով:



Նկար 1.6 Մարդու մարմնի քիմիական բաղադրությունը՝ ըստ զանգվածի

Քո զանգվածի 0.01%-ից պակաս մասը կազմում են 14 միկրոտարրերը (տես նկար 1.6): **Միկրոտարրերն** անհրաժեշտ են միայն շատ փոքր քանակությամբ, բայց դու չես կարող ապրել առանց դրանց: Օրինակ՝ միջին մարդն օրական յոթի ընդամենը մի փոքրիկ մասնիկի՝ մոտավորապես 0.15 միլիգրամի (մգ) կարիք ունի: Յոդը պարանոցի վրա գտնվող վահանաձև գեղձից արտադրվող հորմոնի կարևորագույն բաղադրիչն է: Մննդում յոթի պակասը վահանաձև գեղձի մեծացման պատճառ է դառնում, մի վիճակի, որը կոչվում է խալիպ: Բնականից յոդով հարուստ սննդամթերքը ներառում է լամինարիան և կաթնամթերքը: Յոդի ավելացումը կերակրի աղին (յոդացված աղ) գրեթե վերացրեց խալիպը շատ երկրներում: Դժբախտաբար, զարգացող երկրներում խալիպը դեռևս ախտահարում է հազարավոր մարդկանց (**Նկար 1.7**): Ֆտորը միկրոտարրերի մեկ ուրիշ օրինակ է, այն առողջ ոսկրերի և ստամոքսի անհրաժեշտ բաղադրիչն է:



Նկար 1.7 Այստեղ պատկերված մալազիացի կնոջ խալիպը՝ վահանաձև գեղձի մեծացումը, կարող է պատահել, երբ սնունդը բավարար չափով յոդ միկրոտարր չի պարունակում:

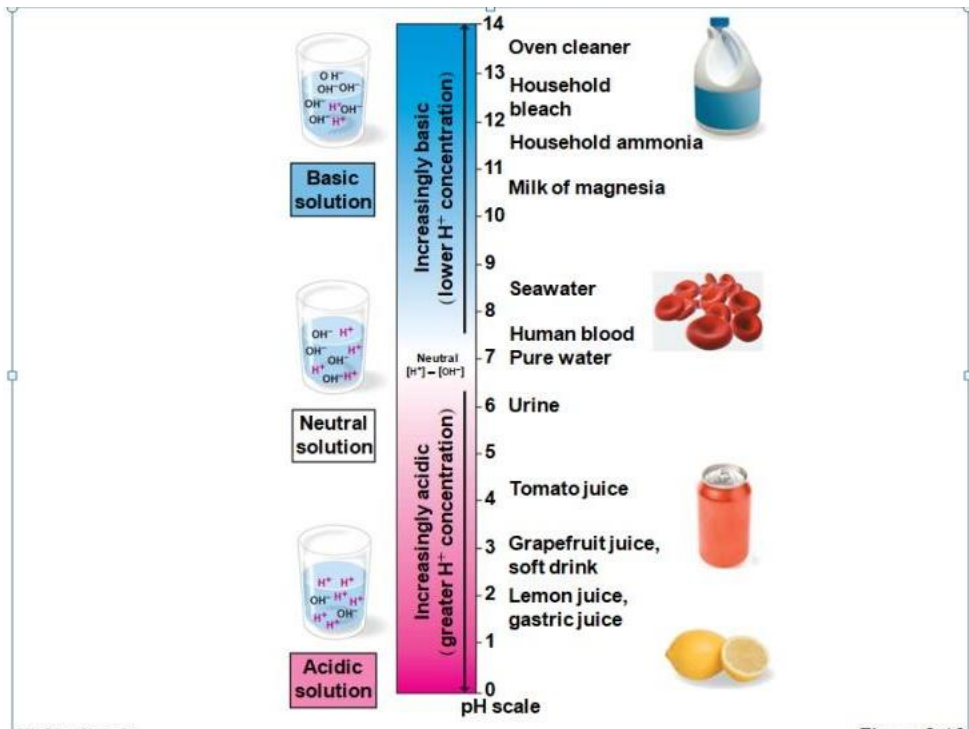
Տարրերը կարող են միանալ՝ ձևավորելով միացություններ՝ նյութեր, որոնք պարունակում են երկու կամ ավելի տարր՝ հաստատուն հարաբերությամբ: Առօրյա կյանքում միացությունները շատ ավելի տարածված են, քան տարրերը: Ծանոթ օրինակներ են համեմատաբար պարզ միացությունները, ինչպիսիք են կերակրի աղը և ջուրը: Կերակրի աղը նատրիումի քլորիդն է՝ NaCl, որը բաղկացած է տարրերի՝ նատրիումի (Na) և քլորի (Cl) հավասար մասերից: Ջրի մոլեկուլը՝ H₂O, ունի երկու ատոմ ջրածին և մեկ ատոմ թթվածին: Կենդանի օրգանիզմների միացությունների մեծ մասը պարունակում է մի քանի տարրեր տարրեր: Օրինակ՝ ԴՆԹ-ն պարունակում է ածխածին, ազոտ, թթվածին, ջրածին և ֆոսֆոր:

Թթուներ, հիմքեր և pH

Օրգանիզմի ներսում, ջրային լուծույթներում ջրի մոլեկուլների մեծ մասը ամբողջական է: Այնուամենայնիվ, ջրի որոշ մոլեկուլներ իրականում բաժանվում են առանձին ջրածնի (H⁺) և հիդրօքսիդ (OH⁻) իոնների: Այս երկու իոնների հավասարակշռությունը վճռորոշ է օրգանիզմի ներսում քիմիական պրոցեսների պատշաճ գործառության համար: Քիմիական միացությունը, որը լուծույթ է արտազատում H⁺, կոչվում է **թթու**: Ուժեղ թթվի օրինակ է աղաթթուն (HCl)՝ քո ստամոքսի թթուն: Լուծույթում HCl-ը բաժանվում է առանձին H⁺ և Cl⁻ իոնների: **Հիմքը** միացություն է, որն ընդունում է H⁺ և այն հեռացնում լուծույթից: Որոշ հիմքեր, ինչպիսին է նատրիումի հիդրօքսիդը (NaOH), դա անում են OH⁻ արտազատելով, որը միանալով H⁺-ի հետ առաջացնում է H₂O:

Լուծույթի թթվայնությունը նկարագրելու համար քիմիկոսները օգտագործում են **pH սանդղակը**՝ լուծույթում ջրածնի իոնների (H⁺) կոնցենտրացիայի չափը: Սանդղակը գտնվում է 0-ից (առավել թթվային) մինչև 14-ի (առավել հիմնային) սահմաններում: pH-ի յուրաքանչյուր միավոր իրենից H⁺-ի կոնցենտրացիայի 10-անգամյա փոփոխություն է ներկայացնում (**Նկար 1.8**): Օրինակ՝ կիտրոնի հյութը pH 2-ում ունի 100 անգամ ավելի H⁺, քան հավասար քանակության տոմատի հյութը pH 4 -ում: Մաքուր ջուրը և ջրային լուծույթները ոչ թթվային են, ոչ էլ հիմնային և կոչվում են չեզոք. նրանք ունեն pH 7: Նրանք պարունակում են և H⁺, և OH⁻, սակայն այս երկու իոնների կոնցենտրացիաները հավասար են: Կենդանի բջիջների մեծ մասի ներսում լուծույթի pH-ը մոտ է 7:

pH-ի նույնիսկ թեթևակի փոփոխությունը կարող է վնասակար լինել օրգանիզմի համար, որովհետև բջիջների մոլեկուլները չափազանց զգայուն են H⁺ ու OH⁻ կոնցենտրացիաների նկատմամբ: Կենսաբանական հեղուկները պարունակում են **բուֆերներ**՝ նյութեր, որոնք կանխում են pH-ի վնասակար փոփոխությունները՝ ընդունելով H⁺, երբ այս իոնը ավելցուկով է և տրամադրելով H⁺, երբ այն սպառված է: Այնուամենայնիվ, այս բուֆերային պրոցեսը միանգամայն ապահով չէ, և շրջակա միջավայրի pH-ի փոփոխությունները կարող են խորապես ազդել էկոհամակարգերի վրա:



Նկար 1.8 pH սանդղակը

Բջջի անօրգանական և օրգանական նյութեր

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere>

Բջջի անօրգանական նյութեր

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1w7JzSLVjTaNt1NhBDcPeI-Yow0nx41nu>

Ջուր (2 ժամ)

Սովորողներին տրվող նյութ 1

Ջուր

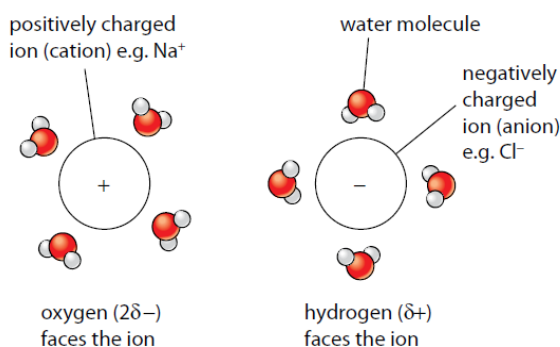
Ջուրը թերևս ամենակարևոր քիմիական նյութն է: Առանց ջրի կյանքն այս մոլորակի վրա գոյություն ունենալ չէր կարող: Այն կարևոր է երկու պատճառով: Նախ՝ ջուրը բջիջների կարևորագույն բաղադրամասն է, և սովորաբար կազմում է բջջի զանգվածի 70%-ից 95%-ը: Դու մոտ 60%-ով կազմված ես ջրից: Երկրորդ՝ ջուրն ապահովում է միջավայր այն օրգանիզմների համար, որոնք ապրում են ջրում: Մոլորակի երեք քառորդը ծածկված է ջրով:

Չնայած պարզ մոլեկուլ լինելուն՝ ջուրն ունի որոշ զարմանալի հատկություններ: Օրինակ՝ նման փոքրիկ մոլեկուլը Երկրի վրա նորմալ ջերմաստիճանում գոյություն կունենար որպես գազ, եթե չունենար ջրի՝ այլ մոլեկուլների հետ ջրածնային կապ ստեղծելու յուրօրինակ հատկություն: Բացի այդ, լինելով հեղուկ, ջուրն ապահովում է նաև միջավայր մոլեկուլների և իոնների խառնվելու համար: Այսինքն՝ այն միջավայր է, որտեղ կյանքը կարող է զարգանալ:

Քանի որ ջրի մոլեկուլները միացած են ջրածնային կապերով, դրանք միմյանցից առանձնացնելն ավելի դժվար է: Այդ հանգամանքն ազդում է ջրի ֆիզիկական հատկությունների վրա: Օրինակ՝ քանի որ ջրածնային կապերը կտրելու համար պահանջվում է էներգիա, ավելի դժվար է ջրի անցումը հեղուկ վիճակից գազայինի, քան ջրածնային կապեր չունեցող նույնանման միացությունների, ինչպես օրինակ՝ ջրածնի սուլֆիդի (H_2S) դեպքում, որը գազ է օդի սովորական ջերմաստիճաններում:

Ջուրը որպես լուծիչ

Ջուրը հիանալի լուծիչ է իոնների և բևեռային մոլեկուլների համար (լիցքի անհավասար բաշխում ունեցող մոլեկուլները, ինչպես օրինակ՝ շաքարներն ու գլիցերոլը), որովհետև ջրի մոլեկուլները ձգվում են դեպի իոններն ու բևեռային մոլեկուլները և ապա հավաքվելով դրանց շուրջը՝ միմյանցից առանձնացնում են դրանք (**Նկար 1.9**): Ահա թե ինչ է տեղի ունենում, երբ նյութը լուծվում է ջրի մեջ: Արդեն լուծույթում գտնվող քիմիական նյութը կարող է ազատ տեղաշարժվել և ռեակցիայի մեջ մտնել ուրիշ քիմիական նյութերի հետ: Կենդանի օրգանիզմներում ընթացող գործընթացների մեծ մասը լուծույթում տեղի է ունենում այս կերպ:



Նկար 1.9 Ջրի մոլեկուլների դասավորվածությունը իոնների շուրջը լուծույթում:

Ի տարբերություն բևեռային մոլեկուլների, ոչ բևեռային մոլեկուլները, ինչպես օրինակ՝ լիպիդները, ջրալույծ չեն և, եթե շրջապատված են ջրով, ապա ջուրը, սովորաբար, դրանց մի տեղում է հավաքում, քանի որ ջրի մոլեկուլները միմյանց ձգում են: Սա կարևոր է, օրինակ, սպիտակուցի կառուցվածքում և թաղանթի կառուցվածքում առկա հիդրոֆոբ փոխազդեցություններում և մեծացնում է այդ կառուցվածքների կայունությունը:

Ջուրը որպես փոխադրիչ

Ջուրը ծառայում է որպես փոխադրիչ արյան մեջ, կենդանիների ավշային, արտազատման և մարսողության համակարգերում և բույսերի անոթային հյուսվածքներում: Այստեղ դարձյալ էական դեր ունի ջրի լուծիչ լինելու հատկությունը:

Բարձր տեսակարար ջերմունակություն

Նյութի ջերմունակությունն այն ջերմաքանակն է, որն անհրաժեշտ է նյութի ջերմաստիճանը տրված չափով բարձրացնելու համար: Ջրի տեսակարար ջերմունակությունը (կամ պարզապես տեսակարար ջերմությունը) ջերմային էներգիայի այն քանակն է, որը պահանջվում է 1 կգ ջրի ջերմաստիճանը 1 °C-ով բարձրացնելու համար:

Ջուրն ունի համեմատաբար բարձր ջերմունակություն: Հեղուկի ջերմաստիճանը բարձրացնելու համար մոլեկուլները պետք է ձեռք բերեն էներգիա և դրա հետևանքով տեղաշարժվեն ավելի արագ: Ջրածնային կապերը, որոնք սովորաբար ջրի մոլեկուլներին ստիպում են համախմբվել, դժվարացնում են դրանց ազատ տեղաշարժը: Այդ կապերը պետք է ճեղքվեն, որպեսզի մոլեկուլները ազատ տեղաշարժվելու հնարավորություն ստանան: Սրանով է բացատրվում, թե ինչու ավելի մեծ քանակով էներգիա է պահանջվում ջրի ջերմաստիճանը բարձրացնելու համար, քան կպահանջվեր ջրածնային կապերի բացակայության դեպքում: Ջրածնային կապերը, փաստորեն, թույլ են տալիս, որ ջուրը պահեստավորի ավելի շատ էներգիա, քան այլ կերպ հնարավոր կլիներ տվյալ ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում:

Ջրի բարձր ջերմունակությունն ունի կարևոր կենսաբանական նշանակություն, որովհետև դրա շնորհիվ ջուրն ավելի կայուն է ջերմաստիճանի փոփոխությունների նկատմամբ: Սա նշանակում է, որ ջերմաստիճանը բջիջների ներսում, ինչպես նաև օրգանիզմներում (որոնց մեջ ջրի քանակը շատ է) սովորաբար լինում է ավելի կայուն, քան դրանք շրջապատող օդի ջերմաստիճանը:

Կենսաքիմիական ռեակցիաները, հետևաբար, ընթանում են համեմատաբար հաստատուն արագություններով, և քիչ հավանական է, որ դրանց վրա անբարենպաստ ազդեցություն թողնեն ջերմաստիճանի կտրուկ

փոփոխությունները: Սա նշանակում է նաև, որ ջրի մեծ զանգվածները, ինչպես օրինակ՝ լճերն ու օվկիանոսները, դանդաղ են փոխում իրենց ջերմաստիճանը շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի փոփոխվելու համեմատ: Փաստորեն դրանք ապահովում են ավելի կայուն բնական միջավայր ջրային օրգանիզմների համար:

Գոլորշացման բարձր, թաքնված ջերմություն

Գոլորշացման թաքնված ջերմությունը ջերմային էներգիայի այն քանակն է, որն անհրաժեշտ է որևէ հեղուկ գոլորշու վերածելու համար: Այսինքն ստիպելու, որ այն գոլորշանա՝ հեղուկ վիճակից անցնի գազային վիճակի: Ջրի դեպքում, խոսքը ջուրը հեղուկ վիճակից ջրային գոլորշու վերածելու մասին է:

Ջուրն ունի գոլորշացման համեմատաբար մեծ թաքնված ջերմություն, ինչը ջրի մեծ ջերմունակության հետևանք է: Փաստը, որ ջրի մոլեկուլները միմյանց հետ ջրածնային կապեր առաջացնելու հետևանքով իրար են միանում, նշանակում է, որ գոլորշացման համար պահանջվում է էներգիայի համեմատաբար մեծ քանակ, որովհետև ջրածնային կապերը պետք է ճեղքվեն, մինչև մոլեկուլները կկարողանան ազատվել որպես գազ: Գոլորշացման ժամանակ ջրի մոլեկուլներին փոխանցվող էներգիայի արդյունքում առաջանում է համապատասխան չափով էներգիայի կորուստ դրանց շրջապատից: Շրջապատը, հետևաբար, հովանում է:

Սա կենսաբանական առումով կարևոր է, որովհետև նշանակում է, որ կենդանի օրգանիզմները կարող են օգտագործել գոլորշացումը որպես հովացման մեխանիզմ, ինչպես օրինակ՝ քրտնեղը կամ հևալը կաթնասունների մոտ: Կարելի է կորցնել ջերմային էներգիայի մեծ քանակ ջրի համեմատաբար փոքր կորստի դիմաց՝ այդպիսով նվազեցնելով ջրազրկման վտանգը: Սա կարող է կարևոր լինել նաև տերևների հովացման համար գոլորշացման ժամանակ:

Հակառակ պատկերն է ջուրը հեղուկ վիճակից պինդ վիճակի՝ սառույցի անցնելու դեպքում: Այս դեպքում ջրի մոլեկուլները պետք է կորցնեն էներգիայի համեմատաբար մեծ քանակ՝ նվազեցնելով ջրի սառչելու հավանականությունը: Սա առավելություն է ջրային օրգանիզմների համար և պաշտպանում է նրանց մամիները սառչելուց:

Խտությունը և սառչելու հատկությունները

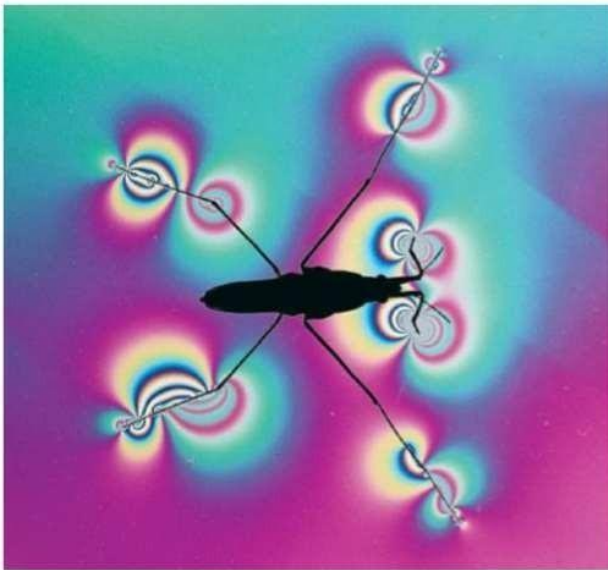
Ջուրը արտասովոր քիմիական նյութ է, որովհետև ավելի նոսր է պինդ՝ սառույց վիճակում, քան հեղուկ վիճակում: 4 °C ջերմաստիճանից ցածրի դեպքում ջրի խտությունը սկսում է նվազել: Սառույցը, հետևաբար, լողում է հեղուկ ջրի վրա և մեկուսացնում իր տակ գտնվող ջուրը: Սա նվազեցնում է ջրի մեծ զանգվածների

ամբողջությամբ սատելու հավանականությունը և մեծացնում է ցուրտ պայմաններում կյանքի գոյատևման հնարավորությունները:

Ջրի խտության՝ ջերմաստիճանի հետ կապված փոփոխությունների պատճառով առաջանում են հոսանքներ, որոնք օգնում են պահպանելու սննդարար նյութերի շրջանառությունն օվկիանոսներում:

Մակերևութային մեծ լարվածություն և կոհեզիա

Ջրի մոլեկուլներն ունեն շատ մեծ կոհեզիա, այլ կերպ ասած՝ դրանք միմյանց կաշեկու սովորություն ունեն: Դրանով է բացատրվում, թե ինչու բույսերի մոտ ջուրը կարող է երկար, չընդհատվող հոսքով շարժվել բույսերի անոթային հյուսվածքի միջով: Կոհեզիան կարևոր հատկություն է նաև բջիջներում: Բացի այդ, մեծ կոհեզիայի շնորհիվ ջրի մակերևութին առաջանում է մակերևութային մեծ լարվածություն: Դրա շնորհիվ որոշ փոքրիկ օրգանիզմներ, ինչպես օրինակ՝ ջրաչափիկները, կարող են ջրի մակերևույթն օգտագործել որպես բնական միջավայր, քանի որ ջրի մակերևույթին նստելու կամ դրա վրայով սահելու հնարավորություն ունեն (նկար 1.10):



Նկար 1.10. Լճակի ջրի մակերևութին կանգնած ջրաչափիկ: Սա լուսանկարահանվել է ինտերֆերոմետրով, որը ցույց է տալիս ջրաչափիկի առաջացրած ինտերֆերենցիայի պատկերները, երբ վերջինս քայլում է ջրի մակերևույթի վրայով: Ջրի մակերևութային լարվածությունը նշանակում է, որ ջրաչափիկը երբեք չի ընկղմվում ջրի մեջ:

Ջուրը որպես ռեազենտ

Ջուրը որպես ռեազենտ մասնակցում է բջիջների ներսում ընթացող որոշ քիմիական ռեակցիաների: Օրինակ՝ այն որպես ռեազենտ օգտագործվում է ֆոտոսինթեզի ընթացքում: Ֆոտոսինթեզի ժամանակ արեգակնային լույսի էներգիան օգտագործվում է ջրի մոլեկուլներում ջրածինը թթվածնից անջատելու համար: Ջրածինը, այնուհետև, արդյունավետ կերպով օգտագործվում է որպես

վառելիք բույսի՝ էներգիայի կարիքները բավարարելու համար, օրինակ՝ գյուղկոզ արտադրելու միջոցով, որը էներգիայով հարուստ մոլեկուլ է:

Ֆոտոսինթեզի արդյունքում ստացված արգասիքը՝ թթվածինը, մթնոլորտում հանդիսանում է թթվածնի այն աղբյուրը, որն աերոբ օրգանիզմներին անհրաժեշտ է շնչառության համար: Ջուրը նաև շատ կարևոր է հիդրոլիզի բոլոր ռեակցիաների համար: Հիդրոլիզն այն մեխանիզմն է, որով մեծ մոլեկուլները բաժանվում են ավելի մանր մոլեկուլների, ինչպես տեղի է ունենում մարսողության ժամանակ:

Սովորողներին տրվող նյութ 2

Ջուրն ու կյանքը

Կյանքը Երկրի վրա սկիզբ է առել ջրում և զարգացել այնտեղ 3 միլիարդ տարիների ընթացքում՝ մինչ ցամաքի վրա տարածվելը: Այժմյան կյանքը, նույնիսկ ցամաքի կյանքը, դեռ կապված է ջրին: Դու ինքդ էլ զգացել ես այս կախվածությունը ջրից ամեն անգամ, երբ հեղուկներ ես փնտրել ծարավդ հագեցնելու և օրգանիզմիդ ջրի պակասը լրացնելու համար: Քո մարմնի ներսում քո բջիջները շրջապատված են հեղուկով, որն առավելապես բաղկացած է ջրից, իսկ քո բջիջներում ջրի պարունակությունը տատանվում է 70%-ից մինչև 95%-ի սահմաններում:

Ջրի առատությունը Երկրի բնակելի լինելու գլխավոր նախադրյալն է: Ջուրն այնքան սովորական է մեր միջավայրի համար, որ հեշտ է չնկատել նրա արտասովոր վարքը: Ջրի յուրահատուկ կենսապահպան հատկությունները տանում են դեպի նրա կառուցվածքն ու մոլեկուլների միջև առկա փոխազդեցությունները:

Ջրի կենսապահպան հատկությունները

Ջրի մոլեկուլների բևեռայնությունն ու դրա շնորհիվ առաջացող ջրածնային կապերը (տե՛ս նկար 1.5) պարզաբանում են ջրի կենսապահպան հատկությունների մեծ մասը: Այդ հատկություններից չորսը կուսումնասիրենք այստեղ. ջրի կոհեզիոն բնույթը, ջրի՝ ջերմաստիճանը մեղմելու ունակությունը, սառույցի լողունության կենսաբանական նշանակությունը և ջրի՝ որպես լուծիչի ունիվերսալությունը:

Ջրի կոհեզիան

Ջրածնային կապերի շնորհիվ ջրի մոլեկուլները կաշում են միմյանց: Հեղուկ ջրի մոլեկուլների միջև առկա ջրածնային կապերը պահպանվում են միայն վայրկյանի մի քանի տրիլիոներորդի ընթացքում, սակայն ցանկացած ակնթարթ մոլեկուլներից շատերը ջրածնային կապով կապված են մյուսներիին: Նույն տեսակի մոլեկուլների իրար սոսնձվելու հակումը, որը կոչվում է **կոհեզիա**, շատ ավելի ուժեղ է ջրի, քան մյուս հեղուկների մեծամասնության մոտ: Ջրի կոհեզիան կարևոր

է կենդանի աշխարհի համար: Օրինակ՝ ծառերը ջուրն արմատներից դեպի տերևներ տեղափոխելու համար կախված են կոհեզիայից:

Կոհեզիային է առնչվում մակերեսային լարվածությունը՝ հեղուկի մակերեսը ձգելու կամ խախտելու բարդության չափը: Ջրածնային կապերը ջրին հաղորդում են արտասովոր մեծ մակերեսային լարվածություն, որի պատճառով այն իրեն այնպես է պահում, կարծես պատված է անտեսանելի բարակ թաղանթով:

Ինչպես է ջուրը մեղմում ջերմաստիճանը

Եթե երբևէ մատներդ այրել ես մետաղական կաթսային դիպչելուց, մինչ սպասում էիր, որ նրա մեջ եղած ջուրը եռա, ուրեմն գիտես, որ ջուրն ավելի դանադաղ է տաքանում, քան մետաղը: Իրականում ջրածնային կապերի հետևանքով ջուրը ջերմաստիճանի փոփոխության նկատմամբ ավելի կայուն է, քան մյուս նյութերի մեծ մասը:

Ջերմաստիճանը և ջերմությունը կապված են, բայց նույնը չեն: Սան Ֆրանցիսկոյի ծովածոցը հատող լողորդն ավելի բարձր ջերմաստիճան ունի, քան ջուրը, սակայն ծովածոցն իր հսկայական ծավալի հետևանքով շատ ավելի շատ ջերմություն է պարունակում: **Ջերմությունը** նյութի ծավալում ատոմների և մոլեկուլների շարժմամբ պայմանավորված էներգիայի քանակությունն է: **Ջերմաստիճանը** որոշում է ջերմության ուժգնությունը (ինտենսիվությունը), այսինքն մոլեկուլների միջին արագությունը և ոչ թե նյութի ծավալում ջերմային էներգիայի ընդհանուր քանակությունը:

Երբ ջուրը տաքանում է, ջերմային էներգիան առաջինը քանդում է ջրածնային կապերը և հետո ջրի մոլեկուլներին ստիպում ավելի արագ շարժվել: Ջրի ջերմաստիճանը չի բարձրանում, քանի դեռ ջրի մոլեկուլները չեն սկսում արագանալ: Քանի որ ջերմությունը սկզբում քանդում է ջրածնային կապերը, հետո միայն բարձրացնում ջերմաստիճանը, ջուրը կլանում և պահում է մեծ քանակով ջերմություն և տաքանում է ընդամենը մի քանի աստիճանով: Հակառակը, երբ ջուրը սառչում է, ջրածնային կապեր են առաջանում, պրոցես, որը ջերմություն է անջատում: Այսպիսով, ջուրը կարող է միջավայր արտազատել համեմատաբար մեծ քանակությամբ էներգիա, մինչդեռ ջրի ջերմաստիճանն ընկնում է միայն թեթևակիորեն:

Երկրի հսկայական ջրային պաշարները՝ օվկիանոսները, ծովերը, լճերը և գետերը, թույլ են տալիս ջերմաստիճանները պահել կյանքի համար անհրաժեշտ սահմաններում՝ տաք ժամանակահատվածների ընթացքում արևի վիթխարի քանակության ջերմությունը պահպանելով և սառը պայմաններում ջերմություն տալով ու օդը տաքացնելով: Ահա ինչու ավամերձ տարածքներն ավելի մեղմ կլիմա ունեն, քան ցամաքային շրջանները: Ջերմաստիճանի փոփոխությունների նկատմամբ ջրի դիմադրողականությունը նաև կայունացնում է օվկիանոսի ջերմաստիճանը՝ բարենպաստ միջավայր ստեղծելով ծովային կյանքի համար:

Ջրի ջերմաստիճանը մեղմելու մյուս ուղին **գոլորշացնող սառեցումն** է: Երբ նյութը գոլորշանում է (ֆիզիկական վիճակը փոխում է հեղուկից գազայինի), մնացող հեղուկի մակերեսը սառչում է: Սա տեղի է ունենում, քանի որ ավելի մեծ էներգիայով մոլեկուլները («ամենտաքերը») հակված են գոլորշանալ առաջինը: Դա

նման է նրան, որ եթե քո վագորդների թիմի հինգ ամենաարագ վագորդները հեռանան դպրոցից, մնացողների թիմի միջին արագությունը կնվազի: Գլոբալ մասշտաբով, մակերեսային գոլորշացումը սառեցնում է արևադարձային օվկիանոսները: Առանձին օրգանիզմների մասշտաբով, գոլորշացող սառեցումը ցամաքում բնակվող որոշ արարածների փրկում է գերտաքացումից: Ահա ինչու քրտնելը քեզ օգնում է պահպանելու մարմնի հաստատուն ջերմաստիճանը, նույնիսկ երբ մարզվում ես շոգ եղանակին: Եվ «Մա ջերմություն չէ, սա խոնավություն է» հին արտահայտությունը հիմնված է նրա վրա, որ քրտնելու միջոցով ջրի օդ անցնելն ավելի դժվար է, երբ վերջինս արդեն հազեցած է ջրային գոլորշիով:

Սառույցի լողունության կենսաբանական կարևորությունը

Երբ հեղուկների մեծ մասը սառչում է, նրանց մոլեկուլները մոտենում են միմյանց: Եթե ջերմաստիճանը բանավական ցածր է, հեղուկը սառչում է և դառնում է պինդ: Մակայն ջուրն իրեն այլ կերպ է պահում: Երբ ջրի մոլեկուլները բավականաչափ սառում են, նրանք հեռանում են միմյանցից՝ ձևավորելով սառույց: Մի կտոր սառույցն ավելի քիչ մոլեկուլներ ունի, քան նույն ծավալով հեղուկ ջուրը. այն լողում է, որովհետև նրան շրջապատող հեղուկ ջուրը նրանից խիտ է: Ջրի մյուս կենսապահպան հատկությունների նման սառույցի լողունությունը ևս ջրածնային կապերի արգասիք է: Ի տարբերություն հեղուկ ջրի կարճ ապրող ջրածնային կապերի, պինդ սառույցում ջրածնային կապերն ավելի երկար են պահպանվում՝ յուրաքանչյուր մոլեկուլ կապվում է չորս հարևանների հետ: Որպես արդյունք, սառույցն ընդարձակ բյուրեղ է:

Ինչպե՞ս է սառույցի լողալու փաստն օգնում պահպանելու կյանքը Երկրի վրա: Ինչ կպատահեր, եթե սառույցը սուզվեր: Բոլոր լճակները, լճերը, և նույնիսկ օվկիանոսները, ի վերջո, սառչելով կպնդանային: Ամառան ընթացքում օվկիանոսի միայն վերին մի քանի դյույմը կհավեր: Փոխարենը, երբ մեծ քանակությամբ խորը ջուրը սառչում է, լողացող սառույցը մեկուսացնում է ներքևում գտնվող հեղուկ ջուրը, հնարավոր դարձնելով կյանքի գոյությունը սառած մակերևույթի տակ:

Ջուրը որպես կյանքի լուծիչ

Եթե երբևէ վայելել ես մեկ բաժակ քաղցր սառը թեյ կամ ապուրին աղ ես ավելացրել, ապա գիտես, որ շաքարը կամ աղը կարող ես լուծել ջրում: Մրա շնորհիվ առաջանում է խառնուրդ, որը հայտնի է որպես **լուծույթ**՝ հեղուկ, որը բաղկացած է երկու կամ ավելի նյութերի հումոզեն խառնուրդից: Լուծող ազենտը կոչվում է **լուծիչ**, իսկ նյութը, որ լուծվում է, կոչվում է **լուծվող նյութ**: Երբ լուծիչը ջուրն է, ստացվող լուծույթները կոչվում են **ջրային լուծույթներ**:

Օրգանիզմի հեղուկները ջրային լուծույթներ են: Ջուրն ունակ է լուծելու կյանքի համար անհրաժեշտ հսկայական թվով բազմազան լուծվող նյութեր: Ջուրը բոլոր բջիջների ներսի, արյան և բույսերի բուսահյութի լուծիչն է: Որպես լուծիչ՝ այն քիմիական ռեակցիաների համար միջավայր է հանդիսանում: Ինչպես ցույց է տրված **նկար 1.9**-ում, ջուրն ընդունակ է լուծելու աղի իոնները: Յուրաքանչյուր իոն

շրջապատվում է ջրի մոլեկուլների հակադիր լիցքավորված հատվածներով: Լուծվող նյութերը, որոնք բևեռային մոլեկուլներ են, օրինակ շաքարները, լուծվում են նույն սկզբունքով՝ իրենց մոլեկուլների տեղային (լոկալ) լիցքավորված հատվածներն ուղղելով դեպի ջրի մոլեկուլները:

Մենք քննարկեցինք ջրի չորս յուրահատուկ հատկությունները: Այնուհետև կդիտարկենք թե ինչպես է ջրի յուրահատուկ կառուցվածքն օգնում կարևոր գաղտնիքներ բացահայտելու մարդու ուղեղի մասին:

Ջրի լուծիչ հատկությունները

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:jur-ttuner-himqer/a/water-as-a-solvent?modal=1>

Ջուր և ջրածնային կապ

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:jur-ttuner-himqer/e/water-and-hydrogen-bonding?modal=1>

Կոհեզիա, ադհեզիա և մակերևութային լարվածություն

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:jur-ttuner-himqer/e/cohesion--adhesion--and-surface-tension?modal=1>

Մակերևութային լարվածություն

<https://www.youtube.com/watch?v=xC0Q6DQd2V4>

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1LFAFnBf7yGIafHqPY2GjEGbzvu7CU2oN>

Բջջի օրգանական նյութերը (2 ժամ)

Օրգանական միացություններ

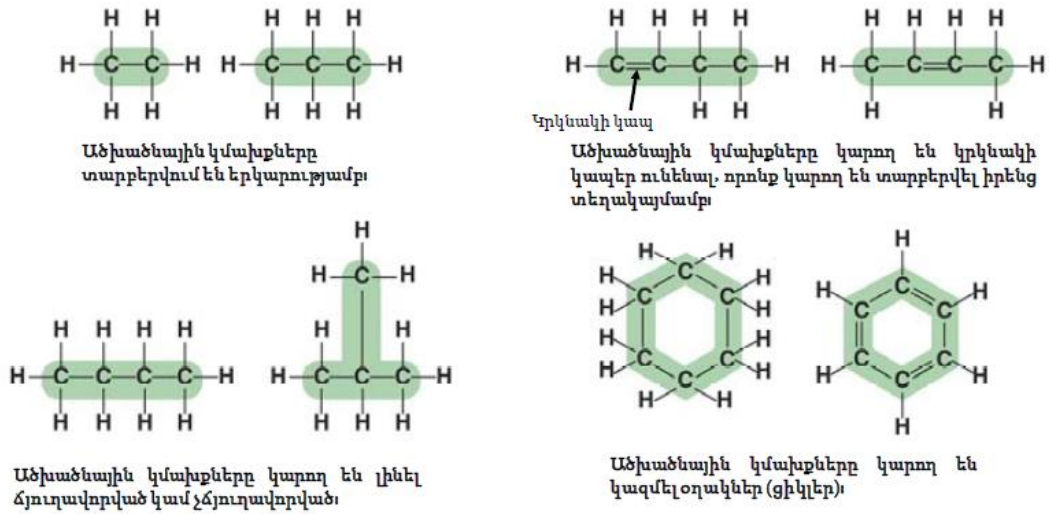
Բջջը մեծ մասամբ ջուր է, իսկ մնացած մասը հիմնականում կազմում են ածխածնային հիմքով մոլեկուլները: Ածխածինն առանձնանում է կյանքի գործառույթներին անհրաժեշտ մեծ, բարդ, բազմազան մոլեկուլների կմախքներ ձևավորելու ընդունակությամբ: Կյանքի ցանկացած ուսումնասիրության հիմքում ընկած է օրգանական միացությունների՝ ածխածնային հիմքով մոլեկուլների ուսումնասիրությունը:

Ածխածնի քիմիա

Ինչո՞ւ է ածխածնի ատոմն այդքան բազմակիրառելի որպես մոլեկուլային բաղադրիչ: Հիշիր, որ ատոմների կապվելու ունակությունը կախված է այն էլեկտրոնների թվից, որոնք ատոմը պետք է տրամադրի այլ ատոմներին՝ արտաքին թաղանթը լրացնելու համար: Ածխածնի ատոմն իր արտաքին թաղանթում, որը կարող է պահել 8 էլեկտրոն, ունի ընդամենը 4-ը: Ածխածինն իր արտաքին թաղանթը լրացնում է այլ ատոմների հետ առաջացրած չորս կովալենտային կապերում ընդհանուր էլեկտրոնային զույգեր ունենալու միջոցով: Այսպիսով, ածխածնի յուրաքանչյուր ատոմ հանդես է գալիս որպես հատման կետ, որտեղ օրգանական միացությունը կարող է ճյուղավորվել մինչև չորս ուղղություններով: Եվ քանի որ ածխածնի ատոմը կապերից մեկը կամ ավելին կարող է օգտագործել ածխածնի այլ ատոմներին միանալու համար, դա հնարավորություն է տալիս կառուցել անվերջ բազմազանությամբ ածխածնային կմախքներ, որոնք տարբերվում են չափերով և ճյուղավորվածությամբ (**նկար 1.11**): Օրգանական միացությունների ածխածնի ատոմներն իրենց կապերից մեկը կամ ավելին կարող են օգտագործել նաև այլ տարրերի, առավել հաճախ՝ ջրածնի, թթվածնի և ազոտի հետ զուգակցվելու համար: Քիմիական բաղադրության տեսանկյունից ամենապարզ օրգանական միացությունները **ածխաջրածիններն** են, որոնք պարունակում են միայն ածխածնի և ջրածնի ատոմներ: Իսկ ամենապարզ ածխաջրածինը մեթանն է՝ ածխածնի մեկ ատոմը կապված ջրածնի չորս ատոմների հետ (**նկար 1.12**): Մեթանն այն ածխաջրածիններից մեկն է, որոնցով առավել հարուստ է բնական գազը: Այն նաև արտադրվում է ճահիճներում և արածող կենդանիների, օրինակ՝ կովերի մարսողական տրակտում բնակվող պրոկարիոտներով: Ավելի մեծ ածխաջրածինները (օրինակ՝ ութ ածխածին ունեցող օկտանը) ավտոմեքենաներում և այլ մեքենաներում մեր այրած բենզինի հիմնական մոլեկուլներն են (**նկար 1.13**): Ածխաջրածինները նաև մեր մարմնի կարևոր վառելիքներն են. ճարպային մոլեկուլների էներգիայով հարուստ հատվածներն ունեն ածխաջրածնային կառուցվածք:

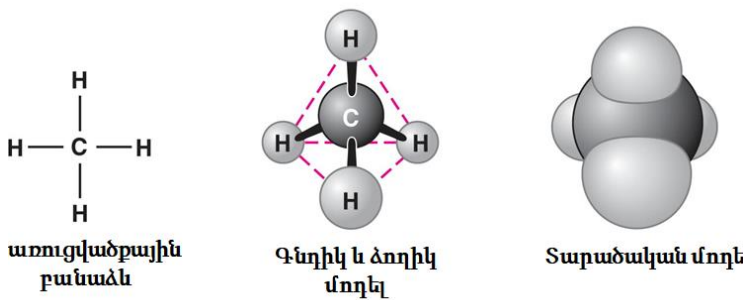
Օրգանական միացության յուրաքանչյուր տեսակ ունի յուրահատուկ եռաչափ կառուցվածք: Նկար 1.12-ում տես, որ ածխածնի չորս կապերն ուղղվում են դեպի երևակայական քառանիստի (չորս եռանկյուն կողմերով առարկայի) անկյունները: Այս երկրաչափական ձևն առկա է ածխածնի յուրաքանչյուր «փոխհատման»

դեպքում, երբ չորս կովալենտային կապ կա: Այսպիսով բազմաձևաձև օրգանական միացությունները կարող են շատ բարդ տարածական կառուցվածք ունենալ:



Նկար 1.11 Ածխածնային կմախքների տարբերակները

Այս բոլոր օրինակներն ածխաջրածիններ են՝ միայն ածխածին և ջրածին պարունակող օրգանական միացություններ: Ուշադրություն դարձրու, որ ածխածնի յուրաքանչյուր ատոմ առաջացնում է չորս կապ, իսկ յուրաքանչյուր ջրածնի ատոմ՝ մեկը: Հիշիր, որ մեկ գիծը մեկ կապ է (մեկ ընդհանուր էլեկտրոնային զույգ), իսկ երկու գծերը՝ կրկնակի կապ (երկու ընդհանուր էլեկտրոնային զույգ):



Նկար 1.12. Մեթան՝ պարզագույն ածխաջրածին:



Նկար 1.13. Ածխաջրածինները որպես վառելիք

Էներգիայով հարուստ ածխաջրածինները վառելիք են տրամադրում մեքենաներին և որպես ճարպերի բաղադրիչներ՝ մարմնի բջիջներին:

Ինչպես կտեսնես հաջորդ գլուխներում, կենսաբանության մեջ հաճախ է շեշտվում մոլեկուլների տարածական կառուցվածքի կարևորությունը: Կենդանի օրգանիզմներում շատ կենսական գործընթացներ հիմնված են այն բանի վրա, որ մոլեկուլները մեկը մյուսին ճանաչում են տարածական կառուցվածքի հիման վրա:

Օրգանական միացությունների այս յուրահատկությունները կախված են ոչ միայն դրանց ածխաջրածնային կմախքից, այլև այն ատոմներից, որոնք միացած են այդ կմախքին: Օրգանական միացություններում ատոմների այն խմբերը, որոնք սովորաբար մասնակցում են քիմիական ռեակցիաներին, կոչվում են **ֆունկցիոնալ խմբեր**: Ֆունկցիոնալ խմբերի երկու օրինակ են հիդրօքսիլ խումբը (-OH) և կարբօքսիլ խումբը (-COOH): Շատ կենսաբանական մոլեկուլներ մեկ կամ ավելի ֆունկցիոնալ խմբեր ունեն: Հիշելով այս հիմնական սխեման (ածխածնային կմախքն իր ֆունկցիոնալ խմբերով)՝ այժմ պատրաստ ենք տեսնելու, թե ինչպես են մեր բջիջները փոքր մոլեկուլներից ստեղծում մեծ մոլեկուլներ:

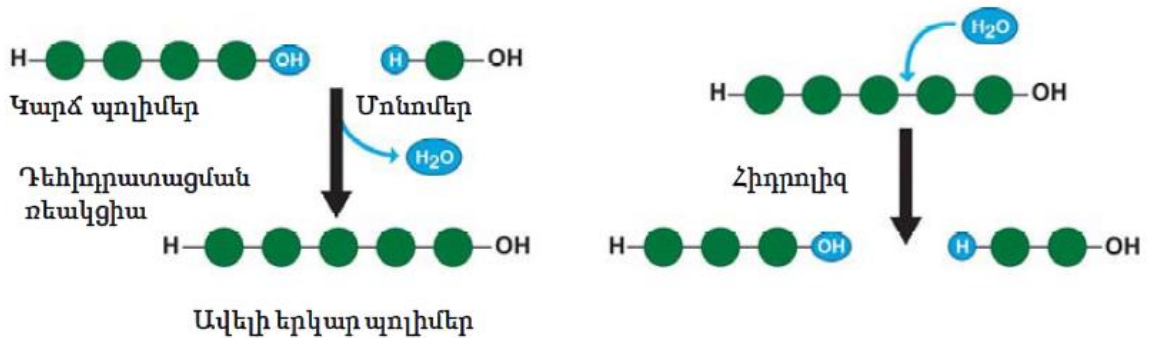
Շինարարական փոքրիկ աղյուսներից հսկա մոլեկուլներ

Մոլեկուլային մասշտաբով կենսաբանական մեծ մոլեկուլների երեք դասերի անդամները՝ ածխաջրերը (օրինակ՝ որոնք հայտնաբերվել են օսլայով հարուստ սննդամթերքում), սպիտակուցները (օրինակ՝ ֆերմենտները և քո մազերի մոլեկուլները) և նուկլեինաթթուները (օրինակ՝ ԴՆԹ-ն) հսկայական են. իրականում կենսաբանները դրանք անվանում են **մակրոմոլեկուլներ** (*մակրո* նշանակում է «մեծ»): Չնայած մակրոմոլեկուլների չափերին՝ կարելի է հեշտությամբ հասկանալ դրանց կառուցվածքը, քանի որ դրանք **պոլիմերներ** են՝ մեծ մոլեկուլներ, որոնք առաջանում են **մոնոմերներ** կոչվող փոքրիկ մոլեկուլների միմյանց հետ կապվելու («թելի վրա շարվելով») շնորհիվ: Պոլիմերը նման է մարգարիտի մանյակի, որը պատրաստված է միմյանց միացված մարգարտե մոնոմերներից:

Բջիջները մոնոմերները միմյանց են կապում **դեհիդրատացման ռեակցիայի** միջոցով: Սա քիմիական ռեակցիա է, որը ջրի մոլեկուլ է անջատում (**նկար 1.14ա**): Շղթային ավելացվող յուրաքանչյուր մոնոմերի համար առաջանում է ջրի մեկ մոլեկուլ (H_2O)՝ անջատելով ջրածնի երկու ատոմ և թթվածնի մեկ ատոմ: Անկախ մոնոմերի յուրահատկությունից ու բջջի արտադրած պոլիմերի տեսակից՝ տեղի է ունենում այս նույն դեհիդրատացման ռեակցիան:

Օրգանիզմները ոչ միայն ստեղծում են մակրոմոլեկուլներ, այլև քանդում դրանք: Օրինակ՝ սննդի շատ մոլեկուլներ մակրոմոլեկուլներ են: Պետք է մարսես այդ հսկա մոլեկուլները, որպեսզի դրանց մոնոմերները հասանելի դարձնես քո բջիջներին, որոնք այնուհետև կարող են այդ մոնոմերներից վերաձևավորել սեփական մակրոմոլեկուլները: Այս մարսումը տեղի է ունենում **հիդրոլիզ** կոչվող գործընթացի միջոցով (**նկար 1.14բ**): Հիդրոլիզ նշանակում է ջրով (*հիդրո*) ճեղքել (*լիզիս*): Բջիջները մոնոմերների միջև առկա կապերը ճեղքում են՝ նրանց ջուր ավելացնելով. սա մի գործընթաց է, որը, ըստ էության, դեհիդրատացման ռեակցիայի հակադարձն է: Հիդրոլիզի ռեակցիայի օրինակ է լակտոզի քայքայումը

լակտազ ֆերմենտի միջոցով: Լակտազը նպաստում է լակտոզի հիդրոլիզին՝ նրա բաժանմանը մոնոմերների:



ա) Պոլիմերային շղթայի կառուցումը: բ) Պոլիմերային շղթայի քանդումը:

Նկար 1.14. Պոլիմերների սինթեզ և քայքայում:

Այս սխեմայում ցույց են տրված միայն ջրածինների և հիդրօքսիլ խմբերի (-OH) ռազմավարական դիրքերը:

ա) **Պոլիմերային շղթայի կառուցում:** Պոլիմերն աճում է երկարությամբ, երբ ավելացող մոնոմերը և պոլիմերի ծայրի մոնոմերը նվիրաբերում են ատոմներ՝ ջրի մոլեկուլ ձևավորելու համար: Մոնոմերները կորցրած կովալենտային կապերը փոխարինում են միմյանց միջև առաջացող կապով:

բ) **Պոլիմերային շղթայի քանդումը:** Հիդրոլիզը հակադարձ պրոցեսն է, որը, ջրի մոլեկուլ ավելացնելով, քանդում է երկու մոնոմերների միջև եղած կապը:

Կենսաբանական մոլեկուլներ

Կենսաբանական մոլեկուլների ուսումնասիրությունը կենսաբանության կարևոր ճյուղ է, որը հայտնի է որպես **մոլեկուլային կենսաբանություն**: Այս բնագավառի նշանակությունը հստակ երևում է շնորհիվ Նոբելյան մրցանակների համեմատաբար մեծ թվից: Մոլեկուլային կենսաբանությունը գրավել է լավագույն գիտնականների ուշադրությունը, նույնիսկ այլ բնագավառներից, ինչպես օրինակ՝ ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի:

Մոլեկուլային կենսաբանությունը սերտորեն կապված է **կենսաքիմիայի** հետ, որն ուսումնասիրում է կենսաբանական մոլեկուլների մասնակցությամբ ընթացող քիմիական ռեակցիաները: Օրգանիզմում տեղի ունեցող բոլոր կենսաքիմիական ռեակցիաների հանրագումարը հայտնի է որպես **նյութափոխանակություն**: Նյութափոխանակությունը բարդ գործընթաց է, սակայն հիմքում պարզություն կա: Օրինակ՝ գոյություն ունի ընդամենը 20 սովորական ամինաթթու, որոնք մասնակցում են բնական սպիտակուցների սինթեզին, մինչդեռ տեսականորեն դրանց թիվը կարող էր հասնել մի քանի միլիոնի: Ինչո՞ւ է

ամինաթթուների թիվն այդքան քիչ: Հնարավոր պատճառներից մեկն այն է, որ կենսաբանական մոլեկուլների արտադրման ամբողջ ընթացքն ու ռեակցիաները պետք է կառավարվեն ու կարգավորվեն, և որքան մեծ լինի սպիտակուցների թիվը, այնքան այդ կառավարումը կբարդանա:

Մոլեկուլային կենսաբանության մեկ այլ ապշեցուցիչ սկզբունք է մոլեկուլների կառուցվածքների սերտ կապը դրանց գործառույթների հետ: Հասկանալով, թե ինչպես է կառուցվածքը կապված գործառույթի հետ, թերևս հնարավոր լինի ստեղծել «փոխակերպված» մոլեկուլների հսկայական հավաքածու, որոնք կկատարեն այնպիսի գործառույթներ, ինչպիսիք են ծավալուն ռեակցիաներն արդյունաբերության մեջ կամ բջիջների «ճշգրիտ թիրախավորումը» բժշկության մեջ:

Մոնոմերներ, պոլիմերներ և մակրոմոլեկուլներ

Մակրոմոլեկուլ նշանակում է հսկա մոլեկուլ: Կենդանի օրգանիզմներում կա երեք տեսակ մակրոմոլեկուլ: Դրանք են բազմաշաքարները (բազմաշաքարներ), սպիտակուցները (պոլիպեպտիդներ և նուկլեինաթթուները (պոլինուկլեոտիդներ): «Պոլի-» նախածանցը նշանակում է բազմաթիվ, իսկ այս մոլեկուլները **պոլիմերներ** են, ինչը նշանակում է, որ դրանք կազմված են բազմաթիվ կրկնվող ենթամիավորներից, որոնք միմյանց նման են կամ նույնն են: Այդ միավորները կոչվում են **մոնոմերներ**:

Մոնոմերները միմյանց միացած են թելի վրա շարված ուլունքների նման: Այդպիսի մոլեկուլների կազմավորումը համեմատաբար հեշտ է, որովհետև միևնույն ռեակցիան կրկնվում է բազմաթիվ անգամ:

Բազմաշաքարների, սպիտակուցների ու նուկլեինաթթուների կազմության հիմքում ընկած մոնոմերները, համապատասխանաբար, միաշաքարներ, ամինաթթուներ և նուկլեոտիդներ են, ինչպես պատկերված է նկար 2.2-ում: Նկար 2.2-ում պատկերված է նաև երկու տեսակ մոլեկուլ, որոնք պոլիմեր չեն, բայց կազմված են ավելի պարզ կենսաբանական նյութերից: Դրանք լիպիդներն ու **նուկլեոտիդներն** են:

Բնական պոլիմերների օրինակներ են թաղանթանյութը (թաղանթանյութ) և ռետինը: Կան արդյունաբերական եղանակով ստացված պոլիմերների բազմաթիվ օրինակներ, ինչպիսիք են պոլիէթերը, պոլիէթենը, ՊՎԶ-ն (պոլիվինիլքլորիդ) և նեյլոնը: Սրանք բոլորը կազմված են ածխածնային հիմք ունեցող մոնոմերներից և պարունակում են ածխածնի հազարավոր ատոմներ, որոնք իրար միացած են անընդհատ շղթայով:

Մակրոմոլեկուլը կենսաբանական մեծ մոլեկուլ է, ինչպես օրինակ՝ սպիտակուցը, բազմաշաքարը և նուկլեինաթթուն:

Մոնոմերը համեմատաբար պարզ մոլեկուլ է, որը որպես հիմնական բաղկացուցիչ օգտագործվում է պոլիմերի սինթեզի համար: Բազմաթիվ մոնոմերներ, միանալով միմյանց, կազմավորում են պոլիմեր: Սա սովորաբար տեղի է ունենում կոնդենսացման ռեակցիաների միջոցով: Որպես մոնոմեր օգտագործվող մոլեկուլների հայտնի օրինակներ են միաշաքարները, ամինաթթուները և նուկլեոտիդները:

Պոլիմերը հսկա մոլեկուլ է, որը կազմված է բազմաթիվ կրկնվող նույնատեսակ ենթամիավորներից, որոնք միմյանց միացած են շղթայով: Այդ ենթամիավորները շատ ավելի փոքր ու պարզ մոլեկուլներ են, որոնք հայտնի են որպես մոնոմերներ: Կենսաբանական պոլիմերների օրինակներ են բազմաշաքարները, սպիտակուցները և նուկլեինաթթուները:

Բջջի անօրգանական և օրգանական նյութեր

<https://by.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere>

Բջջի օրգանական նյութեր

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

https://drive.google.com/drive/folders/1B-y3jQXZ2za93_2L6DugY4J4USAiiFFM

Օրգանական նյութերի հայտնաբերումը

<http://esource.armedu.am/app/?subject=8&grade=4#69,22655>

Ածխաջրեր (6 ժամ)

Ածխաջրեր

Բոլոր ածխաջրերը պարունակում են ածխածին, ջրածին, թթվածին տարրերը: Անվանման «հիդրատ» մասը ցույց է տալիս, որ ջրածնի և թթվածնի ատոմները առկա են 2:1 հարաբերությամբ, ինչպես ջրի մոլեկուլում («հիդրատ» բառը վերաբերում է ջրին): Հետևաբար, ածխաջրի **ընդհանուր բանաձևը** կարելի է գրել որպես $C_x(H_2O)_y$: Ածխաջրերը բաժանվում են երեք հիմնական խմբի՝ միաշաքարներ, երկշաքարներ և բազմաշաքարներ: «Շաքար» բառը վերաբերում է որևէ շաքարի կամ քաղցր նյութի:

Միաշաքարներ

Միաշաքարները (մոնոսախարիդ) շաքարներ են: Շաքարները հեշտությամբ լուծվում են ջրում՝ առաջացնելով քաղցրահամ լուծույթներ: Միաշաքարներն ունեն ընդհանուր բանաձև՝ $(CH_2O)_n$, և բաղկացած են շաքարի **մեկ** մոլեկուլից («մոնո» նշանակում է «մեկ»): Եթե միաշաքարները դասակարգենք ըստ յուրաքանչյուր մոլեկուլում եղած ածխածնի ատոմների թվի, ապա հիմնական տեսակները կլինեն **տրիոզները** (3C), **պենտոզները** (5C) և **հեքսոզները** (6C): Բոլոր շաքարների անվանումներն ավարտվում են «-ոզ» վերջավորությամբ: Տարածված հեքսոզներից են գլյուկոզը, ֆրուկտոզը և գալակտոզը: Երկու հայտնի պենտոզ են ռիբոզն ու դեզօքսիռիբոզը:

Մոլեկուլային և կառուցվածքային բանաձևեր

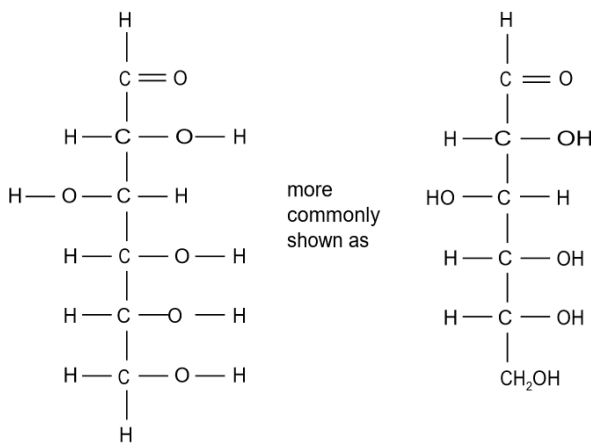
Հեքսոզի բանաձևը կարելի է գրել $C_6H_{12}O_6$ տեսքով: Սա հայտնի է որպես **մոլեկուլային բանաձև**: Օգտակար է նաև ատոմների դասավորվածության պատկերումը գծանկարի միջոցով: Սա անվանվում է **կառուցվածքային բանաձև**: Նկար 1.15-ում պատկերված է գլյուկոզի կառուցվածքային բանաձևը, որը հեքսոզ է և ամենատարածված միաշաքարը:

Ցիկլիկ կառուցվածքներ

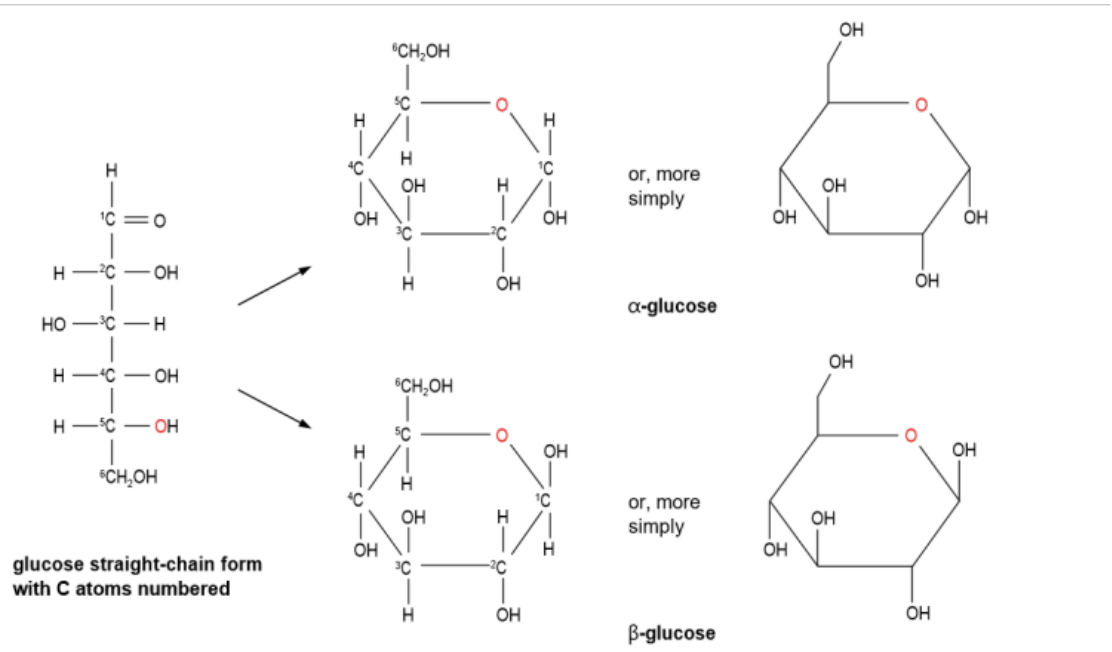
Պենտոզների և հեքսոզների կառուցվածքի կարևոր հատկանիշներից է այն, որ ածխածնի ատոմների շղթան բավականաչափ երկար է, որպեսզի ծայրերով միանա և ընդունի առավել կայուն օղակաձև կառուցվածք: Սա կարելի է ցուցադրել գլյուկոզի օրինակի վրա: Երբ գլյուկոզը կազմում է օղակ, ածխածնի 1-ին ատոմը միանում է ածխածնի 5-րդ ատոմի թթվածնին (նկար 1.16): Օղակը, հետևաբար, պարունակում է թթվածին, իսկ ածխածնի 6-րդ ատոմն օղակի մաս չի կազմում:

Նկար 1.16-ում տեսնում ենք, որ ածխածնի 1-ին ատոմի հիդրօքսիլ խումբը՝ OH-ը, կարող է գտնվել օղակի հարթության վերևում կամ ներքևում: Գլյուկոզի այն ձևը, որտեղ հիդրօքսիլ խումբը օղակի ներքևում է, հայտնի է որպես α -գլյուկոզ (ալֆա-գլյուկոզ), իսկ օղակի վերևում հիդրօքսիլ խումբ ունեցող գլյուկոզը β -գլյուկոզն է (բետա-գլյուկոզ): Միևնույն մոլեկուլը կարող է մի ձևից մյուսին անցնել:

Միևնույն քիմիական նյութի երկու ձևերը հայտնի են որպես **իզոմերներ**, իսկ α - և β -իզոմերների գոյությամբ պայմանավորված լրացուցիչ բազմազանությունն ունի կարևոր կենսաբանական նշանակություն, ինչպես կտեսնենք օւլայի, գլիկոզենի և թաղանթանյութի կառուցվածքների դեպքում:



Նկար 1.15. Գլյուկոզի կառուցվածքային բանաձևը: –OH-ը հայտնի է որպես հիդրօքսիլ խումբ: Գլյուկոզի մոլեկուլում դրանք հինգն են:



Նկար 1.16 Գլյուկոզի ուղիղ շղթայի և ցիկլիկ ձևերի կառուցվածքային բանաձևերը: Քիմիկոսները հաճախ պարզության համար կառուցվածքային բանաձևից դուրս են թողնում ածխածնի (C) և ջրածնի (H) ատոմները:

Միաշաքարների դերը կենդանի օրգանիզմներում

Միաշաքարներն ունեն երկու գլխավոր գործառույթ: Նախ՝ դրանք սովորաբար ծառայում են որպես էներգիայի աղբյուր շնչառության ժամանակ, ածխածնի և ջրածնի ատոմների միջև գոյություն ունեցող մեծ քանակությամբ կապերի շնորհիվ: Այդ կապերը կարող են ճեղքվել՝ անջատելով մեծ քանակությամբ էներգիա, որի շնորհիվ ԱԿՖ-ից (ադենոզին կրկնաֆոսֆատ) և ֆոսֆատից ԱԵՖ (ադենոզին եոֆոսֆատ) է սինթեզվում: Էներգափոխանակության մեջ ամենակարևոր միաշաքարը գլյուկոզն է:

Երկրորդ՝ միաշաքարները կարևոր են որպես ենթամիավորներ՝ ավելի մեծ մոլեկուլների համար: Օրինակ՝ գլյուկոզն օգտագործվում է օսլա, գլիկոգեն և թաղանթանյութ բազմաշաքարներն արտադրելու համար: Ռիբոզը (պենտոզ) այն մոլեկուլներից է, որոնք օգտագործվում են ՌՆԹ-ի (ռիբոնուկլեինաթթու) և ԱԵՖ-ի սինթեզի ժամանակ: Դեզօքսիռիբոզը (նույնպես պենտոզ) ԴՆԹ-ի կազմության մեջ մտնող մոլեկուլներից մեկն է:

Միաշաքարը շաքարի մեկ միավորից կազմված մոլեկուլ է, որի ընդհանուր բանաձևը $(\text{CH}_2\text{O})_n$ է:

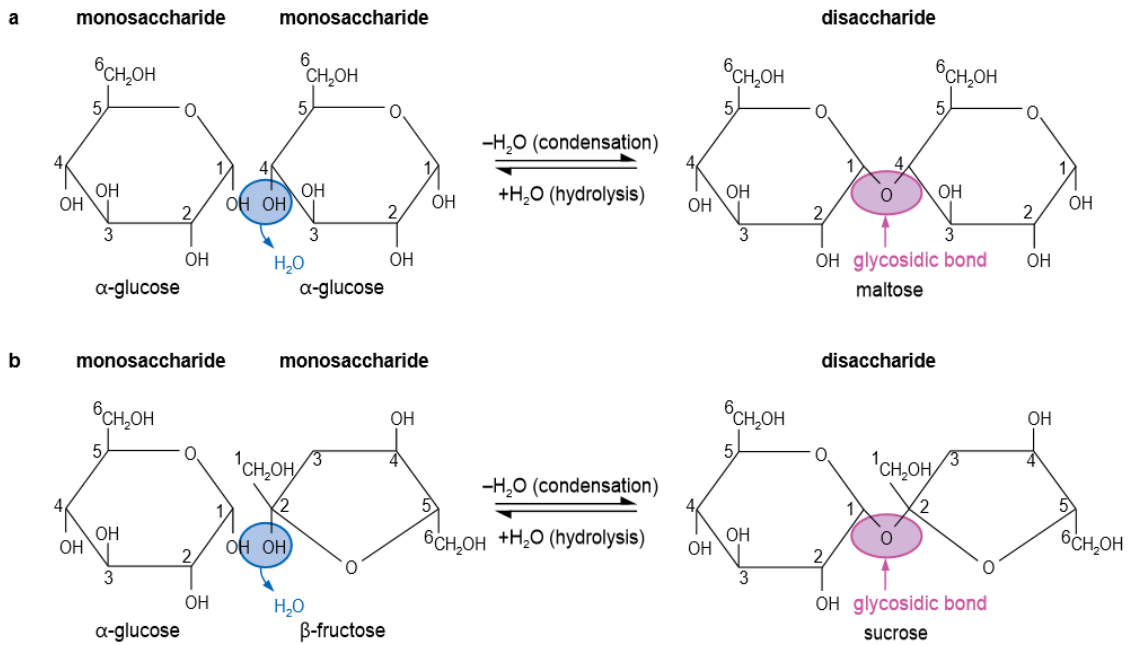
Երկշաքարը շաքարի մոլեկուլ է, որը կազմված է իրար հետ գլիկոզիդային կապով կապված երկու միաշաքարից:

Բազմաշաքարը պոլիմեր է, որի ենթամիավորները իրար հետ գլիկոզիդային կապով կապված միաշաքարներ են:

Երկշաքարներ և գլիկոզիդային կապ

Երկշաքարները շաքարներ են, ինչպես միաշաքարները: Դրանք առաջանում են երկու միաշաքարների միացումից: Երեք առավել տարածված երկշաքարներն են մալտոզը (գլյուկոզ+գլյուկոզ), սախարոզը (գլյուկոզ + ֆրուկտոզ) և լակտոզը (գլյուկոզ+գալակտոզ): Սախարոզը բույսերի մեջ գտնվող փոխադրող շաքարն է և այն շաքարը, որը խանութում սովորաբար վաճառվում է: Լակտոզը կաթի մեջ գտնվող շաքարն է և, հետևաբար, մատղաշ կաթնասունների սննդակարգի կարևոր բաղկացուցիչը:

Երկու միաշաքարների միացումը տեղի է ունենում **կոնդենսացման** միջոցով: Նկար 1.17-ում բերված է երկու օրինակ: Նկար 1.17 ա-ում α -գլյուկոզի երկու մոլեկուլ միանում են՝ առաջացնելով մալտոզ երկշաքարը: Նկար 1.17 բ-ում α -գլյուկոզն ու β -ֆրուկտոզը միանում են՝ առաջացնելով սախարոզ երկշաքարը: Նկատի ունեցի՛ր, որ ի տարբերություն գլյուկոզի, ֆրուկտոզն ունի այլ ցիկլիկ կառուցվածք:



Նկար 1.17. Երկու միաշաքարներից կոնդենսացման միջոցով երկշաքարի առաջացումը: ա) Մալտոզն առաջանում է α -գլյուկոզի երկու մոլեկուլից: Մալարող է կրկնվել բազմաթիվ անգամ՝ ձևավորելով բազմաշաքար: Նկատի ունեցի՛ր, որ այս օրինակում գլիկոզիդային կապն առաջանում է գլյուկոզի հարևան մոլեկուլներում ածխածնի 1-ին և 4-րդ ատոմների միջև: բ) Սախարոզն առաջանում է α -գլյուկոզի և β -ֆրուկտոզի մոլեկուլից:

Յուրաքանչյուր կոնդենսացման ռեակցիայի ժամանակ երկու հիդրօքսիլ ($-OH$) խումբ իրար կողքի են դասավորվում այնպես, որ դրանցից մեկը միանում է մյուսի ջրածնի ատոմին՝ առաջացնելով ջրի մոլեկուլ: Արդյունքում այդ երկու մոլեկուլների միջև ստեղծվում է թթվածնային «կամուրջ», որը նրանց պահում է միասին և ձևավորում երկշաքար (դիսախարիդ) («դի» նշանակում է երկու): Այդ «կամուրջը» կոչվում է **գլիկոզիդային կապ**:

Տեսականորեն ցանկացած երկու $-OH$ խումբ կարող է միանալ, և քանի որ միաշաքարներն ունեն բազմաթիվ $-OH$ խմբեր, գոյություն ունեն մեծ թվով հնարավոր երկշաքարներ: Ռեակցիան կարգավորող ֆերմենտի ձևից է կախված, թե որ $-OH$ խմբերն են միանում միմյանց: Հնարավոր երկշաքարներից միայն քչերն են տարածված բնության մեջ:

Կոնդենսացման, այսինքն ջրի հեռացման ռեակցիայի հակառակը ջրի **ավելացումն** է: Մա հայտնի է որպես **հիդրոլիզ** (նկար 1.17): Հիդրոլիզը տեղի է ունենում երկշաքարների և բազմաշաքարների յուրացման ժամանակ, երբ դրանք քայքայվում են միաշաքարների:

Շաքարների առկայության ստուգումը

1. Վերականգնող շաքարներ. ընդհանուր տեղեկություններ

Վերականգնող շաքարների թվին են պատկանում բոլոր միաշաքարները, ինչպես օրինակ՝ գլյուկոզը, և որոշ երկշաքարներ, ինչպես օրինակ՝ մալտոզը: Միակ տարածված չվերականգնող շաքարը սախարոզն է:

Շաքարները համարվում են վերականգնող, որովհետև կարող են իրականացնել քիմիական ռեակցիաներ, որոնք կոչվում են **վերականգնման** ռեակցիաներ: Այդ ռեակցիայի ընթացքում դրանք **օքսիդանում** են: Այդ հատկության վրա հիմնված է **Բենեդիկտի փորձը**, որի ժամանակ կիրառվում է **Բենեդիկտի ռեագենտը**: Բենեդիկտի ռեագենտը պղնձի (II) սուլֆատ է ալկալիական լուծույթում, որն ունի յուրահատուկ կապույտ գույն: Վերականգնող շաքարները վերականգնում են կապույտ գույն ունեցող լուծելի պղնձի սուլֆատը, որը պարունակում է պղնձի (II) իոններ, և այն դարձնում չլուծվող կարմիր-աղյուսագույն պղնձի օքսիդ, որը պարունակում է պղինձ (I): Պղնձի օքսիդը երևում է կարմիր-աղյուսագույն նստվածքի տեսքով:

վերականգնող շաքար + $\text{Cu}^{2+} \rightarrow$ օքսիդացած շաքար + Cu^+

կապույտ

կարմրաշագանակագույն

Փորձի ընթացքը

Բենեդիկտի ռեագենտն ավելացրո՛ւ փորձարկվող լուծույթին և լուծույթը տաքացրո՛ւ ջրային բաղնիքում: Եթե լուծույթում կա վերականգնող շաքար, ապա այն աստիճանաբար կստանա կանաչ, հետո դեղին գույն, ապա կփոփոխվի նարնջագույնից մինչև կարմրաշագանակագույն, երբ անլուծելի պղնձի (I) օքսիդն առաջացնի նստվածք: Քանի դեռ Բենեդիկտի ռեագենտն օգտագործում ես ավելցուկով (ավելի մեծ քանակով, քան անհրաժեշտ է եղած ամբողջ շաքարի հետ փոխազդելու համար), կարմիր գույնի հագեցվածությունը պայմանավորված է վերականգնող շաքարի կոնցենտրացիայով: Այնուհետև կարող ես հաշվարկել կոնցենտրացիան՝ օգտվելով գունային չափորոշիչներից, եթե առաջացած գույնը համեմատես մյուս գույների հետ, որոնք ստացվել են հայտնի կոնցենտրացիաներով վերականգնող շաքարի լուծույթների հետ արված փորձերի ժամանակ: Կարող ես նաև չափել ժամանակը, որը պահանջվում է գույնի փոփոխման համար:

Որպես այլընտրանք, կարող ես օգտվել գունաչափ սարքից՝ գույնի չնչին տարբերությունները ճշգրտությամբ չափելու համար:

2. Չվերականգնող շաքարներ. ընդհանուր տեղեկություններ

Որոշ երկշաքարներ, ինչպես օրինակ՝ սախարոզը, **չվերականգնող** շաքարներ են, ուստի Բենեդիկտի փորձից կստանաս բացասական արդյունք: Այդ դեպքում ստորև նկարագրված փորձի ընթացքում առաջացած կարմիր-աղյուսագույն նստվածքը կհուշի, որ առկա է չվերականգնող շաքար: Եթե առկա են թե՛ վերականգնող, և թե՛ չվերականգնող շաքարներ, ապա ստորև ներկայացվող փորձի ժամանակ կառաջանա ավելի ծանր նստվածք, քան Բենեդիկտի փորձի ժամանակ ստացվածը:

Չվերականգնող շաքարների փորձում երկշաքարը նախ բաժանվում է երկու միաշաքարի՝ իր բաղադրիչների: Տեղի ունեցող քիմիական ռեակցիան հիդրոլիզի ռեակցիա է, որը կարելի է առաջացնել աղաթթվի միջոցով: Բաղադրիչ միաշաքարները կլինեն վերականգնող շաքարներ, իսկ նրանց առկայությունը կարելի կլինի ապացուցել Բենեդիկտի փորձով, թթուն չեզոքացնելուց հետո:

Փորձի ընթացքը

Շաքարի լուծույթը տաքացրո՛ւ աղաթթվի հետ: Այդ ձևով կանջատվեն ազատ միաշաքարներ: Որպեսզի Բենեդիկտի ռեագենտը գործի, անհրաժեշտ է հիմնային միջավայր, ուստի պետք է փորձնական լուծույթը չեզոքացնես որևէ հիմքի միջոցով, օրինակ՝ նատրիումի հիդրօքսիդով: Ավելացրո՛ւ Բենեդիկտի ռեագենտը և տաքացրո՛ւ, ինչպես նախորդ փորձի ժամանակ, ապա հետևի՛ր գույնի փոփոխությանը: Եթե լուծույթն այժմ կարմրի, ինչը տեղի չէր ունենում փորձի առաջին փուլում, ապա լուծույթում առկա է չվերականգնող շաքար: Եթե գույնի փոփոխությունն այդպես էլ տեղի չունենա, ապա ոչ մի տեսակ շաքար չկա:

Բազմաշաքարներ (պոլիսախարիդներ)

Բազմաշաքարները պոլիմերներ են, որոնց ենթամիավորները (մոնոմերները) միաշաքարներ են: Դրանք առաջանում են բազմաթիվ միաշաքարների մոլեկուլների միացումից կոնդենսացման միջոցով: Յուրաքանչյուր հաջորդ միաշաքարը միանում է գլիկոզիդային կապով, ինչպես երկշաքարների դեպքում: Վերջնական մոլեկուլը մակրոմոլեկուլ է, որը կարող է բաղկացած լինել մի քանի հազար միաշաքարի միավորներից կազմված շղթայից: Առավել կարևոր բազմաշաքարներն են օսլան, գլիկոգենը և թաղանթանյութը, որոնք գլյուկոզի պոլիմերներ են: Բազմաշաքարները շաքար չեն:

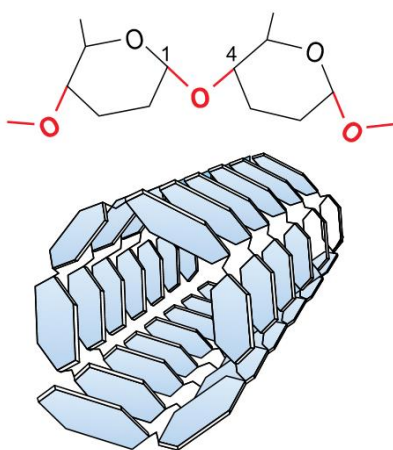
Քանի որ գլյուկոզը բջիջների համար էներգիայի հիմնական աղբյուրն է, կենդանի օրգանիզմների համար կարևոր է այն համապատասխան ձևով պահեստավորելը: Եթե գլյուկոզն ինքը կուտակվեր բջիջներում, ապա կլուծվեր և բջջի պարունակությունը կդարձներ չափազանց խիտ, ինչը լրջորեն կազդեր բջջի

օսմոտիկ հատկությունների վրա: Գլյուկոզը նաև փոխազդող մոլեկուլ է, ուստի կիսանգարեր բջջի բնականոն քիմիական գործընթացներին:

Այս խնդիրներից խուսափելու եղանակը կոնդենսացման ռեակցիաների միջոցով գլյուկոզը պահեստային բազմաշաքարի փոխարկելն է, որը հարմար, կոմպակտ, իներտ (չփոխազդող) և չլուծվող մոլեկուլ է: Այդ առաջացած պահեստային բազմաշաքարը բույսերի մոտ օսլան է, իսկ կենդանիների մոտ՝ գլիկոգենը: Գլյուկոզ կարելի է նորից արագ ստանալ ֆերմենտներով կարգավորվող ռեակցիայի միջոցով:

Օսլա և գլիկոգեն

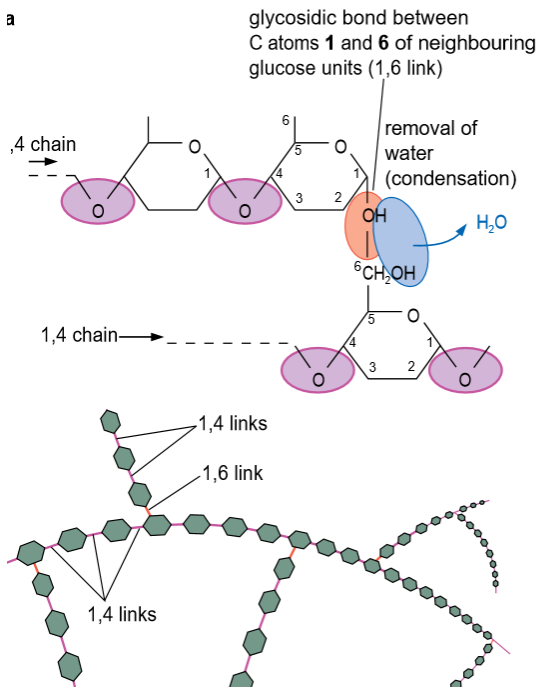
Օսլան երկու նյութերի՝ **ամիլոզի** և **ամիլոպեկտինի** խառնուրդն է: Ամիլոզն առաջանում է α -գլյուկոզի մոլեկուլներից կոնդենսացման միջոցով, ինչպես պատկերված է նկար 2.5-ում: Այս եղանակով առաջանում է 1,4 կապով միացած մի քանի հազար գլյուկոզի մոլեկուլների մի երկար, չճյուղավորված շղթա («1,4 կապով միացած» նշանակում է, որ նրանք կապված են իրար հաջորդող գլյուկոզի մոլեկուլներում պարունակվող ածխածնի 1-ին և 4-րդ ատոմներով): Շղթաները կոր են (նկար 1.18) և ոլորվելով դառնում են պարուրաձև կառուցվածքներ, զսպանակների նման, ինչն ավելի կոմպակտ է դարձնում վերջնական մոլեկուլը: Ամիլոպեկտինը նույնպես կազմված է 1,4 կապով միացած α -գլյուկոզի բազմաթիվ մոլեկուլներից, սակայն շղթաներն ավելի կարճ են, քան ամիլոզինը, և կողմնային ճյուղավորումներ ունեն: Ճյուղերը միանում են 1,6 կապով, ինչպես պատկերված է նկար 1.19-ում:



Նկար 1.18. α -գլյուկոզի միավորների դասավորվածությունն ամիլոզում: 1,4 կապերը պատճառ են դառնում, որ շղթան շրջվի ու ոլորվի: Գլիկոզիդային կապերը պատկերված են կարմիր գույնով, իսկ հիդրօքսիլ խմբերը բաց են թողնված:

Ամիլոզի և ամիլոպեկտինի մոլեկուլների խառնուրդից առաջանում են օսլայի համեմատաբար մեծ հատիկներ, որոնք սովորաբար գտնվում են քլորոպլաստներում և «պահեստավորող» օրգաններում, ինչպես օրինակ՝ կարտոֆիլի պալարները և հացահատիկների ու լոբազգիների սերմերը (նկար

1.20): Օսլայի հատիկները հեշտությամբ կարելի է տեսնել լուսային մանրադիտակով, հատկապես ներկված վիճակում, եթե կարտոֆիլի թարմ կտրած պալարը քսենք առարկայակիր ապակուն և ներկենք կալիումի յոդիդի լուծույթում պարունակվող յոդով: Մա նմուշը դիտման համար պատրաստելու արագ եղանակ է:



ա. Գլիկոզիդային կապը գլյուկոզի հարևան միավորների ածխածնի (C) 1-ին և 6-րդ ատոմների միջև (1,6 կապ)

Նկար 1.19. Ամիլոպեկտինի և գլիկոգենի ճյուղավորված կառուցվածքը: ա) 1,6 կապի ձևավորում, ճյուղավորման կետ,

բ) Ամիլոպեկտինի կամ գլիկոգենի մոլեկուլի ընդհանուր կառուցվածքը: Ամիլոպեկտինը և գլիկոգենը տարբերվում են միայն գլյուկոզից կազմված իրենց շղթաների ճյուղավորման չափով:



Նկար 1.20. Հում կարտոֆիլի կտրվածքի սկանավորող էլեկտրոնային մանրադիտակով արված «կեղծ-գունավորված» մանրապատկեր, որտեղ պատկերված են օսլայի հատիկներ պարունակող բջիջները կամ օսլա պարունակող օրգանոիդները (կարմիր գույնով ներկված) (260x):

Կենդանական բջիջներում օսլա երբեք չի լինում: Փոխարենը, որպես պահեստային ածխաջուր, օգտագործվում է ամիլոպեկտինի մոլեկուլներին շատ նման մոլեկուլներ ունեցող մի նյութ, որը կոչվում է **գլիկոգեն**:

Գլիկոզենը, ամփոփակտինի նման, կազմված է 1,4 կապերով միացած α -գլյուկոզի շղթաներից, որոնք ճյուղավորվում են 1,6 կապերի շնորհիվ (նկար 1.19բ): Գլիկոզենի մոլեկուլները ավելի հակված են ճյուղավորման, քան ամփոփակտինի մոլեկուլները: Գլիկոզենի մոլեկուլները միասին խմբվում են՝ առաջացնելով հատիկներ, որոնք տեսանելի են լյարդի և մկանների բջիջներում, որտեղ նրանք պահեստավորվում են:

Օսլայի առկայության ստուգումը

Ընդհանուր տեղեկություններ

Օսլայի մոլեկուլները սովորաբար ոլորվում և կազմում են երկար պարույրներ: Պարույրի միջով անցնող բացվածքն ունի ճիշտ այնպիսի չափեր, որ բավարար է յոդի մոլեկուլները տեղավորելու համար: Օսլայի առկայությունը ստուգելու համար օգտվում ենք մի նյութից, որը կոչվում է «յոդի լուծույթ»: (Ի դեպ, յոդը ջրում չի լուծվում, այնպես որ «յոդի լուծույթն» իրականում յոդն է կալիումի յոդիդի լուծույթում:) Առաջացող յոդ-օսլա համալիրն ունի մուգ կապտասև գույն:

Փորձի ընթացքը

Յոդի լուծույթը դարչնանարնջագույն է: Փորձարկվող պինդ կամ հեղուկ նյութին ավելացրո՛ւ մի կաթիլ յոդի լուծույթ: Եթե կա օսլա, ապա անմիջապես կառաջանա կապտասև գունավորում:

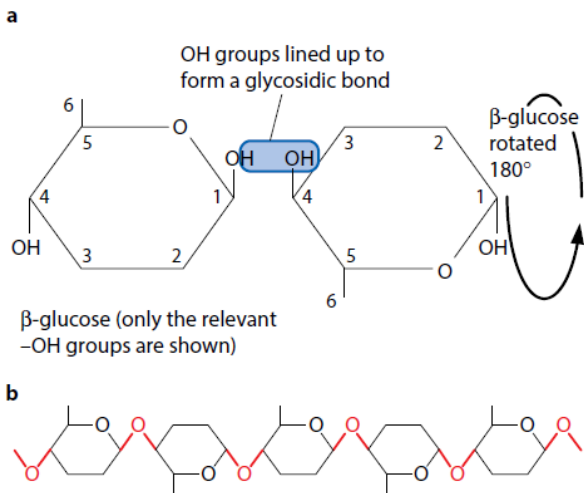
Թաղանթանյութ

Թաղանթանյութը մոլորակի վրա ամենամեծ օրգանական մոլեկուլն է, քանի որ գտնվում է բուսական բջիջների բջջապատերում և դանդաղ է քայքայվում բնության մեջ: Թաղանթանյութը կառուցվածքային դեր ունի, քանի որ մեխանիկական առումով ամուր մոլեկուլ է՝ ի տարբերություն օսլայի և գլիկոզենի: Սակայն թաղանթանյութի և օսլայի ու գլիկոզենի միջև միակ տարբերությունն այն է, որ թաղանթանյութը β -գլյուկոզի պոլիմեր է, ոչ թե α -գլյուկոզի:

Հիշի՛ր, որ β -իզոմերում ածխածնի 1-ին ատոմի $-OH$ խումբը գտնվում է օղակի վերևում: Որպեսզի գլիկոզիդային կապ ձևավորվի ածխածնի 4-րդ ատոմի հետ, որտեղ $-OH$ խումբը օղակի ներքևում է, գլյուկոզի մի մոլեկուլը մյուսի նկատմամբ պետք է 180° -ով պտտվի: Այսպիսով, գլյուկոզի հաջորդական միավորները իրար կապվում են 180° աստիճանի անկյան տակ, ինչպես պատկերված է նկար 1.21-ում:

β -գլյուկոզի մոլեկուլների այսպիսի դասավորվածության արդյունքում առաջանում է ամուր մոլեկուլ, որովհետև ձգողությունը $-OH$ խմբերի ջրածնի

ատոմների և թաղանթանյութի նույն մոլեկուլի թթվածնի ատոմների (գլյուկոզի օղակի թթվածինը), ինչպես նաև հարևան մոլեկուլների $-OH$ խմբերի թթվածնի ատոմների միջև թույլ է: Այս **ջրածնային կապերը** առանձին-առանձին թույլ են, սակայն շնորհիվ $-OH$ խմբերի մեծ քանակի, կարող են առաջանալ այնպիսի մեծ թվով, որ միասին ապահովեն հսկայական ամրություն: Թաղանթանյութի 60-ից 70 մոլեկուլ միմյանց հետ սերտորեն կապվում են լայնակի կապերով՝ առաջացնելով խրճեր, որոնք կոչվում են **միկրոֆիբրիլներ**: Միկրոֆիբրիլներն էլ իրենց հերթին միմյանց հետ ջրածնային կապերով պահվում են խրճերով, որոնք կոչվում են **ֆիբրեր (մանրաթելեր)**:

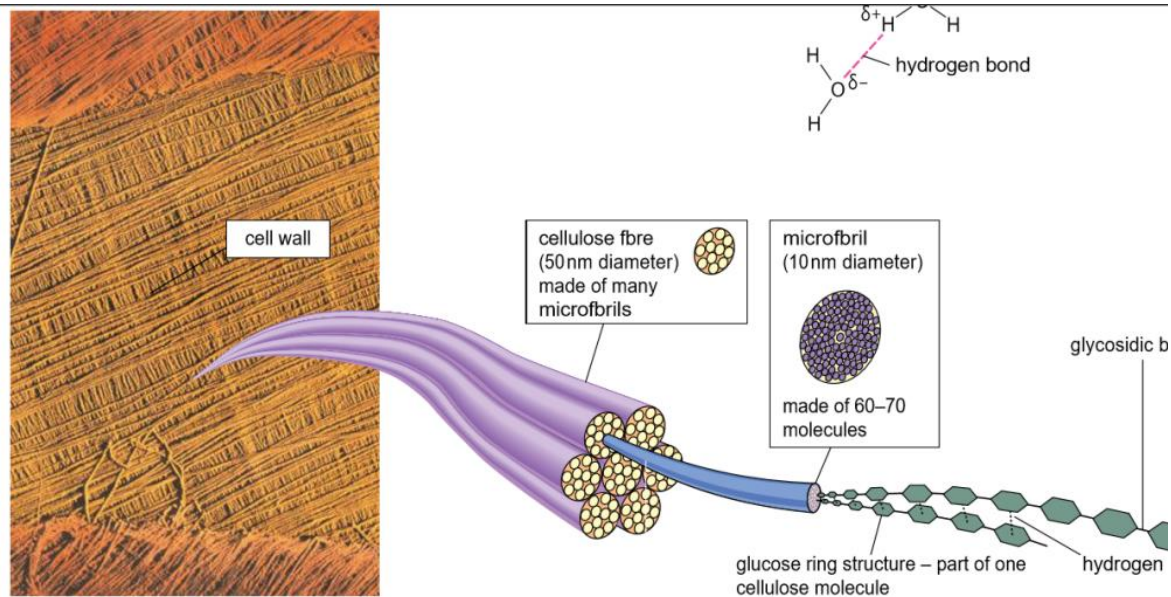


Նկար 1.21 ա) β -գլյուկոզի երկու մոլեկուլ միանում են՝ առաջացնելով 1,4 կապ: Հիշի՛ր, որ գլյուկոզի մոլեկուլներից մեկը պետք է մյուսի նկատմամբ պտտվի 180° -ով,

բ) β -գլյուկոզի դասավորվածությունը թաղանթանյութում գլիկոզիդային կապերը պատկերված են կարմիր գույնով, իսկ հիդրօքսիլ խմբերը բաց են թողնված:

Բջջապատը սովորաբար կազմված է տարբեր ուղղություններով տարածվող ֆիբրերի մի քանի շերտից, որոնք այն ամրացնում են (նկար 1.22): Թաղանթանյութը կազմում է սովորական բջջապատի մոտ 20–40%-ը. մյուս մոլեկուլները մասնակցում են թաղանթանյութի ֆիբրերը խաչաձև կապելուն, իսկ որոշ մոլեկուլներ ֆիբրերի շուրջը ձևավորում են սոսնձանման մատրիքս՝ ավելի մեծացնելով բջջապատի ամրությունը:

Թաղանթանյութի ֆիբրերն ունեն լարվածության շատ մեծ ուժ, որը գրեթե հավասար է պողպատի լարվածության ուժին: Սա նշանակում է, որ երկու ծայրերից քաշելու դեպքում շատ դժվար կլինի դրանք ձգելը կամ կտրելը: Դրա շնորհիվ բջիջը դիմանում է օսմոսի հետևանքով իր մեջ առաջացող մեծ ճնշումներին: Առանց բջջապատի՝ բջիջը կպայթեր նոսր լուծույթում: Այս ճնշումները կարևոր են հյուսվածքները ամրացնելու համար՝ նպաստելով բույսն ուղիղ պահելուն և պատասխանատու են բջջի չափերի մեծացման համար աճի ընթացքում: Բջջի շուրջը ֆիբրերի դասավորվածությունն օգնում է աճի ժամանակ բջջի ձևը որոշելուն: Չնայած իրենց ամրությանը՝ թաղանթանյութի ֆիբրերն ազատ թափանցելի են և թույլ են տալիս, որ ջուրը և լուծված նյութերը հասնեն բջջաթաղանթին կամ հեռանան դրանից:



Նկար 1.22. Թաղանթանյութի կառուցվածքը

Դիպոլներ առաջացնող խմբեր ունեցող մոլեկուլները, ինչպես օրինակ՝ շաքարները, կոչվում են **բևեռային**: Դրանք ձգվում են դեպի ջրի մոլեկուլները, որովհետև ջրի մոլեկուլներում նույնպես կան դիպոլներ: Նման մոլեկուլները կոչվում են **հիդրոֆիլ** (ջուր սիրող): Դրանք սովորաբար ջրում լուծելի են: Դիպոլներ չունեցող մոլեկուլները կոչվում են **ոչ բևեռային**: Դրանք չեն ձգվում դեպի ջուրը և **հիդրոֆոբ** են (ջուր չսիրող): Այս հատկությունները հնարավոր են դարձնում բջջաթաղանթների կազմավորումը:

Տեսանյութ ուսերեն

https://drive.google.com/drive/folders/1-Hq3jiq15rF_cE9orjVZ7xA6bgsjIegv

Սահիկաշար ուսերեն

<https://docs.google.com/presentation/d/121addPZFJG9wPtaBaDhGF-f8FpHYwNuE/edit#slide=id.p1>

Ածխածին և ածխաջրածիններ

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:acxacni-hatkutyunnere/a/carbon-and-hydrocarbons?modal=1>

Ածխաջրածիններ և ֆունկցիոնալ խմբեր

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:acxacni-hatkutyunnere/a/functional-groups?modal=1>

Ածխաջրեր

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:makromolekulner/e/carbohydrates?modal=1>

Ածխաջրեր
ԳԻՏՄԵՐՈՒՄԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1egA7nWb8gOgTAezYZI0nRetPh00dUC7q>

Լիպիդներ (2 ժամ)

Լիպիդներ

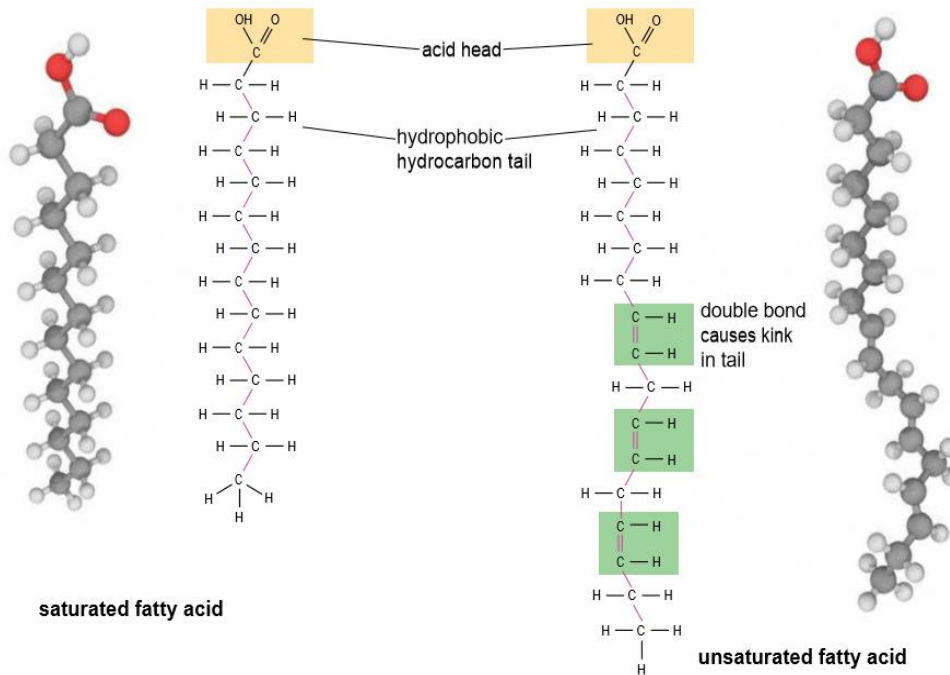
Դժվար է ճշգրիտ բնորոշել, թե ինչ ենք հասկանում՝ «լիպիդ» ասելով, որովհետև լիպիդները քիմիական նյութերի շատ բազմազան խումբ են: Դրանք օրգանական մոլեկուլներ են, որոնք ջրում չեն լուծվում: Ամենահայտնի լիպիդները ճարպերն ու ձեթերն են: Ճարպերը սենյակային ջերմաստիճանում պինդ վիճակում են, իսկ ձեթերը՝ հեղուկ: Քիմիական առումով դրանք շատ նման են: Կարող ենք ասել, որ իսկական ճարպերը բարդ էսթերներ են, որոնք առաջանում են ճարպաթթուների և սպիրտի միացումից:



Արյան մեջ գտնվող լիպիդներ

Ճարպաթթուներ

Ճարպաթթուները մի շարք թթուներ են, որոնց մի մասը հայտնաբերվել է ճարպերում (լիպիդներ): Դրանք պարունակում են $-COOH$ թթվային խումբ, որը հայտնի է որպես կարբօքսիլ խումբ: Այս շարքի ավելի մեծ մոլեկուլներն ունեն երկար ածխաջրածնային «պոչեր», որոնք կապված են մոլեկուլի թթվային «գլխիկի» հետ (նկ. 1.23): Ինչպես անվանումից երևում է, ածխաջրածնային պոչերը բաղկացած են ջրածնի հետ միացած ածխածնի ատոմների շղթայից: Շղթան հաճախ պարունակում է ածխածնի 15 կամ 17 ատոմ:



saturated fatty acid

unsaturated fatty acid

Նկար 1.23. Հագեցած և չհագեցած ճարպաթթուների կառուցվածքը

Մոդելների լուսանկարները ցուցադրված են կառուցվածքների կողքին: Մոդելներում ջրածինը սպիտակ գույնի է, ածխածինը՝ մոխրագույն, իսկ թթվածինը՝ կարմիր:

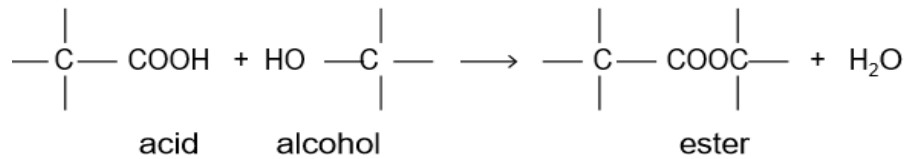
Որոշ ճարպաթթուների պոչերում ածխածնի հարևան ատոմների միջև առաջանում են $-C=C-$ կրկնակի կապեր: Այսպիսի ճարպաթթուները բնութագրվում են որպես **չհագեցած**, որովհետև չեն պարունակում առավելագույն հնարավոր քանակությամբ ջրածին: Դրանցից առաջանում են **չհագեցած լիպիդներ**: Կրկնակի կապերը հնարավոր են դարձնում, որ ճարպաթթուներն ու լիպիդներն ավելի հեշտ հալվեն, օրինակ՝ ձեթերի մեծ մասը չհագեցած է: Մեկից ավելի կրկնակի կապ ունենալու դեպքում ճարպաթթուն կամ լիպիդը բնութագրվում է որպես **բազմակի չհագեցած**, իսկ միայն մեկի դեպքում՝ **միակի չհագեցած**:

Կենդանական լիպիդները հաճախ հագեցած են (կրկնակի կապ չունեն) և հանդիպում են որպես ճարպեր, մինչդեռ բուսական լիպիդները հաճախ չհագեցած են և հանդիպում են որպես ձեթեր, ինչպես օրինակ՝ ձիթապտղի կամ արևածաղկի ձեթը:

Սպիրտներ և էսթերներ

Սպիրտները մի շարք օրգանական մոլեկուլներ են, որոնք պարունակում են ածխածնի ատոմի հետ միացած հիդրօքսիլ խումբ՝ $-OH$: Գլիցերինը երեք հիդրօքսիլ խումբ ունեցող սպիրտ է (նկար 1.24):

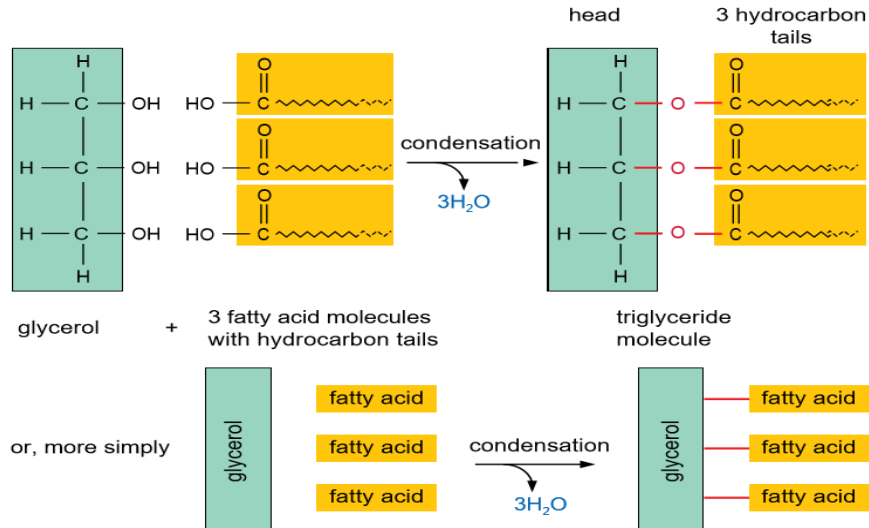
Որևէ թթվի և սպիրտի միջև ընթացող ռեակցիայի արդյունքում առաջացող քիմիական նյութը հայտնի է որպես **էսթեր**: Թթվի և սպիրտի միջև քիմիական կապը կոչվում է **էսթերային կապ**:



Թթվի $-COOH$ խումբը ռեակցիայի մեջ է մտնում սպիրտի $-OH$ խմբի հետ՝ առաջացնելով $-COO-$ էսթերային կապը: Սա կոնդենսացման ռեակցիա է, որովհետև որպես արգասիք առաջանում է ջուր: Արդյունքում ստացված էսթերը կարող է հետադարձ ռեակցիայի միջոցով հետ փոխարկվել թթվի և սպիրտի, եթե ավելացվի ջուր: Այդ ռեակցիան հայտնի է որպես հիդրոլիզ:

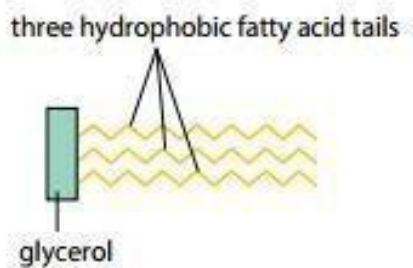
Եռգլիցերիդներ

Ամենատարածված լիպիդները **եռգլիցերիդներն** են (նկար 1.24): Դրանք են ճարպերը և ձեթերը: Գլիցերիդը էսթեր է, որն առաջանում է, երբ ճարպաթթուն միանում է գլիցերոլ սպիրտի հետ: Ինչպես տեսանք, գլիցերոլն ունի երեք հիդրօքսիլ խումբ: Դրանցից յուրաքանչյուրը կարող է կոնդենսացման ռեակցիայի մեջ մտնել ճարպաթթվի հետ: Երբ առաջանում է եռգլիցերիդ, ինչպես պատկերված է նկար 2.12-ում, վերջնական մոլեկուլը պարունակում է ճարպաթթվի երեք պոչ և երեք էսթերային կապ («եռ» նշանակում է երեք): Պոչերը կարող են տարբերվել իրենց երկարությամբ՝ կախված օգտագործված ճարպաթթուներից:



Նկար 1.24. Եռգլիցերիդի առաջացումը գլիցերինից և ճարպաթթվի երեք մոլեկուլից:

Եռգլիցերիդները ջրում չեն լուծվում, սակայն լուծվում են որոշ օրգանական լուծիչներում, որոնցից են էթերը, քլորոֆորմը և էթանոլը: Մա ածխաջրածնային պոչերի ոչ բևեռային բնույթի պատճառով է. դրանք չունեն էլեկտրական լիցքերի անհավասարաչափ բաշխվածություն: Հետևաբար այդ պոչերն ազատ կերպով չեն խառնվում ջրի մոլեկուլների հետ և բնութագրվում են որպես հիդրոֆոբ (ջուր չսիրող): Նկար 1.25-ում պատկերված է եռգլիցերիդի պարզեցված գծանկար:

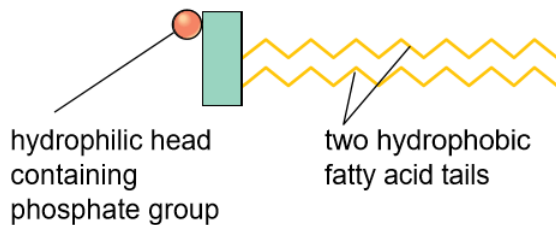


Նկար 1.25. Եռգլիցերիդի մոլեկուլը գծապատկերի տեսքով:

Ֆոսֆոլիպիդներ

Ֆոսֆոլիպիդները լիպիդների հատուկ տեսակ են: Յուրաքանչյուր մոլեկուլ ունի մի անսովոր հատկություն՝ մեկ ծայր, որը լուծվում է ջրում: Մա պայմանավորված է նրանով, որ ճարպաթթվի երեք մոլեկուլներից մեկը փոխարինված է ֆոսֆատային խմբով, որը բևեռային է և, հետևաբար, կարող է լուծվել ջրում: Ֆոսֆատային խումբը **հիդրոֆիլ** է (ջուր սիրող) և ֆոսֆոլիպիդի մոլեկուլի գլխիկը դարձնում է հիդրոֆիլ, չնայած մյուս երկու պոչերը մնում են հիդրոֆոբ (նկար 1.26): Մա մոլեկուլներին թույլ է տալիս բջջի շուրջը ձևավորել

թաղանթ, որտեղ հիդրոֆիլ գլխիկները գտնվում են ջրային լուծույթներում թաղանթից դուրս, իսկ հիդրոֆոբ պոչերը ձևավորում են մի շերտ, որը թափանցելի չէ հիդրոֆիլ նյութերի համար: Սրա կենսաբանական նշանակությունն ակներև կդառնա, երբ ուսումնասիրենք թաղանթի կառուցվածքը:



Նկար 1.26 Ֆոսֆոլիպիդի մոլեկուլի գծանկարային տեսքը: Համեմատի՛ր նկար 1.25-ի հետ:

Եռգլիցերիդների դերը

Լիպիդները գերազանց **էներգիա պահեստավորող** մոլեկուլներ են, որովհետև նույնիսկ ավելի հարուստ են ածխածին-ջրածին կապերով, քան ածխաջրերը: Ուստի, օքսիդացման ժամանակ լիպիդների որոշակի քանակից ավելի շատ էներգիա է անջատվում, քան նույն քանակի ածխաջրերից (այսինքն ունեն ավելի բարձր կալորիական արժեք), ինչը կարևոր առավելություն է պահեստային նյութի համար:

Ճարպը մարդու օրգանիզմում պահեստավորվում է մի շարք տեղամասերում, հատկապես անմիջապես մաշկի տակ և երիկամների շուրջը: Մաշկի տակ ճարպը հանդես է գալիս նաև որպես **մեկուսիչ**՝ կանխում է ջերմության կորուստը: Այդպիսի գործառույթ ունի կետի ճարպը, որը ծովային կաթնասունների, օրինակ՝ կետերի, օրգանիզմում գտնվող լիպիդ է: Այն ապահովում է նաև լողունությունը: Լիպիդների համար անսովոր դեր է **նյութափոխանակության միջոցով որպես ջրի աղբյուր** ծառայելը: Շնչառության ժամանակ օքսիդանալիս դրանք վերածվում են ածխածնի երկօքսիդի և ջրի: Այս հանգամանքը կարող է կարևոր նշանակություն ունենալ շատ չոր բնական միջավայրերում: Օրինակ՝ անապատային կենդուրու-առնետը (նկար 1.27) երբեք ջուր չի խմում և գոյատևում է նյութափոխանակության միջոցով իր օրգանիզմում եղած ճարպի սպառումից առաջացած ջրի շնորհիվ:



Նկար 1.27. Անապատային կենդուրու-առնետը ջրի իր հիմնական պահանջը

բավարարում է նյութափոխանակության միջոցով՝ ընդունած սննդի հաշվին:

Լիպիդների առկայության ստուգումը

Ընդհանուր տեղեկություններ

Լիպիդները ջրում չեն լուծվում, սակայն լուծվում են էթանոլում (սպիրտ): Այս հանգամանքն օգտագործվում է լիպիդների **Էմուլսիոն փորձում**:

Փորձի ընթացքը

Նյութը, որը ենթադրաբար պարունակում է լիպիդներ, լավ թափահարում ենք քիչ քանակությամբ մաքուր էթանոլի հետ (էթանոլ, որի մեջ ջուր քիչ կա կամ բոլորովին չկա): Այս ձևով նյութի մեջ եղած բոլոր լիպիդները լուծվում են էթանոլի մեջ: Ապա էթանոլը լցնում ենք ջրով լի փորձանոթի մեջ: Եթե այնտեղ կա լիպիդ, ապա առաջանում է սպիտակ պղտոր կախույթ:

Լրացուցիչ տեղեկություններ

Լիպիդի բացակայության դեպքում էթանոլը պարզապես խառնվում է ջրի հետ: Լույսը կարողանում է ուղիղ անցնել այս խառնուրդի միջով, այսինքն այն ամբողջովին թափանցիկ է: Բայց եթե էթանոլի մեջ լուծված լիպիդ կա, ապա ջրի հետ խառնվելիս այն չի մնում լուծված վիճակում: Լիպիդի մոլեկուլները մանր կաթիլների ձևով տարածվում են ամբողջ հեղուկի մեջ: Այդ տեսակ խառնուրդը կոչվում է **Էմուլսիա**: Կաթիլներն անդրադարձնում և ցրում են լույսը՝ հեղուկը դարձնելով սպիտակ ու պղտոր:

Տեսանյութ ռուսերեն

https://drive.google.com/drive/folders/1CP52L3qwmA_pQvMzMKERRqp5sZY7-Shf

Սահիկաշար ռուսերեն

https://docs.google.com/presentation/d/1sCfzutHTl1ioHBSBuWXwR8ydHuy0jL_x/edit#slide=id.p13

Լիպիդներ

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bjijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:makromolekulner/e/carbohydrates?modal=1>

Լիպիդներ

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1j33XfqEIz1hCQlMsZk-nDrgGdHq9V59V>

<https://drive.google.com/drive/folders/1j33XfqEIz1hCQlMsZk-nDrgGdHq9V59V>

Նուկլեինաթթուներ (4 ժամ)

Նուկլեինաթթուներ

Արդյոք դրանք ապագայի քիմիական գործարաններն են

Մենք բոլորս, մյուս բոլոր կենդանի օրգանիզմների նման, ունենք բջիջներ, որոնք պարունակում են ԴՆԹ: ԴՆԹ-ն կառուցված է նուկլեոտիդներ կոչվող ավելի փոքր մոլեկուլների շղթայից, իսկ հիմքերի հաջորդականությունն այդ նուկլեոտիդներում հանդես է գալիս որպես գենետիկ կոդ՝ որոշելով բջջում ստեղծվող սպիտակուցների և, հետևաբար, օրգանիզմի առանձնահատկությունները: Գենետիկ կոդը համընդհանուր է: Այն բոլոր օրգանիզմներում նույնն է:

Սակայն վերջերս, *Escherichia coli* բակտերիայի գենետիկ կոդը դիտավորյալ փոփոխության ենթարկվեց: Այդ գենետիկ կոդի եռատառ «բառերից» մեկը, որը սկզբնապես բակտերիաների ռիբոսոմներին կարգադրում էր դադարեցնել սպիտակուց արտադրելը, փոխարինվեց բնության մեջ չհանդիպող մի ամինաթթվի կոդով: Նոր կոդային բառն այժմ հրահանգում է բակտերիային ներդնել այդ ոչ բնական ամինաթթուն սպիտակուցի մեջ:

Այդ փոփոխված բակտերիաներին կարելի է ստիպել, որ իրար միացնեն տարբեր ոչ բնական ամինաթթուներ: Սա նշանակում է, որ դրանք կարելի է օգտագործել նոր սպիտակուցներ արտադրելու համար, որոնք կունենան հատուկ, արտասովոր, մեզ համար օգտակար հատկություններ: Հնարավորությունները գրեթե անսպառ են: Օրինակ՝ կարելի է ստեղծել միանգամայն նոր կառուցվածք ունեցող սպիտակուց, որն ի վիճակի կլինի կապվել մետաղի հետ, ինչը կարելի կլինի օգտագործել նոր կառուցվածքներ ստեղծելու համար: Կարելի է արտադրել մի նոր ֆերմենտ, որն ակտիվ կլինի միայն մեկ այլ մոլեկուլի առկայությամբ, ինչը կարելի կլինի օգտագործել որպես դեղամիջոց մարդկանց հիվանդությունները բուժելու համար:

Փաստը, որ նոր ամինաթթուները բնության մեջ չեն հայտնաբերվում, նշանակում է, որ այդ փոփոխված բակտերիաները կարող են նոր սպիտակուցներ ստեղծել միայն լաբորատոր պայմաններում, որտեղ այդ ամինաթթուները նրանց կտրվեն: Շրջակա միջավայր արտահոսքի պարագայում դրանք գոյատևելու ոչ մի հեռանկար չունեն: Այդուհանդերձ, որևէ օրգանիզմում նման հիմնարար փոփոխություններ առաջացնելու մեր ունակությունը մտորելու առիթ է տալիս: Սպիտակուցների քիմիան մեծապես կհեղաշրջվի ապագայում:

Եթե քեզ հանձնարարելին նախագծել մի մոլեկուլ, որը կկարողանար հանդես գալ որպես գենետիկական նյութ կենդանի օրգանիզմներում, ապա որտեղի՞ց կսկսեիր:

«Գենետիկական մոլեկուլի» առանձնահատկություններից մեկը պետք է լինի **հրահանգներ կրելու** ունակությունը: Այդ հրահանգները, յուրատեսակ նախագծի նման, ուղղություն ցույց կտան բջիջների կառուցմանն ու վարքագծին և դրանց միասին աճելու կերպին՝ ձևավորելու ամբողջական կենդանի օրգանիզմ: Մեկ այլ առանձնահատկություն պետք է լինի կատարելապես պատճենահանվելու կարողությունը, կրկին ու կրկին, այնպես որ, երբ բջջի կորիզը բաժանվի, այն կարողանա յուրաքանչյուր «գենետիկական մոլեկուլի» ճշգրիտ կրկնօրինակը փոխանցել իր դուստր բջիջներից յուրաքանչյուրի կորիզին:

Մինչև 1940-ական թվականների կեսերը կենսաբանները ենթադրում էին, որ այդպիսի մոլեկուլը պետք է սպիտակուց լինի: Համարում էին, որ միայն սպիտակուցներն են բավականաչափ բարդ, որպեսզի ի վիճակի լինեն կրելու այն հսկայական թվով հրահանգները, որոնք անհրաժեշտ կլինեն այդպիսի բարդ կառուցվածքը կենդանի օրգանիզմ դարձնելու համար: Սակայն 1940-ական և 1950-ական թվականների ընթացքում երևան եկան մեծ թվով փաստեր, որոնք աներկբայորեն ապացուցեցին, որ գենետիկական մոլեկուլը բոլորովին էլ սպիտակուց չէ, այլ ԴՆԹ:

ԴՆԹ-ի և ՌՆԹ-ի կառուցվածքը

ԴՆԹ-ն **դեզօքսիռիբոնուկլեինաթթվի** հապավումն է, իսկ ՌՆԹ-ն՝ **ռիբոնուկլեինաթթվի**: Նուկլեինաթթուները, ինչպես օրինակ՝ ԴՆԹ-ն և ՌՆԹ-ն, սպիտակուցների ու բազմաշաքարների նման **մակրոմոլեկուլներ** են: Դրանք նաև **պոլիմերներ** են, որոնք կազմված են բազմաթիվ միանման, ավելի փոքր մոլեկուլներից, որոնք միավորվելով առաջացնում են երկար շղթա: Ավելի փոքր մոլեկուլները, որոնցից կազմված են ԴՆԹ-ի և ՌՆԹ-ի մոլեկուլները, նուկլեոտիդներն են: ԴՆԹ-ն և ՌՆԹ-ն, հետևաբար, պոլիմոլեկուլներ են: Դրանց հաճախ պարզապես անվանում են նուկլեինաթթուներ:

Նուկլեոտիդներ

Նկար 1.28-ում պատկերված է նուկլեոտիդների կառուցվածքը: Նուկլեոտիդները կազմված են երեք ավելի փոքր բաղադրիչներից: Դրանք են՝

- ազոտ պարունակող հիմք
- պենտոզ շաքար
- ֆոսֆատային խումբ

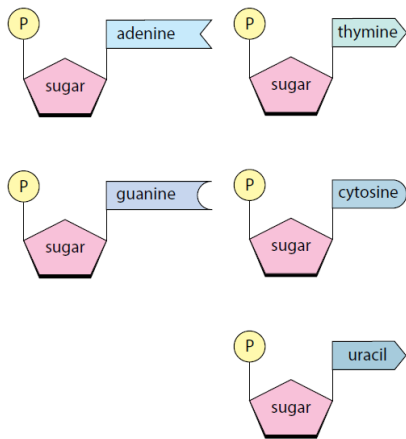
ԴՆԹ-ում և ՌՆԹ-ում ազոտ պարունակող ընդամենը հինգ տարբեր հիմք կա: ԴՆԹ-ի մոլեկուլում դրանք չորսն են՝ ադենինը, թիմինը, գուանինը և ցիտոզինը: ՌՆԹ մոլեկուլում հիմքերը նույնպես չորսն են, բայց այնտեղ երբեք թիմին չի լինում: Փոխարենը ուրացիլ հիմքն է: Այդ հիմքերի անունների փոխարեն հաճախ օգտագործվում են դրանց առաջին տառերը՝ Ա, Թ, Ց, Գ և Ու:

Պենտոզ (5 ատոմային) շաքարը կարող է լինել ռիբոզ (ՌՆԹ-ում) կամ դեօքսիռիբոզ (ԴՆԹ-ում): Ինչպես երևում է անուններից, դեօքսիռիբոզը գրեթե նույնն է, ինչ որ ռիբոզը, բացի նրանից, որ իր մոլեկուլում ունի մեկով պակաս թթվածնի ատոմ:

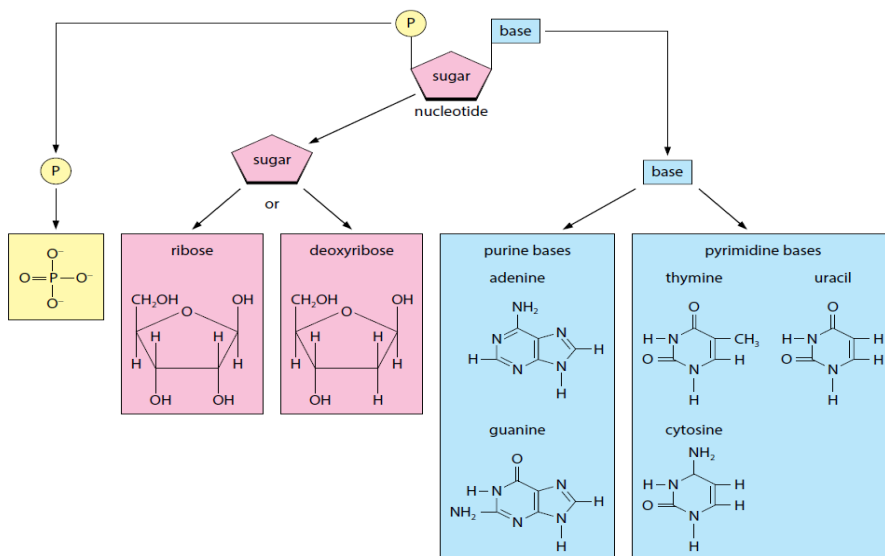
Նկար 1.28-ում պատկերված են այն հինգ տարբեր նուկլեոտիդները, որոնցից կարող են կառուցվել ԴՆԹ-ի և ՌՆԹ-ի մոլեկուլները:

Նկար 1.29-ում պատկերված է դրանց բաղադրիչների կառուցվածքն ավելի մանրամասն: Պարտադիր չէ, որ այդ կառուցվածքները մտապահես, բայց եթե սիրում ես կենսաքիմիան, ապա դրանք թերևս հետաքրքրեն քեզ:

Չշփոթե՛ս ադենինը ադենոզինի հետ, որը ԱԵՖ-ի անվանման մասն է (ադենոզին եռֆոսֆատ)՝ ադենոզինը ադենինն է, որին միացել է շաքար: Եվ մի՛ շփոթիր թիմինը թիամինի հետ, որը վիտամին է:



Նկար 1.28. Նուկլեոտիդներ
Նուկլեոտիդը կազմված է ազոտ պարունակող հիմքից, պենտոզ շաքարից և ֆոսֆատային P խմբից:



Պոլինուկլեոտիդներ

Նկար 1.29.
Նուկլեոտիդների
բաղադրիչները: Ի դեպ,
այս կառուցվածքային
բանաձևերը սովորելը
պարտադիր չէ:

ԴՆԹ և ՌՆԹ պոլինուկլեոտիդները ձևավորելու համար բազմաթիվ նուկլեոտիդներ իրար են միանում երկար շղթայով: Սա տեղի է ունենում կորիզի ներսում, բջջային ցիկլի ինտերֆազի ժամանակ:

Նկար 1.30a-ում պատկերված է պոլինուկլեոտիդային շղթայի հաստվածի կառուցվածքը: Ե՛վ ԴՆԹ-ում, և՛ ՌՆԹ-ում այն ձևավորվում է միմյանց ընդմիջումներով միացած շաքարներից և ֆոսֆատներից, որտեղ հիմքերը կողմնային դիրք են գրավում:

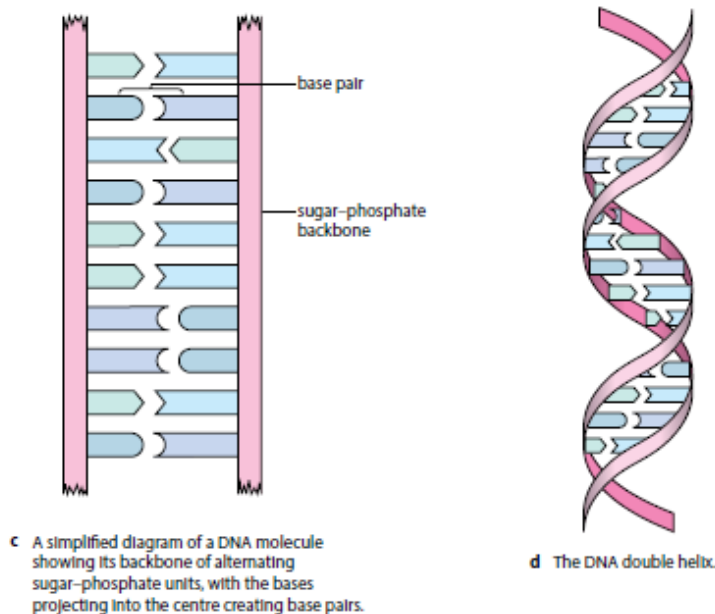
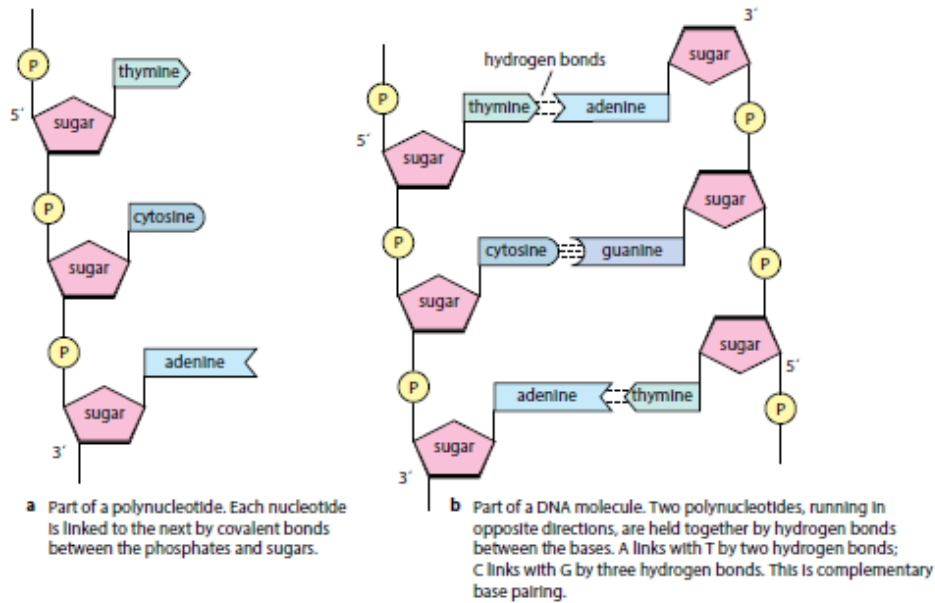
Մի շաքարի մոլեկուլի 5-րդ ածխածինը հաջորդի 3-րդ ածխածնին միանում է շաքարաֆոսֆատային կովալենտային կապերով (ֆոսֆոտրիկետերային կապեր): Ասում ենք, որ պոլինուկլեոտիդային շղթան ունի 3' և 5' ծայրեր:

ԴՆԹ-ի մոլեկուլները կազմված են կողք կողքի գտնվող պոլինուկլեոտիդային երկու շղթաներից, որոնց ուղղությունները հակառակ են: Ասում ենք, որ այդ շղթաները հակազուգահեռ են և միասին պահվում են հիմքերի միջև **ջրածնային կապերով** (նկար 1.30b և c): Շղթաների միավորման ձևը չափազանց ճշգրիտ է:

Հիմքերը կարող են լինել պուրիններ կամ պիրիմիդիններ: Նկար 1.29-ից կտեսնես, որ երկու պուրինային հիմքերը՝ ադենինը և գուանինը, ավելի մեծ մոլեկուլներ են, քան երկու պիրիմիդինները՝ ցիտոզինն ու թիմինը: ԴՆԹ-ի մոլեկուլում երկու շաքարաֆոսֆատային կմախքների արանքում կա ճիշտ այնքան տեղ, որ տեղավորվեն մեկ պուրինի և մեկ պիրիմիդինի մոլեկուլ, որպեսզի այդ կերպ մեկ պարույրի պուրինը մյուս պարույրի պիրիմիդինի նկատմամբ միշտ գտնվի հակադիր դիրքում: Ի դեպ, հիմքերի զուգորդումը նույնիսկ սրանից ավելի ճշգրիտ է: Ադենինը միշտ զույգ է կազմում թիմինի հետ, իսկ զիտոզինը՝ գուանինի հետ՝ Ա-ն Թ-ի, Ց-ն Գ-ի հետ: Հիմքերի այդ փոխընդանուր (կոմպլեմենտար) զուգորդումը պոլինուկլեոտիդների չափազանց կարևոր առանձնահատկությունն է, ինչպես հետագայում կտեսնես:

ԴՆԹ-ն հաճախ բնութագրվում է որպես կրկնակի պարույր: Սա վերաբերում է ԴՆԹ-ի մոլեկուլների եռաչափ տեսքին (նկար 1.30d): Հիմքերը միացնող և, հետևաբար, պարույրները միասին պահող ջրածնային կապերը կարող են համեմատաբար հեշտ քանդվել: Սա տեղի է ունենում ԴՆԹ-ի կրկնապատկման (ԴՆԹ-ի պատճենահանման), ինչպես նաև սպիտակուցի սինթեզի (սպիտակուցի արտադրության) ժամանակ: Ինչպես կտեսնենք, ջրածնային կապերի ճեղքումը ԴՆԹ-ի մոլեկուլի շատ կարևոր առանձնահատկություն է, որը թույլ է տալիս վերջինիս իր դերը կատարել բջջում:

ՌՆԹ-ի մոլեկուլները, ի տարբերություն ԴՆԹ-ի, մնում են որպես պոլինուկլեոտիդի միակի շղթաներ և կարող են ձևավորել շատ տարբեր եռաչափ կառուցվածքներ: Այդ մասին այս գլխում կխոսենք ավելի ուշ, երբ դիտարկենք սպիտակուցի սինթեզը:



ա Պոլինուկլեոտիդի հատված: Յուրաքանչյուր նուկլեոտիդ հաջորդի հետ կապված է ֆոսֆատների և շաքարների միջև առաջացած կովալենտային կապերով:

բ ԴՆԹ-ի մոլեկուլի հատված: Երկու պոլինուկլեոտիդներ, որոնք ունեն հակառակ ուղղություններ, միասին պահվում են հիմքերի միջև առաջացած ջրածնային կապերով: Ա-ն միանում է Թ-ին երկու ջրածնային կապով, Ց-ն միանում է Գ-ին երեք ջրածնային կապով: Սրանք կոմպլեմենտար հիմնային զույգեր են:

գ ԴՆԹ-ի մոլեկուլի պարզեցված գծապատկեր, որտեղ ցույց է տրված ընդամիջվող շաքարաֆոսֆատային միավորներից կազմված կմախքը, իսկ հիմքերն ուղղված են դեպի կենտրոն՝ ստեղծելով հիմնային զույգեր:

դ ԴՆԹ-ի կրկնակի պարույրը:

Նկար 1.30. ԴՆԹ-ի կառուցվածքը:

Տեսանյութ ռուսերեն

https://drive.google.com/drive/folders/1OhXHhf5GZj0VsyxSg_EtpBLX1HQ39kc3

Սահիկաշար անգլերեն

[https://docs.google.com/presentation/d/1-](https://docs.google.com/presentation/d/1-ydnimU7hlvo81ErS2qY3F1QyotTEKGj/edit#slide=id.p1)

[ydnimU7hlvo81ErS2qY3F1QyotTEKGj/edit#slide=id.p1](https://docs.google.com/presentation/d/1-ydnimU7hlvo81ErS2qY3F1QyotTEKGj/edit#slide=id.p1)

Նուկլեինաթթուներ

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1LHTXRqHcWJ2xqtrSy0jXSeGAW2zD8TDX>

Սպիտակուցներ (8 ժամ)

Սպիտակուցներ

Սպիտակուցներ

Սպիտակուցները կենդանի օրգանիզմներում եղած մակրոմոլեկուլների շատ կարևոր դաս են: Բջջիջների մեծ մասի չոր զանգվածի ավելի քան 50%-ը սպիտակուց է: Սպիտակուցներն ունեն բազմաթիվ կարևոր գործառույթներ: Օրինակ՝

- բոլոր ֆերմենտները սպիտակուց են,
- սպիտակուցները բջջաթաղանթի էական բաղադրիչներ են. նրանց՝ որպես ընկալիչի և ազդանշանային սպիտակուցների դերը թաղանթում քննարկվում է գլուխ 4-ում
- որոշ հորմոններ սպիտակուցներ են, օրինակ՝ ինսուլինը և գլյուկագոնը,
- թթվածին փոխադրող գունանյութերը՝ հեմոգլոբինը և միոգլոբինը, սպիտակուց են,
- հակամարմինները, որոնք հարձակվում են ներխուժող միկրոօրգանիզմների վրա և ոչնչացնում դրանք, սպիտակուց են
- կոլագենը մեկ այլ սպիտակուց է, որը մեծացնում է բազմաթիվ կենդանական հյուսվածքների ամրությունը, ինչպես օրինակ՝ ոսկրերն ու զարկերակների պատերը,
- մազերը, եղունգները և մաշկի արտաքին շերտերը պարունակում են կերատին կոչվող սպիտակուց,
- ակտինը և միոզինը սպիտակուցներ են, որոնք պատասխանատու են մկանների կծկման համար,
- սպիտակուցները կարող են լինել պահեստային նյութեր, օրինակ՝ կազեինը կաթի մեջ և օվալբումինը ձվի սպիտակուցի մեջ:

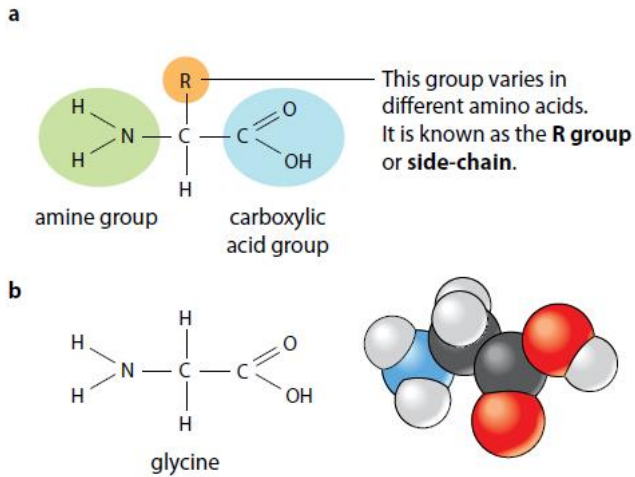
Բազմատեսակ գործառույթներ ունենալով հանդերձ, բոլոր սպիտակուցները կազմված են նույն հիմնական մոնոմերներից: Դրանք **ամինաթթուներն** են:

Ամինաթթուներ

Նկար 1.31-ում պատկերված է բոլոր ամինաթթուների և գլիցինի՝ պարզագույն ամինաթթվի ընդհանուր կառուցվածքը: Բոլոր ամինաթթուներն ունեն ածխածնի կենտրոնական ատոմ, որի հետ կապված է մեկ **ամինախումբ**՝ NH_2 , և մեկ **կարբօքսիլ խումբ**՝ COOH : Այդ երկու խմբերի անվանումներից էլ առաջացել է ամինաթթուների անվանումը: Երրորդ բաղադրիչը, որը միշտ կապված է ածխածնի ատոմին, ջրածնի ատոմն է:

ա.

Այս խումբը տարբեր ամինաթթուների մոտ տարբեր է: Այն հայտնի է որպես **R խումբ** կամ **կողմնային շղթա**:



Նկար 1.31 ա) Ամինաթթվի ընդհանուր կառուցվածքը

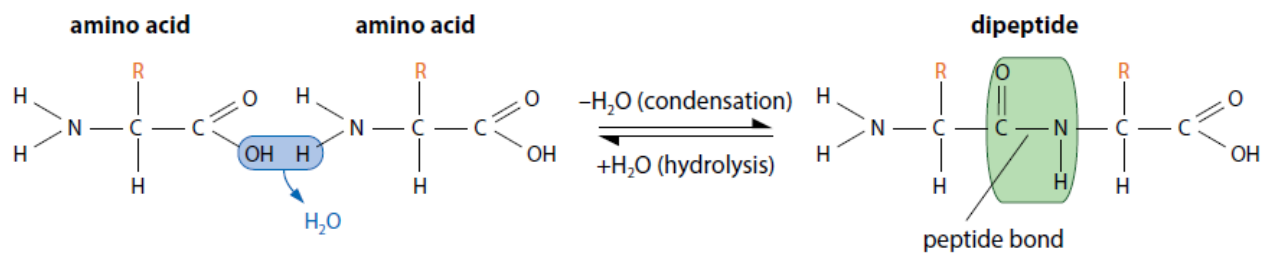
բ) Պարզագույն ամինաթթվի՝ գլիցինի, կառուցվածքը, որում R խումբը ջրածին է՝ H

Բնության մեջ հանդիպող 20 ամինաթթուների R խմբերը բերված են հավելված 1-ում:

Միակ բանը, որով ամինաթթուները տարբերվում են միմյանցից, ատոմների մյուս՝ չորրորդ խումբն է, որը կապված է կենտրոնական ածխածնին: Այն կոչվում է **R խումբ**: Կենդանի օրգանիզմների սպիտակուցներում հանդիպում են 20 տարբեր ամինաթթուներ: Դրանք բոլորն էլ ունեն տարբեր R խմբեր: Ամինաթթուների մոլեկուլային բանաձևերը կարող ես տեսնել հավելված 1-ում: (Պարտադիր չէ մտապահել բոլոր տարբեր R խմբերը:) Հավելված 1-ում բերված են նաև եռատատ հապավումները, որոնք գիտնականները սովորաբար կիրառում են որպես ամինաթթուների անվանումներ: Մեծ թվով այլ ամինաթթուներ սինթեզվել են լաբորատորիաներում:

Պեպտիդային կապ

Նկար 1.32-ում պատկերված է, թե երկու ամինաթթուներն ինչպես են միմյանց միանում: Դրանցից մեկը կորցնում է մի հիդրօքսիլ ($-OH$) խումբ իր կարբօքսիլ խմբից, իսկ մյուսը կորցնում է ջրածնի մեկ ատոմ իր ամինախմբից: Դրա շնորհիվ առաջին ամինաթթվի ածխածնի ատոմներից մեկը ձեռք է բերում ազատ կապ, որով այն կապվում է երկրորդ ամինաթթվի ազոտի ատոմի հետ: Այդ կապը կոչվում է **պեպտիդային կապ**: Ամինաթթուներից անջատված թթվածինը և ջրածնի երկու ատոմները միասին առաջացնում են ջրի մոլեկուլ: Նման ռեակցիա, որը կոչվում է կոնդենսացման ռեակցիա, մենք տեսանք գլիկոլիդային կապերի առաջացման և եռգլիցերիդների սինթեզի ժամանակ:



Նկար 1.32. Ամինաթթուները միմյանց հետ կապվում են ջրի մեկ մոլեկուլ կորցնելու միջոցով, որպեսզի ձևավորեն պեպտիդային կապ

Առաջացած նոր մոլեկուլը, որը կազմված է իրար միացած երկու ամինաթթվից, կոչվում է **դիպեպտիդ**: Շղթային կարող են ավելանալ ցանկացած թվով լրացուցիչ ամինաթթուներ մի շարք կոնդենսացման ռեակցիաների միջոցով: Միմյանց պեպտիդային կապերով միացած բազմաթիվ ամինաթթուներից կազմված մոլեկուլը կոչվում է **պոլիպեպտիդ**: Պոլիպեպտիդը պոլիմերի և մակրոմոլեկուլի մեկ այլ օրինակ է, ինչպես բազմաշաքարը: **Սպիտակուցի** ամբողջական մոլեկուլը կարող է պարունակել ընդամենը մեկ պոլիպեպտիդային շղթա կամ կարող է ունենալ իրար հետ փոխազդող երկու կամ ավելի շղթաներ:

Կենդանի բջիջներում պոլիպեպտիդներ առաջացնելու համար ամինաթթուների՝ միմյանց միանալու տեղը **ռիբոսոմներն** են: Ռեակցիան կարգավորվում է ֆերմենտներով:

Պոլիպեպտիդները կարելի է բաժանել ամինաթթուների պեպտիդային կապերը ճեղքելու միջոցով: Սա հիդրոլիզի ռեակցիա է, որն ընթանում է ջրի ավելացմամբ և բնական ձևով տեղի է ունենում ստամոքսում ու բարակ աղիներում մարսողության ժամանակ: Այստեղ սննդի մեջ գտնվող սպիտակուցի մոլեկուլները մինչ արյան մեջ ներծծվելը հիդրոլիզի միջոցով վերածվում են ամինաթթուների:

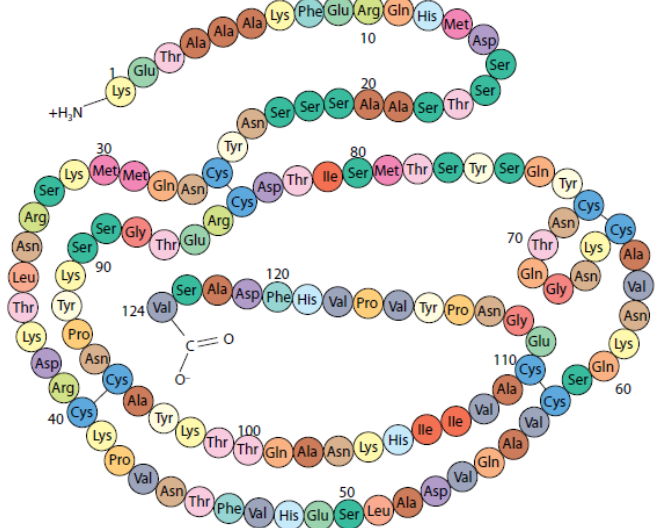
Առաջնային կառուցվածք

Պոլիպեպտիդը կամ սպիտակուցի մոլեկուլը կարող է պարունակել մի քանի հարյուր ամինաթթու, որոնք իրար միանալով կազմում են երկար շղթա: Շղթայում պարունակվող որոշակի ամինաթթուները, ինչպես նաև դրանց միացման հաջորդականությունը կոչվում է սպիտակուցի **առաջնային կառուցվածք**: Նկար 1.33-ում պատկերված է **ռիբոնուկլեազ** սպիտակուցի, որը ֆերմենտ է, առաջնային կառուցվածքը:

Գոյություն ունեն ահռելի թվով տարբեր **հնարավոր** առաջնային կառուցվածքներ: Հազարավոր ամինաթթուներից կազմված շղթայում նույնիսկ մեկ

ամինաթթվի փոփոխությունը կարող է ամբողջովին փոխել պոլիպեպտիդի կամ սպիտակուցի հատկությունները:

Նկար 2.18. Ռիբոնուկլեազի առաջնային կառուցվածքը: Ռիբոնուկլեազը ֆերմենտ է, որը գտնվում է ենթաստամոքսահյուսվածքում: Այն հիդրոլիզի է ենթարկում

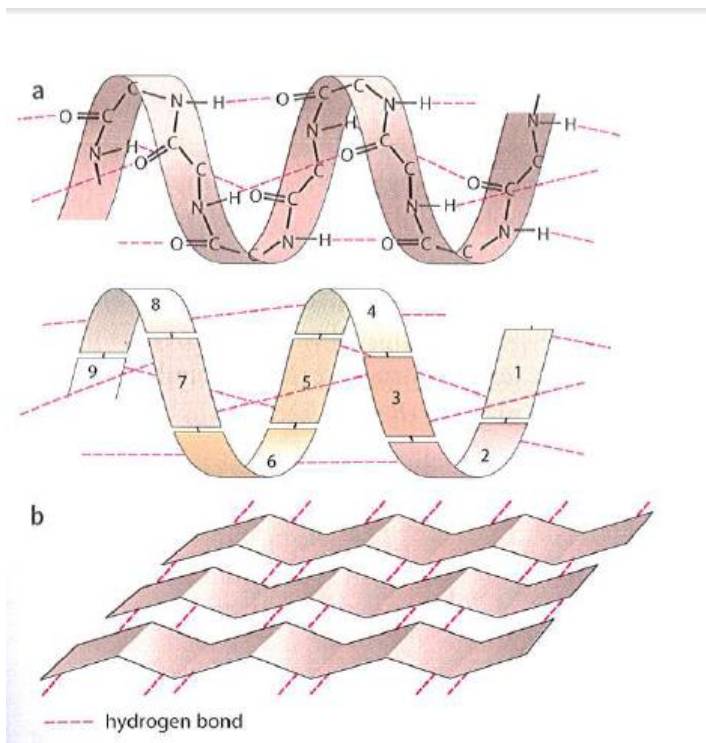


(քայքայում է) ՌՆԹ-ն: Ուշադրություն դարձրո՛ւ, որ ամինաթթվային շղթայի մի ծայրում կա $-NH_3^+$ խումբ, մինչդեռ մյուս ծայրում կա $-COO^-$ խումբ: Սրանք համապատասխանաբար հայտնի են որպես ամինա- և կարբոքսիլ ծայրեր կամ N և C ծայրեր:

Երկրորդային կառուցվածք

Պոլիպեպտիդային շղթայում գտնվող ամինաթթուները միմյանց վրա ազդում են նույնիսկ այն ժամանակ, երբ անմիջականորեն իրար կողքի չեն գտնվում: Պոլիպեպտիդային շղթան կամ դրա մի մասը հաճախ ոլորվում է խցանահանի ձևով, որն անվանում ենք **α -պարույր** (նկար 1.34ա): Այդ **երկրորդային կառուցվածքն** առաջանում է մի ամինաթթվի $-CO-$ խմբի թթվածնի և դրանից չորս ամինաթթո հեռու գտնվող ամինաթթվի $-NH-$ խմբի ջրածնի միջև եղած ջրածնային կապի շնորհիվ: Յուրաքանչյուր ամինաթթու ունի մեկ $-NH-$ և մեկ $-CO-$ խումբ, իսկ նկար 2.19 ա-ում երևում է, որ այս բոլոր խմբերը մասնակցում են ջրածնային կապի ձևավորմանը α -պարույրում՝ կայուն պահելով կառուցվածքի ձևը: Ջրածնային կապը $-CO-$ և $-NH-$ խմբերի բևեռային առանձնահատկության արդյունքն է:

Երբեմն ջրածնային կապը կարող է ունենալ ավելի ազատ, ավելի ուղիղ ձև, քան α -պարույրը: Դա կոչվում է **β -ձալքավոր կառուցվածք** (նկար 1.34բ):



Նկար 1.24. Սպիտակուցի երկրորդային կառուցվածքը

a) α -պարույրի կառուցվածքը: R խմբերը ցույցադրված չեն:

b) Մեկ այլ սովորական դասավորվածություն է β -ձալքավոր կառուցվածքը: Կառուցվածքային այս երկու ձևն էլ պահպանվում են ամինաթթուների միջև եղած ջրածնային կապերի միջոցով:

Երրորդային կառուցվածք

Շատ սպիտակուցների երկրորդային կառուցվածքն էլ է պարուրվում կամ ծալվում: Նկար 1.35-ում ցույց է տրված, թե ինչպիսի բարդ ձևով է ծալվում լիզոցին սպիտակուցի մոլեկուլը: Այստեղ α -պարույրները ներկայացված են գալարների տեսքով, մինչդեռ նկար 1.36-ում, որտեղ պատկերված են միոգլոբինի երկրորդային և երրորդային կառուցվածքները, α -պարույրները ցույց են տրված գլանների տեսքով:

Առաջին հայացքից միոգլոբինի և լիզոցինի մոլեկուլները նման են խճճված կծիկների, սակայն դա այդպես չէ: Մոլեկուլների ձևը շատ ճշգրիտ է, իսկ մոլեկուլների այդ ճշգրիտ ձևերը պահվում են շղթայի տարբեր մասերում ամինաթթուների միջև եղած կապերի միջոցով: Ճշգրիտ եռաչափ կառուցվածք ձևավորելու համար սպիտակուցի ոլորվելը հայտնի է որպես **երրորդային կառուցվածք**:

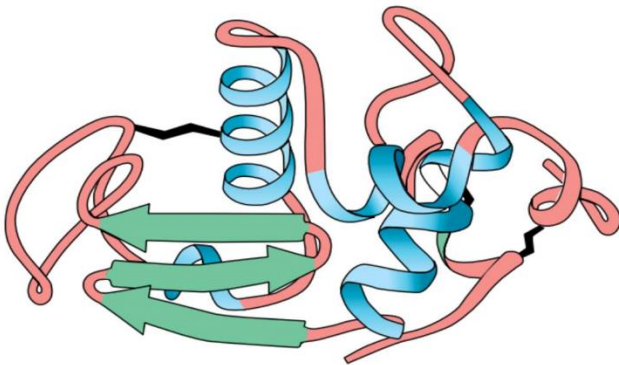
Ջրածնային կապերը, որոնք թեև բավականաչափ ամուր են α -պարույրի և β -ձալքավոր կառուցվածքի ձևը պահպանելու համար, հեշտությամբ քանդվում են բարձր ջերմաստիճաններում և pH-ի փոփոխություններից: Ինչպես կտեսնես, սառնի կարևոր նշանակություն կենդանի օրգանիզմների համար:

Որոշ սպիտակուցներ կամ սպիտակուցների մասեր ընդհանրապես չեն դրսևորում կանոնավոր դասավորվածություն: Այդ ամենը կախված է նրանից, թե

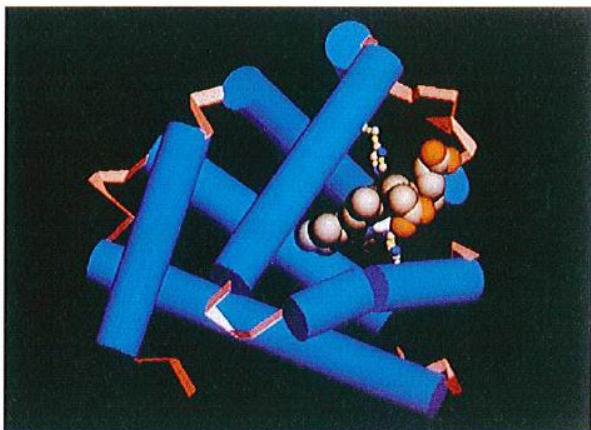
որ R խմբերն են առկա, և, հետևաբար, շղթայում ինչ ձգողություններ են տեղի ունենում ամինաթթուների միջև:

Սպիտակուցի կառուցվածքային գծապատկերներում α -պարույրները կարող են ներկայացված լինել որպես կծիկներ կամ գլաններ, β -կառուցվածքները՝ որպես սլաքներ, իսկ պատահական գալարները՝ որպես ժապավեններ (նկար 1.35 և նկար 1.36):

Նկար 1.35. Լիզոցիմի երկրորդային և երրորդային կառուցվածքները



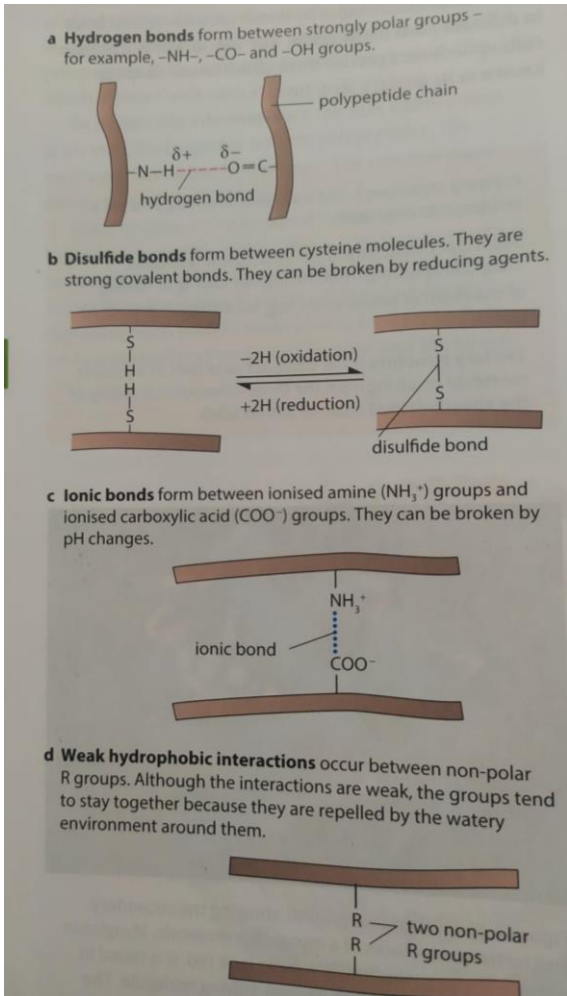
α -պարույրները պատկերված են որպես կապույտ գույնի գալարներ, β -կառուցվածքները՝ որպես կանաչ սլաքներ, իսկ պատահական գալարները՝ որպես կարմիր ժապավեններ: Սև զիգագները երկսուլֆիդային կապերն են:



Նկար 1.36. Միոգլոբինի երկրորդային և երրորդային կառուցվածքները պատկերող համակարգչային գրաֆիկա: Միոգլոբինն այն նյութն է, որը մսին տալիս է կարմիր գույն: Միոգլոբինը գտնվում է մկաններում, որտեղ հանդես է գալիս որպես թթվածին պահեստավորող մոլեկուլ: Կապույտ գույնով α -պարույրներն են: Դրանք կապված են պոլիպեպտիդային շղթայի

հատվածներով, որոնք ավելի ձգված են դեպի դուրս և ցույց են տրված կարմիր գույնով: Աջ կողմից վերևում գտնվում է երկաթ պարունակող հեմ խումբը:

Նկար 1.37-ում պատկերված են այն չորս տեսակ կապերը, որոնց շնորհիվ սպիտակուցները պահվում են իրենց ճշգրիտ ձևերով: **Ջրածնային կապեր** կարող են առաջանալ բազմազան R խմբերի միջև: **Երկսուլֆիդային կապեր** առաջանում են ցիստեինի երկու մոլեկուլների միջև, որոնք պարունակում են ծծմբի ատոմներ: Իոնական կապեր առաջանում են ամինախմբեր և կարբոքսիլ խմբեր պարունակող R խմբերի միջև: **Հիդրոֆոր փոխազդեցություններ** տեղի են ունենում ոչ բևեռային կամ հիդրոֆոր R խմբերի միջև:



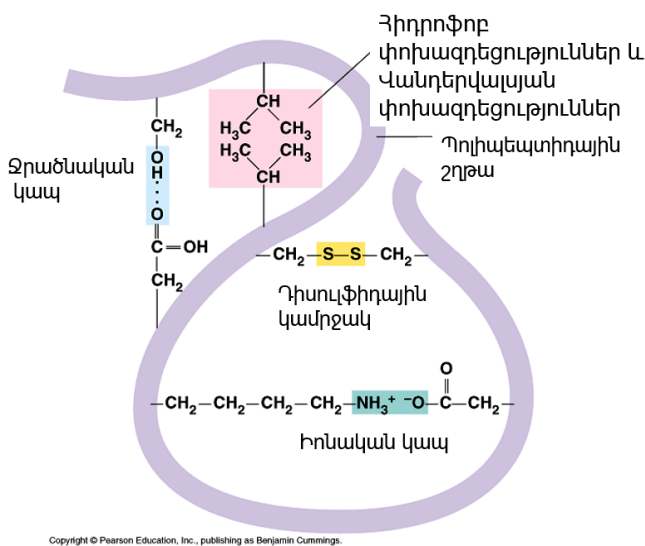
ա Ջրածնային կապեր առաջանում են խիստ բևեռային խմբերի միջև, օրինակ՝ $-NH-$, $-CO-$ և $-OH$ խմբերը:

բ Երկսուլֆիդային կապեր առաջանում են ցիստեինի մոլեկուլների միջև: Դրանք ամուր կովալենտային կապեր են, որոնք կարող են ճեղքվել վերականգնիչ նյութերի միջոցով:

գ Իոնական կապեր առաջանում են իոնացված ամինախմբերի (NH_3^+) և իոնացված կարբօքսիլ (COO^-) խմբերի միջև: Դրանք կարող են քանդվել pH-ի փոփոխությունների պատճառով:

դ Թույլ հիդրոֆոբ փոխազդեցություն տեղի է ունենում ոչ բևեռային R խմբերի միջև: Չնայած փոխազդեցությունները թույլ են, այդ խմբերը սովորաբար մնում են միասին, որովհետև հանդիպում են շրջապատող ջրային միջավայրի դիմադրությանը:

Նկար 1.37. Կապի չորս տեսակները, որոնք կարևոր են սպիտակուցի երրորդային կառուցվածքում. a) ջրածնային կապեր, որոնք կարևոր են նաև երկրորդային կառուցվածքում, b) երկսուլֆիդային կապեր, c) իոնական կապեր և d) հիդրոֆոբ փոխազդեցություններ:



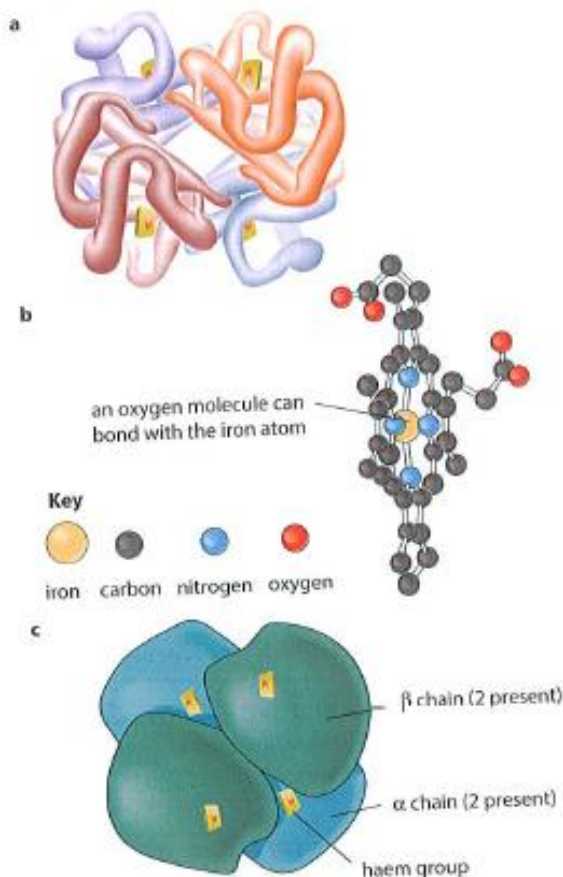
Առաջնային կառուցվածքը ամինաթթուների հաջորդականությունն է պոլիպեպտիդում կամ սպիտակուցում:

Երկրորդային կառուցվածքը սպիտակուցի մոլեկուլի կառուցվածքն է, որն առաջանում է ամինաթթուների շղթայի կանոնավոր կծկվելու կամ ծավելելու արդյունքում, օր.՝ α -պարույրի կամ β -ծալքավոր կառուցվածքի ձևով:

Երրորդային կառուցվածքը սպիտակուցի մոլեկուլի հավաք կառուցվածքն է, որն առաջանում է ամինաթթուների արդեն ծավալած շղթայի եռաչափ պարուրման արդյունքում:

Չորրորդային կառուցվածք

Սպիտակուցի բազմաթիվ մոլեկուլներ կազմված են երկու կամ ավելի պոլիպեպտիդային շղթաներից: Օրինակ՝ հեմոգլոբինի յուրաքանչյուր մոլեկուլում կա չորս պոլիպեպտիդային շղթա (նկար 1.38): Տարբեր պոլիպեպտիդային շղթաների այսպիսի զուգորդումը կոչվում է սպիտակուցի **չորրորդային կառուցվածք**: Շղթաները միասին պահվում են կապի նույն չորս տեսակներով, ինչպես երրորդային կառուցվածքի դեպքում: **Չորրորդային կառուցվածքը** երկու կամ ավելի պոլիպեպտիդների կամ պոլիպեպտիդի և ոչ սպիտակուցային բաղադրիչի, ինչպիսին հեմն է, եռաչափ դասավորությունն է սպիտակուցի մոլեկուլի մեջ:



Նկար 1.38. Հեմոգլոբին

a) Հեմոգլոբինի յուրաքանչյուր մոլեկուլ պարունակում է պոլիպեպտիդային չորս շղթա: Երկու α -շղթաները պատկերված են մանուշակագույն և կապույտ գույներով, իսկ երկու β -շղթաները՝ դարչնագույն և նարնջագույն: Յուրաքանչյուր պոլիպեպտիդային շղթա ունի հեմ խումբ, որը պատկերված է դեղին և կարմիր գույներով:

b) Հեմ խումբը պարունակում է երկաթի ատոմ, որը կարող է դարձելի կապով կապվել թթվածնի մոլեկուլի հետ:

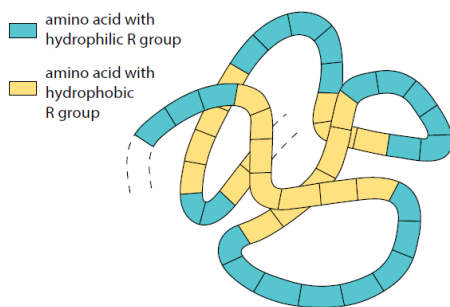
c) Հեմոգլոբինի ամբողջական մոլեկուլը գրեթե գնդաձև է:

Գլոբուլյար և ֆիբրիլյար սպիտակուցներ

Սպիտակուցները, որոնց մոլեկուլները ոլորվում և ընդունում են «գնդակի» ձև, ինչպես օրինակ միոգլոբինը կամ հեմոգլոբինը, հայտնի են որպես **գլոբուլյար սպիտակուցներ**: Կենդանի օրգանիզմում սպիտակուցները կարող են գտնվել բջիջներում և այլ ջրային միջավայրերում, օրինակ՝ արյունը, հյուսվածքային հեղուկը, ինչպես նաև բույսերի ֆլեմայում: Գլոբուլյար սպիտակուցները սովորաբար ոլորվում են այնպես, որ նրանց ոչ բևեռային, հիդրոֆոբ R խմբերն ուղղված լինեն դեպի մոլեկուլի կենտրոնը, իրենց ջրային շրջապատից հեռու: Ջրի մոլեկուլների առկայությունը սպիտակուցի ծավալած մոլեկուլի կենտրոնում բացատրում է: Բևեռային, հիդրոֆիլ R խմբերը մնում են մոլեկուլի դրսի կողմում: Ուստի գլոբուլյար սպիտակուցները սովորաբար լուծելի են, որովհետև ջրի մոլեկուլները խմբվում են նրանց՝ դեպի դուրս ուղղված հիդրոֆիլ R խմբերի շուրջը (նկար 1.39):

Շատ գլոբուլյար սպիտակուցներ դերակատարում ունեն նյութափոխանակության ռեակցիաներում: Դրանց ճշգրիտ ձևը շատ կարևոր է գործունեության համար: Ֆերմենտները, օրինակ, գլոբուլյար սպիտակուցներ են:

Բազմաթիվ այլ սպիտակուցների մոլեկուլները չեն ոլորվում գնդակի տեսքով, այլ ձևավորում են երկար շերտեր: Դրանք հայտնի են որպես **ֆիբրիլյար սպիտակուցներ**: Սովորաբար ֆիբրիլյար սպիտակուցները ջրում լուծելի չեն, և դրանց մեծ մասը կառուցվածքային դեր ունի: Օրինակ՝ **կերատինը** ձևավորում է մազերը, եղունգները և մաշկի արտաքին շերտերը՝ այդ կառուցվածքները դարձնելով անջրանցիկ: Ֆիբրիլյար սպիտակուցի մեկ այլ օրինակ է **կոլագենը**:



Նկար 1.39. Գլոբուլյար սպիտակուցի մոլեկուլի հաստված

Պոլիպեպտիդային շղթան պարուրվում է՝ թողնելով հիդրոֆիլ R խմբերը դրսի, իսկ հիդրոֆոբ խմբերը ներսի կողմում, որի շնորհիվ մոլեկուլը դառնում է լուծելի:

Հեմոգլոբինը՝ որպես գլոբուլյար սպիտակուց

Հեմոգլոբինը թթվածին փոխադրող գունանյութն է, որը գտնվում է արյան կարմիր բջիջներում: Այն գլոբուլյար սպիտակուց է: Արդեն տեսանք, որ հեմոգլոբինը բաղկացած է չորս պոլիպեպտիդային շղթաներից, ուստի չորրորդային կառուցվածք ունի: Ամեն մի շղթա իրենից ներկայացնում է

սպիտակուց, որը հայտնի է որպես **գլոբին**: Միոգլոբինը կազմված է գլոբինից, հետևաբար ունի վերջինիս կառուցվածքին շատ նման երրորդային կառուցվածք (նկար 1.36 և 1.38):

Գոյություն ունեն գլոբինի բազմաթիվ տեսակներ, որոնցից երկուսը մասնակցում են հեմոգլոբինի կազմավորմանը: Դրանք հայտնի են որպես ալֆա-գլոբին (α -գլոբին) և բետա-գլոբին (β -գլոբին): Հեմոգլոբինի շղթաներից երկուսը, որոնք կոչվում են α շղթաներ, կազմված են α -գլոբինից, իսկ մյուս երկու շղթաները, որոնք կոչվում են β շղթաներ, կազմված են β -գլոբինից:

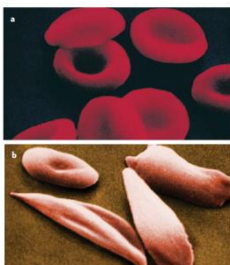
Հեմոգլոբինի մոլեկուլը գրեթե գնդաձև է (նկար 1.38): Չորս պոլիպեպտիդային շղթաները միանում են՝ իրենց հիդրոֆոբ R խմբերն ուղղելով դեպի մոլեկուլի կենտրոնը, իսկ հիդրոֆիլ R խմբերը՝ դեպի դուրս:

Մոլեկուլի ներսում հիդրոֆոբ R խմբերի միջև փոխազդեցությունները կարևոր են մոլեկուլի ճիշտ եռաչափ ձևը պահելու համար: Դեպի դուրս ուղղված հիդրոֆիլ R խմբերը մոլեկուլի մակերևույթին կարևոր են դրա լուծելիությունը ապահովելու համար: Մանգաղաբջջային սակավարյունություն անվամբ հայտնի գենետիկ հիվանդության դեպքում մեկ ամինաթթուն, որը հանդիպում է β շղթայի **մակերևույթին**, փոխարինվում է մեկ այլ ամինաթթվով: Ճիշտ ամինաթթուն գլուտամինաթթուն է, որը բևեռային է: Փոխարինողը վալինն է, որը ոչ բևեռային է: Մոլեկուլի արտաքին մասում ոչ բևեռային R խումբ ունենալը հեմոգլոբինը դարձնում է ավելի քիչ լուծելի: Սա պատճառ է դառնում այն տհաճ ու վտանգավոր ախտանիշների, որոնք կապված են մանգաղաբջջային սակավարյունության հետ նրանց մոտ, ում հեմոգլոբինն ամբողջովին այս «սխալ» տեսակի է (նկար 1.40):

Հեմոգլոբինի յուրաքանչյուր պոլիպեպտիդային շղթա պարունակում է մեկ **հեմ խումբ**, որը ցույց է տրված նկար 1.38 **բ**-ում: Այդպիսի խումբը, որը սպիտակուցի մոլեկուլի կարևոր, մշտական մասն է, սակայն կազմված չէ ամինաթթուներից, կոչվում է **պրոսթետիկ խումբ**:

Ամեն մի հեմ խումբ պարունակում է երկաթի մեկ ատոմ: Թթվածնի՝ O_2 -ի, մեկ մոլեկուլը կարող է կապվել երկաթի յուրաքանչյուր ատոմի հետ: Այսպիսով, չորս հեմ խումբ ունեցող հեմոգլոբինի ամբողջական մոլեկուլը կարող է կրել թթվածնի չորս մոլեկուլ (թթվածնի ութ ատոմ) միաժամանակ:

Հեմ խմբով է պայմանավորված հեմոգլոբինի գույնը: Այդ գույնը փոփոխվում է՝ կախված այն հանգամանքից՝ երկաթի ատոմները միացած են թթվածնի հետ, թե ոչ: Եթե միացած են, ապա մոլեկուլը հայտնի է որպես **օքսիհեմոգլոբին** և ունի վառ կարմիր գույն: Եթե ոչ, ապա գույնը մոտենում է կապտամանուշակագույնի:



Նկար 1.40. a) Մարդու արյան կարմիր գնդիկների սկանավորող էլեկտրոնային մանրապատեր (3300 \times): Յուրաքանչյուր բջիջ պարունակում է հեմոգլոբինի մոտ 250 մլն մոլեկուլ:

բ) Մանգաղաբջջային սակավարյունությունից տառապող մարդու արյան կարմիր գնդիկների սկանավորող էլեկտրոնային մանրապատկեր: Կարող ես տեսնել մեկ նորմալ բջիջ և երեք կամ չորս մանգաղաձև բջիջ (3300×):

Կոլագենը որպես ֆիբրիլյար սպիտակուց

Կոլագենը կենդանական օրգանիզմներում ամենատարածված սպիտակուցն է, որը կաթնասունների մոտ կազմում է ամբողջ սպիտակուցի 25%-ը: Կոլագենը անլուծելի ֆիբրիլյար սպիտակուց է (նկար 1.41), որը գտնվում է մաշկի (կաշին կոնսերվացված կոլագեն է), ջլերի, աճառների, ոսկրերի, ատամների և արյունատար անոթների պատերի մեջ: Կոլագենը կարևոր **կառուցվածքային սպիտակուց** է ոչ միայն մարդկանց, այլև գրեթե բոլոր կենդանիների համար, և գտնվում է տարբեր կառուցվածքներում՝ սկսած ծովային անեմոնի մարմնի պատերից մինչև շնաձկան ձվաբջջիպաշտպանիչ թաղանթները:

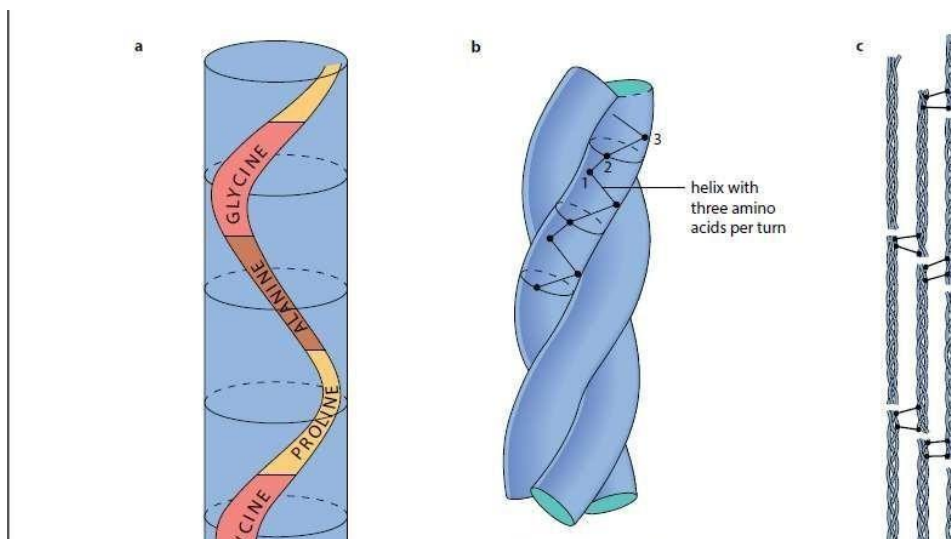
Ինչպես ցույց է տրված նկար 1.41b-ում, կոլագենի մոլեկուլը բաղկացած է երեք պոլիպեպտիդային շղթաներից, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի պարույրի ձև: (Մա α -պարույր չէ, այդքան ամուր փաթաթված չէ:) Այս երեք պարուրաձև պոլիպեպտիդները փաթաթված են միմյանց շուրջ՝ կազմելով եռահյուս «պարան» կամ «եռակի պարույր»: Այդ երեք հյուսքերը միասին պահվում են ջրածնային և որոշ կովալենտային կապերով: Յուրաքանչյուր պոլիպեպտիդում գրեթե ամեն երրորդ ամինաթթուն գլիցին է՝ ամենափոքր ամինաթթուն: Գլիցինը գտնվում է հյուսքերի ներսի կողմում, և նրա փոքր չափերը թույլ են տալիս, որ երեք հյուսքերն իրար կիպ կպչեն ու այդպիսով կազմեն պինդ կծիկ: Որևէ ուրիշ ամինաթթու այստեղ չափազանց մեծ կլիներ:

Կոլագենի ամբողջական, եռահյուս մոլեկուլներից յուրաքանչյուրը փոխազդեցության մեջ է իրեն գուգահեռ մյուս մոլեկուլների հետ: Կողք կողքի գտնվող ամինաթթուների R խմբերի միջև ձևավորվում են կովալենտային կապեր: Այդ խաչաձև կապերի շնորհիվ կոլագենի բազմաթիվ մոլեկուլներ պահվում են կողք կողքի՝ կազմավորելով **ֆիբրիլներ**: Զուգահեռ մոլեկուլների ծայրերն ունեն զիգզագաձև դասավորվածություն: Եթե այդպես չլիներ, ապա մոլեկուլները կունենային կոլագենի ֆիբրիլով ճիշտ լայնակի անցնող թույլ կետ: Վերջապես, բազմաթիվ ֆիբրիլներ ձգվում են միմյանց հետ կողք-կողքի՝ ձևավորելով ամուր փնջեր, որոնք կոչվում են **ֆիբրեր**:

Կոլագենի առավելությունն այն է, որ այն ձկուն է, սակայն հսկայական լարվածության ուժ ունի, ինչը նշանակում է, որ կարող է դիմանալ մեծ ձգողության ուժի՝ առանց ձգվելու կամ կտրվելու: Մարդու աքիլեսյան ջիլը, որը գրեթե ամբողջովին կազմված է կոլագենի ֆիբրերից, կարող է դիմանալ լայնակի

կտրվածքի մակերեսի վրա ազդող 300 Ն/մմ² լարվածության ուժին, որը մոտավորապես հավասար է փափուկ պողպատի լարվածության ուժի մեկ քառորդին:

Կոլագենի ֆիբրերը դասավորվում են ըստ այն ուժերի, որոնց պետք է դիմակայեն: Ջլերում դրանք զուգահեռ փնջերով շարված են ջլի երկարությամբ՝ լարվածության ուղղությամբ: Մաշկի մեջ այդ ֆիբրերը կարող են ձևավորել շերտեր և կարող են տարբեր շերտերում գտնվել տարբեր ուղղություններով, ինչպես թաղանթանյութը բջջապատերում: Այս ձևով դրանք դիմադրում են բազմաթիվ ուղղություններով ազդող լարվածության (ձգողության) ուժերին:



a Պոլիպեպտիդները, որոնցից բաղկացած է կոլագենի մոլեկուլը, ունեն ձգված պարույրի տեսք: Ամեն երրորդ ամինաթթուն գլիցին է:

b Երեք պարույրները ոլորվում են միասին՝ ձևավորելով կոլագենի մոլեկուլը: Այս հյուսքերը միասին պահվում են ջրածնային և որոշ կովալենտային կապերով:

c Այս եռահյուս պարույրներից շատերը գտնվում են կողք-կողքի և միմյանց հետ կապված են խաչաձև կովալենտային կապերով, որոնք առաջանում են ամինաթթուների կողմնային շղթաների միջև, պոլիպեպտիդների ծայրերին մոտ: Ուշադրություն դարձրո՛ւ, որ այս խաչաձև կապերը միմյանց զուգահեռ չեն, ինչը կոլագենին տալիս է ավելի մեծ ամրություն:



d Կոլագենի ֆիբրիլների սկանավորող էլեկտրոնային մանրապատկեր (17000×): Յուրաքանչյուր ֆիբրիլ կազմված է բազմաթիվ եռահյուս պարույրներից, որոնք միմյանց զուգահեռ են: Շերտավոր տեսքի պատճառն այս պարույրների դասավորվածության կանոնավոր ձևն է՝ մոլեկուլների միջև զիգզագաձև տեղակայված անցքերով, որոնք երևում են ավելի մուգ գույնով:

e Մարդու կոլագենային ֆիբրերի սկանավորող էլեկտրոնային մանրապատկեր (2000×): Յուրաքանչյուր ֆիբր կազմված է բազմաթիվ կողք կողքի գտնվող ֆիբրիլներից: Այդ ֆիբրերը բավականաչափ մեծ են, որպեսզի հնարավոր լինի տեսնել սովորական լուսային մանրադիտակով:

Նկար 1.41 Կոլագեն. Գծանկարներում և լուսանկարներում բաղադրիչները պատկերված են աստիճանաբար՝ փոքրից դեպի համեմատաբար մեծերը: Այսպես, երեք պոլիպեպտիդային շղթաները, «a»-ում պատկերվածի նման, կազմում են կոլագենի մոլեկուլը, որը ցույց է տրված «b»-ում, կոլագենի մեծ թվով մոլեկուլներ կազմում են ֆիբրիլ, որը ցույց է տրված «c»-ում և «d»-ում, հետո բազմաթիվ ֆիբրիլներ կազմում են ֆիբր, որը պատկերված է «e»-ում:

Տեսանյութ հայերեն

<https://drive.google.com/drive/folders/1Oo4lM5whdRYlXBxlx-KSYtHrW53Rtwji>

Տեսանյութ ռուսերեն

<https://drive.google.com/drive/folders/1Oo4lM5whdRYlXBxlx-KSYtHrW53Rtwji>

<https://drive.google.com/drive/folders/1Oo4lM5whdRYlXBxlx-KSYtHrW53Rtwji>

Մահիկաշար ռուսերեն

<https://docs.google.com/presentation/d/1i8l8LYI8XffTJ9F1sRWn-ayIpWw9mo9l/edit#slide=id.p1>

<https://docs.google.com/presentation/d/1w63fQ40zHUvSZVj9ZJRm76-1hLVCrZWF/edit#slide=id.p1>

Մալխակուցների կառուցվածքը

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:bijneri-anorganakan-ev-organakan-nyutere/x999987f3c7b92dff:makromolekulner/a/orders-of-protein-structure?modal=1>

Ֆերմենտների տեսակները, դերն ու նշանակությունը օրգանիզմում (2 ժամ)

Պաշտպանության լավագույն միջոցը հարձակումն է

Եթե բզեզ ես ու քեզ պատրաստվում է ուտել մի գիշատիչ, ինչպես օրինակ՝ սարդը կամ գորտը, ապա ինչպե՞ս կփախչես:

Ռմբարկու բզեզների մոտ զարգացել է շատ տպավորիչ ու հաջողակ ռազմավարություն (նկար 1.42): Այդ ռազմավարության հիմքում ընկած են ֆերմենտներով կարգավորվող ռեակցիաների բացառիկ արագությունները: Գիշատչի կողմից վտանգը տեսնելով՝ բզեզը գործի է դնում իր որովայնի երկարացված ծայրը, որպեսզի հարձակվողի վրա արձակի եռման աստիճանի տաք քիմիական նյութի շիթ:

Շիթի ժայթքումն ուղեկցվում է կրակոցի նմանվող բարձր ձայնով: Շիթը ճշգրտորեն արձակելու համար բզեզը կարող է որովայնի ծայրը պտտել գրեթե ցանկացած ուղղությամբ, և մինչ հավանական գիշատիչը երերում է այդ անակնկալ հարձակումից, բզեզը բարեհաջող փախուստ է տալիս:

Իսկ ի՞նչ մասնակցություն ունեն ֆերմենտները: Բզեզի որովայնում կա քիմիական նյութերը խառնելու խոռոչ, որտեղ արտազատվում են ջրածնի պերօքսիդ և հիդրոքինոն:

Խոռոչը պարունակում է երկու ֆերմենտ՝ կատալազ և պերօքսիդազ, որոնք կատալիզատորի դեր են կատարում և ստիպում, որ ռեակցիաներն ընթանան մի քանի միլիոն անգամ ավելի արագ, քան նորմալում:

Ջրածնի պերօքսիդը քայքայվում է թթվածնի ու ջրի, և թթվածինն օգտագործվում է հիդրոքինոնը օքսիդացման ռեակցիայի միջոցով քինոնի վերածելու համար: Ռեակցիաները բուռն են և ընթանում են մեծ քանակությամբ ջերմության անջատումով՝ գոլորշացնելով ստացված հեղուկի մոտ 20%-ը: Մի ակնթարթում հետանցքից դուրս է ժայթքում եռացող, գարշահոտ գազի և հեղուկի մի խառնուրդ:



Նկար 1.42 Ռմբարկու բզեզը եռացող քիմիական նյութի շիթ է արձակում իրեն բարկացնող ունեւու վրա:

Ֆերմենտների աշխատանքը

Ֆերմենտները սպիտակուցի մոլեկուլներ են, որոնք կարող են բնութագրվել որպես **կենսաբանական կատալիզատորներ**: Կատալիզատորը մոլեկուլ է, որն արագացնում է քիմիական ռեակցիան, սակայն փոփոխության չի ենթարկվում ռեակցիայի վերջում: Ըստ էության, կենդանի օրգանիզմներում ընթացող նյութափոխանակային յուրաքանչյուր ռեակցիա կատալիզվում է որևէ ֆերմենտի միջոցով, հետևաբար ֆերմենտները շատ կարևոր են կյանքի գոյության համար: Բազմաթիվ ֆերմենտների անվանումներն ունեն «-ազ» վերջավորությունը, օրինակ՝ ամիլազ և ԱԵՖ-ազ:

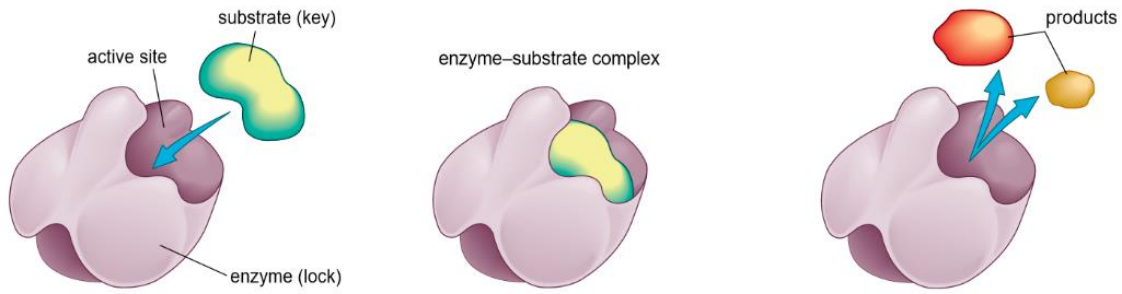
Ներբջջային և արտաբջջային ֆերմենտներ

Ոչ բոլոր ֆերմենտներն են գործում բջիջների ներսում: Այն ֆերմենտները, որոնք գործում են բջիջների ներսում, կոչվում են **ներբջջային**, իսկ այն ֆերմենտները, որոնք արտազատվում են բջիջներից և կատալիզում են բջիջներից դուրս տեղի ունեցող ռեակցիաները, կոչվում են **արտաբջջային**: Օրինակ՝ մարսողական ֆերմենտները աղիներում: Որոշ օրգանիզմներ ֆերմենտներն արտազատում են իրենց մարմնից դուրս: Սնկերը, օրինակ, հաճախ այդպես անում են, որպեսզի քայքայեն այն սուբստրատը, որի վրա աճում են:

«Բանալի ու փական» և մակաձված համապատասխանության վարկածը

Ֆերմենտները գլոբուլյար սպիտակուցներ են: Բոլոր գլոբուլյար սպիտակուցների նման ֆերմենտների մոլեկուլները ոլորվում են՝ ստանալով հստակ եռաչափ տեսք, որտեղ հիդրոֆիլ R խմբերը (կողմնային շղթաներ) գտնվում են մոլեկուլների դրսի կողմում, ինչն ապահովում է դրանց լուծելիությունը: Ֆերմենտի մոլեկուլները բնորոշվում են ևս մեկ առանձնահատկությամբ. դրանք ունեն **ակտիվ կենտրոն** (նկար 1.43): Ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնը մոլեկուլի մի հատված է, սովորաբար ճեղքի կամ խոռոչի տեսքով, որին կարող է միանալ ուրիշ մոլեկուլ կամ մոլեկուլներ: Այդ մոլեկուլը ֆերմենտի **սուբստրատն** է: Ակտիվ կենտրոնի ձևը թույլ է տալիս, որ սուբստրատը կատարելապես տեղավորվի: Այն գաղափարը, որ ֆերմենտն ունի որոշակի հստակ ձև, որին սուբստրատը կարող է ճիշտ համապատասխանել, հայտնի է **որպես բանալու և փականի վարկած**:

Սուբստրատն այն **բանալին** է, որի ձևը համապատասխանում է ֆերմենտի **փականին**: Սուբստրատը տեղում պահվում է ժամանակավոր կապերով, որոնք ձևավորվում են սուբստրատի և ֆերմենտի ամինաթթուների որոշ R խմբերի միջև: Այդ համակցված կառուցվածքը կոչվում է ֆերմենտ-սուբստրատային համալիր:



a) Ֆերմենտի մակերեսին կա ճեղք, որը կոչվում է ակտիվ կենտրոն: Սուբստրատի մոլեկուլն ունի համապատասխանող (կոմպլեմենտար) ձև:

b) Ֆերմենտի և սուբստրատի պատահական տեղաշարժի արդյունքում սուբստրատը հայտնվում է ակտիվ կենտրոնում: Ձևավորվում է ժամանակավոր ֆերմենտ-սուբստրատային համալիր: Ակտիվ կենտրոնում գտնվող ամինաթթուների R խմբերը փոխազդեցության մեջ են մտնում սուբստրատի հետ:

c) Սուբստրատի և ակտիվ կենտրոնի փոխազդեցության արդյունքում սուբստրատը քայքայվում է: Կարճ ժամանակով ստեղծվում է ֆերմենտ-վերջնանյութ համալիր մինչ վերջնանյութի երկու մոլեկուլները կհեռանան ակտիվ կենտրոնից՝ թողնելով ֆերմենտի մոլեկուլն անփոփոխ և սուբստրատի մեկ այլ մոլեկուլի հետ կապվելու պատրաստ:

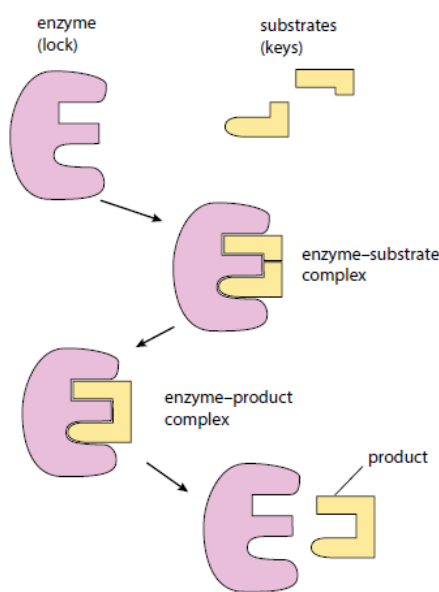
Նկար 1.43. Ինչպես է ֆերմենտը կատալիզում սուբստրատի մոլեկուլի քայքայումը՝ առաջացնելով վերջնանյութի երկու մոլեկուլ:

Սովորաբար ֆերմենտի յուրաքանչյուր տեսակ գործում է միայն մեկ տեսակ սուբստրատի մոլեկուլի համար: Սա այն պատճառով է, որ ակտիվ կենտրոնի ձևը թույլ է տալիս տեղավորել միայն մեկ որոշակի ձև ունեցող մոլեկուլ: Ուրեմն ֆերմենտը **հատուկ** է այդ սուբստրատին:

1959 թ.բանալու և փականի վարկածը փոփոխության ենթարկվեց, երբ հայտնաբերվեցին փաստեր, որ ֆերմենտի մոլեկուլներն ավելի ճկուն են, քան ենթադրվում էր ըստ բանալու և փականի չոր մոտեցման: Ֆերմենտների գործունեության մասին ժամանակակից վարկածը հայտնի է որպես **մակաձված համապատասխանության վարկած**: Սա հիմնականում նույնն է, ինչ բանալու և փականի վարկածը, սակայն հավելում է այն գաղափարը, որ կատարյալ համապատասխանության համար ֆերմենտը և երբեմն սուբստրատը կարող են թեթևակիորեն իրենց ձևը փոխել, երբ սուբստրատի մոլեկուլը մտնում է ֆերմենտի մեջ: Դրանից կատալիզը նույնիսկ ավելի արդյունավետ է դառնում:

Ֆերմենտը կարող է կատալիզել ռեակցիան, որում սուբստրատի մոլեկուլը բաժանվում է երկու կամ ավելի մոլեկուլների, ինչպես պատկերված է նկար 3.2-ում: Եվ հակառակը, այն կարող է կատալիզել երկու մոլեկուլների միացումը, ինչպես դիպեպտիդի առաջացման ժամանակ: Պարզեցված գծապատկեր բերված է նկար 1.44-ում: Գծապատկերում երևում է նաև ֆերմենտ-վերջնանյութ համալիրը, որը կարճ ժամանակով ստեղծվում է նախքան վերջնանյութի անջատվելը:

Ֆերմենտի R խմբերի և սուբստրատի ատոմների միջև փոխազդեցությունը կարող է քանդել կապերը սուբստրատի մոլեկուլում կամ նպաստել դրանց առաջացմանը՝ կազմավորելով մեկ, երկու կամ ավելի **վերջնանյութ**:



Նկար 1.44. Ֆերմենտների գործառույթի պարզեցված գծապատկեր

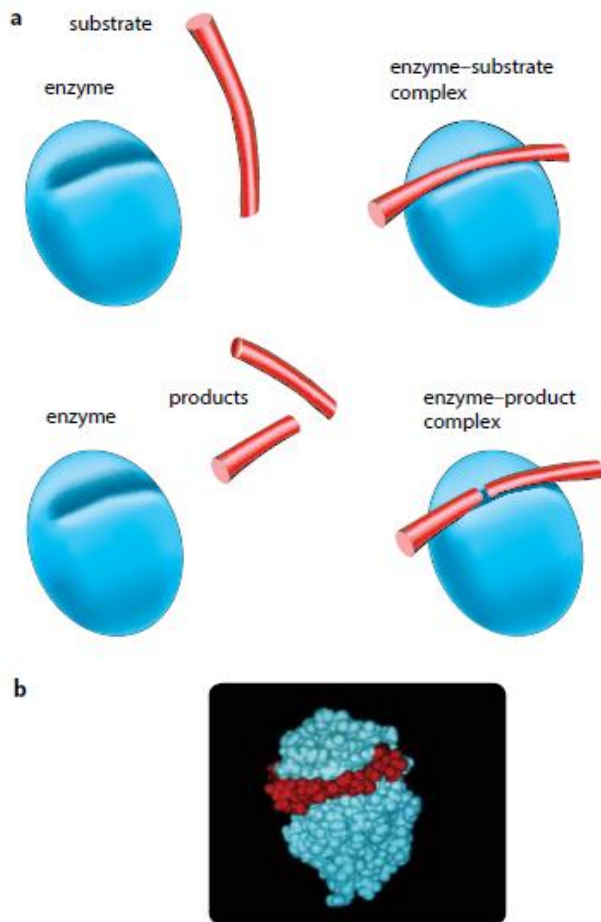
Նկատի ունեցիր, որ այս օրինակում ֆերմենտը կատալիզում է երկու մոլեկուլների միացումը:

Երբ ռեակցիան ավարտվում է, վերջնանյութը կամ վերջնանյութերը հեռանում են ակտիվ կենտրոնից: Ֆերմենտն այդ ընթացքում փոփոխության չի ենթարկվում, ուստի այժմ ազատ է ընդունելու սուբստրատի մեկ ուրիշ մոլեկուլ: Արագությունը, որով սուբստրատի մոլեկուլները կարող են կապվել ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնին, վերածվել վերջնանյութերի և հեռանալ, կարող է շատ մեծ լինել: Օրինակ՝ կատալազ ֆերմենտը կարող է կապվել ջրածնի պերօքսիդի մոլեկուլների հետ, դրանք բաժանել ջրի և թթվածնի և ազատ արձակել այդ վերջնանյութերը վայրկյանում 10 մլն մոլեկուլ արագությամբ:

Սուբստրատի և ակտիվ կենտրոնի փոխազդեցությունը, այդ թվում՝ ֆերմենտի ձևի թեթևակի փոփոխությունը (մակաձված համապատասխանություն), որն առաջանում է սուբստրատին միանալու արդյունքում, հստակ դրսևորվում է լիզոցիմ ֆերմենտի դեպքում: Լիզոցիմը բակտերիաների դեմ բնական պաշտպանական միջոց է, որը գտնվում է արցունքների, թքի և այլ արտազատուկների մեջ: Այն քանդում է

բազմաշաքարների շղթաները, որոնցից կազմված են բակտերիաների բջջապատերը: Նկար 1.45- ը ցույց է տալիս, թե ինչպես է ակտիվ կենտրոնում ճեղքվում բազմաշաքարային սուբստրատի մի հատված

Նկար 1.45. Լիզոցինը քանդում է բազմաշաքարի շղթան: Սա հիդրոլիզի ռեակցիա է



a) Գծապատկեր, որտեղ ցույց է տրված ֆերմենտ-սուբստրատային և ֆերմենտ-վերջնանյութ համալիրների առաջացումը նախքան վերջնանյութերի հեռանալը: b) Տարածական մոդել, որտեղ ցույց է տրված ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնում գտնվող սուբստրատը: Սուբստրատը բազմաշաքարի շղթա է, որը հանգիստ սահուն է ճեղքվածքի մեջ (ակտիվ կենտրոն) և կիսվում ֆերմենտի միջոցով: Բազմաթիվ այդպիսի շղթաներ բակտերիայի բջջապատին հաղորդում են ամրություն: Երբ շղթաները քանդվում են, բջջապատը կորցնում է ամրությունը, և բակտերայի բջիջը պայթում է օսմոսի արդյունքում:

Ֆերմենտ և ակտիվ կենտրոն

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1v7XRVIktjObNMSIIFRmePo3iuNUvyfUA>

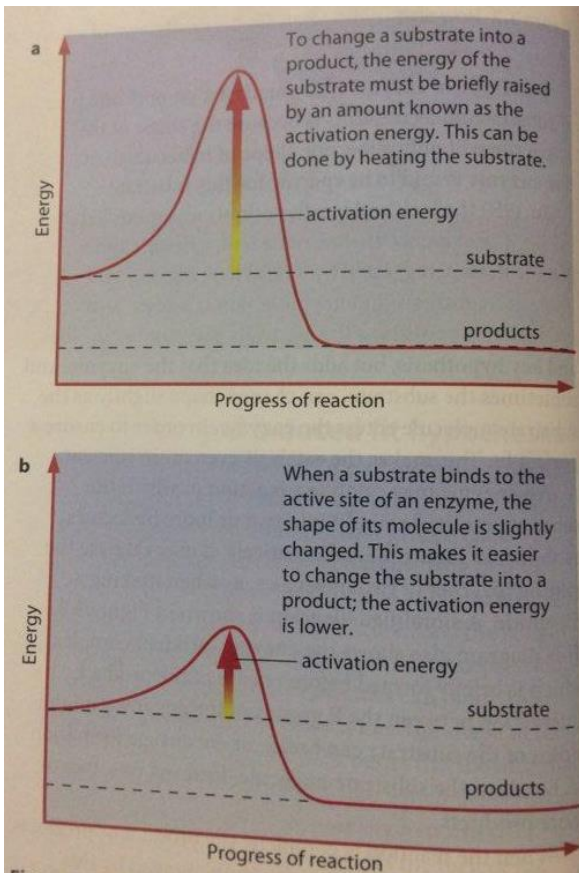
Ֆերմենտային կատալիզ (6 ժամ)

Ֆերմենտները նվազեցնում են ակտիվացման էներգիան

Որպես կատալիզատորներ՝ ֆերմենտները մեծացնում են քիմիական ռեակցիաների արագությունը: Առանց ֆերմենտների՝ կենդանի բջիջներում ռեակցիաները մեծ մասամբ այնքան դանդաղ կընթանային, որ ըստ էության բնավ տեղի չէին ունենա:

Մեծ թվով քիմիական ռեակցիաների ընթացքում սուբստրատը չի փոխարկվի վերջնանյութի, եթե ժամանակավորապես չստանա որոշակի լրացուցիչ էներգիա: Այդ էներգիան կոչվում է **ակտիվացման էներգիա** (նկար 1.46a):

Բազմաթիվ քիմիական ռեակցիաների արագությունը մեծացնելու եղանակներից մեկը ռեակցիայի մեջ մտած նյութերի էներգիայի ավելացումն է դրանք տաքացնելու միջոցով: Նման բան հավանաբար արել ես, երբ տաքացրել ես նյութերը, որոնք ուզում ես ռեակցիայի մեջ մտցնել միմյանց հետ: Վերականգնող շաքարի հայտնաբերման Բենեդիկտի փորձում, օրինակ, քեզ հարկավոր է տաքացնել Բենեդիկտի ռեագենտն ու շաքարի լուծույթը միասին, մինչ դրանք ռեակցիայի մեջ կմտնեն:



a) Սուբստրատը վերջնանյութի վերածելու համար սուբստրատի էներգիան պետք է կարճ ժամանակով մեծացվի մի քանակով, որը հայտնի է որպես ակտիվացման էներգիա: Սա կարելի է անել սուբստրատը տաքացնելու միջոցով:

b) Ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնին միանալիս սուբստրատի մոլեկուլների ձևը թեթևակիորեն փոխվում է: Դրա շնորհիվ այն ավելի հեշտ է վերածվում վերջնանյութի. ակտիվացման էներգիան ավելի փոքր է:

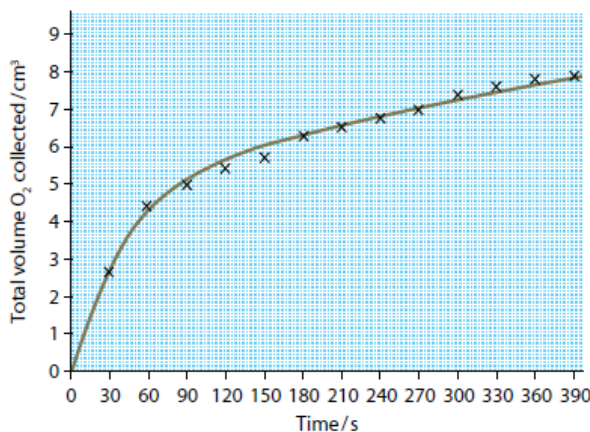
Նկար 1.46. Ակտիվացման էներգիա a) առանց ֆերմենտի, b) ֆերմենտի օգնությամբ:

Կաթնասունների, օրինակ՝ մարդկանց, մոտ նույնպես գործում է նյութափոխանակության ռեակցիաների արագությունը մեծացնելու այս մեթոդը: Մեր մարմնի ջերմաստիճանը պահպանվում է 37 °C-ում, ինչը սովորաբար շատ ավելի բարձր է, քան շրջապատի օդի ջերմաստիճանը: Սակայն բջիջների ջերմաստիճանը նույնիսկ մինչև 37 °C բարձրացնելը բավարար չէ, որպեսզի սուբստրատների մեծ մասը ստանա վերջնանյութի վերածվելու համար անհրաժեշտ ակտիվացման էներգիան: Ֆերմենտներն այդ խնդիրը չունեն, որովհետև նվազեցնում են իրենց կողմից կատալիզվող ռեակցիայի ակտիվացման էներգիան (նկար 1.46b): Դա արվում է սուբստրատը կամ սուբստրատները պահելով այնպես, որ դրանց մոլեկուլները կարողանան ավելի հեշտությամբ ռեակցիայի մեջ մտնել: Ֆերմենտների միջոցով կատալիզվող ռեակցիաները շատ ավելի ցածր ջերմաստիճանում տեղի են ունենում ավելի արագ, քան այլ կերպ դրանք տեղի կունենային:

Ռեակցիայի ընթացքը

Փորձի միջոցով թերևս կարող ես պարզել, թե ֆերմենտների կողմից կարգավորվող ռեակցիայի ժամանակ ինչ արագությամբ է սուբստրատը փոխարկվում վերջնանյութի: Նկար 1.47-ում պատկերված են նման փորձի արդյունքները կատալազ ֆերմենտի մասնակցությամբ: Այդ ֆերմենտը գտնվում է կենդանի օրգանիզմների մեծ մասի հյուսվածքներում և կատալիզում է ջրածնի պերօքսիդի քայքայումը ջրի և թթվածնի: (Ջրածնի պերօքսիդը նյութափոխանակության մի քանի տարբեր ռեակցիաների թունավոր վերջնանյութ է, հետևաբար դրանից պետք է արագ ազատվել:) Այս ռեակցիային հեշտ է հետևելը, որովհետև արձակվող թթվածինը կարելի է հավաքել ու չափել:

Ռեակցիան սկսվում է շատ արագ: Երբ ֆերմենտն ու սուբստրատը խառնում ենք, անմիջապես սկսում են արձակվել թթվածնի պղպջակներ: Ռեակցիայի առաջին րոպեի ընթացքում հավաքվում է մեծ քանակությամբ թթվածին: Սակայն ռեակցիայի ընթացքին զուգահեռ՝ թթվածնի անջատման արագությունն աստիճանաբար նվազում է: Ռեակցիան դանդաղում է, մինչև որ ի վերջո բոլորովին դադարում է:



Նկար 1.47. Ֆերմենտներով կատալիզվող ռեակցիայի ընթացքը: Կատալազն ավելացվել է ջրածնի պերօքսիդին ժամանակի 0 կետում: Անջատված գազը հավաքվել է գազային ներարկիչի մեջ, և ծավալը չափվել է յուրաքանչյուր 30 վայրկյանը մեկ:

Ռեակցիայի ընթացքի բացատրությունը բավականին պարզ է: Երբ ֆերմենտն ու սուբստրատը սկզբում խառնվում են, սուբստրատի մոլեկուլների թիվը մեծ է: Ժամանակի ցանկացած կետում յուրաքանչյուր ֆերմենտի մոլեկուլի ակտիվ կենտրոնում սուբստրատի մեկ մոլեկուլ կա: Ռեակցիայի արագությունը կախված է գուտ ֆերմենտի մոլեկուլների քանակից և այն արագությունից, որով ֆերմենտը կարող է սուբստրատը փոխարկել վերջնանյութի, արձակել այն և հետո միանալ սուբստրատի մեկ այլ մոլեկուլի: Սակայն որքան ավելանում է վերջնանյութի վերածված սուբստրատների թիվը, այնքան քիչ թվով սուբստրատի մոլեկուլներ են մնում ֆերմենտների հետ միանալու համար: Թերևս ֆերմենտների մոլեկուլները «սպասում են», որ սուբստրատի մոլեկուլները մոտենան իրենց ակտիվ կենտրոններին: Քանի որ սուբստրատի ավելի քիչ մոլեկուլներ են մնում, ռեակցիան աստիճանաբար դանդաղում է, մինչև որ ի վերջո դադարում է:

Գրաֆիկի կորը նկար 1.47-ում պատկերվածի նման է, հետևաբար ամենամեծ թեքությունն ունենում է ռեակցիայի սկզբում: Ֆերմենտներով կատալիզվող ռեակցիաները միշտ էլ սկզբում ընթանում են իրենց առավելագույն արագությամբ: Այդ արագությունը կոչվում է **ռեակցիայի սկզբնական արագություն**: Ռեակցիայի սկզբնական արագությունը կարող էս չափել՝ հաշվելով կորի նկատմամբ տարված շոշափողի թեքությունը, ժամանակի 0 կետին հնարավորինս մոտ կետում: Ավելի հեշտ եղանակը գրաֆիկի վրա առաջին 30 վայրկյանի ընթացքում անջատված թթվածնի քանակը որոշելն է: Տվյալ դեպքում թթվածնի արտադրման արագությունն առաջին 30 վայրկյանի ընթացքում հավասար է 2.7 սմ³ թթվածնի կամ 5.4 սմ³ թթվածնի մեկ րոպեում:

Ռեակցիայի արագության չափումը

Կատալիզի հետ ջրածնի պերօքսիդի ռեակցիայի արագությունը չափելը հեշտ է, որովհետև վերջնանյութերից մեկը գազ է, որը հնարավոր է հավաքել: Դժբախտաբար միշտ չէ, որ այդքան հեշտ է ռեակցիաների արագությունը չափել: Եթե, օրինակ, ցանկանայիր հետազոտել, թե ինչ արագությամբ է ամիլազը քայքայում օսլան, շատ դժվար կլիներ հետևել ռեակցիայի ընթացքին, որովհետև սուբստրատը (օսլան) և վերջնանյութը (մալթոզը) անգույն նյութեր են ռեակցիոն խառնուրդում: Այս ռեակցիայի արագությունը չափելու ամենահեշտ եղանակը ռեակցիոն խառնուրդում օսլայի անհետացման արագությունը չափելն է: Սա կարելի է անել որոշակի հայտնի ժամանակահատվածներում խառնուրդից նմուշներ վերցնելու և դրանց կալիումի յոդիդի լուծույթ ավելացնելու միջոցով: Օսլան կալիումի յոդիդի լուծույթի հետ առաջացնում է կապտասև գունավորում: Օգտվելով գունաչափից՝ կարող էս չափել ստացված կապտասև գույնի ինտենսիվությունը և դա օգտագործել որպես դեռևս մնացած օսլայի քանակի չափ: Եթե սա անես որոշակի ժամանակահատվածում, ապա կարող էս կառուցել կոր, որը ցույց կտա մնացած օսլայի քանակը ժամանակից կախված: Այնուհետև

ռեակցիայի սկզբնական արագությունը կարող էս հաշվել նույն կերպ, ինչպես կատալազի հետ ջրածնի պերօքսիդի ռեակցիայի դեպքում:

Ռեակցիայի ընթացքը դիտելը նույնիսկ ավելի հեշտ կլինի, եթե փորձանոթի մեջ խառնես օսլան, կալիումի յոդիդի լուծույթը և ամիլազը, և փորձանոթը տեղադրես գունաչափի մեջ: Այնուհետև կանոնավոր կերպով գրանցես խառնուրդի գույնի ինտենսիվության մասին ցուցմունքները: Սակայն սա էլ լավագույն եղանակը չէ, որովհետև յոդը միջամտում է ռեակցիայի արագությանը և դանդաղեցնում է այն:

Ակտիվացման էներգիա

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:nyutapokhanakutyun/x999987f3c7b92dff:energia-ev-fermentner/a/activation-energy?modal=1>

Ֆերմենտներ և ակտիվացման էներգիա

<https://hy.khanacademy.org/science/10th-grade-biology/x999987f3c7b92dff:nyutapokhanakutyun/x999987f3c7b92dff:energia-ev-fermentner/e/enzymes-and-activation-energy?modal=1>

Ֆերմենտային կատալիզ

<http://esource.armedu.am/app/?subject=8&grade=4#69,22656>

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1jKQNYq-rp8Jvy3dLBJ7jueMml4cMDwfs>

Ֆերմենտների ազդման մեխանիզմը (անգլերեն)

https://www.youtube.com/watch?v=ie_7Y7HJlps

Ֆերմենտների ակտիվության վրա ազդող գործոնները (10 ժամ)

Ֆերմենտի կոնցենտրացիայի ազդեցությունը

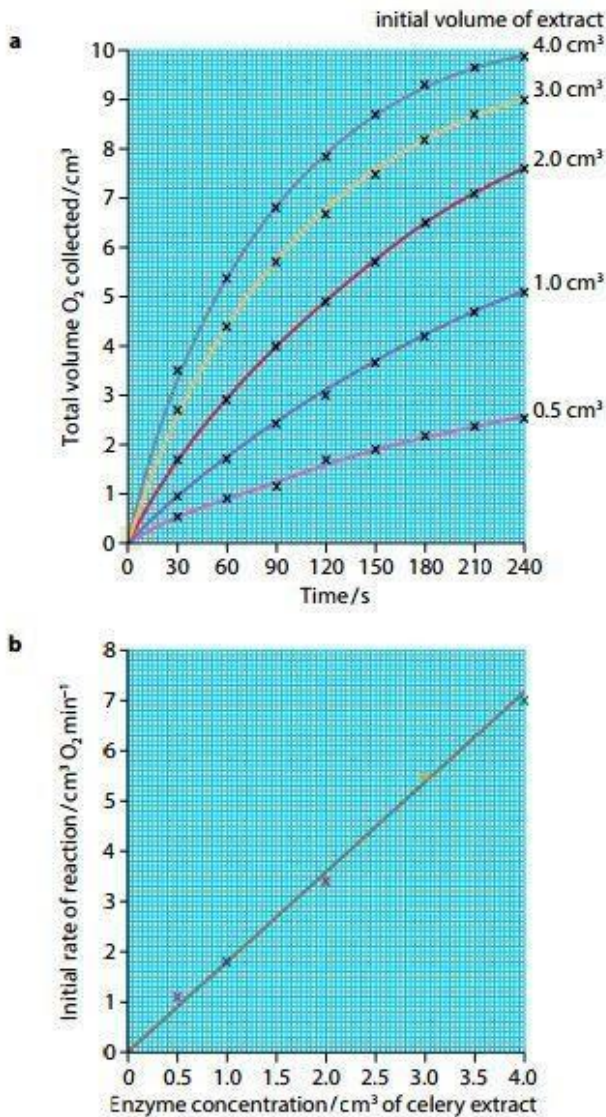
Նկար 1.48 a-ում պատկերված են մի հետազոտության արդյունքները, որի ժամանակ կատալազի լուծույթը (նեխուրի թուրմից) տարբեր կոնցենտրացիաներով ավելացվում է ջրածնի պերօքսիդի միևնույն ծավալով լուծույթին: Կատալազի տարբեր կոնցենտրացիայի լուծույթներ ստանալու համար նախնական լուծույթը տարբեր չափերով մի քանի մասի ենք բաժանում և ապա դրանք բերում ստանդարտ ծավալի: Կարող ես տեսնել, որ բոլոր հինգ կորերի ձևը նույնն է: Յուրաքանչյուր դեպքում ռեակցիան սկսվում է շատ արագ (թեք կոր), իսկ հետո աստիճանաբար դանդաղում է (կորը հարթվում է):Քանի որ բոլոր հինգ ռեակցիաների ժամանակ օգտագործվել է միևնույն ծավալով ջրածնի պերօքսիդ, վերջում արտադրված թթվածնի ընդհանուր քանակը կլինի նույնը, այնպես որ, եթե հետազոտությունը շարունակենք բավականաչափ երկար, բոլոր կորերը իրար հետ կհասվեն:

Ռեակցիայի արագության վրա ֆերմենտի կոնցենտրացիայի ազդեցությունը ուսումնասիրելու նպատակով այս հինգ ռեակցիաների արագությունները համեմատելու ամենաճշգրիտ ձևը ռեակցիայի հենց սկզբից արագությունը դիտարկելն է: Պատճառն այն է, որ ռեակցիայի սկսվելուց հետո յուրաքանչյուր դեպքում սուբստրատի քանակը սկսում է տարբերվել, որովհետև բոլոր հինգ ռեակցիաներից յուրաքանչյուրում սուբստրատը փոխարկվում է վերջնանյութի տարբեր արագություններով: Միայն ռեակցիայի ամենասկզբում կարող ենք վստահ լինել, որ ռեակցիայի արագության տարբերությունների պատճառը միայն ֆերմենտի կոնցենտրացիաների տարբերությունն է:

Ֆերմենտի յուրաքանչյուր կոնցենտրացիայի դեպքում սկզբնական արագությունը հաշվելու համար, ինչպես արդեն բացատրեցինք, կարող ենք հաշվել կորի թեքությունը ռեակցիայի սկսվելուց 30 վայրկյան հետո: Նախընտրելի է, որ սա անենք ռեակցիայի նույնիսկ էլ ավելի վաղ փուլում, սակայն գործնականում դա հնարավոր չէ: Այնուհետև կարող ենք գծել մի երկրորդ գրաֆիկ, նկար 1.48b, որտեղ պատկերված լինի ռեակցիայի սկզբնական արագությունը՝ կախված ֆերմենտի կոնցենտրացիայից:

Այդ գրաֆիկից երևում է, որ ռեակցիայի սկզբնական արագության մեծացումը գծային է: Տվյալ պայմաններում ռեակցիայի արագությունն ուղիղ համեմատական է ֆերմենտի կոնցենտրացիային: Սա հենց այն է, ինչ առողջ բանականությունը թելադրում է, որ պետք է տեղի ունենա: Որքան ավելի շատ ֆերմենտ լինի, այնքան ավելի շատ հասանելի ակտիվ կենտրոններ կլինեն, որպեսզի սուբստրատները կարողանան միանալ: Քանի դեռ կա բավականաչափ

սուբստրատ, ռեակցիայի սկզբնական արագությունը ֆերմենտի կոնցենտրացիայից գծային կախվածությամբ մեծանում է:



Նկար 1.48

Ֆերմենտի կոնցենտրացիայի ազդեցությունը ֆերմենտով կատալիզվող ռեակցիայի արագության վրա:

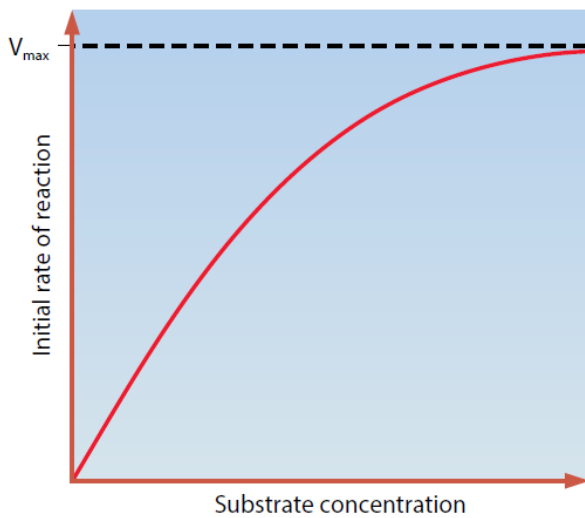
a) Նեխուրի թուրմի տարբեր ծավալներ, որոնք պարունակում են կատալազ, ավելացվել են նույն ծավալով ջրածնի պերօքսիդին: Չուրն ավելացվել է, որպեսզի յուրաքանչյուր դեպքում խառնուրդի ընդհանուր ծավալը պահվի նույնը:

b) Ֆերմենտի յուրաքանչյուր խտության համար հաշվվել է ռեակցիայի արագությունը առաջին 30 վայրկյանի ընթացքում:

Սուբստրատի կոնցենտրացիայի ազդեցությունը

Նկար 1.49-ում պատկերված են մի հետազոտության արդյունքներ, որտեղ կատալազի քանակը պահվել է հաստատուն, իսկ ջրածնի պերօքսիդի քանակը փոփոխվել է: Կրկին յուրաքանչյուր ռեակցիայի համար կառուցվել է անջատված թթվածնի քանակի՝ ժամանակից կախված կոր և հաշվարկվել է ռեակցիայի սկզբնական արագությունն առաջին 30 վայրկյանի ընթացքում: Այնուհետև կառուցվել են ռեակցիաների՝ սուբստրատի կոնցենտրացիայից կախված սկզբնական արագությունների կորերը:

Սուբստրատի կոնցենտրացիայի մեծացման հետ մեծանում է նաև ռեակցիայի սկզբնական արագությունը: Սա դարձյալ հենց այն է, ինչ ակնկալում էինք, որքան շատ են սուբստրատի մոլեկուլները, այնքան ավելի հաճախ է ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնը կապվում դրանցից մեկնումեկի հետ: Բայց եթե շարունակում ենք մեծացնել սուբստրատի կոնցենտրացիան՝ հաստատուն պահելով ֆերմենտի կոնցենտրացիան, ապա վրա է հասնում մի կետ, երբ ֆերմենտի յուրաքանչյուր ակտիվ կենտրոն անընդհատ աշխատում է: Եթե ավելացնենք սուբստրատի քանակը, ապա ֆերմենտը պարզապես չի կարողանա աշխատել ավելի արագ: Սուբստրատի մոլեկուլները, փաստորեն, հերթ են կանգնում՝ սպասելով որևէ ակտիվ կենտրոնի ազատվելուն: Ֆերմենտն աշխատում է իր հնարավոր առավելագույն արագությամբ, որը հայտնի է որպես V_{max} , որտեղ V -ն արագությունն է:



Նկար 1.49

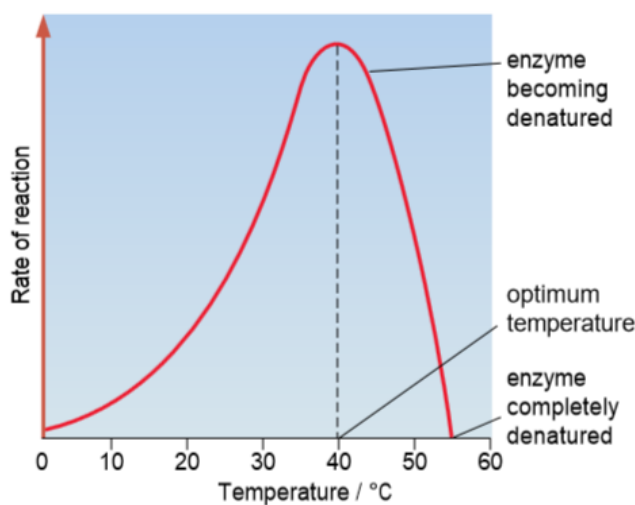
Սուբստրատի կոնցենտրացիայի ազդեցությունը ֆերմենտով կատալիզվող ռեակցիայի արագության վրա

Ջերմաստիճանը և ֆերմենտի ակտիվությունը

Նկար 1.50-ում պատկերված է, թե ջերմաստիճանից կախված ինչպես է փոխվում ֆերմենտով կատալիզվող սովորական ռեակցիայի արագությունը: Ցածր ջերմաստիճաններում ռեակցիան տեղի ունենում է, սակայն շատ դանդաղ: Պատճառն այն է, որ մոլեկուլները շարժվում են համեմատաբար դանդաղ: Սուբստրատի մոլեկուլները հաճախակի չեն բախվում ակտիվ կենտրոնին, այնպես որ սուբստրատի և ֆերմենտի միջև կապ հազվադեպ է առաջանում: Ջերմաստիճանի բարձրացմանը զուգընթաց ֆերմենտի և սուբստրատի մոլեկուլները շարժվում են ավելի արագ: Բախումները տեղի են ունենում ավելի հաճախ, ուստի սուբստրատի մոլեկուլները ակտիվ կենտրոն մտնում են ավելի հաճախ: Բացի այդ, բախվելիս դրանք ունենում են ավելի մեծ էներգիա: Սա ավելի է հեշտացնում կապերի ձևավորումը կամ քայքայումը ռեակցիան տեղի ունենալու համար:

Ջերմաստիճանի բարձրացման հետ շարունակում է մեծանալ նաև սուբստրատի և ֆերմենտի մոլեկուլների շարժման արագությունը: Սակայն, ջերմաստիճանի որոշակի բարձր կետում ֆերմենտի մոլեկուլի կառուցվածքը սկսում է եռանդուն կերպով թրթռալ այնպես, որ ֆերմենտի մոլեկուլն իր ճշգրիտ ձևով պահող որոշ կապեր սկսում են քանդվել: Սա հատկապես վերաբերում է ջրածնային կապերին: Ֆերմենտի մոլեկուլը սկսում է կորցնել իր ձևն ու ակտիվությունը: Նման դեպքերում ասում ենք, որ այն բնափոխվել է: Սա հաճախ անդարձելի է: Նախ՝ սուբստրատի մոլեկուլն աստիճանաբար ավելի վատ է համապատասխանում ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնին, ուստի ռեակցիան սկսում է դանդաղել: Ի վերջո սուբստրատն այնս բոլորովին չի համապատասխանում կամ հնարավոր չի լինում այն պահել ճիշտ դիրքում, որպեսզի ռեակցիան տեղի ունենա:

Ջերմաստիճանը, որում ֆերմենտը ռեակցիան կատալիզում է առավելագույն արագությամբ, կոչվում է **օպտիմալ ջերմաստիճան**: Մարդու ֆերմենտների մեծ մասի օպտիմալ ջերմաստիճանը 40 °C-ի շուրջն է: Մեր օրգանիզմի ջերմաստիճանը 37°C-ի մոտ պահելով՝ ապահովում ենք, որ ֆերմենտով կատալիզվող ռեակցիաները տեղի ունենան իրենց առավելագույն արագությանը մոտ արագությամբ:



Նկար 1.50. Ջերմաստիճանի ազդեցությունը ֆերմենտով կատալիզվող ռեակցիայի արագության վրա

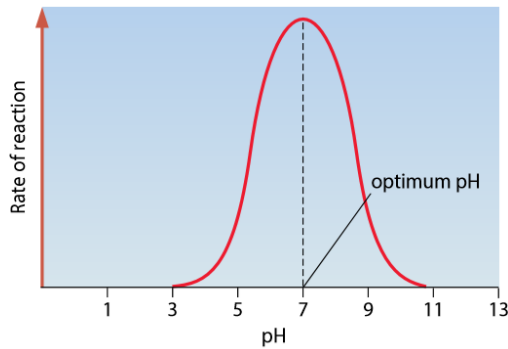
Վտանգավոր է օրգանիզմի ջերմաստիճանը պահպանել 40°C-ում, որովհետև նույնիսկ մի փոքր բարձրացման դեպքում ֆերմենտները կսկսեն բնափոխվել:

Այլ օրգանիզմներում գտնվող ֆերմենտները կարող են ունենալ տարբեր օպտիմալ ջերմաստիճաններ: Որոշ ֆերմենտների (օրինակ՝ տաք աղբյուրներում ապրող բակտերիաներում գտնվողները) օպտիմալ ջերմաստիճանը շատ ավելի բարձր է: Որոշ բուսական ֆերմենտներ ունեն ավելի ցածր օպտիմալ ջերմաստիճան՝ կախված դրանց բնակության միջավայրից:

рН-ը և ֆերմենտների ակտիվությունը

Նկար 1.51-ում պատկերված է, թե ինչպես է pH-ն ազդում ֆերմենտների ակտիվության վրա: Ֆերմենտների մեծ մասն ավելի արագ գործում է այնպիսի միջավայրում, որտեղ pH-ը 7-ի շուրջն է, այսինքն՝ բավականին չեզոք պայմաններում: Մյուսները, սակայն, ինչպես օրինակ՝ պրոտեազ պեպսինը, որը

գտնվում է ստամոքսի թթվային պայմաններում, ունեն ուրիշ օպտիմալ pH:



Նկար 1.51. pH-ի ազդեցությունը ֆերմենտով կատալիզվող ռեակցիայի արագության վրա

pH-ը ջրածնի իոնների կոնցենտրացիան է լուծույթում: Որքան ցածր է pH-ը, այնքան բարձր է ջրածնի իոնների կոնցենտրացիան: Ջրածնի իոնները կարող են փոխազդեցության մեջ մտնել ամինաթթուների R խմբերի հետ, օրինակ, ազդելով այդ խմբերի իոնացման վրա (բացասական կամ դրական լիցքերը): Սա ազդում է խմբերի միջև իոնական կապերի վրա, որն էլ իր հերթին ազդում է ֆերմենտի մոլեկուլի եռաչափ դասավորվածության վրա: Ակտիվ կենտրոնի ձևը կարող է փոփոխվել և այդպիսով նվազեցնել սուբստրատի մոլեկուլի՝ դրան համապատասխանելու հնարավորությունները: Օպտիմալ pH-ից չափից շատ տարբերվող pH-ը կարող է ֆերմենտի բնափոխման պատճառ դառնալ:

pH-ը հետազոտելիս, կարող ես օգտվել բուֆերային լուծույթներից: Յուրաքանչյուր բուֆերային լուծույթ ունի որոշակի pH, որը պահպանվում է, նույնիսկ եթե տեղի ունեցող ռեակցիան հակառակ պարագայում կառաջացնեի pH-ի փոփոխություն: Ավելացրո՛ւ որոշակի ծավալով բուֆերային լուծույթ ռեակցիոն խառնուրդին:

Ֆերմենտային ակտիվության վրա ազդող գործոններ

ԳԻՏՄԵՐՈՒՆԴ

<https://docs.google.com/document/d/1udhBBnUmByIKq5waJ8g2A0cKf0h4MAzbUqNTTrDQ/RjZU/edit>

Տերմենտային կատալիզ

ԳԻՏԱԵՐՈՒՆԴ

<https://drive.google.com/drive/folders/1jKQNYq-rp8Jvy3dLBJ7jueMml4cMDwfs>

Ֆերմենտի արգելակիչներ (2 ժամ)

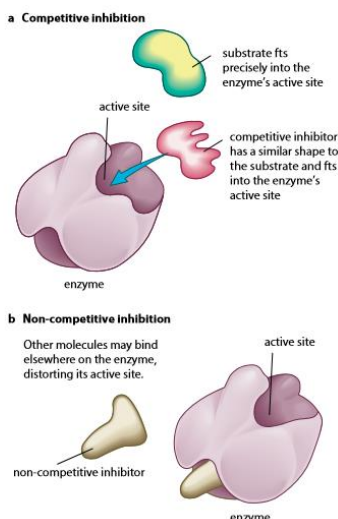
Մրցակցային, դարձելի արգելակում

Ինչպես տեսանք, ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնը կատարելապես համապատասխանում է մեկ որոշակի սուբստրատի: Սակայն, հնարավոր է, որ ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնին կապվի մեկ ուրիշ մոլեկուլ, եթե ձևով շատ նման լինի ֆերմենտի սուբստրատին: Այդ մոլեկուլն **արգելակում է** ֆերմենտի գործառույթը:

Եթե **արգելակիչ** մոլեկուլը միայն կարճ ժամանակով է միանում կենտրոնին, ապա այդ մոլեկուլի և սուբստրատի միջև առաջանում է մրցակցություն կենտրոնի համար: Եթե ավելի մեծ է սուբստրատի, քան թե արգելակիչի քանակը, ապա սուբստրատի մոլեկուլները կարողանում են հեշտությամբ միանալ ակտիվ կենտրոնին սովորական ձևով, այդպիսով ֆերմենտի գործառույթը չի խափանվում: Բայց եթե արգելակիչի կոնցենտրացիան մեծանում է կամ սուբստրատի կոնցենտրացիան նվազում է, ապա ավելի ու ավելի քիչ հավանական է դառնում, որ սուբստրատը կրախվի որևէ ազատ կենտրոնի:

Այդ դեպքում ֆերմենտի գործառույթն արգելակվում է: Այստեղից էլ գալիս է **մրցակցային արգելակում** անվանումը (նկար 1.52a): Արգելակումը բնութագրվում է որպես **դարձելի** (ոչ մշտական), որովհետև այն կարելի է ձնշել սուբստրատի կոնցենտրացիան մեծացնելու միջոցով:

Մրցակցային արգելակման օրինակ տեսնում ենք էթիլեն գլիկոլ խմած մարդու բուժման ժամանակ: Էթիլեն գլիկոլն օգտագործվում է որպես հակասառեցնող նյութ, որը երբեմն պատահաբար խմում են: Էթիլեն գլիկոլն օրգանիզմում արագ վերածվում է թրթնջկաթթվի, որը կարող է անդառնալիորեն վնասել երիկամը: Սակայն, ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնը, որն էթիլեն գլիկոլը վերածում է թրթնջկաթթվի, ընդունում է նաև էթանոլ: Երբ թունավորված մարդուն տրվում է էթանոլի մեծ չափաբաժին, էթանոլը հանդես է գալիս որպես մրցակցային արգելակիչ և բավական երկար ժամանակով դանդաղեցնում է ֆերմենտի ազդեցությունը էթիլեն գլիկոլի վրա, որպեսզի վերջինս հասցնի արտազատվել:



a) Մրցակցային արգելակում

Սուբստրատը ճշգրտորեն համապատասխանում է ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնին:

Մրցակցային արգելակիչն ունի սուբստրատին նման ձև և համապատասխանում է ֆերմենտի ակտիվ կենտրոնին

b) Ոչ մրցակցային արգելակում

Այլ մոլեկուլներ կարող են կապվել ֆերմենտի մեկ այլ տեղամասին՝ ձևափոխելով նրա ակտիվ կենտրոնը:

Նկար 1.52. Ֆերմենտի արգելակումը: a) Մրցակցային արգելակում:

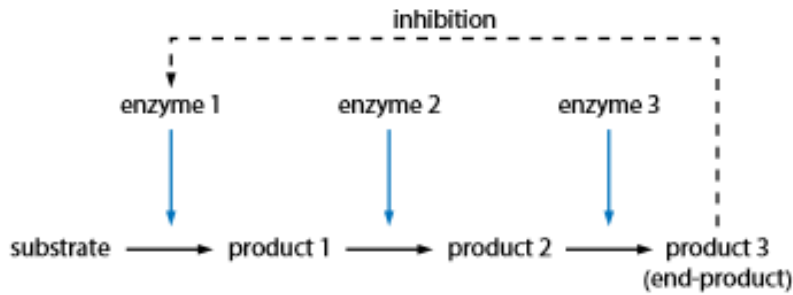
b) Ոչ մրցակցային արգելակում:

Ոչ մրցակցային, դարձելի արգելակում

Դարձելի արգելակման մեկ այլ ձև տեղի է ունենում, երբ որևէ մոլեկուլ կապվում է ֆերմենտի մեկ այլ հատվածի ակտիվ կենտրոնի փոխարեն: Քանի դեռ արգելակիչը կապված է ֆերմենտին, այն կարող է լրջորեն խաթարել ֆերմենտն իր եռաչափ ձևով պահող ջրածնային կապերի և հիդրոֆոբ փոխազդեցությունների բնականոն վիճակը: Արդյունքում առաջացած անկանոնությունը մոլեկուլի միջով տարածվելով հասնում է ակտիվ կենտրոն՝ ֆերմենտը դարձնելով անհամապատասխան սուբստրատի համար: Քանի դեռ արգելակիչը կապված է ֆերմենտին, վերջինիս գործառույթն արգելակված է, անկախ նրանից, թե որքան սուբստրատ է առկա: Սա **ոչ մրցակցային արգելակման** օրինակ է (նկար 1.52b):

Ֆերմենտի գործառույթի արգելակումը կարող է մահացու լինել, սակայն շատ դեպքերում այն կենսականորեն կարևոր է: Օրինակ՝ նյութափոխանակության ռեակցիաները պետք է մեծ ճշգրտությամբ կարգավորվեն ու հավասարակշռվեն, որպեսզի ոչ մի ֆերմենտ չկարողանա «անկարգանալ»՝ մեկը մյուսի հետևից բաց թողնելով ավելի ու ավելի շատ վերջնանյութեր:

Նյութափոխանակության ռեակցիաների կարգավորման եղանակներից մեկը ռեակցիաների շղթայի վերջնանյութը որպես ոչ մրցակցային, դարձելի արգելակիչ օգտագործելն է (նկար 1.53): Երբ ֆերմենտը սուբստրատը վերածում է վերջնանյութի, գործընթացը դանդաղում է, որովհետև վերջնանյութը միանում է ֆերմենտի մեկ ուրիշ հատվածի և կանխում է սուբստրատի միացումը: Սակայն վերջնանյութը կարող է կորցնել իր կապը ֆերմենտի հետ և անցնել առաջ, որպեսզի օգտագործվի մեկ այլ տեղ՝ թույլ տալով, որ ֆերմենտը վերադառնա իր ակտիվ վիճակին: Երբ վերջնանյութի քանակը նվազում է, ֆերմենտն ի վիճակի է այն նորից ավելացնել: Սա կոչվում է **վերջնանյութով արգելակում**:



Նկար 1.53. Վերջնանյութով արգելակում: Վերջնանյութ 3-ի քանակի ավելացմանը զուգընթաց մեծանում է ֆերմենտ 1-ի արգելակումը: Այսպիսով, ավելի քիչ վերջնանյութ 1 է արտադրվում և, հետևաբար, ավելի քիչ արգասիք 2 և 3: Վերջնանյութ 3-ի մակարդակի անկումը նպաստում է ֆերմենտ 1-ի գործառույթի աճին, այնպես որ վերջնանյութեր 1, 2 և 3-ի քանակը նորից ավելանում է, և ցիկլը շարունակվում է: Վերջնանյութի նման արգելակումը ճշգրտորեն կարգավորում է վերջնանյութ 3-ի մակարդակը վերին և ստորին նեղ սահմաններում և հանդիսանում է **հետադարձ կապի մեխանիզմի** օրինակ: