

რეზო კლდიაშვილი
ციცო მელულაშვილი

**ბიორეგანული
ქ ი მ ი ა**

თბილისი
2006

უკ (UDC) 577.1 (057.8)

კ 588

რეაქტორი ქიმიურ მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი **რამაზ განთკიძე**

რეცენზენტები: ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი **დავით შიქელაძე**
ქიმიურ მეცნიერებათა კანდიდატი,
დოცენტი **ლალი ტაბატაძე**

**დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ პეტრე შოთაძის სახელობის
თბილისის საშუალო აკადემიის სამეცნიერო-პედაგოგიური საბჭოს მიერ**

ISBN 99940-37-86-2

შესავალი

ბიორეგანული ქიმია შეისწავლის ცოცხალი ორგანიზმის მნიშვნელოვანი კომპონენტების (პირველ რიგში, ბიოპოლიმერებისა და დაბალმოლეკულური ბიორეგულირების) აღნაგობასა და ბიოლოგიურ ფუნქციებს.

ბიოლოგიური პროცესების აღსაწერად და შესასწავლად ბიორეგანული ქიმია იყენებს ორგანული ქიმიის მეთოდებსა და იდეებს.

ბიოპოლიმერები მაღალმოლეკულური ბუნებრივი ნაერთებია, რომლებიც წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმის სტრუქტურულ საფუძველს. მათ მიეკუთვნება პეპტიდები, ცილები, ნახშირწყლები, ლიპიდები და ნუკლეინმჟავები. თვით ლიპიდები არ წარმოადგენს მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, მაგრამ ორგანიზმში ისინი, ჩვეულებრივ, დაკავშირებულია სხვა პოლიმერებთან, რის გამოც მათ, როგორც წესი, ამ უკანასკნელთ მივაკუთვნებთ.

ბიორეგულატორები ნაერთებია, რომლებიც არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას ორგანიზმში. ასეთი ნაერთებია ვიტამინები, ჰორმონები და მრავალი სხვა სინთეზური, ბიოლოგიურად აქტიური, ნივთიერება (მათ შორის, სამკურნალო პრეპარატები).

ბიორეგანული ქიმია მჭიდრო კავშირშია ბიოქიმიასთან, მოლეკულურ ბიოლოგიასთან, ბიოფიზიკასთან, ბიოლოგიურ ფარმაცოლოგიასთან და სხვა დისციპლინებთან. სამედიცინო ბიოლოგიურ მეცნიერებათა ყველა ზემოწამოთვლილი დარგისათვის საერთოა ის, რომ თითოეული მათგანი სპეციფიკური მიდგომით სწავლობს ნაერთებს, რომლებიც წარმოადგენს ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესების საფუძველს.

თვალნათლივ ჩანს პრობლემისადმი ქიმიკოსებისა და ბიორეგანიკოსების შეთანხმებული მიდგომის აუცილებლობა.

სამკურნალო პრეპარატების შესაქმნელ ბაზას ემსახურება ორგანიზმში მიმდინარე პათოლოგიური პროცესების ცოდნა, რომელსაც ბიოლოგიური მოდელების გამოყენებით ვლევულობთ. ამიტომაც ორგა-

ნიკოსი ქიმიკოსები და ფარმაკოლოგები ერთად მუშაობენ ამ პრობლემებზე. ბიორგანული ქიმია ნაწილია ბიოქიმიისა, ისევე როგორც სამედიცინო ქიმია არის ფარმაკოლოგიის ნაწილი.

ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ნებისმიერი პროცესის წარმართვისათვის აუცილებელია ენერგია, რომელსაც უჯრედის შიგნით მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შედეგად ვლენულობთ.

ბიოქიმიურ პროცესებს საფუძვლად უდევს ქიმიური გარდაქმნები, ნაწილობრივ ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები. ბიოლოგიური ჟანგვის რეაქციები წარმოადგენს ენერგიის ძირითად წყაროს, რომელიც მიმართულია შინაგან ბიოლოგიურ ცვლილებებზე.

უმეტესად ბიოლოგიური ჟანგვის დროს მიმდინარე რეაქციების არსი მდგომარეობს საკვების კომპონენტების „წვაში“, მაგალითად შაქრებისა და ლიპიდების, რაც წარმოქმნის ენერგიას, რომელიც შემდგომში გამოიყენება ისეთი მნიშვნელოვანი პროცესების ცხოველმყოფელობისათვის, როგორცაა ზრდა, გამრავლება, ჰომეოსტაზის შენარჩუნება, კუნთების მუშაობა და სითბოს გამოყოფა. ამ გარდაქმნებში შედის ჟანგბადის შებოჭვა. სუნთქვა – არის ბიოქიმიური პროცესი, რომლის შედეგად მოლეკულური ჟანგბადი აღდგება წყლამდე. მეტაბოლიზმის დროს ენერგია ინახება ადენოზინტრიფოსფატში (ATP), ენერგიით მდიდარ ნაერთში, რომელიც ცნობილია, როგორც ენერგიის უნივერსალური გადამტანი.

ბიოპოლიმერებისა და ბიორეგულატორების აღნაგობისა და თვისებების შესწავლის გარეშე შეუძლებელია ბიოლოგიური პროცესების არსში ჩაწვდომა. მხოლოდ ცილებისა და ნუკლეინმჟავების აღნაგობის შესწავლის შემდეგ განვითარდა წარმოდგენები ცილების მატრიცული ბიოსინთეზისა და ნუკლეინმჟავათა მიერ ინფორმაციის შენახვისა და გადაცემის შესახებ.

ამრიგად, ბიორგანული ქიმია დიდ გავლენას ახდენს ყველა სამედიცინო ბიოლოგიური პროფილის დისციპლინის განვითარებაზე და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს პრაქტიკული მედიცინის მრავალი აქტუალური საკითხის გადაწყვეტაში.

ორგანულ ნაერთთა კლასიფიკაცია და ნომენკლატურა

კლასიფიკაცია

დღეისათვის ცნობილია რამდენიმე მილიონი ორგანული ნაერთი, რომელთა კლასიფიკაციას ახდენენ ნახშირბადული ჯაჭვის აღნაგობის ან მოლეკულაში არსებული ფუნქციური ჯგუფების მიხედვით.

პირველი კრიტერიუმით არჩევენ სამ ძირითად ჯგუფს:

1) აციკლური, ანუ ალიფატური, ნაერთები – ნაჯერი, უჯერი ნახშირწყალბადები და მათი ნაწარმები;

2) კარბოციკლური ნაერთები, რომლებშიც, თავის მხრივ განსხვავებენ: ა) ალიციკლურ ნაერთებს – ნახშირბადატომისა და ბ) ორმაგი ბმების განსხვავებული რიცხვის შემცველ სხვადასხვა ციკლურ ნახშირწყალბადებსა და ნაწარმებს (სამი ორმაგბმიანი, ექვსწევრიანი ციკლების გარდა);

3) ჰეტეროციკლური ნაერთები და მათი ნაწარმები.

ნაერთს, რომლის შემადგენლობაში მხოლოდ ერთი ფუნქციური ჯგუფია, მონოფუნქციურს უწოდებენ.

რამდენიმე ერთნაირი ფუნქციური ჯგუფის შემცველი ნაერთი პოლიფუნქციურია.

ხოლო სხვადასხვა ფუნქციური ჯგუფის შემცველი ნაერთი – ჰეტეროფუნქციური.

ფუნქციური ჯგუფების ბუნების მიხედვით არჩევენ ნაერთთა კლასებს:

ფუნქციური ჯგუფი	კლასის სახელწოდება	ზოგადი ფორმულა
-F, -Cl, -Br, -I (hal) ჰალოგენები	ჰალოგენწარმოები	R - Hal
-OH ჰიდროქსილური	სპირტები ფენოლები	R - OH
-OR ალკოქსილური	მარტივი ეთერები	R - OR
-SH თიოლური	თიოლები (თიოსპირტები)	R - SH
-SR ალკოქსილური	თიოეთერები (სულფიდები)	R - SR
-SO₃H სულფონური	სულფომჟავები	R - SO₃H
-NH₂		R - NH₂
>NH ამინ	ამინები	R₂ - NH
>N-		R₃N
-NO₂ ნიტრო	ნიტრონაერთები	R - NO₂
-C≡N ციან (ნიტროლური)	ნიტრიდები	R- ≡ N
>=O კარბონილური (ოქსოჯგუფი)	ალდეჰიდები კეტონები	- ≡ C - H R- ≡ C - R
- ≡ C - OH კარბოქსილური	კარბონმჟავები	- ≡ C - OH
- ≡ C - OR ალკოქსიკარბონილური	რთული ეთერები	- ≡ C - OR
- ≡ C - კარბოქსიამიდური	ამიდები	- ≡ C -

ნომენკლატურა

ნომენკლატურა წესების სისტემაა, რომელიც თითოეულ ნაერთს ცალსახა სახელწოდებას ანიჭებს. ეს სახელწოდებები გამოსახავს: ა) ნაერთის ბუნებრივ წყაროს (მაგალითად, ლაქტოზა გამოყოფილი იქნა რძიდან. ლათ. *lactum* – რძე); ბ) ნაერთის განსაკუთრებულ თვისებას (მაგალითად, სახელწოდება გლიცერინი წარმოიშვა მისი ტკბილი გემოს გამო. ბერძ. *glucus* – ტკბილი); გ) ნაერთის მიღების მეთოდს (მაგალითად, პიროყურძენმჟავა მიიღება ყურძენმჟავის პიროლიზის შედეგად); დ) ნაერთის გამოყენების სფეროს (მაგალითად, ასკორბინ-მჟავას იყენებდნენ სურავანდის საწინააღმდეგოდ. ლათ. *Skorbut* – სურავანდი, „ა“ – უარყოფის მაჩვენებელია).

სახელწოდებები ფართოდ გამოიყენება მრავალი ბუნებრივი ნაერთის (ამინომჟავები, ნახშირწყლები, ალკალოიდები, სტეროიდები) და სამკურნალო პრეპარატის დასახელებისას.

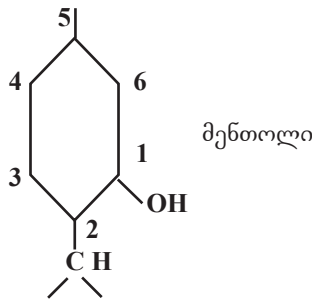
უფრო სრულყოფილია და ფართოდ გამოიყენება ჩანაცვლებითი ნომენკლატურა, რომლის მიხედვითაც თავდაპირველად ახდენენ ფუძემდებლური სტრუქტურის (აციკლურ ნაერთებში ასეთია მთავარი ნახშირწყალბადური ჯგუფი, ხოლო კარბო- ან ჰეტეროციკლურ ნაერთებში – ციკლი) შერჩევას. ნაერთის სახელწოდება წარმოიქმნება ფუძემდებლური სტრუქტურის სახელწოდების ფუძისაგან, სუფიქსისაგან (ეს უკანასკნელი აღნიშნავს ჩამნაცვლებელთა ბუნებას, რიცხვსა და ადგილმდებარეობას).

ჩამნაცვლებლები იყოფა ორ ჯგუფად: 1) ნახშირწყალბადური რადიკალები და არანახშირწყალბადური მახასიათებელი ჯგუფები; 2) მახასიათებელი ჯგუფი, რომელთა მითითება ხდება ან თავსართში, ან დაბოლოებაში. ამ ჯგუფის ჩამნაცვლებელთათვის დაწესებულია უფროსობის რიგი.

I. ისაზღვრება უფროსი მახასიათებელი, ანუ ფუნქციური ჯგუფი (ნახშირწყალბადური ბუნების ჩამნაცვლებელი, რომელიც განაპირობებს ნაერთის მიკუთვნებას განსაზღვრული კლასისადმი და ამავე დროს

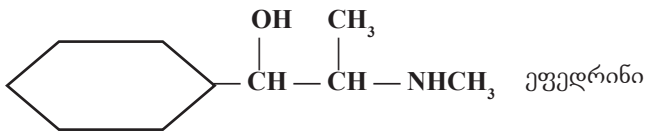
განსაზღვრავს მის ტიპურ ქიმიურ თვისებებს), რომელიც განაპირობებს სახელწოდების დაბოლოებას; განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი.

მენტოლი შედის ვალიდოლის (მენტოლის 25-30%-იანი ხსნარი იზოვალერიანმჟავა მეთილის ეთერში) შემადგენლობაში. ამ ნაერთში „უფროსია“ ჰიდროქსილის ჯგუფი, რომელიც განაპირობებს ნაერთის სახელწოდების დაბოლოებას (ოლი). ნახშირბადატომების დანომვრას ვაწარმოებთ საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით. მენტოლის სახელწოდება იქნება 2-იზოპროპილ-5-მეთილციკლოჰექსანოლ-1 ბრონქიალური ასთმისა და სხვა ალერგიული დაავადების დროს



წოდებისაგან. სიმეტრიული ნაერთების შემთხვევაში შესაბამისი რადიკალის სახელწოდებას ემატება პრეფიქსი „დი“.

შედარებით რთული ნაერთის შემთხვევაში ირჩევენ ფუძემდებლურ სტრუქტურას, რომელიც შეიძლება იყოს ნებისმიერი სახელწოდების



მქონე ნაერთი. ჩამნაცვლებელთა მდებარეობას მასში აღნიშნავენ პრეფიქსით „ორთო“, „მეტა“, „პარა“, ბენძნული ასოებით – a, b, g, s და ა.შ. ან ციფრებით

გამოიყენება ალკალოიდი ეფედრინი. ამ ნაერთში „უფროსი“ ჰიდროქსილის ჯგუფია, რომელიც განაპირობებს ნაერთის სახელწოდების დაბოლოებას.

თუ ნაერთი შეიცავს ერთ რომელიმე მახასიათებელ ჯგუფს, მისი სახელწოდება წარმოსდგება ნახშირწყალბადური რადიკალისა და მახასიათებელი ჯგუფის (ან შესაბამის ნაერთთა კლასის) სახელ-



α-ამინვალერიანმჟავა

4-ნიტროფენოლი
(პარა-ნიტროფენოლი)

ორგანული მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა

სტერეოქიმიის შეისწავლის ორგანულ ნაერთთა მოლეკულების სამგანზომილებიან სტრუქტურებს, ანუ მათ სივრცით აღნაგობას, რაც დაკავშირებულია ამ ნაერთების არა მარტო ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებთან, არამედ მათი ბიოლოგიური აქტივობის გამოვლინებასთანაც.

განვიხილოთ მოლეკულათა სხვადასხვა მოძრავი ფორმები – კონფორმაციები, ხოლო შემდეგ სტერეოიზომერია.

კონფიგურაცია და კონფორმაცია

კონფიგურაცია – მოლეკულაში ატომთა განსაზღვრული სივრცითი განლაგებაა. ორგანულ ნაერთებს ერთნაირი შედგენილობისა და ერთნაირი ქიმიური აღნაგობის დროს შეიძლება გააჩნდეს განსხვავებული კონფიგურაციები. მათი გამოსახვა შეიძლება სამგანზომილებიანი ბურთულ-ღეროვანი ან ნახევრადსფერული მოლეკულური მოდელებით. მათ გრაფიკულად გამოსახავენ ჩვეულებრივი სახით (ხაზებით).

ნაჯერი ნახშირწყალბადების ჰომოლოგიურ რიგში, ეთანთან დაწყებული, ჩნდება ნახშირბადატომებს შორის არსებული მარტივი S-ბმების გარშემო ბრუნვის შესაძლებლობა მოლეკულის ქიმიური აღნაგობის შეუცვლელად. ამის შედეგად იცვლება ჩამნაცვლებელთა სივრცითი განლაგება ერთმანეთის მიმართ. ბრუნვის კუთხეს ეწოდება **ტორსიული კუთხე**. ამ კუთხის სიდიდის მიხედვით მოლეკულამ შეიძლება მიიღოს განსხვავებული გეომეტრიული ფორმები, ანუ კონფორმაციები.

კონფორმაცია – ატომთა სივრცითი განლაგებაა განსაზღვრული კონფიგურაციის მოლეკულაში, რომელიც განპირობებულია ერთი ან რამდენიმე მარტივი S-ბმის გარშემო ბრუნვით.

ამრიგად, წარმოიქმნება სხვადასხვა კონფორმაციული იზომერები, რომელთა ურთიერთგაცვლა ხორციელდება ქიმიური ბმების გაწყვეტის

გარეშე. პირობითად, მინიმალურ ტორსიულ კუთხედ, რომლიდანაც იწყება ათვლა, მიჩნეულია 60^0 .

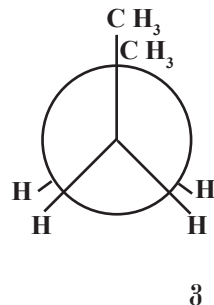
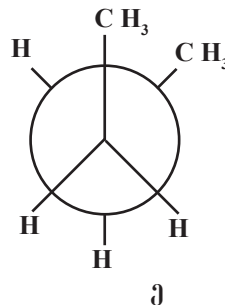
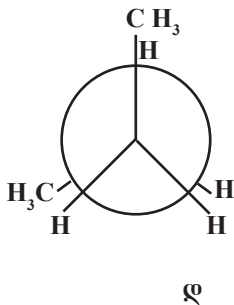
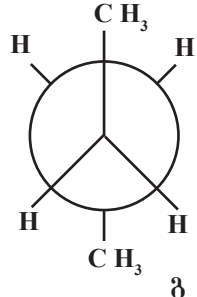
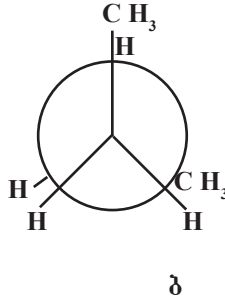
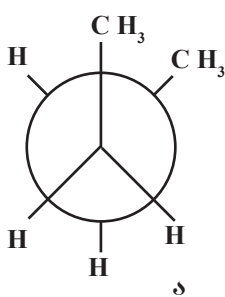
კონფორმაციებს, რომლებშიც ჩამნაცვლებლები ყველაზე ახლოს იმყოფება ერთმანეთთან, გადაფარული ეწოდება. მათ გააჩნია მაქსიმალური ენერგია.

კონფორმაციებს, რომლებშიც ჩამნაცვლებლები ყველაზე უფრო დაშორებულია ერთმანეთისაგან სივრცეში, დამუხრუჭებული ეწოდება. მათ გააჩნია მინიმალური ენერგია.

კონფორმაციებს, რომლებშიც ჩამნაცვლებლებს შორის კუთხე არის 90^0 , აცდენილი ეწოდება.

აციკლურ ნაერთებში გვხვდება დაძაბულობის ორი ტიპი – ტორსიული და ვან-დერ-ვაალსური. როცა ბმები ერთმანეთის პირისპირ ხვდება, მათ შორის ადგილი აქვს ელექტრონულ განზიდვას, მოლეკულაში იქმნება დაძაბულობა, რომელიც **ტორსიული**, ანუ **პიტცერის** დაძაბულობის სახელწოდებითაა ცნობილი. რთულ ნაერთებში ხდება მოცულობითი ჩამნაცვლებლის ურთიერთგანზიდვა, რაც იწვევს სისტემის ენერგიის გაზრდას, ანუ დაძაბულობის წარმოქმნას. **დაძაბულობა, რომელიც წარმოიქმნება ჩამნაცვლებელთა განლაგებით მანძილზე, რომელიც დაახლოებით ტოლია მათი ვან-დერ-ვაალსური რადიუსებისა, ეწოდება ვან-დერ-ვაალსური დაძაბულობა.**

ცენტრალური C-C ბმის გარშემო ბრუნვის გამო (360^0 -ით სრული შემობრუნებისას) ნ-ბუთანში წარმოიქმნება 6 კონფორმაცია, რომელთა შორის ყველაზე ხელსაყრელია დამუხრუჭებული (გ) კონფორმაცია (ტორსიული კუთხე ორ მეთილის ჯგუფს შორის არის 180^0). (ბ) და (დ) კონფორმაციებში გადაფარულ მდგომარეობაშია მეთილის ჯგუფი და წყალბადის ატომი, ხოლო (ვ) კონფორმაციაში კი – ორი მეთილის ჯგუფი. ამიტომ ამ უკანასკნელ კონფორმაციას გააჩნია მაქსიმალური ენერგია. (ა) და (ე) კონფორმაციებში ორ მეთილის ჯგუფს შორის კუთხე 60^0 -ია. ეს კონფორმაციები აცდენილია.

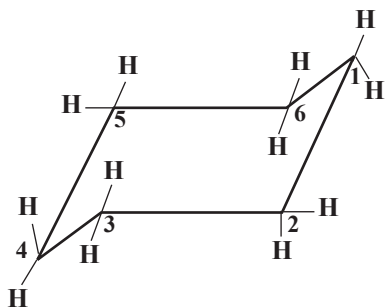


ენერგეტიკულად ყველაზე ხელსაყრელ კონფორმაციებს კონფორმერებს უწოდებენ.

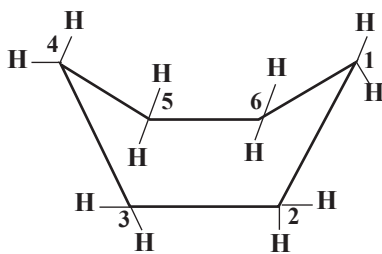
ციკლური ნახშირწყალბადებისათვის, კერძოდ კი ციკლოალკანებისათვის, დამახასიათებელია დაძაბულობის იგივე ტიპები, რაც ლიაჯაჰვიანი ნაერთებისათვის – ტორსიული და ვან-დერ-ვალსური. ამასთანავე, ციკლურ ნაერთებში გვხვდება დაძაბულობის კიდევ ერთი ტიპი, რომლის სპეციფიკურობა გამოწვეულია ჩაკეტილი ჯაჭვის, ანუ ციკლის არსებობით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ციკლებს გააჩნია ბრტყელი აღნაგობა, მაშინ მოხდება შიგა ვალენტური კუთხეების მნიშვნელოვანი გადახრა $109,5^{\circ}$ -დან. დაძაბულობას, რომელიც გამოწვეულია ციკლში ნახშირბადატომებს შორის ვალენტური კუთხეების ნორმალური მნიშვნელობიდან ($109,5^{\circ}$) გადახრით, ეწოდება კუთხური, ანუ ბაიერის დაძაბულობა.

ციკლოპექსანის ექვსწევრიანი ციკლი არ შეიძლება იყოს ბრტყე-
ლი, რადგანაც მასში გვხვდება ძლიერი კუთხური და ტორსიული
დაძაბულობა.

S-ბმების გარშემო ნახშირწყალბადების ბრუნვის ხარჯზე ციკლოპექსანი წარმოქმნის ნაკლებად დაძაბულ არაბრტყელ კონფორმაციებს, რომელთა შორის შედარებით მდგრადია „სავარძლის“ და „აბაზანის“, ანუ „ნავის“ კონფორმაციები. ორივე კონფორმაცია თავისუფალია კუთხური დაძაბულობისაგან, რადგან მათში ვალენტური კუთხეები 109,5°-ის ტოლია.



I – სავარძლის



II – აბაზანის

ციკლოპექსანის სავარძლის კონფორმაციაში არც წყალბადის და არც ნახშირბადის ატომები არ გვხვდება გადაფარულ მდგომარეობაში. კუთხური და ტორსიული დაძაბულობის არარსებობით აიხსნება ის ფაქტი, რომ სავარძლის კონფორმაციას, ყველა სხვა კონფორმაციასთან შედარებით, მინიმალური ენერგია გააჩნია.

სტერეოიზომერია

სტერეოიზომერია – იზომერიის ფორმაა, რომლის დროსაც ნივთიერებათა მოლეკულებს გააჩნიათ ატომთა ქიმიური ბმის ერთნაირი მიმდევრობა, მაგრამ ამ ატომთა განსხვავებული ურთიერთმდებარეობა სივრცეში. იგი შეიძლება იყოს ორი სახის: **ობტიკური** და **გეომეტრიული**.

ობტიკური იზომერია

არსებობს მოლეკულები, რომელთაც არ გააჩნია სიმეტრიის სიბრტყე (წარმოსახვითი სიბრტყე, რომელიც გადის მოლეკულაზე და ყოფს მას ორ ტოლ ნაწილად). ასეთი ორგანული მოლეკულები შეუთავსებელია თავის სარკულ გამოსახულებასთან. ამ თვისებას ეწოდება **ქირალობა**, ხოლო თვით მოლეკულებს – **ქირალური**. ტერმინი „ქირალობა“ აღნიშნავს, რომ ნებისმიერი ორი საგანი (მოლეკულა) ერთმანეთის მიმართ ისეთ მდგომარეობაშია, როგორც მარჯვენა და მარცხენა ხელი, ე.ი. ისინი ერთმანეთის სარკული გამოსახულებებია, რომელთა შეთავსება სივრცეში არ ხერხდება.

მოლეკულის ქირალობა განპირობებულია მასში ქირალობის ცენტრის არსებობით, ამ უკანასკნელის როლს ასრულებს sp^3 - ჰიბრიდიზებულ მდგომარეობაში მყოფი ატომი, რომელიც დაკავშირებულია ორ სხვადასხვა ჩამნაცვლებელთან. ორგანული ნაერთებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ქირალურ ნახშირბადის ატომს, რადგანაც მას არ გააჩნია სიმეტრიის ელემენტები, ხშირად ასიმეტრიულსაც უწოდებენ და აღნიშნავენ C^* (ცე) სიმბოლოთი.

უმეტეს შემთხვევაში ნახშირბადის ქირალური ატომის არსებობა მოლეკულაში ლაპარაკობს მის ქირალობაზე, მაგრამ ეს არ არის ერთადერთი და საკმარისი პირობა ქირალობის გამოსავლენად. შეიძლება მოლეკულაში არსებობდეს ქირალობის ორი ცენტრიც კი, მაგრამ მას არ გააჩნდეს სიმეტრიის სიბრტყე ე.ი. იყოს აქირალური.

სტერეოიზომერებს ყოფენ ენანტიომერებად და დიასტერეომერებად.

ენანტიომერები ისეთი სტერეოიზომერებია, რომელთა მოლეკულები ისე შეესაბამება ერთმანეთს, როგორც საგანი და მასთან შეუთავსებადი მისი სარკული გამოსახულება.

სტერეოიზომერებს, რომელთა მოლეკულები არ შეესაბამება ერთმანეთს, როგორც საგანი და მისი სარკული გამოსახულება, და აქვთ განსხვავებული ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, **დიასტერეომერებს** უწოდებენ.

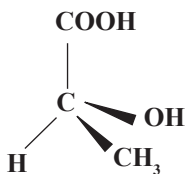
ენანტიომერებს გააჩნია სინათლის პლარისაციის სიბრტყის ბრუნვის უნარი, ე.ი. ოპტიკური აქტივობა. აქედან წარმოიშვა მათი მეორე სახელწოდება – **ობტიკური იზომერები**.

ენანტიომერები ერთნაირი კუთხით, მაგრამ განსხვავებული მიმართულებით აბრუნებენ სინათლის პლარისაციის სიბრტყეს: ერთი **მარცხნივ მბრუნავია**, ხოლო მეორე – **მარჯვნივ მბრუნავი**. ამიტომ მათ **ობტიკურ ანტიპოდებსაც** უწოდებენ. მარჯვნივ მბრუნავს აღნიშნავენ (+)-ით, ხოლო მარცხნივ მბრუნავს – (-)-ით.

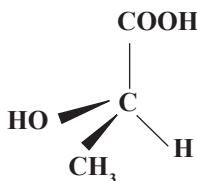
ენანტიომერების თანაბარი რაოდენობის ნარევის რაცემატი ეწოდება. მას ოპტიკური აქტივობა არ გააჩნია, რასაც ხშირად ნაერთის წინ (\pm) ნიშნის დაწერით აღნიშნავენ. ბრუნვის კუთხის სიდიდე და ნიშანი ისაზღვრება ექსპერიმენტულად, პლარისატრის დახმარებით.

ობტიკური იზომერიის განსახილველად მაგალითად მოვიყვანოთ 2-ჰიდროქსიპროპიონმჟავას, ანუ რემჟავას – **CH₃-CHOH-COOH**.

ამ ნაერთის მოლეკულაში ერთი ქილარული ნახშირბადის ატომია. აქედან გამომდინარე, რემჟავა შეიძლება არსებობდეს ორი ენანტი-



(+)-რემჟავა



(-)-რემჟავა

ომერის და მათი რაცემატის სახით.

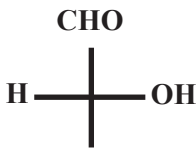
ბაქტერიების სახეობის მიხედვით, რემჟავური დუდილის შედე-

გად შეიძლება წარმოიქმნას რაცემული ან (-)-რემეჟავა.

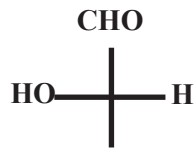
ოპტიკური იზომერიის აღმოჩენიდან ას წელზე მეტი ხნის განმავლობაში ენანტიომერების ერთ-ერთ განმასხვავებელ თვისებად რჩებოდა სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის განსხვავებული მიმართულებით ბრუნვის უნარი. მართალია, გასაგები გახდა ის ფაქტი, რომ სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვა დაკავშირებული იყო მოლეკულის კონფიგურაციასთან, მაგრამ აბსოლუტური კონფიგურაციის დადგენა დიდი ხნის განმავლობაში ვერ მოხერხდა.

აბსოლუტური კონფიგურაციის, ე.ი. ქირალურ ცენტრთან არსებული ჩანაცვლების სივრცითი განლაგების განსაზღვრა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის გამოყენებით. პირველი ნაერთი, რომლისთვისაც 1951 წელს განსაზღვრულ იქნა აბსოლუტური კონფიგურაცია, იყო (+)-ლვინომეჟავა.

კონფიგურაციის სტანდარტად მიღებულ იქნა გლიცერინის ალდეჰიდი, რომლის მარცხნივ და მარჯვნივ მბრუნავ ენანტიომერებს მიაწერეს განსაზღვრული კონფიგურაცია და აღნიშნეს, როგორც D-(+)- და

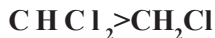


D-(+) – გლიცერინის ალდეჰიდი



L-(-) – გლიცერინის ალდეჰიდი

რომელიც შეიცავს მეტ ჩამნაცვლებელს უფრო მაღალი ატომური ნომრით. მაგალითად,



4. როდესაც უშუალოდ ქირალურ ცენტრთან მდგარი ატომები ჯერადი ბმებით უკავშირდება სხვა ატომებს, მაშინ ამ უკანასკნელთა რიცხვი ორკეცდება (ორმაგი ბმის შემთხვევაში) ან სამკეცდება (სამმაგი ბმის შემთხვევაში). აქედან გამომდინარე:

L-(-)-გლიცერინის ალდეჰიდი.

D სტერეოქიმიურ რიგს მიეკუთვნება **D**-გლიცერინის ალდეჰიდის მონათესავე ნაერთები ქირალური ცენტრის ისეთი კონფიგურაციით, როცა ფუნქციური ჯგუფები ($-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{Hal}$) განლაგებულია ვერტიკალური ხაზის მარჯვნივ, **L**+რიგში კი – მარცხნივ.

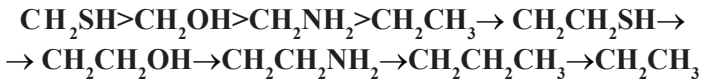
მიუხედავად იმისა, რომ **D,L**- სისტემა ხშირად გამოიყენება, განსაკუთრებით ამინმჟავებისა და ნახშირწყლების ქიმიამში, იგი გარკვეულ უხერხულობას ქმნის ისეთი ნაერთების განხილვისას, რომელთაც არ გააჩნიათ სტრუქტურული მსგავსება გლიცერინის ალდეჰიდთან. მეცნიერების მიერ შემოთავაზებული იქნა ოპტიკურ იზომერთა კონფიგურაციის განსაზღვრის შედარებით ზოგადი მეთოდი, რომელიც დამყარებულია მოლეკულის სივრცითი მოდელის უშუალო განხილვაზე ქირალურ ატომთან დაკავშირებული ჩამნაცვლებლების უფროსობის გათვალისწინებით. ამიტომ სტერეოქიმიურ ნომენკლატურაში **D,L**- სისტემა სულ უფრო ხშირად იცვლება **R,S**- სისტემით.

მიმდევრობის წესით პირველ რიგში საზღვრავენ ქირალურ ცენტრთან დაკავშირებული ჩამნაცვლებლების უფროსობას შემდეგი კრიტერიუმით:

1. ორი ჩამნაცვლებლიდან ისაა უფროსი, რომელიც შეიცავს ქირალურ ცენტრთან უშუალოდ დაკავშირებულ ელემენტის ატომს უფრო მაღალი ატომური ნომრით. მაგალითად,



2. თუ უშუალოდ ქირალურ ცენტრთან ბმული ორი ან მეტი ატომი ერთნაირია, მაშინ ჩამნაცვლებლის უფროსობა განისაზღვრება უკვე მათთან დაკავშირებულ (ე.წ. მეორე ან შემდგომი შრის) ატომთა ატომური ნომრით. მაგალითად,



3. თუ მეორე (ან შემდგომი) შრის ატომებიც ერთნაირია, მაგრამ ასეთ ატომთა რიცხვი განსაზღვრულია, მაშინ ის ჯგუფია უფროსი,

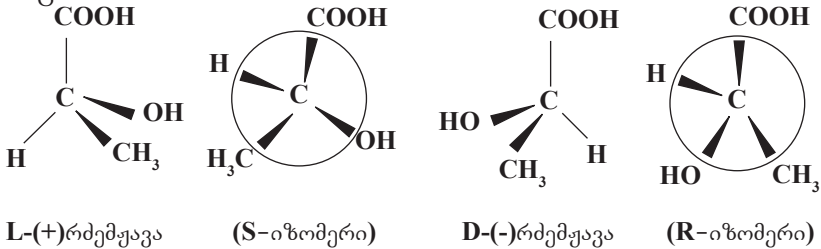


მას შემდეგ, რაც დადგინდება ჩამნაცვლებელთა უფროსობა, მოლეკულას უფროებენ ყველაზე უმცროსი ჩამნაცვლებლის საპირისპირო მხრიდან. თუ ამ შემთხვევაში დარჩენილი სამი ჩამნაცვლებელი დამკვირვებლისაკენ მობრუნებულ ტეტრაედრის ფუძეზე უფროსობის შემცირების მიხედვით განლაგდება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით, მაშინ ნაერთის ქირალური ცენტრის კონფიგურაციას აღნიშნავენ **R-ასოთი**, ხოლო თუ ისინი განლაგდებიან საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით – **S-ასოთი**.

მოყვანილი კრიტერიუმების მიხედვით რძემჟავაში ქირალურ ცენტრთან დაკავშირებულ ჩამნაცვლებელთა უფროსობა ასეთი თანმიმდევრობით მცირდება:

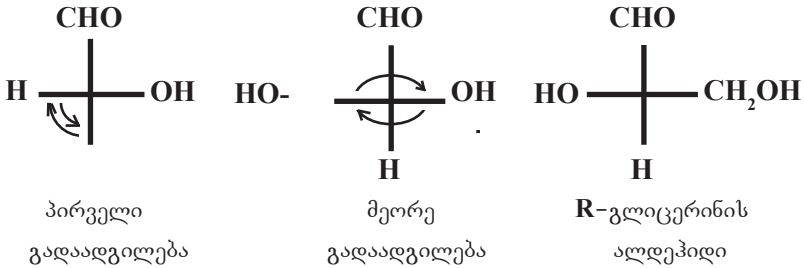


ყველაზე უმცროსი ჩამნაცვლებელი წყალბადის ატომია და თუ მისი საპირისპირო მხრიდან შევხედავთ **D-რძემჟავის** მოლეკულას სივრცით მოდელს, მისი ქირალური ნახშირბადის ატომი იქნება **R-კონფიგურაციის**, ხოლო **L-რძემჟავის** შემთხვევაში კი – **S-კონფიგურაციის**.



ფიშერის ფორმულის გარდაქმნა ხდება ნახშირბადის ქირალურ ატომთან არსებული ჩამნაცვლებლების გადაადგილებით. ამასთან, გადაადგილებათა რაოდენობა ლუწი უნდა იყოს. მაგალითად, **D-გლიცერინის** ალდეჰიდში აწარმოებენ პირველ გადაადგილებას წყალბადის ატომის და პირველადი სპირტული ჯგუფის ადგილების შეცვლით ისე, რომ წყალბადის ატომი მოხვდეს ქვევით. მეორე გადაადგილების

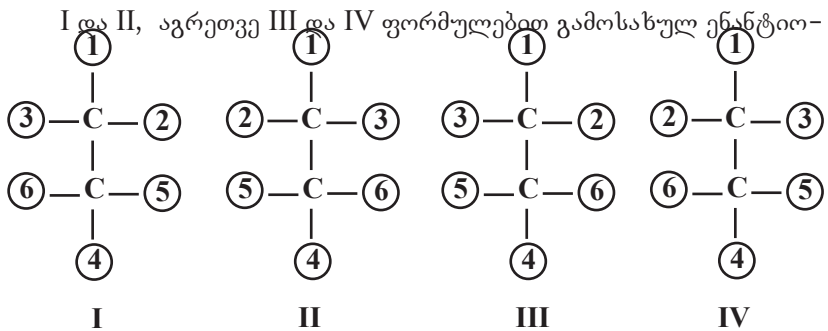
დროს კი ადგილებს უცვლიან პირველად სპირტულ და ჰიდროქსიდის ჯგუფებს. შემდეგ საზღვრავენ ჩამნაცვლებელთა უფროსობას შემცირების მიმართულებით. ამ შემთხვევაში იგი მოხდება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით:



ბიოლოგიურად მნიშვნელოვან ნაერთთა მოლეკულების უმრავლესობა ქირალობის რამდენიმე ცენტრს შეიცავს. მათთვის სტერეოიზომერების რიცხვის გამოთვლა ხდება ფორმულით 2^n , სადაც n არის მოლეკულაში ქირალური ცენტრების რაოდენობა.

გეომეტრიული იზომერია

ქირალობის ორი ცენტრის შემცველი ნაერთებისათვის (თუ ამ ცენტრებთან დაკავშირებულია სხვადასხვა ჩამნაცვლებელი) უნდა არსებობდეს ორი წყვილი ენანტიომერი და ორი რაცემატი (თითოეული წყვილისათვის თითო):



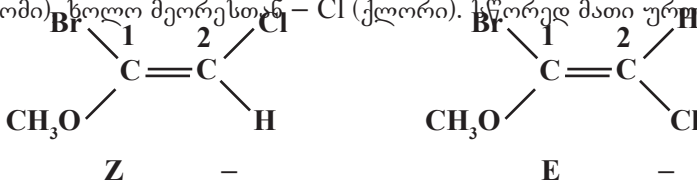
მერები გააჩნია ერთნაირი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები, მაგრამ სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის განსხვავებული ნიშანი. I სტერეოიზომერი არ წარმოადგენს III ან IV სტერეოიზომერის სარკულ გამოსახულებას, ამიტომ I და III, აგრეთვე I და IV სტერეოიზომერები დიასტერეომერებია. მათ S-დიასტერეომერებს უწოდებენ.

S-დიასტერეომერების გარდა არსებობს P-დიასტერეომერებიც (სტერეოიზომერები, რომლებიც შეიცავენ P-ბმას). დიასტერეომერების ეს ტიპი დამახასიათებელია ალკენებისა და მათი ნაწარმებისათვის (მათ ხშირად ცის-ტრანს იზომერიასაც უწოდებენ).

P-დიასტერეომერებს გააჩნია ატომთა შორის ბმების ერთნაირი თანმიმდევრობა, მაგრამ ჩამნაცვლებელთა განსხვავებული სივრცითი განლაგება, რის გამოც ისინი სტერეოიზომერებია, მეორე მხრივ, მათ მოლეკულებს გააჩნია სიმეტრიის სიბრტყე (აქირალურია) და ამიტომ P-დიასტერეომერებისათვის გამორიცხულია ენანტიომერების არსებობა. როცა ორმაგი ბმებით ერთმანეთთან დაკავშირებულ ნახშირბადატომებთან სხვადასხვა ატომი და ატომთა ჯგუფია ჩანაცვლებული, იყენებენ აღნიშვნას E, Z - სისტემას.

P-დიასტერეომერები, რომლებშიც უფროსი ჩამნაცვლებლები (უკავშირდება ორმაგი ბმის ნახშირბადატომს) ორმაგი ბმის სიბრტყის ერთ მხარეს მდებარეობს, აღინიშნება Z - სიმბოლოთი (გერმანულად -zusammen -ერთად), სხვადასხვა მხარეს მდებარეობის შემთხვევაში კი E - სიმბოლოთი (გერმანულად -entgegen -საწინააღმდეგო).

პირველი ნახშირბადატომთან უფროსი ჩამნაცვლებელია Br (ბრომი), ხოლო მეორესთან - Cl (ქლორი). სწორედ მათი ურთიერთ-



ობტიკური ანტიპოდის L-(+) -ადრენალინის OH ჯგუფი სივრცეში განსხვავებულადაა ორიენტირებული, რაც იწვევს ფარმაკოლოგიური აქტივობის შემცირებას.

ანალოგიურ მოვლენებს აქვს ადგილი ადრენალინის მსგავსი

მდებარეობა განსაზღვრავს იზომერის სახეს.

კავშირი ორგანულ ნაერთთა მოლეკულების აღნა- გობასა და მათ ბიოლოგიურ აქტივობას შორის

ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე რეაქციათა ბიოკატალიზატორე-
ბი – ფერმენტები, რომლებიც ცილოვანი ბუნებისაა, შედგება მხოლოდ
L-α-ამინომჟავებისაგან.

მოუხედავად იმისა, რომ ორგანიზმი საკვებად იყენებს ამა თუ იმ
ნაერთის რაცემულ ნარევს, მეტაბოლიზმში ხშირად მხოლოდ ერთი
ენანტიომერი ერთვება. ფერმენტული კატალიზი, რომლითაც ხორ-
ციელდება აღნიშნული პროცესი, იწყება სუბსტრატის ადსორბციით
ცილოვანი მოლეკულის – ფერმენტის ზედაპირზე. ამ უკანასკნელის
სტერეოსპეციფიკურობა შეიძლება აიხსნას მასში ე.წ. რეცეპტორუ-
ლი ცენტრების არსებობით, რომელთა საშუალებით ისინი იერთებენ
მხოლოდ გარკვეული ჯგუფების შემცველ ნაერთებს. სუბსტრატის
მიერთება ფერმენტის აღნიშნულ ცენტრებთან ხდება კოვალენტური
ან წყალბადური ბმების წარმოქმნის, იონური ან პოლარული ჯგუფების
ურთიერთქმედებისა და ფერმენტის ზედაპირზე არსებულ ჩაღრმავე-
ბულ ადგილებში სუბსტრატის გარკვეული ფრაგმენტის მოთავსების
ხარჯზე.

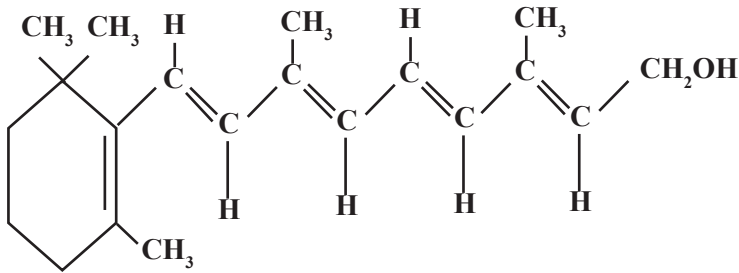
ფერმენტს, რომელსაც გააჩნია რეცეპტორები რამდენიმე ჯგუფის
მისაერთებლად, ადვილად შეუძლია ენანტიმერების ერთმანეთისგან
გარჩევა.

სამკურნალო პრეპარატების მოქმედება ვლინდება უჯრედის რე-
ცეპტორებთან ამ პრეპარატების შემადგენელ კომპონენტთა ურთი-
ერთქმედებაში, ამასთან, ნაერთს უნდა ჰქონდეს ისეთი კონფიგურაცია,
რაც შეიძლება სრულად დაუკავშირდეს რეცეპტორს. კონფიგურაცი-
ის შეცვლა მისი ანტიპოდით, როგორც წესი, იწვევს ფარმაკოლო-
გიური აქტივობის მკვეთრ დაქვეითებას. მაგალითად, ფარმაკოლო-
გიური აქტივობით გამოირჩევა მხოლოდ D-(-) –ადრენალინი. მისი

აღნაგობის მქონე სხვა სამკურნალო ნაერთების შემთხვევაში. მაგალითად, იზადრინის მარჯვენა მხარეს სტერეოიზომერის ბრონქოგამაფართოებელი მოქმედება რვაასჯერ აღემატება მისი ოპტიკური ანტიპოდის აქტივობას.

მხედველობისათვის ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს რეტინოლს (ვიტამინი A), რომელიც ორგანიზმში იჟანგება II-ტრანს რეტინალად. ეს უკანასკნელი ფერმენტის (რეტინალიზომერაზა) საშუალებით გარდაიქმნება II-ცის რეტინალად, რომელიც უკავშირდება თვალის ბადურის ჩხირების ცილას + ოპსინს და წარმოქმნის რთულ იმინონაერთს, სინათლისადმი მგრძობიარე პიგმენტი როდოპსინს. ამ უკანასკნელის რეტინალური კომპონენტი სინათლის ქვანტის შთანთქმასთან ფოტოიზომერიზდება II-ტრანს რეტინალად, რომელიც ვეღარ უკავშირდება ოპსინს და რომელიც უზრუნველყოფს თვალის ბადურის ჩხირების აგზნებას.

ხშირ შემთხვევაში მოლეკულის შემადგენლობაში უმნიშვნელო ცვლილებამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს ნაერთში ბიოლოგიური



რეტინოლი

აქტივობის შემცირება. მაგალითად, მორფინი ძლიერი ნარკოტიკული თვისებებით ხასიათდება, მისი მეთილეთერი – კოდეინი შედარებით სუსტი ნარკოტიკია.

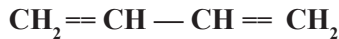
ამრიგად, ნაერთის ბიოლოგიური აქტივობის გამოსავლენად ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მის სივრცით სტრუქტურას.

უმნიშვნელო ცვლილებამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს აქტივობის დაქვეითება ან სრული მოსპობა.

ატომთა ურთიერთგავლენა ორბანულ ნაერთთა მოლეკულაში

შეუღლებული სისტემები

ნაერთებს, რომლებშიც ერთმაგი და ორმაგი ბმები განლაგებულია მონაცვლეობით, შეუღლებული ეწოდება. მათ ყოფენ ღია და ჩაკეტილი ჯაჭვების შემცველ სისტემებად. ღიაჯაჭვიან უმარტივეს შეუღლებულ ნაერთს წარმოადგენს ბუტადიენ-1,3(დიენილი)



ამ ნაერთში ნახშირბადის ყველა ატომი sp^2 -ჰიბრიდიზებულ მდგომარეობაშია.

შეუღლება ენერგეტიკულად ხელსაყრელია, რადგან ამ პროცესის შედეგად ხდება p-ელექტრონული სიმკვრივის დელოკალიზაცია და ენერგიის გამოყოფა. აქედან გამომდინარე, შეუღლებულ სისტემებს ყოველთვის ენერგიის უფრო მცირე მარაგი აქვს, ვიდრე სისტემას იზოლირებული ჯერადი ბმებით. შეუღლებული სისტემის შემცველი ნაერთები თერმოდინამიკურად უფრო მდგრადია.

შეუღლება არის p-კავშირებიან სისტემაში ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება, რაც მოლეკულის სტაბილიზირებას იწვევს.

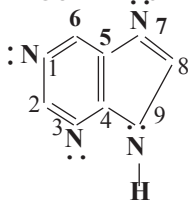
ორმაგი ბმების შემცველი შეუღლებულ სისტემიანი ციკლური ნაერთებიდან აღსანიშნავია არომატული ნახშირწყალბადები და მათი ნაწარმები. როგორც ცნობილია, ბენზოლში ნახშირბადის ექვსი ატომი sp^2 -ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია. წარმოქმნილი s-ბმები (C—C და C—H) ერთ სიბრტყეში მდებარეობს. ბენზოლში ყველა ბმის სიგრძე ერთნაირია (0,140). მას გააჩნია ენერგიის ძალზე მცირე მარაგი და ავლენს ძალაღ თერმოდინამიკურ მდგრადობას.

სიმკვრივე გადაწეულია, უფრო ელექტროუარყოფითი ატომისაკენ – ბმა პოლარულია. ამასთან, პოლარიზაცია ვრცელდება ნახშირბადული ჯაჭვის გასწვრივ, რაც თავის მხრივ იწვევს ნახშირბადის ატომებზე ნაწილობრივი მუხტების (S) გაჩენას.

ამრიგად, X ჩამნაცვლებელი იწვევს არა მარტო „თავისი“ s-ბმის (ნახშირბადის ატომთან) პოლარიზაციას, არამედ გავლენას ახდენს – ამჟღავნებს ეფექტს მეზობელ s-ბმებზეც. ელექტრონული გავლენის ამ ტიპს ინდუქციური ეწოდება და აღინიშნება J– სიმბოლოთი.

ინდუქციური ეფექტი არის ჩამნაცვლებლის ელექტრონული გავლენის გადაცემა s-ბმების გასწვრივ.

არსებობს კიდევ **მეზომერული ეფექტი**, მას ხშირად შეუღლების ეფექტსაც უწოდებენ, რადგანაც ჩამნაცვლებლის გავლენის გადაცემა ხორციელდება p-ბმების სისტემით, თვითონ ჩამნაცვლებელი კი შე-



უღლებული სისტემის მონაწილეა.

მეზომერული ეფექტი არის ჩამნაცვლებლის ელექტრონული გავლენის გადაცემა p-ბმებიანი სისტემის გასწვრივ.

ინდუქციური ეფექტისაგან განსხვავებით მეზომერული ეფექტის გადაცემა შეუღლებული ბმების სისტემაში ხდება გაცილებით დიდ მანძილზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ არომატულობის ცნება ძალზე მნიშვნელოვანია ბიოორგანული ქიმიისათვის, რადგანაც ცოცხალი მატერიის ძირითადი ფუნქციები ხორციელდება ნაერთებით, რომლებიც მთლიანად ან ნაწილობრივ წარმოადგენს არომატულ სისტემებს. ამ მხრივ ძალიან საინტერესოა ჰეტეროციკლური ნაერთები.

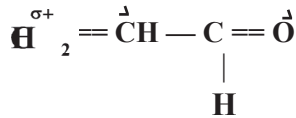
ხუთნაირი $\text{H}^{\delta+III} \rightarrow \text{H}^{\delta+I} \rightarrow \text{H}^{\delta+I} \rightarrow \text{H}^{\delta+} \rightarrow \text{K}^{\sigma-}$ ები, რომლებიც კეტერო $\text{CX}^{\sigma-}$ ლა გოგირდის, აკმაყოფილებს არომატულობის კრიტერიუმს.

ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნაერთების (ნუკლეოტიდები, კოფერმენტები, ალკალოიდები) შემადგენლობაში შედის პურინის კონდენსირებული ჰეტეროციკლური სისტემა.

ატომთა ურთიერთგავლენა

ორგანული მოლეკულების ამა თუ იმ გარდაქმნაში მონაწილეობის უნარი უპირველეს ყოვლისა დამოკიდებულია მათში ელექტრონული სიმკვრივის განაწილებაზე.

როგორც ცნობილია, კოვალენტური ბმა არაპოლარულია, ე.ი. მისი ელექტრონული სიმკვრივე თანაბრადაა განაწილებული მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთმანეთს უკავშირდება ერთი და



იგივე ელემენტის ატომები ან ერთნაირი ელექტროუარყოფითობის მქონე სხვადასხვა ელემენტის ატომები. განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომთა დაკავშირებას კი კოვალენტური ბმის

ურთიერთგავლენით (მჟავურ ცენტრში ატომის ელექტროუარყოფითობითა და პოლარიზებადობით); 2) გამსხნელების გავლენით (სოლვატაციის ეფექტი).

ბრენსტედის იმ მჟავებისათვის, რომლებიც შეიცავს ერთნაირი ალიფატურ ან არომატულ რადიკალებს, ანიონის სტაბილურობა, ე.ი. მჟავურობა, დამოკიდებულია მჟავურ ცენტრში მყოფი ატომის ელექტროუარყოფითობაზე და პოლარიზებადობაზე.

პერიოდებში ატომის ელექტროუარყოფითობა იზრდება რიგობრივი ნომრის მატებასთან ერთად, ე.ი. იზრდება უარყოფითი მუხტის შეკავების უნარი. ამასთან დაკავშირებით, OH- მჟავები უფრო ძლიერია (ჟანგბადის ელექტროუარყოფითობა 3,5), ვიდრე შესაბამისი NH-მჟავები (აზოტის ელექტროუარყოფითობაა 3,0).

პერიოდული სისტემის ჯგუფებში რიგობრივი ნომრის მატებასთან ერთად მცირდება ელექტროუარყოფითობა, მაგრამ იზრდება ატომთა პოლარიზებადობა (ატომის პოლარიზებადობა არის ელექტრული ველის გავლენით ატომის გარეთა ელექტრონული ღრუბლის გადანაცვლება, გადანაწილება. რაც უფრო მეტი ელექტრონებია ატომში და რაც უფრო შორსაა ისინი ატომბითვისაგან, მით მეტია პოლარიზებადობა).

ბრენსტედის ფუძეები კოვალენტური ბმით პროტონის დასაკავშირებლად უნდა შეიცავდეს ან p-ბმის ელექტრონებს ან თავისუფალ ელექტრონულ წყვილს.

ამის მიხედვით არჩევენ p- და n-, ანუ ონურ ფუძეებს.

p-ფუძეებში (ალკენები, ალკადიენები, არენები) ფუძიანობის ცენტრი, ე.ი. პროტონის მიერთების ადგილი, p-ბმის ელექტრონებია. ეს ფუძეები ძალზე სუსტი ფუძეებია, რადგანაც პროტონირებადი ელექტრონული წყვილი არაა თავისუფალი. პროტონის თავისუფალი s-ორბიტალისა და ჯერადი ბმის ან შეუღლებული სისტემის p-მოლეკულური ორბიტალის გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება არამდგრადი p-კომპლექსი.

ონური ფუძეების კლასიფიკაცია წარმოებს იმ ჰეტეროატომის (ფუძიანობის ცენტრი) ბუნების მიხედვით, რომლის გაუნაწილებელ ელექტრონულ წყვილთანაც ხდება ჰეტეროატომის მიერთება:

ორგანულ ნაერთთა ფუძე-მჟავური თვისებები

1923 წელს ბრენსტედმა და ლოურიმ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად წამოაყენეს მჟავებისა და ფუძეების პროტოლიტური თეორია, რომლის თანახმად მჟავები პროტონის გაცემის უნარის მქონე ნეიტრალური მოლეკულები ან იონებია (პროტონთა დონორები), ხოლო ფუძეები კი – პროტონის მიერთების უნარის მქონე ნეიტრალური მოლეკულები ან იონები (პროტონთა აქცეპტორები).

მჟავურობა ან ფუძიანობა ნაერთთა არა აბსოლუტური, არამედ ფარდობითი თვისებაა. ფუძე თვისება მჟლანდება მჟავის თანაობისას, ხოლო მჟავა თვისება – მხოლოდ ფუძის თანაობისას. ფუძესა და მჟავას შორის მიმდინარე რეაქცია ზოგადი სახით შეიძლება ასე გამოისახოს:



მჟავა
ფუძე
შეუღლებული ფუძე
შეუღლებულ მჟავა

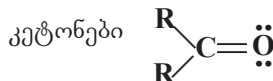
ნეიტრალური მჟავების დისოციაციის შედეგად წარმოიქმნება ანიონი, რომელიც წარმოადგენს ფუძეს და იწოდება *შეუღლებულ ფუძედ*. რაც უფრო ძლიერია (სუსტია) მჟავა, მით უფრო სუსტია (ძლიერია) ფუძე. რაოდენობრივად მჟავურობა ფასდება მჟავიდან ფუძეზე პროტონის გადატანის პროტოლიტური რეაქციის წონასწორობის მუდმივით (K_a). რაც უფრო დიდია იგი, მით უფრო ძლიერია მჟავა.

პროტონთან დაკავშირებული ელემენტის ბუნების მიხედვით, ე.ი. მჟავური ცენტრის აღნაგობის მიხედვით, ბრენსტედის მჟავები იყოფა ოთხ ძირითად ჯგუფად: **OH- მჟავები** (კარბონმჟავები, ფენოლები, სპირტები), **SH- მჟავები** (თიოლები), **NH- მჟავები** (ამინები, ამიდები, იმიდები) და **CH- მჟავები** (ნახშირწყლები და მათი ნაწარმები). კარბონმჟავების გარდა, ორგანულ ნაერთთა უმრავლესობას გააჩნია სუსტი მჟავური თვისებები. მათი აღმოჩენა ინდიკატორით არ შეიძლება.

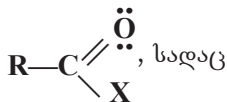
მჟავათა სიძლიერეზე მსჯელობენ შესაბამისი შეუღლებული ფუძის (ანიონის) სტაბილურობის მიხედვით. ეს უკანასკნელი კი განისაზღვრება უარყოფითი მუხტის დელოკალიზაციის ხარისხით: 1) ატომთა

ა) ამონიური (ფუძიანობის ცენტრი $\text{—}\ddot{\text{N}}\text{—}$, $=\ddot{\text{N}}\text{—}$ ან $\text{—}\ddot{\text{N}}\text{—}$) კვლადი (RNH_2), მეორადი (R_2NH) და მესამადი (R_3N) ალიფატური და არომატული ამინები, აზომეთინები (RCH_2NR), ნიტრილები (RCN), ჰეტეროციკლური აზოტ შემცველი ნაერთები.

ბ) ოქსონიური (ფუძიანობის ცენტრი $\text{—}\ddot{\text{O}}\text{—}$, $=\ddot{\text{O}}\text{—}$) – სპირტები (ROH), მარტივი ეთერები (ROR),



მჟავათა ფუნქციური ნაწარმები



გ) სულფონიური (ფუძიანობის ცენტრი $\text{—}\ddot{\text{S}}\text{—}$) თიოსპირტები (RSH) და თიოეთერები (RSR).

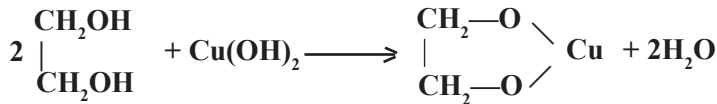
ლუისის ფუძე – ატომი, მოლეკულა ან იონია, რომელსაც კოვალენტური ბმის წარმოსაქმნელად გააჩნია სავალენტო ელექტრონების ერთი წყვილი მაინც (RNH_2 , ROH , ROR , RSH , RSR , p-ბმების შემცველი ნაერთები).

ამრიგად, ლუისის მჟავები ელექტრონული წყვილის აქცეპტორებია, ხოლო ლუისის ფუძეები – ელექტრონული წყვილის დონორები. მჟავათა და ფუძეთა აღნიშნული თეორია შედარებით ზოგადია და მოიცავს ბრენსტედის თეორიასაც, მაგალითა, როგორც ლუისის, ისე ბრენსტედის ფუძეები ელექტრონული წყვილის დონორებია, ოღონდ, ოღონდ ბრენსტედის მიხედვით, ეს წყვილი ხმარდება პროტონთა მიერთებას და, აქედან გამომდინარე, ლუისის ფუძეთა კერძო შემთხვევასთან გვაქვს საქმე. რაც შეეხება მჟავებს, ბრენსტედის მიხედვით, ისინი პროტონთა დონორებს წარმოადგენენ, მაშინ, როდესაც ლუისის მჟავათა ცნება უფრო ფართოა (ნებისმიერი ნაერთი ვაკანტური ორბიტალით).

პოლი- და ჰეტიროფუნქციური ნაერთები

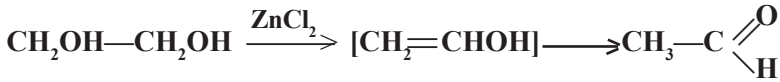
მრავალატომიანი სპირტები და ფენოლები

სპირტები, რომელთა მოლეკულები შეიცავს რამდენიმე ჰიდროქსილის ჯგუფს, მრავალატომიანია. მრავალატომიანი სპირტები უფრო მაღალი მუავიანობით გამოირჩევიან, ვიდრე ერთატომიანი სპირტები, რაც გამოწვეულია ჰიდროქსილის ჯგუფის **J**-ფეექტით. ამის დამადასტურებელია პოლიოლების რეაქცია ზოგიერთ მძიმე ლითონთა ჰიდროქსიდებთან. ამ დროს ტუტე არეში ხდება დამახასიათებელი შეფერილობის მქონე შიგაკომპლექსური ნაერთის წარმოქმნა. სპილენძის (II) ჰიდროქსიდთან რეაგირებისას ამ უკანასკნელს ინტენსიური ლურჯი შეფერილობა გააჩნია (ეს რეაქცია მრავალატომიანი სპირტების აღმომჩენია):

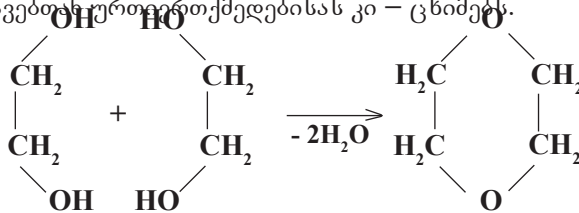


გლიკოლების უმარტივესი წარმომადგენელი ეთილენგლიკოლი ბლანტი, ტკბილი გემოს მქონე უფერო სითხეა. ერთატომიანი სპირტების მსგავსად, იგი მოქმედებს ტუტე ლითონებთან, მინერალურ და ორგანულ მჟავებთან და ჰალოგენწყალბადებთან, რის შედეგადაც ხდება შესაბამისად, გლიკოლატების, მარტივი და რთული ეთერებისა და ჰალოგენალკანების წარმოქმნა. ამასთან, აღნიშნული რეაქციები მიმდინარეობს როგორც ერთი, ისე ორივე ჰიდროქსილის ჯგუფის მონაწილეობით, რის გამოც შესაძლებელია შესაბამისი სრული ან არასრული პროდუქტის მიღება.

ეთილენგლიკოლის დეჰიდრატაციისას, პირობების მიხედვით, წარმოიქმნება სხვადასხვა პროდუქტი, რომელთა შორის არაა ეთილენის ოქსიდი — შიგამოლეკულური დეჰიდრატაციის სავარაუდო პროდუქტი. ამ შემთხვევაში შეიძლება წარმოიქმნას ვინილის სპირტი, რომელიც არამდგრადია და გარდაიქმნება აცეტილალდეჰიდად:

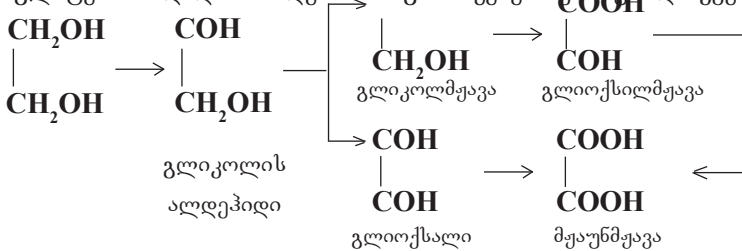


სისხლძარღვების გასაფართოებელ საშუალებად მწვავე სტენოკარდიული შეტევის დროს. ფოსფორმეჟავას მოქმედებისას გლიცერინი წარმოქმნის **a-** და **b-** გლიცეროფოსფატების ნარევს, ხოლო უმაღლეს კარბონმეჟავებთან ურთიერთქმედებისას კი – ცხიმებს.



კალიუმის ბისულფატთან გახურებისას გლიცერინი წარმოქმნის მკვეთრი, არასასიამოვნო სუნის მქონე უჯერ აღდეჰიდს – **აკროლეინს**, რომელიც აღიზიანებს თვალისა და სასუნთქი გზების ლორწოვან გარსებს:

გლიცერინი დიდი რაოდენობით გამოიყენება ქიმიურ და კვების



მრეწველობაში, კოსმეტიკური და სამკურნალო პრეპარატებისა და ასაფეთქებელი ნივთიერებების მისაღებად.

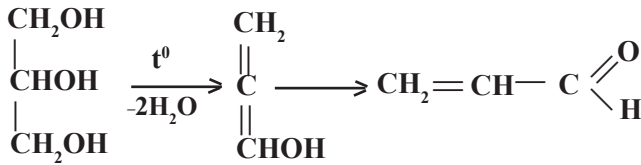
პოლიოლების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები – ალდიტები მონოსაქარიდების აღდგენის პროდუქტებია. აღნიშნული ნაერთებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს პენტიტები და ჰექსიტები – ხუთ და ექვსატომიანი სპირტები. რიბიტი (რიბოზის აღდგენის პროდუქტი) ხუთატომიანი სპირტია, რომელიც შედის ვიტამინის შემადგენლობაში.

ქსილიტს ძალზე ტკბილი გემო აქვს და გამოიყენება კვების მრეწ-

მჟავის თანაობისას ეთილენგლიკოლის გახურებით ხორციელდება მოლეკულათაშორისი დეჰიდრატაცია და მიიღება ციკლური ეთერი – დიოქსანი, რომელიც საუკეთესო გამსხნელია:

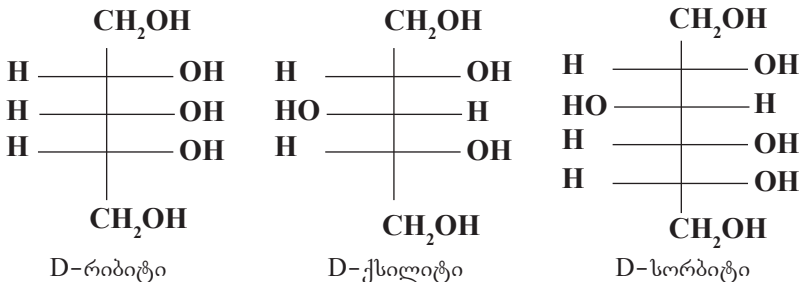
ეთილენგლიკოლის დაჟანგვა აზოტმჟავათი ან ქრომის (VI) ოქსიდით საფეხურებრივად მიმდინარეობს. ჟანგვის საბოლოო პროდუქტია უმარტივესი ორფუძიანი კარბონმჟავა – მჟაუნმჟავა:

ეთილენგლიკოლს გააჩნია ძალზე დაბალი გაყინვის ტემპერა-



ტურა და გამოიყენება ანტიფრიზის დასამზადებლად. საკმაო ჰიგროსკოპიულობის გამო, მას იყენებენ აგრეთვე ბეჭდვითი საღებავების წარმოებაში.

ტრიოლების უმარტივესი წარმომადგენელი გლიცერინი (პროპანტრიოლი-1,2,3) ბლანტი, ტკბილი გემოს მქონე უფერო სითხეა. იგი ძალზე ჰიგროსკოპულია, გააჩნია ეთილენგლიკოლის მსგავსი თვისებები. კონცენტრირებული გოგირდმჟავის თანაობისას გლიცერინისა და აზოტმჟავის ნარევის გახურებით მიიღება გლიცერინის ტრინიტრატი – ნიტროგლიცერინი, რომლის 1%-იანი ხსნარი ეთანოლში გამოიყენება

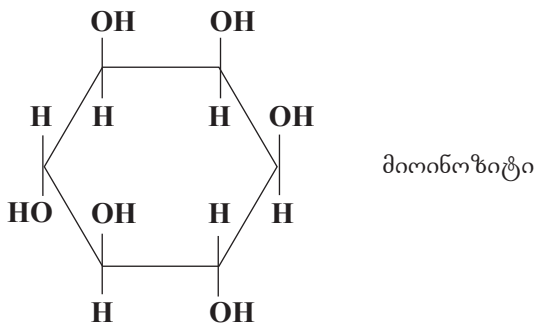


ძლიერი აღმდგენლება. პიროკატექინისა და ჰიდროქინონის დაჟანგვით ხდება შესაბამისად ორთო- და პარაქინონების წარმოქმნა.

სისტემა ქინონი-ჰიდროქინონი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმში.

კანის თვალებისა და თმის პიგმენტი მელანინი ინდოლ-5,6-ქინონის პოლიმერია. აღნიშნული ნაერთი ორგანიზმში წარმოიქმნება ამინმჟავა ფენილალანინის მეტაბოლიზმის შედეგად.

დიფენოლებისათვის დამახასიათებელია თვისებითი რეაქცია რკინის (III) ქლორიდის ხსნართან. ამ რეაგენტთან პიროკატექინი წარმოქმნის მწვანე შეფერვას, რომელიც სუსტ ტუტე არეში გადადის წითელში, რეზორცინი – მუქ იისფერ შეფერვას, რომელიც სუსტ ტუტე არეში ქრება, ხოლო ჰიდროქინონი რკინის (III) ქლორიდის ხსნართან კი ძალზე ადვილად იყანგება და ილექება ქინჰიდრონის (ჰიდროქინონის და პ-ქინონის კომპლექსი) იისფერ-მოშავო კრისტალები.

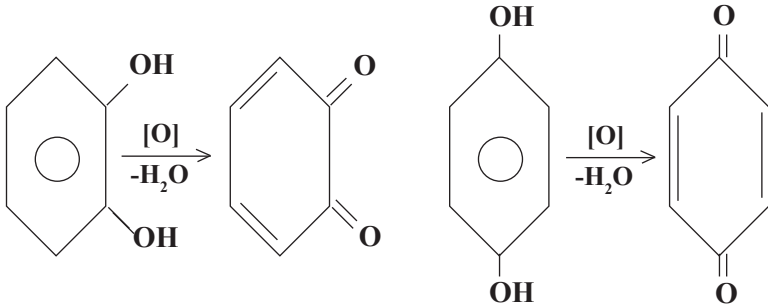


პიროკატექინი გვხვდება მრავალ მცენარეში, განსაკუთრებით გავრცელებულია მისი მონოეთილეთერი – გგაიაკოლი, რომელსაც ხმარობენ ზედა სასუნთქი გზების კატარის მკურნალობის დროს გამოყენებული ზოგიერთი პრეპარატის მისაღებად. პიროკატექინიდან ასინთეზებენ აგრეთვე ადრენალინს.

რეზორცინი უფრო ნაკლებტოქსიკურია, ვიდრე პიროკატექინი და ჰიდროქინონი. ამიტომ მას იყენებენ სადენინფექციოდ და ანტისეპტიკური მიზნებისათვის (მალამოების სახით კანის დაავადების დროს).

ველობაში შაქრის შემცველად დიაბეტით დაავადებული ავადმყოფებისათვის. ანალოგიური გამოყენება აქვს **სორბიტს**.

მნიშვნელოვანი ექვსწევრიანი ციკლური პოლიოლია **ინოზიტი**. იგი



შეიცავს ქირალურ ნახშირბადის ატომებს და შეიძლება არსებობდეს რამდენიმე სტერეოიზომერის სახით, რომელთაგან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს **მეზოინოზიტი**, ანუ **მიოინოზიტი**. იგი გვხვდება ადამიანისა და ცხოველის კუნთებსა და მრავალი ორგანოს შემადგენლობაში. მიოინოზიტი ფართოდაა გავრცელებული მცენარეულ სამყაროშიც. ამასთან, იგი გვხვდება როგორც თავისუფალი, ისე ჰექსაფოსფატის – ფიტინმჟავის სახით. ამ უკანასკნელის კალიუმის ან კალციუმისა და მაგნიუმის შერეული მარილი – ფიტინი ხელს უწყობს სისხლწარმოქმნას და ორგანიზმში ფოსფორის ნაკლებობით გამოწვეული დაავადებების დროს აუმჯობესებს ნერვულ სისტემის მოქმედებას.

ორატომიანი ფენოლები წყალში ადვილად ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია. ქიმიური თვალსაზრისით ისინი იმეორებენ ერთატომიანი ფენოლებისათვის დამახასიათებელ მრავალ რეაქციას (წარმოქმნიან ფენოლატებს ტუტე ლითონებთან ან ტუტეებთან რეაგირებისას; სპილენძის ფხვნილის თანაობისას ურთიერთქმედებენ ჰალოგენალკანებთან).

დიფენოლებისათვის დამახასიათებელია სპეციფიკური რეაქციებიც. მეორე ჰიდროქსილის ჯგუფის შეყვანა მოლეკულაში ზრდის მჟავიანობას. ორატომიანი ფენოლები ძალზე ადვილად იჟანგება და

(მათ შორის ფუძეებთან) რეაგირებისას წარმოქმნიან სრულ ან არა-სრულ მარილებს (მჟაუნმჟავა + ოქსალეტებს, მალონმჟავა + მალონატებს, გლუტარმჟავა + გლუტარატებს და ა.შ.). სპირტებთან რეაგირებისას კი – სრულ ან არასრულ რთულ ეთერებს. ამიაკთან ურთიერთქმედებისას ჯერ ხდება ამონიუმის მარილის მიღება, რომელიც გახურებისას კარგავს წყალს და შესაბამისად ამიდად გარდაქმნა. აღსანიშნავია, რომ ქარვამჟავის ამიაკთან რეაგირებისას საბოლოო პროდუქტია არა ამიდი, არამედ ციკლური იმიდი – სუქცინიმიდი:

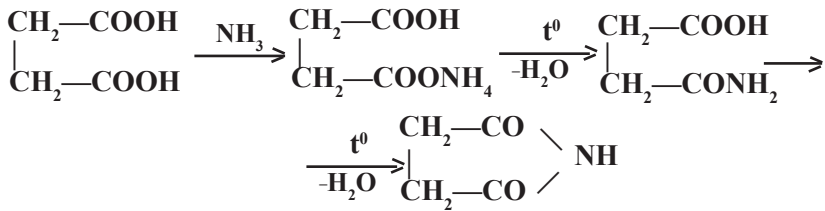
მჟაუნმჟავა და მალონმჟავა გახურებისას დეკარბოქსილირდება შესაბამის მონოკარბონმჟავა, მაშინ, როდესაც ამ პირობებში ქარვამჟავა და გლუტარმჟავა კარგავს წყალს და ხუთ- და ექვსწევრიან ციკლურ ანჰიდრიდებს წარმოქმნის:

მჟაუნმჟავას ზოგიერთი მარილი ცუდად იხსნება წყალში და თირკმელსა და შარდის ბუშტში წარმოქმნის ქვებს. ე.წ. ოქსალატური ქვების შემადგენლობაში შედის კალციუმის ოქსალატი.

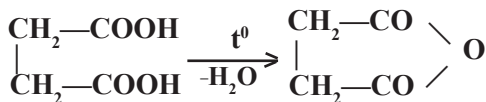
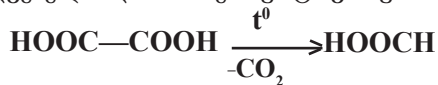
უჯერი დიკარბონმჟავები შესაბამის ნაჯერ კარბონმჟავებთან შედარებით უფრო ძლიერი მჟაური თვისებებით ხასიათდება, რაც იმიტია გამოწვეული, რომ კარბოქსილის ჯგუფების ურთიერთგავლენის გადაცემა p-ბმების გასწვრივ უფრო ძლიერად ხდება.

უჯერი ორფუძიანი კარბონმჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია ბუთენდინმჟავა, რომელიც ორი p-დასტიმერების – მალეინმჟავის (Z-იზომერი) და ფუმარმჟავის (E-იზომერი) სახით არსებობს. მალეინმჟავა უფრო ძლიერი მჟავაა, ვიდრე ფუმარმჟავა. ორივე მათგანი კარბოქსილის ჯგუფის ხარჯზე წარმოქმნის მარილებს (მალეინატებსა და ფუმარატებს), რთულ ეთერებს, ამიდებს და კარბონმჟავათა ზოგიერთ სხვა ნაწარმებს. ორმაგი ბმის არსებობა კი განაპირობებს მათში მიერთებისა და დაჟანგვის პროცესების მიმდინარეობას. ასე მაგალითად, მალეინმჟავისა და ფუმარმჟავის დაჟანგვისას, კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით წარმოიქმნება ყურძენმჟავა ან მეზოლვინომჟავა, ხოლო აღდგენისას კი – ქარვამჟავა.

ფუმარმჟავა საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. იგი გვხვდება მრავალ მცენარეში, განსაკუთრებით ხშირად კი სოკოებში.



ჰიდროქინონი მცენარეებში გვხვდება გლუკოზიდის (გლუკოზისა და ჰიდროქინონის კონდენსაციის პროდუქტი) – არბუთინის სახით, რომლის ჰიდროლიზითაც შესაძლებელია მისი მიღება. იგი ძალზე ძლიერი აღმდგენელია და იხმარება ფოტოგრაფიაში გამამჟღავნებლად.



ორფუძიანი კარბონმჟავები

ნაკვერი ორფუძიანი კარბონმჟავების ზოგადი ფორმულაა



ჰომოლოგიური რიგის უმარტივესი წარმომადგენელია მჟაუნმჟავა

HOOC—COOH, ხოლო შემდეგი წევრებია:

HOOC—CH₂—COOH – პროპიონმჟავა, ანუ მალონმჟავა;

HOOC—(CH₂)₂—COOH – ბუთანდინმჟავა, ანუ ქარვამჟავა;

HOOC—(CH₂)₃—COOH – ჰენტანდინმჟავა, ანუ გლუტარმჟავა;

HOOC—(CH₂)₄—COOH – ჰექსანდინმჟავა, ანუ აღიპინმჟავა და ა.შ.

ორფუძიანი კარბონმჟავები წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია. ისინი უფრო ძლიერი მჟავებია, ვიდრე ერთფუძიანი კარბონმჟავები, რაც გამოწვეულია კარბოქსილის ჯგუფების ურთიერთგავლენით.

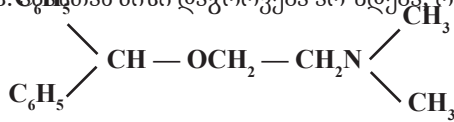
ორფუძიანი კარბონმჟავების ქიმიური თვისებები ერთფუძიანის მსგავსია. ისინი ლითონებთან, ლითონთა ოქსიდებთან და ტუტეებთან

ფოსფოლიპიდების შემადგენლობაში. ლპობის პროცესის დროს ან ბარიტიან წყალში დუღილისას ქოლინი კარგავს წყალს და წარმოქმნის ძლიერ ტოქსიკურ ნივთიერებას –



ორგანიზმში თავისუფალი ქოლინის დაჟანგვისას სინთეზდება **ბეტაინი**, რომელიც მეთილის ჯგუფის წყაროს წარმოადგენს აქ მიმდინარე ტრანსმეთილირების რეაქციებში:

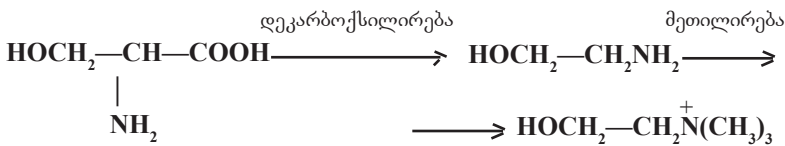
მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური როლის ენიჭება ქოლინის რთულ ეთერებს. ძმარმჟავა ეთერი – **აცეტილქოლინი ნეირომედიატორია** (კუნთოვან ბოჭკოებს გადასცემს იმპულსებს ნერვული დაბოლოებებიდან). იგი იწვევს აგრეთვე **ნაწლავების პერისტალტიკას**. ორგანიზმში აცეტილქოლინი წარმოიქმნება აცეტილკოფერმენტ **A**-ს საშუალებით ქოლინის აცეტილირებისას. **ცემსთან** მისი დაგროვება არ ხდება, რადგანაც



(ამაზეა დამყარებული ადამიანის ორგანიზმზე ნერვულ-პარალიზური გაზების მოქმედება).

ამინფენოლები უფერო, წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია, რომელთათვისაც დამახასიათებელია როგორც ამინჯგუფის, ისე ჰიდროქსილის ჯგუფის თვისებები (მჟავებთან წარმოქმნიან მარილებს, ხოლო ტუტეებთან – ფენოლატებს). მათი დაჟანგვისას მიიღება შესაბამისი ქინონმონოამინები:

ამინფენოლების აცილირებისას პირველ რიგში ხდება ამინჯგუფის აცილირება:



ფერმენტ აცეტილქოლინესტერაზით სორციელდება ჰიდროლიზი. აღნიშნული **ფერმენტის ინჰიბირებისას** აცეტილქოლინი გროვდება ორგანიზმში და იწვევს ნერვული იმპულსების უწყვეტ გადაცემას

ამინსპირტები და ამინფენოლები

ამინსპირტებისა და ამინფენოლების მოლეკულები ამიაკის სუნის მქონე, წყალში ხსნადი ბლანტი სითხეებია. მათი პირველი წარმომადგენელია – 2-ამინეთანოლი, ანუ კოლაამინი ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{NH}_2$). ამინსპირტებს გააჩნია როგორც სპირტების, ისე ამინების თვისებები (ძლიერ მინერალურ მჟავებთან წარმოქმნიან საკმაოდ მდგრად მა-
ფერმენტული ქსევა

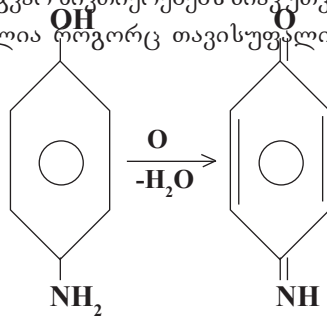
$$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow (\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2-\text{COO}^-$$

რილებს, ორგანულ მჟავებთან – რთულ ეთერებს და ა.შ. კოლაამინის ნაწარმია დიჰედროლი,

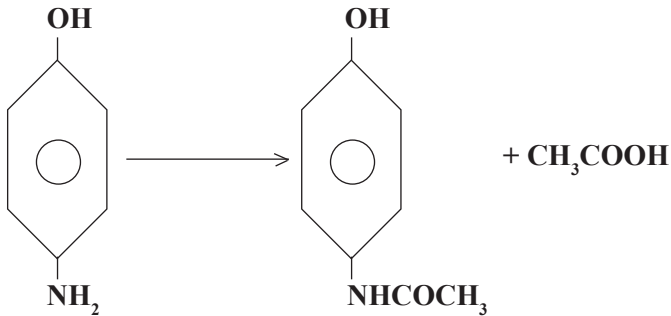
რომელიც ანტიალერგიული და სუსტად გამოხატული ძილის მომგვრელი მოქმედებით ხასიათდება. მედიცინაში გამოიყენება ჰიდროქლორიდის სახით.

მნიშვნელოვანი ამინსპირტია ქოლინი. იგი შეიძლება არსებობდეს ორი ფორმით: თავისუფალი [$-\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3$] ან ფუძის [$-\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$] სახით. ქოლინი წყალში ხსნადი, ჰიგროსკოპიული ნივთიერებაა. კოლაამინის მსგავსად წარმოქმნის მარილებს და რთულ ეთერებს. იგი ამცირებს წნევას და არეგულირებს ცხიმოვან ცვლას. ქოლინი ორგანიზმში მიიღება ამინმჟავა სერინისაგან:

იგი საკმაო რაოდენობით სინთეზდება, მაგრამ საკვებში ცილების ნაკლებობის შემთხვევაში ვითარდება ე.წ. ქოლინური უკმარისობა, რის გამოც მას ვიტამინის მაგვარ ნივთიერებებს მიაკუთვნებენ. ბუნებაში ქოლინი გავრცელებულია როგორც თავისუფალი სახით, ისე



ჰიდროქსიმჟავები



ჰიდროქსიმჟავებს მიეკუთვნება ჰიდროქსიკარბონმჟავები, ჰიდროქსიდიკარბონმჟავები, დიჰიდროქსიკარბონმჟავები, დიჰიდროქსიდიკარბონმჟავები და ა.შ. ჰიდროქსიკარბონმჟავათა მოლეკულები შეიცავს თითო კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფებს. ამასთან, ამ უკანასკნელის მდებარეობის მიხედვით არჩევენ **a, b, g** და ა.შ. ჰიდროქსიმჟავებს. აღნიშნული მჟავები წყალში კარგად ხსნადი, მჟავე გემოს მქონე უფერო სითხეები ან კრისტალური ნივთიერებებია. ეს მჟავები, ჩვეულებრივ კარბონმჟავებთან შედარებით, ძლიერი მჟავური თვისებებით ხასიათდება.

ჰიდროქსიმჟავებში ორი ფუნქციური ჯგუფია და ორივე ინარჩუნებს თავის თვისებებს. სპირტული ჰიდროქსილის ჯგუფის ხარჯზე ისინი წარმოქმნიან მარტივ და რთულ ეთერებს, რეაგირებენ კალოგენწყალბადებთან, იჟანგებიან და ა.შ. ამასთან, კარბოქსილის ჯგუფის არსებობა მოლეკულაში ხელს უშლის ზოგიერთი რეაქციის მიმდინარეობას.

ჰიდროქსიმჟავის გახურებისას წარმოქმნილი პროდუქტის მიხედვით შეგვიძლია ვიმოჯელოთ მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფის მდებარეობაზე. **a**-ჰიდროქსიმჟავა გახურებისას განიცდის მოლეკულათშორის დეჰიდრატაციას და წარმოქმნის ციკლურ რთულ ეთერს – **ლაქტიდს**.

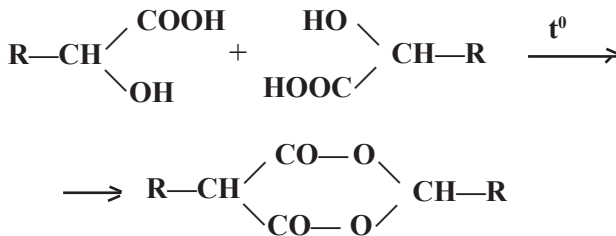
მჟავური ან ტუტე კატალიზის პირობებში წარმოქმნილი ლაქტიდი

წარმოქმნილი β-აცეტალდამიდფენოლი (პარაცეტამოლი) და მისი ეთილეთერი (ფენაცეტინი) გამოიყენება ტკივილგამაყუჩებელ და სიცხის დამწვევ საშუალებად.

ძალზე დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს პიროკატექინის ნაშთის შემცველ ბიოორგანულ ამინებს, რომლებიც კატექოლამინების სახელწოდებითაა ცნობილი. კატექოლამინები: დოფამინი, ნორადრენალინი და ადრენალინი (ადრენალინი და დოფამინი თირკმელზედა ჯირკვლის მიერ გამოყოფილი ჰორმონებია) ორგანიზმში სინთეზდება ამინმჟავაფენილალანიდან. ეს ნაერთები, აცეტილქოლინის მსგავსად ნეირომედიატორების ფუნქციას ასრულებენ. გარდა ამისა, აღნიშნული კატექოლამინები ავიწროვებს სისხლძარღვებს და, აქედან გამომდინარე, ზრდის არტერიულ წნევას; ამასთანავე, ადრენალინი სწრაფად ზრდის სისხლში გლუკოზის რაოდენობას (ამიტომ ადრენალინის გამოყენება დიაბეტით დაავადებულთათვის არ შეიძლება), რაც გამოწვეულია ღვიძლში არსებული გლიკოგენის დაშლის სიჩქარის მომატებით და არეგულირებს გულის მუშაობას. სხვადასხვა ფიზიოლოგიური სტრესების დროს იგი გამოიყოფა სისხლში („შიშის ჰორმონი“).

აღნიშნულ კატექოლამინებთან აღნაგობით ძალზე ახლოსაა ალკალიდი ეფედრინი. სპაზმოლიტიკური თვისებების გამო, იგი ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში ბრონქიალური ასთმის და სხვა ალერგიული დაავადებების დროს.

ჰიდროქსი- და ოქსიმჟავები



მნიშვნელოვანი ჰიდროქსიმჟავაა **დვინომჟავა (HOOC—CHOH—CHOH—COOH)**. ღვინომჟავას მარილები **ტარტრატების** სახელწოდებითაა ცნობილი.

ოქსიმჟავები -H₂O

ოქსიმჟავათა მოლეკულები შეიცავს კარბოქსილისა და ალდეჰიდურ (ან კეტონურ) ჯგუფებს. ბუნებისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით არჩევენ **a, b, g** და **ა.შ.** ალდეჰიდ- და კეტონმჟავებს.

ალდეჰიდმჟავების ჰომოლოგიური რიგი იწყება **გლიოქსიმჟავით — HOOC—COH**. იგი ერთადერთი ალდეჰიდმჟავაა — რომელშიც ოქსო ჯგუფი **a**-მდებარეობაშია. გლიოქსიმჟავა გვხვდება მკვამელში.

ჰომოლოგიური რიგის შემდეგი წევრია **ფორმილმჟავა — HOOC—CH₂—COH**. თავისუფალი სახით არ არის ცნობილი.

კეტონმჟავების ჰომოლოგიური რიგის უმარტივესი წარმომადგენელია **პროფურმენმჟავა — CH₃—CO—COOH**, რომელიც პირველად მიღებული იქნა ყურძენმჟავის პიროლიზის შედეგად. იგი უფერო, ძმარმჟავას სუნის მქონე სითხეა. ამ მჟავას ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს. იგი შუალედური პროდუქტის სახით მონაწილეობას ღებულობს ორგანიზმში მიმდინარე მრავალ ბიოქიმიურ პროცესში.

პროფურმენმჟავა ძმარმჟავაზე გაცილებით ძლიერი მჟავაა. გაანინია კეტონებისა და კარბონმჟავების ყველა დამახასიათებელი თვისება. განზავებულ გოგირდმჟავასთან გაცხელებისას პროფურმენმჟავა დეკარბოქსილირებას განიცდის (ორგანიზმში ეს პროცესი მიმდინარეობს შესაბამისი ფერმენტების — დეკარბოქსილაზების მოქმედებით):



კონცენტრირებული გოგირდმჟავის თანაობისას კი მიმდინარეობს დეკარბონილირების რეაქცია:



კეტონმჟავების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია **აცეტომჟავა** —

ჰიდროლიზდება საწყის **a**-ჰიდროქსიმჟავად.

b-ჰიდროქსიმჟავა გახურებისას განიცდის შიგამოლეკულურ დეჰიდრატაციას და წარმოქმნის **a**, **b** – უჯერ მჟავას:



g, **5** და **ა.შ.** ჰიდროქსიმჟავა კი გახურებისას წარმოქმნის შიგამოლეკულურ ციკლურ ეთერს – ლაქტონს, რომელიც მჟავა ან ტუტე არეში ჰიდროლიზისას საწყის მჟავად გარდაიქმნება:



ჰიდროქსიმჟავების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია **რძემჟავა** – **CH₃-CHOH-COOH**. იგი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და წარმოადგენს ნახშირწყლების რძემჟავური დუდილის პროდუქტს. მისი მარილები ცნობილია **ლაქტატების** სახელწოდებით. ინტენსიური მუშაობის დროს პიროყურძენმჟავა, ჟანგბადის ნაკლებობის გამო, აღდგება რძემჟავად, რომელიც გროვდება კუნთებში და ტკივილის შეგრძნებას იწვევს. დასვენების შემდეგ ორგანიზმში ჟანგბადის მარაგი ივსება და რძემჟავა კვლავ პიროყურძენმჟავად იჟანგება.

ბიოქიმიურ პროცესებში პოლიპეტეროფუნქციური ნაერთებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება **ვაშლმჟავას**, **ლიმონმჟავას** და **ღვინომჟავას**.

ვაშლმჟავა (**HOOC-CHOH-CH₂-COOH**, მარილები – **მალატები**) საკმაო რაოდენობით გვხვდება მკვახე ვაშლში და ხილის წვენებში. იგი მონაწილეობს ღებულობს ნახშირწყლების, ლიპიდების და სხვა ნაერთების ჟანგვითი კატაბოლიზმის პროცესში.

ლიმონმჟავა (**HOOC-CH₂-C(OH)(COOH)-CH₂-COOH**, მარილები – **ციტრატები**) ბუნებრივად წარმოადგენს უმეტეს შემადგენლობაში.

ციტრატებს იყენებენ ჰემატოლოგიაში (ხელს უშლის სისხლის შედედებას) და კვების მრეწველობაში, ხოლო თვით ლიმონმჟავას – ხილის წვენებისა და სხვადასხვა სახელების წარმოებაში.

მჟავა – $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—COOH}$. იგი ბლანტი სითხეა, ოთახის ტემპერატურაზე თანდათან იშლება ნახშირჟანგის გამყოფით:



აცეტომმარმჟავა ორგანიზმში წარმოიქმნება უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების მეტაბოლიზმის შედეგად. იგი განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გროვდება დიაბეტით დაავადებულთა ორგანიზმში. აცეტომმარმჟავას მარილებია **აცეტოაცეტატები**.

აცეტომმარმჟავას ეთილის ეთერი – აცეტომმარმჟავაეთერი სასიამოვნო სუნის მქონე უფერო სითხეა. მისი ჰიდროლიზითა და შემდგომი დეკარბოქსილირებით წარმოიქმნება აცეტონი, რაც მოწმობს ამ ეთერში კეტონური ჯგუფის არსებობას. აცეტომმარმჟავაეთერი რეაგირებს ლითონურ ნატრიუმთან (სპირტების მსგავსად), ბრომთან (უჯერი ნაერთების მსგავსად და რკინის (III) ქლორიდთან, წარმოქმნის

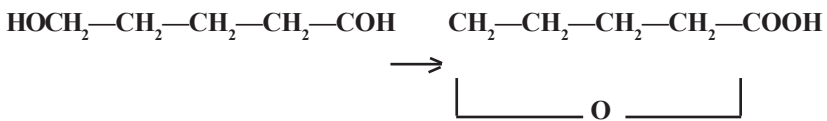
ისფერ შეფერვას (ენოლურ ფორმას —C—OH ნაერთების მსგავსად). ეს ფაქტები მეტყველებს იმაზე, რომ აცეტომმარმჟავაეთერი არსებობს ორი ფორმით. იზომერიის ამ ტიპს ეწოდება **ტაუტომერია**, ხოლო თვით იზომერებს, რომლებიც იმყოფებიან მოძრავი წონასწორობის მდგომარეობაში – **ტაუტომერები**.

ტაუტომერია წონასწორული, დინამიკური იზომერიაა, რომლის არსი მდგომარეობს რომელიმე მოძრავი ჯგუფის გადატანითა და ელექტრონული სიმკვრივის შესაბამისი გადანაწილებით იზომერთა ურთიერთგარდაქმნაში.

ორფუძიანი კეტონმჟავებიდან ცნობილია მჟაუნმმარმჟავა – **$\text{HOOC—CO—CH}_2\text{—COOH}$** .

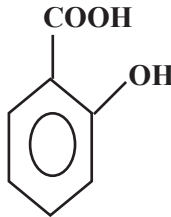
ოქსიმჟავებს გააჩნია როგორც კარბონმჟავების, ისე ალდეჰიდების თვისებები.

თუ მოლეკულაში ერთდროულად ალდეჰიდის (კეტონური) ჯგუფიცაა და ჰიდროქსიდის ჯგუფიც, შესაძლებელია შიგამოლეკულური ურთიერთგარდაქმნები.



ბენზოლის ბირთვის შემცველი ჰეტეროფუნქციური ნაერთების ნაერთები

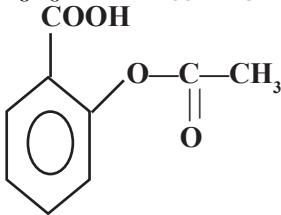
ბენზოლის ბირთვის შემცველი ჰეტეროფუნქციური ნაერთები მედიცინაში ძირითადად სამკურნალო პრეპარატების სახით გამოყენება. ამ ტიპის ნაერთებიდან განვიხილოთ ფენოლმჟავები, არომატული ამინომჟავები და მათი ნაწარმები ფენოლმჟავებში არომატულ ბირთვთან დაკავშირებულია ჰიდროქსილისა და კარბოქსილის ჯგუფები. ჰიდროქსიბენზომჟავის სამი იზომერიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს *o*-ჰიდროქსიბენზომჟავა, ანუ სალიცილმჟავა.



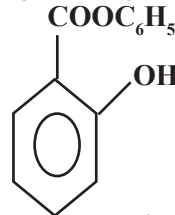
იგი უფერო კრისტალური ნივთიერებაა, ადვილად სუბლიმირდება (აქროლდება, იხსნება ცხელ წყალში. ბუნებრივ პროდუქტებში გვხვდება მეთილის ეთერის სახით სალიცილმჟავას გააჩნია ანტირევმატიული, ანტისოკოვანი და სიცხის დამწვევი თვისებები, მაგრამ, როგორც ძლიერი მჟავა, იწვევს საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის გაღიზიანებას, რის გამოც იყენებენ მხოლოდ მალამოების სახით. შინაგანი მიღებისათვის კი ხმარობენ მის მარილებსა და ეთერებს.

ფენილსალიცილატის გარდა, ყველა ნაერთისათვის დამახასიათებელია ანალგეტიკური, სიცხის დამწვევი და ანთების საწინააღმდეგო თვისებები. ამასთან, მეთილსალიცილატი ძირითადად მალამოების სახით გამოიყენება, ხოლო სალოლი კი ნაწლავების დაავადებების დროს (კოლიტი, ენტეროკოლიტი) სადეზინფექციო საშუალებაა. კუჭის მჟავა არეში იგი არ ჰიდროლიზდება. ნაწლავებში კი, სადაც ტუტე არეა, ფენილსალიცილატი იშლება სალიცილმჟავად და ფენოლად, რომელიც

ლობა აქვს პ-ამინბენზომჟავას. იგი წყალში მცირედ ხსნადი, უფერო კრისტალური ნივთიერებაა. მედიცინაში ადგილობრივი ანესთეზი- ისათვის იყენებენ მის ეთერებს, რომელთაგან აღსანიშნავია **ანესთეზინი** და **ნოვოკაინი**. ორივე მათგანი გამოიყენება ჰიდროქლორიდების სახით,



აცეტისალიცილმჟავა (ასპირინი)

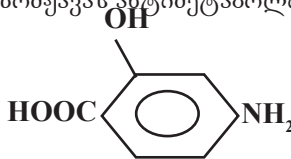


ფენილსალიცილატი (სალოლი)

რადგანაც ისინი უფრო კარგი ხსნადობით გამოირჩევა:

პრაქტიკული თვალსაზრისით ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე პ-ბენზოლსულფომჟავას (სულფანილმჟავა) და მის ნაწარ- მებს. სულფამინმჟავას ამიდი – სულფინილამიდი სტრუბტოციდის სახელწოდებითაა ცნობილი. იგი წარმოადგენს ანტიბაქტერიული მოქმედების მქონე სამკურნალო პრეპარატების საფუძველს.

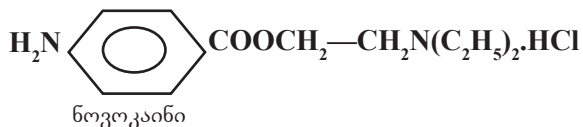
სულფანილამიდების ანტიბაქტერიული მოქმედება ემყარება იმას, რომ ისინი პ-ამინბენზომჟავას ანტიმეტაბოლიტებია.



პ-ამინსალიცილმჟავა

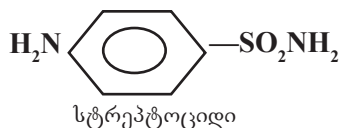
სულფანილამიდები ახდენენ განსაზღვრული ტიპის ბაქტერიების (პნევმოკოკები, სტრუბტოკოკები და სხვ.) მეტაბოლური რეაქციების ბლოკირებას და, ამავე დროს, არ მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე.

ბიოლოგიურად აქტიური ჰეტეროციკლური ნაერთე- ბი



თრგუნავს ნაწლავების ფლორას. ჰიდროლიზის პროდუქტის ნაწილი თირკმლების მიერ გამოიყოფა ორგანიზმიდან, რის გამოც სალოლი საშარდე გზების ღებინფიცირებასაც კი ახდენს (იყენებენ ცისტიტის დროს).

აცეტილსალიცილმჟავა ძალზე ადვილად ჰიდროლიზდება, რის გამოც ასპირინის შენახვა ტენიან ჰაერში არ შეიძლება.



სალიცილმჟავის სხვა ნაწარმებიდან საინტერესოა პ-ამინსალიცილმჟავა (პასმ), რომელსაც ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო მოქმედება გააჩნია. იგი წარმოადგენს მაკროორგანიზმებისათვის აუცილებელ პ-ამინბენზომჟავის ანტაგონისტურ ნაერთს და გამოიყენება ნატრიუმის მარილის სახით.

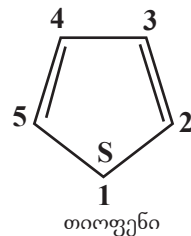
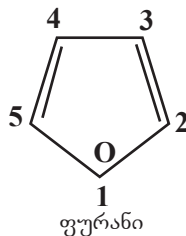
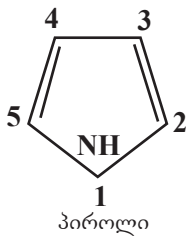
ამინბენზომჟავის სამი იზომერიდან განსაკუთრებული მნიშვნე-

მერიზდება ფისის წარმოქმნით.

ფურანის ბირთვის შემცველი მნიშვნელოვანი ნაერთია ფურან-2-ალდეჰიდი, ანუ **ფურფუროლი**, რომლის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია **ფურაცილინი**.

ფურაცილინი გამოიყენება მიკროორგანიზმებით გამოწვეული ჩირქოვანი ანთებითი პროცესების დროს.

თიოფენი – ბენზოლთან ყველაზე ახლოსაა თვისებებით. იგი უფრო



სითხეა ბენზოლის სუნით.

სამივე აღნიშნული ჰეტეროციკლი დაკავშირებულია ერთმანეთთან. მათ შორის ურთიერთგადასვლა ხლოციელებს 400⁰-ზე, ალუ-მინის ოქსიდის (კატალიზატორი) თანაობისას.

ერთი ჰეტეროატომის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლები

საერთაშორისო ნომენკლატურით ექვსწევრიანი უჯერი ციკლის არსებობაზე მიგვითითებს სუფიქსი – ინი. ატომის შემცველი ნაჯერი ციკლის შემთხვევაში ჰეტეროციკლის სახელწოდებას ემატება პრეფიქსი – პერჰიდრო-, ხოლო სხვა ჰეტეროატომის შემთხვევაში სუფიქსი – ანი.

აღნიშნული ჰეტეროციკლები შედის მრავალი ბუნებრივი ნაერთის შემადგენლობაში, ეს ნაერთები განაპირობებენ მცენარეების არომატსა და შეფერილობას. ზოგიერთი მათგანი, მაგალითად, **რუთინი**, გამოიყენება ჰიპერტონიული დაავადების მკურნალობისას.

ერთი ჰეტეროატომის შემცველი ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლები

ერთი ჰეტეროატომის შემცველი ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლების წარმომადგენლებია: პიროლი, ფურანი და თიოფენი.

საერთაშორისო ნომენკლატურით ჰეტეროატომის არსებობას ციკლში აღნიშნავენ სპეციალური პრეფიქსებით: ოქსა - (O), თია - (S) და აზა - (N).

პიროლი – წყალში უხსნადი უფერული სითხეა. აქვს ქლოროფორმის სუნი. პიროლი არომატული ნაერთია. მას ძალზე სუსტად აქვს გამონატული მჟავა თვისებები.

მინერალური მჟავებით პიროლის დამუშავებისას წარმოიქმნება მუქი, ბლანტი, ფისისებრი პოლიმერი.

პიროლი ძალზე ადვილად ჰალოგენირდება. უშუალოდ მჟავებით პიროლის სულფირება ან ნიტრირება არ ხერხდება. სულფირებისათვის იყენებენ გოგირდის ანჰიდრიდის კომპლექსს. ნიტრირებას აწარმოებენ აცეტილნიტრატით.

სისხლის ჰემოგლობინის შემადგენლობაში შემავალი პროტოპორფირინის პიროლურ ბირთვებში ჩანაცვლებულია მეთილის, ვინილისა და **b**-კარბოქსიეთილური ჯგუფები. ჰემოგლობინი სისხლის ერთოციტების ძირითადი კომპონენტია. რომელსაც ჟანგბადი გადააქვს ფილტვებიდან ქსოვილში, ხოლო ნახშირორჟანგი კი – ქსოვილიდან ფილტვებში. იგი შედგება ცილა გლიცინისაგან და წითელი ფერის არაცილოვანი ნაწილის – ჰემისაგან.

ქრონიკული ანემიის, პოლინეფრიტების, ნალკლის ცხიმოვანი დისტროფიისა და სხვა დაავადებების სამკურნალოდ იყენებენ B₁₂ ვიტამინს, ანუ ციანკობალამინს, რომელიც სტრუქტურულად ახლოსაა ლითონთა პორფირინულ კომპლექსთან.

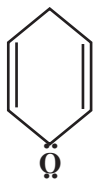
ფურანი უფერო, ქლოროფორმის მსგავსი სუნის მქონე სითხეა. პიროლის ანალოგიურად, მინერალური მჟავების თანაობისას, პოლი-



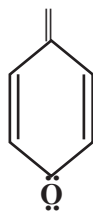
a-პირანი



a-პირონი



g-პირანი



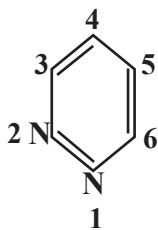
g-პირონი

ჰეტეროციკლური ნაერთები ჰეტეროატომებს შეიძლება რამდენიმე ბირთვში შეიცავდეს.

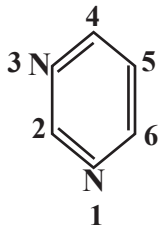
პურინი – ბიციკლური ჰეტეროციკლური ნაერთია.

ორგანიზმში ნუკლეინმჟავათა მეტაბოლიზმის შედეგად წარმოიქმნება პურინის ჰიდროქსინაწარმები: ჰიპოქსანტინი, ქსანტინი და შარდმჟავა.

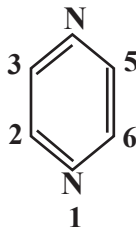
შარდმჟავა არის ორგანიზმში პურინული ნაერთების მეტაბოლიზმის საბოლოო პროდუქტი. იგი გამოიყოფა შარდთან ერთად, დღე-ღამეში 0,5-1 გრამის რაოდენობით. შარდმჟავას მარილებს **ურატები** ეწოდება. ზოგიერთი პათოლოგიის დროს ხდება თირკმელებში კენ-



პირადაზინი



პირამიდინი



პირაზინი

ჭების სახით მათი გამოყოფა.

ამინპურინებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს **ადენინს** და **გუანინს**.

ორი ჰეტეროატომის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლები

ჰეტერო – ორი აზოტის ატომის შემცველი ექვსწევრიანი ციკლური ნაერთებია:

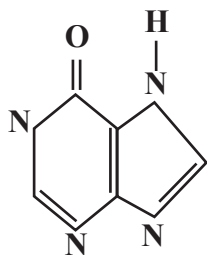
განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პირამიდინის ჰიდროქსი- და ამინნაწარმები – ურაცილი, თიმინი და ციტოზინი, რომლებიც ნუკლეინმჟავათა კომპონენტებია. ურაცილი, თიმინი და ციტოზინი მყარი, წყალში ხსნადი ნივთიერებებია.

ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობა პირამიდინის შესაბამის ნაწარმებს ანიჭებს მჟავას თვისებებს. ეს შეიძლება აიხსნას —COOH ჯგუფის ანალოგიური —CNOH დაჯგუფების არსებობით, განსაკუთრებით ძლიერ მჟავურ თვისებებს ამჟღავნებს ბარბიტურმჟავა.

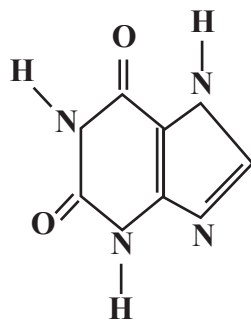
საძილედ და კრუნჩხვის საწინააღმდეგოდ იყენებენ ბარბიტურმჟავას ნაწარმებს – ბარბიტურატებს. ბარბიტურატებიდან აღსანიშნავია ბარბიტალი, ანუ ვერონალი და ლუმინალი.

პირამიდინის ბირთვი შედის ვიტამინ B₁-ის შემადგენლობაში. B₁-ავიტამინზის დროს, პირველ რიგში, შეიმჩნევა მადის დაკარგვა და ნაწლავების პერისტალტიკის შემცირება. ქვეითდება მასსოვრობა, რასაც მოსდევს ცვლილებები სისხლძარღვთა სისტემის მოქმედებაში: ქოშინი, ტკივილები გულის არეში. თუ ავიტამინზი დიდხანს გავრძელდა, შესაძლებელია ჯერ ქვედა და შემდეგ ზედა კიდურების დაზიანება. ამავე დროს, ვითარდება გულის უკმარისობა. აზიის, კერძოდ, ინდონეზიის ქვეყნებში, ძალზე გავრცელებულია დაავადება ბერი-ბერი, რომლის დროსაც თიმინისა და დიფოსფატის შემცველობა გულის კუნთსა და ღვიძლში ნორმაზე 5-6-ჯერ ნაკლებია.

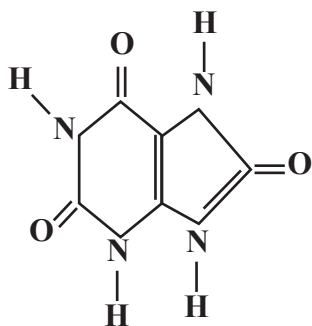
ბიციკლური ჰეტეროციკლები



ჰიპოქსანტინი



ქსანტინი



შარდმუკვა

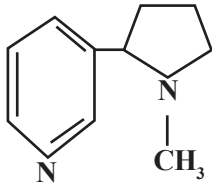
ალკალოიდები

ალკალოიდები (ლათ. *alkali* – ტუტე, *oides* – მსგავსი) მცენარეული წარმოშობის ჰეტეროციკლური აზოტშემცველი ფუძეებია, რომელთაც, როგორც წესი, ახასიათებს ფიზიოლოგიური აქტივობა. ალკალოიდთა როლი, ბიოლოგიური თვალსაზრისით, ბოლომდე არაა გარკვეული. ისინი შეიძლება წარმოადგენდნენ თავისებურ კატალიზატორებს ბიოქიმიურ პროცესებში. აღსანიშნავია, რომ ალკალოიდები მცენარეებში უპირატესად ორგანულ მჟავათა მარილების სახით არსებობს. დიდი დოზებით ეს ნაერთები საწამლაკებია, მცირე დოზით კი სამკურნალო ნივთიერებებია.

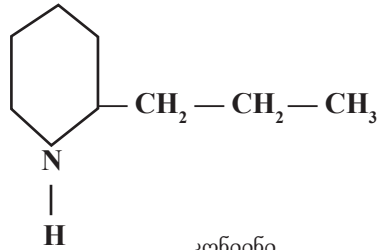
დეისათვის აღწერილია ხუთი ათასზე მეტი სხვადასხვა ალკალოიდი, მრავალი მათგანისათვის კი დადგენილია ქიმიური აღნაგობა. იშვიათი გამონაკლისის გარდა (ნიკოტინი და კონიინი), ისინი მყარი ნივთიერებებია. ალკალოიდების უმრავლესობა წყალში ძნელად, ხოლო ორგანულ გამხსნელებსა და ტუტეებში კარგად იხსნება. მათი მარილები, ასევე ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა, წყალში ხსნადია.

ადრე ალკალოიდთა კლასიფიკაცია წარმოებდა იმ მცენარეების მიხედვით, საიდანაც ხდებოდა მათი გამოყოფა (ქინაქინის ქერქის ალკალოიდები, ოპიუმის ალკალოიდები და ა.შ.). მას შემდეგ, რაც შესწავლილ იქნა ამ ნაერთთა ქიმიური შედგენილობა და აღნაგობა, წარმოებს ქიმიური კლასიფიკაცია, რადგანაც თითქმის ყველა ალკალოიდის შემადგენლობაში შედის ჰეტეროციკლი. კლასიფიკაცია ხდება ამ უკანასკნელის მიხედვით (პირიდინის ჯგუფის ალკალოიდები, ქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდები და ა. შ.).

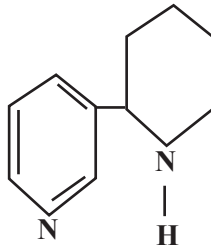
პირიდინის ჯგუფის ალკალოიდები: ნიკოტინი, კონიინი და ანაბაზინი.



ნიკოტინი



კონინი



ანაბაზინი

იდროქლორიდი მცირე დოზებით გამოიყენება თამბაქოს წვევის გადასახვევ საშუალებად. ანაბაზინი ნიკოტინის იზომერს წარმოადგენს. მისი დაჟანგვითაც ნიკოტინმჟავა მიიღება.

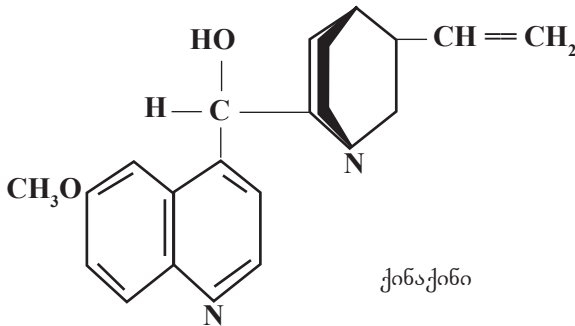
ქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდებს მიეკუთვნება **ქინაქინი**. მისი მოლეკულა შეიცავს ქინოლინისა და ქინუკლიდინურ ბირთვებს. იგი წყალში ცუდად ხსნადი მწარე გემოს მქონე უფერო ფხვნილია. მჟავებთან რეაგირებისას ადვილად წარმოქმნის მარილებს. სამხრეთ ამერიკელი ინდიელები უხსოვარი დროიდან იყენებდნენ ქინაქინის ხის ქერქს მალარიის სამკურნალოდ. ფარმაცევტული მიზნებისათვის ქინაქინის გამოყენება დღემდე წარმატებით გრძელდება.

იზოქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდებიდან აღსანიშნავია **პაპავერინი**. იგი უფერო კრისტალური ნივთიერებაა. გააჩნია სპაზმოლიტური თვისებები, ზომიერად აფართოებს სისხლძარღვებს, ზრდის მიოკარდის მიერ უანგბადის მოხმარებას, რის გამოც ფართოდ იყენებენ ჰიპერტონიისა და სტენოკარდიის მკურნალობის დროს. პაპავერინი შედის ოპიუმის (*Papaver somniferum*— ყაყაჩოს თავების რძისებრი წვენი 3

ნიკოტინი ლიმონმჟავისა და ვაშლმჟავის მარილთა სახით გვხვდება თამბაქოს ფოთლებში (3%-მდე). მისი მოლეკულა შეიცავს პირიდინისა და N-მეთილირებული პიროლიდინის ბირთვებს. უფერო სითხეა, აქვს თამბაქოს სუნი, ჰაერზე დაჟანგვის გამო რუხ ფერს ღებულობს. ნიკოტინის დაჟანგვისას მიიღება **ხ**-პირიდინკარბონმჟავა, ანუ ნიკოტინმჟავა.

ნიკოტინი საკმაოდ ძლიერი ფუძეა, წარმოქმნის მარილებს. მისი მცირე რაოდენობა ალაგზნებს ნერვულ სისტემას, ხოლო დიდი რაოდენობა იწვევს სასუნთქი ცენტრების პარალიზებას. იგი ყველაზე უფრო ტოქსიკური ალკალოიდია (ადამიანისთვის სასიკვდილოა 40 მგ). ნიკოტინი დიდი რაოდენობით იხმარება სოფლის მეურნეობაში მავნებლებთან საბრძოლველად.

ნიკოტინით მწვავე მოწამვლის დროს შეიმჩნევა გულის რევა, ხოლო შემდეგ ტაქიკარდია, კრუნჩხები და სუნთქვის შეზღუდვა (ზოგჯერ სრულ შეჩერებამდე).

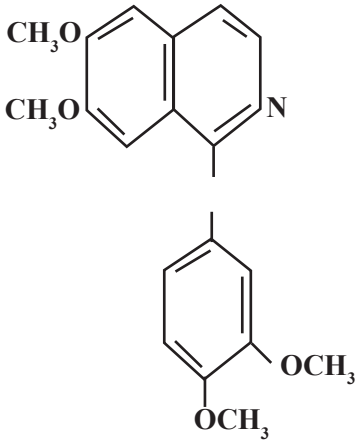


კონინი ზეთისმაგვარი, ძალზე ტოქსიკური სითხეა. იწვევს ცენტრალური ნერვული სისტემისა და მამოძრავებელი ნერვული დაბოლოებების პარალიზებას. დიდი რაოდენობით მიღებისას სუნთქვის შეკერის გამო ადამიანი იღუპება.

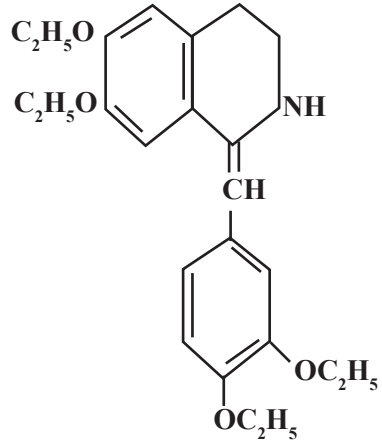
ანაბაზინი ასევე ძლიერი მომწამლავი, უფერო სითხეა. მცირე რაოდენობით შედის თამბაქოს ფოთლების შემადგენლობაში. ანაბაზინის პ

მორჩება მას და ამავე დროს არ არის ნარკოტიკი.

პურინის ჯგუფის ალკალიიდებს მიეკუთვნება N-მეთილირებული ქსანტინები:

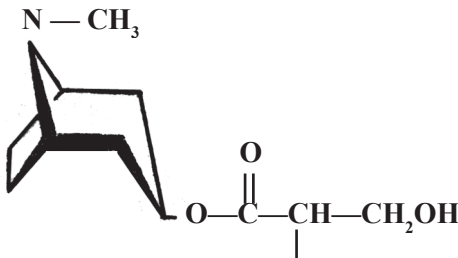


პაპავერინი

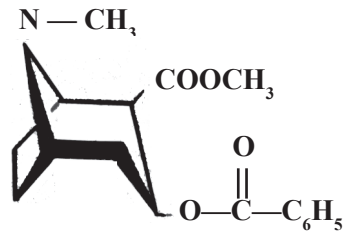


ნო-შპა

თეოფილინი (1,3-დიმეთილქსანტინი) გვხვდება ჩაის ფოთლებში. იგი კრისტალური ნივთიერებაა, ცხელ წყალში კარგად იხსენება, ცივში კი ცუდად. აქვს ძლიერი შარდმდენი მოქმედება. თეოფილინი ამჟღავნებს როგორც ფუძე, ისე მჟავურ თვისებებს.



ატროპინი



კოკაინი

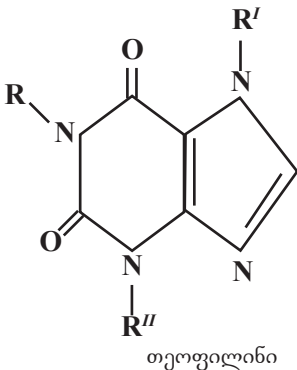
აერზე გაშრობის შედეგად მიღებული პროდუქტი) შემადგენლობაში, მაგრამ დიდი მოთხოვნილების გამო ლებულობენ ქიმიური სინთეზითაც. მისი სინთეზური ანალოგებიდან აღსანიშნავია **ნო-შპა**.

ტროპანის ჯგუფის ალკალოიდებს მიეკუთვნება **ატროპინი** და **კოკაინი**. თვით ტროპანი კონდენსირებული ბიციკლური ნაერთია, რომლის შემადგენლობაში შედის მეთილირებული აზოტის ატომის შემცველი პიროლიდინური და პიპერიდინული ბირთვები.

ატროპინი უფერო კრისტალური ნივთიერებაა. იგი შედის მცენარეების *Atropa belladonna* და *Datura stramonium* შემადგენლობაში. ერთ-ერთი ყველაზე ძლიერი შხამია მაგრამ მიუხედავად ამისა, გამოიყენება ოფთალმოლოგიაში თვალის გუგის გასაფართოებლად.

კოკაინი სხვა მონათესავე ალკალოიდებთან ერთად შედის ე.წ. კოკაინური ბუჩქის (*Erythroxylon coca* L.) ფოთლების შემადგენლობაში. იგი ძლიერი, ლოკალური ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედებისაა. გამოიყენება ადგილობრივი ანესთეზიისათვის. კოკაინი ახდენს პერიფერიული ნერვული სისტემის პარალიზებას და ჰიდროქლორიდის სახით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს თვალის, ცხვირის, ყელის ქირურგიული ოპერაციების დროს და სტომატოლოგიურ პრაქტიკაში. თუმცა, ძლიერი ტოქსიკურობის გამო იშვიათად იხმარება.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, კოკაინი ძლიერი ანესთეზიური საშუალებაა, მაგრამ ამასთან ერთად იგი ძლიერი ნარკოტიკიცაა, ამიტომ სამედიცინო პრაქტიკაში იყენებენ კოკაინის სინთეზურ ანალოგებს, მაგალითად, **ნოფოკაინს**, რომელიც ანესთეზიური თვისებებით არ ჩა-



თეოფილინი ($R = R'' = CH_3, R' = H$)
 თეობრომინი ($R = H, R' = R'' = CH_3$)
 კოფეინი ($R = R' = R'' = CH_3$).

დენობით კი ჩაიში (ზოგიერთ ჯეიში იგი ხუთ პროცენტამდეა). მისი მიღება ძირითადად ხდება ჩაის წარმოების ნარჩენებიდან. კოფეინი კრისტალური ნივთიერებაა, აქვს სუბლიმაციის უნარი, წყალში იხსება. კოფეინი ალაგზნებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას (ტიპური ფსიქოსტიმულატორია), მაგრამ, ამასთანავე, აფართოებს კორონალურ სისხლძარღვებს და ასტიმულირებს გულის მუშაობას.

იზოქინოლინფენანტრენის ჯგუფის ალკალოიდებია:

მორფინი ($R = H, R' = H$),

კოდეინი ($R = H, R' = CH_3$) და

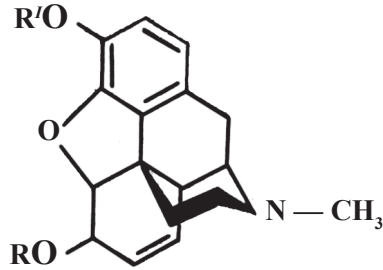
ჰეროინი ($R = CO = CH_3, R' = COCH_3$).

მორფინი ოპიუმის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ალკალოიდი (8-12%). ძველბერძნულ მითოლოგიაში სიზმრების ღმერთი არის მორფეუსი, მორფინის სახელწოდებაც სწორედ აქედან წარმოიშვა. ეს ალკალოიდი მოქმედებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე, იწვევს ეიფორიას (ბერძნ. – კარგად ვიტან), სულიერი სიმშვიდისა და განმარტოების გრძობას. მისი ხშირი ხმარება იწვევს ნარკომანიის ერთ-ერთ სახეს – მორფინიზმს.

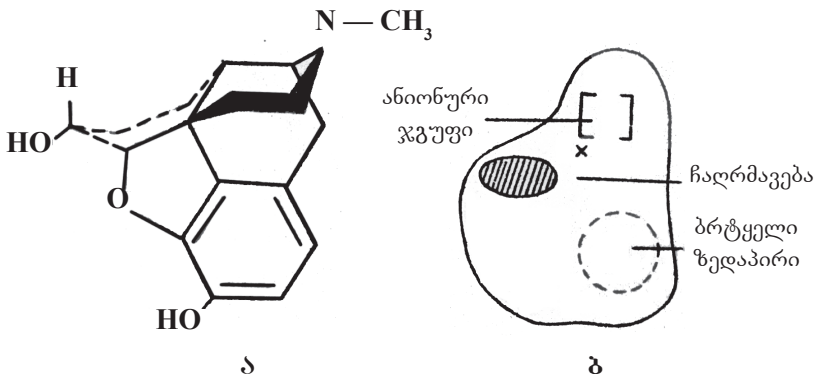
სამოცდაათიან წლებში ბეკეტმა მიიღო ზოგიერთი მონაცემი უჯრედის რეცეპტორის ზედაპირის ფორმის შესახებ. 0,75-0,85 ნმ x 0,65 ნმ ფართობზე რეცეპტორს გააჩნია ანიონური ჯგუფი, რომელსაც უერთდება მორფინის კათიონური ჯგუფი.

დღეისათვის დადგენილია, რომ მორფინი მოქმედებს დიდი ნახევარსფეროების ქერქის სპეციფიკურ რეცეპტორებზე.

მორფინი წყალში მცირედ ხსნადი, უფერო კრისტალური ნივთიერებაა. მრავალი ალკალოიდისაგან განსხვავებით იგი მოქმედებს არა მარტო მჟავებთან, არამედ ტუტეებთანაც (მოლეკულაში ფენოლური ჰიდროქსიდის ჯგუფის არსებობის გამო). მორფინი ნარკოტიკული



მორფინი



ა - მორფინის მოლეკულის კონფიგურაციული ფორმულა

ბ - უჯრედის რეცეპტორის სქემა, რომელზედაც მორფინი მოქმედებს

თეობრომინი (3,7-დიმეთილქსანთინი) დიდი რაოდენობით გვხვდება კაკალში (1,8%), საიდანაც წარმოებს, ჩვეულებრივ, მისი მიღება. ამ ალკალოიდს მცირე რაოდენობით შეიცავს ჩაიც. თეობრომინი მყარი ნივთიერებაა, იხსნება ცხელ წყალში. იგი ძალიან შარდმდენი მოქმედებით ხასიათდება, ალაგ ზნებს და ასტიმულირებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას. ცივ წყალში მცირე ხსნადობის გამო მედიცინაში იყენებენ მის მარილებს.

კოფეინი (1,3,7-ტრიმეთილქსანთინი) მნიშვნელოვანი რაოდენობით გვხვდება ყავის მარცვლებში (1,5%), განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით.

ანალგეტიკების უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია. იგი ძლიერი ტკივილგამაყუჩებელი თვისებებით ხასიათდება და ტრავმების დროს შოკის საწინააღმდეგო მოქმედებით გამოირჩევა. დიდი დოზებით მიღება იწვევს ძილს.

მედიცინაში მორფინი, ჩვეულებრივ, გამოიყენება ჰიდროქლო-რიდის სახით, ამასთან, სუფთა მორფინის გარდა იყენებენ აგრეთვე **ომნაპონს** (50% მორფინი) და **პანტაპონს** (ოპიუმის შემადგენლობაში შემავალი ოთხი ალკალოიდის ჰიდროქლორიდების ნარევი).

იზოქინოლინფენანტრენის ჯგუფის ალკალოიდების მეორე წარ-მომადგენელია მორფინის მეთილის ეთერი – **კოდეინი**. მისი რაოდენობა ოპიუმში შეადგენს 0,2-6%-ს. კოდეინი უფრო სუსტი ნარკოტიკული მოქმედებისაა, ვიდრე მორფინი, მაგრამ უფრო ძლიერად მოქმედებს ხველების ცენტრების აგზნებადობაზე, რის გამოც იგი ფართოდ გა-მოიყენება მედიცინაში ხველების საწინააღმდეგოდ. აღსანიშნავია, რომ ოპიუმის შემადგენლობაში შემავალ ერთ ალკალოიდს, მორფინის დიმეთილეთერს – **თებინს** ნარკოტიკული მოქმედება არ გააჩნია.

ხელოვნურად მიღებული ნაწარმებიდან საინტერესოა დიაცე-ტილმორფინი, ანუ **ჰეროინი**. იგი ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ნარკოტიკია. ამასთან, მისი ფიზიოლოგიური მოქმედება გაცილებით უფრო ძლიერია, ვიდრე მორფინისა.

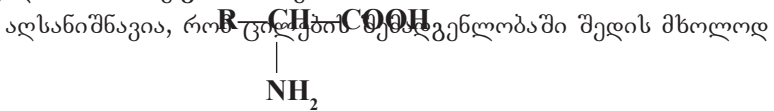
ამინმჟავები, პეპტიდები, ცილები

ამინმჟავები

ამინმჟავები ორგანული ნაერთებია, რომელთა მოლეკულები ერთ-დროულად შეიცავენ კარბოქსილის ჯგუფსა და ამინჯგუფს.

ბუნებაში დაახლოებით 300 ამინმჟავაა ცნობილი, რომელთაგან ზოგი მხოლოდ ერთ რომელიმე ორგანიზმში გვხვდება.

ამინმჟავები პროტოპლაზმაში გახსნილი ცალკეული მოლეკულების სახით არსებობს ან ერთმანეთთან კოვალენტური ბმებითა და კავშირებული, პეპტიდებისა და ცილების სახით. აღნიშნულ ბიოპოლიმერებში გვხვდება მხოლოდ α -ამინმჟავები, რომელთა ფორმულა ზოგადი სახით ასე გამოისახება:



α -ამინმჟავები.

ცხოველური ორგანიზმებისათვის α -ამინმჟავების ძირითადი წყაროა საკვები ცილები, მრავალი α -ამინმჟავა თვით ამ ორგანიზმში წარმოიქმნება, მაგრამ ცილის სინთეზისათვის საჭირო ზოგიერთი α -ამინმჟავა ორგანიზმში არ წარმოიქმნება და საჭიროა მათი გარედან შემოტანა. ისინი **შეუცვლელი ამინმჟავების** სახელწოდებითაა ცნობილი. ასეთი ამინმჟავებია: ვალინი, ლეიცინი, იზოლეიცინი, ლიზინი, ტრეონინი, მეთიონინი, ფენილალანინი და ტრიპტოფანი.

α -ამინმჟავები წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია, მრავალ მათგანს ტკბილი გემო აქვს.

α -ამინმჟავები მაღალი ლღობის ტემპერატურის მქონე ნივთიერებებია, რომლებიც ცუდად იხსნება არაპოლარულ ორგანულ გამხსნელებში. წყალში ხსნადობა მნიშვნელოვანი ფაქტორია ორგანიზმში ამინმჟავების ბიოლოგიური ფუნქციის შესრულებისათვის. ხსნადობასთანაა დაკავშირებული აგრეთვე მათი შეწოვა და ტრანსპორტი.

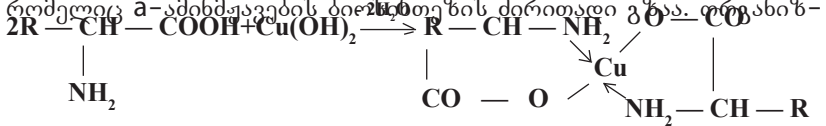
α -ამინმჟავები შედის როგორც კარბოქსილის, ისე ამინჯგუფი-

3. α -ამინმჟავები წარმოქმნის მარილებს არაორგანულ მჟავებთან:

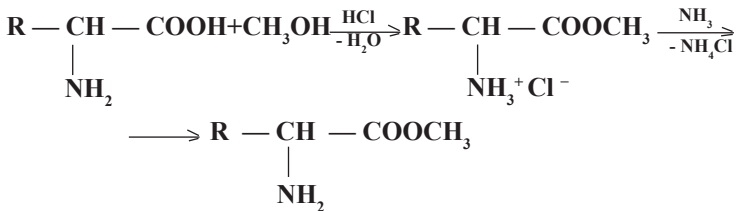
4. აზოტოვანმჟავის მოქმედებით α -ამინმჟავები გარდაიქმნება α - β იდროქსიმჟავებად:

5. α -ამინმჟავების ურთიერთქმედებით აღდეჰიდრებთან მიიღება ჩანაცვლებული იმინები (შიფის ფუძეები):

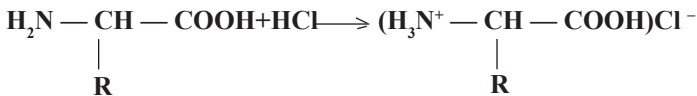
6. ძალზე მნიშვნელოვანი რეაქციაა გადაამინირების რეაქცია, რომელიც α -ამინმჟავების ბიოქიმიური სინთეზის ძირითადი ვაზაა. ორგანიზ-



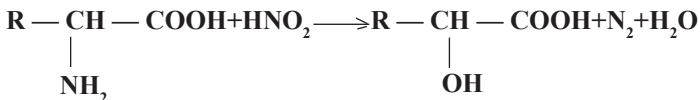
მისათვის საჭირო რომელიმე α -ამინმჟავა სინთეზირდება უჯრედებში. გადაამინირების საშუალებით ორგანიზმში ხდება ცალკეული



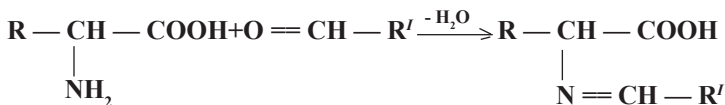
α -ამინმჟავის სიჭარბის თავიდან აცილება და, აქედან გამომდინარე, უჯრედებში ამინმჟავათა შემცველობის რეგულირება.



პეპტიდები. ცილები



პეპტიდები და ცილები მიეკუთვნება ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა უმნიშვნელოვანეს კლასს. ისინი ცოცხალი მატერიის

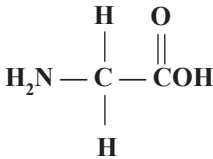


სათვის დამახასიათებელ რეაქციებში:

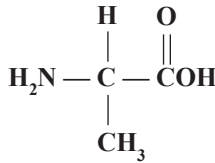
1. α -ამინმჟავები ფუძეებთან წარმოქმნის მარილებს, ამასთან. მარილებს მძიმე ლითონებთან შეიძლება ჰქონდეს კომპლექსური ხასიათი. მაგალითად, ახლად დამზადებულ სპილენძის ოქსიდთან ყველა α -ამინმჟავა წარმოქმნის ცისფერი ფერის სპილენძის კომპლექსს.

2. ქლორწყალბადის თანაობისას α -ამინმჟავების სპირტებით ეთერიფიცირების შედეგად მიიღება რთული ეთერი:

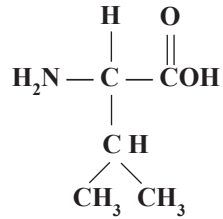
ამინმჟავები ნახშირწყალბადების გვერდითი ჯაჭვებით



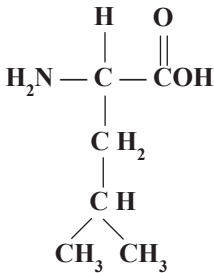
გლიცინი



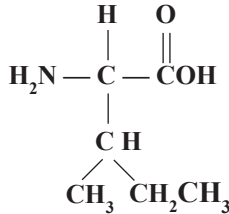
ალანინი



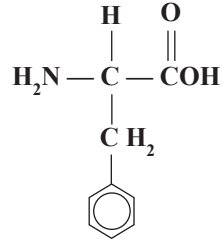
ვალინი



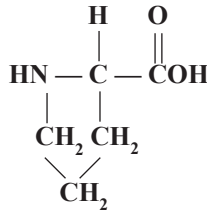
ლეიცინი



იზოლეიცინი

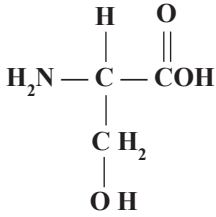


ფენილალანინი

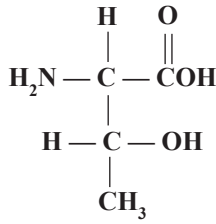


პროლინი

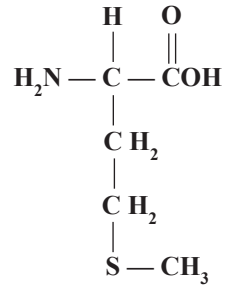
ამინჟეკეპეი პოლარული, ნეიტრალური გვერდითი ჯაჭვებით



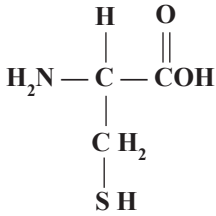
სერინი



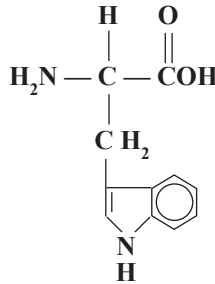
ტრეონინი



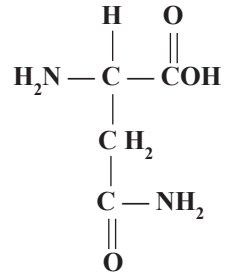
მეთიონინი



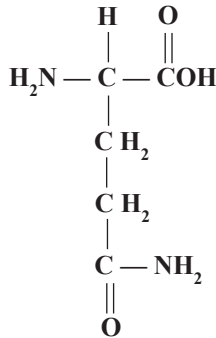
ცისტეინი



ტრიპტოფანი

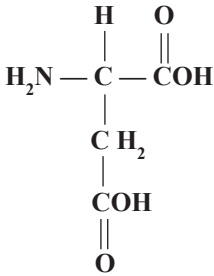


ასპარაგინი

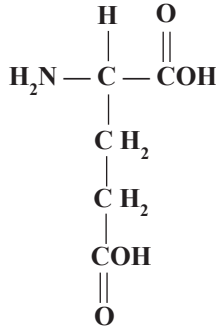


გლუტამინი

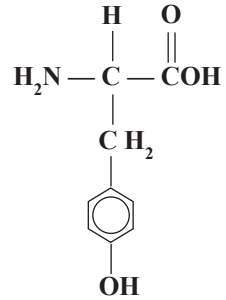
ამინმჟავები მჟავური ან ფუძის ფუნქციონალური ჯგუფებით
გვერდით დაჭკვებში



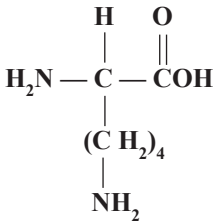
ასპარაგინის მჟავა



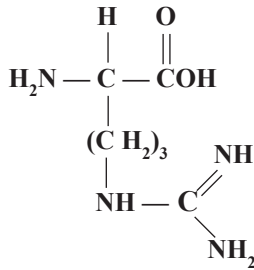
გლუტამინის მჟავა



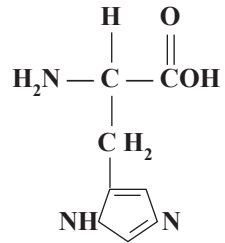
ტირაზინი



ლიზინი



არგინინი



ჰისტიდინი

როფილურობის გაზრდა.

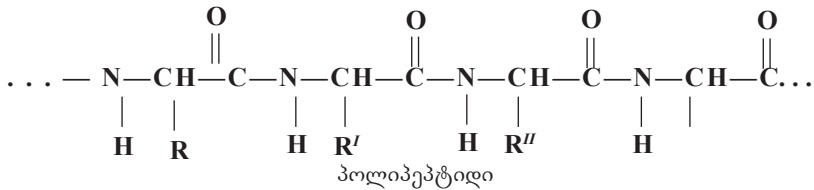
ამ მიზნით უფრო სწირად მიმართავენ რეაქციას ეთილქლოროფორმატთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება შერეული ანჰიდრიდი. ასე თანდათანობით, „ნაბიჯ-ნაბიჯ“ ხორციელდება პეპტილური ჯაჭვის ზრდა.

მე-20 საუკუნის 50-იან წლებიდან იწყება ბიოლოგიურად აქტიური ბუნებრივი პეპტიდების სინთეზის ერა. უდიდეს მიღწევას წარმოადგენს 1963-1965 წლებში გერმანელი მეცნიერების ცანის და კუნის, და ამერიკელი მეცნიერის კაცოიანისის მიერ განხორციელებული ინსულინის სინთეზი.

ცილები

ცილები რთული აღნაგობის ბიოპოლიმერებია, რომელთა შემადგენლობაში, გარდა პოლიპეპტილური ჯაჭვებისა, შეიძლება შეგვხვდეს სხვა ორგანულ ნაერთთა ნაშთები ან მოლეკულები. ნუკლეინმჟავებთან ერთად ცილები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ცოცხალ ბუნებაში.

ცილებს ყოფენ ორ დიდ ჯგუფად – მარტივ ცილებად, ანუ პროტე-



ინებად, და რთულ ცილებად, ანუ პროტეიდებად. მჟავა არეში პროტეინების ჰიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნება მხოლოდ α-ამინომჟავების ნარევი, ხოლო პროტეიდების ჰიდროლიზისას მათთან ერთად ხდება სხვა არაორგანული და ორგანული ნაერთების მიღება.

ცილებში პროტეინებს მიეკუთვნება: ალბუმინები, გლობულინები, გლუტელინები და სკლეროპროტეინები.

ალბუმინის წყალში კარგად იხსნება, გვხვდება რძეში, კვერცხის ცილაში და სისხლში.

ნებისმიერი ფორმის (მიკროორგანიზმები, მცენარეები, ცხოველები) ძირითადი კომპონენტებია.

პეპტიდები

პეპტიდები ისეთი ნაერთებია, რომლებიც აგებულია ამინმჟავების ნაშთებისაგან. პეპტიდებს ყოფენ ოლიგოპეპტიდებად (დი-, ტრი-, ტეტრა- და ა.შ. პეპტიდები), რომელთა მოლეკულები შეიცავს არაუმეტეს 10 ამინმჟავურ ნაშთს და პოლიპეპტიდებად.

პეპტიდების წარმოქმნა დაკავშირებულია **a**-ამინმჟავების მნიშვნელოვან თვისებებთან – მათი პოლიკონდენსაციის უნართან. როგორც პეპტიდებში, ისე ცილებში, ისინი ერთმანეთს უკავშირდებიან პეპტიდური (ამიდური) ბმებით, რომლებიც წარმოქმნილია ერთი ამინმჟავის კარბოქსილის ჯგუფისა და მეორის – **a**-ამინჯგუფის ხარჯზე:

პეპტიდური სინთეზის ეს რეაქცია მიმდინარეობს როგორც ცოცხალ ორგანიზმში (ბიოსინთეზი), ისე ლაბორატორიულ პირობებში (ქიმიური სინთეზი). ამასთან, აღნიშნული პროცესი გაცილებით უფრო რთულად მიდის, ვიდრე **a**-ამინმჟავათა პირდაპირი პოლიკონდენსაცია წყლის მოლეკულების გამოყოფით.

პირობითად მიღებულია, რომ პეპტიდები შეიცავს ასამდე, ხოლო ცილები – ასზე მეტ ამინმჟავურ ნაშთს.

პეპტიდებისა და ცილების ამინმჟავური შედგენილობის, ანუ მათში შემავალი **a**-ამინმჟავების თვისობრივი და რაოდენობრივი შედგენილობის დადგენა შესაძლებელია თანამედროვე ფიზიკური და ქიმიური მეთოდების გამოყენებით. დღეისათვის შემუშავებულია პეპტიდების სინთეზის სტრატეგია, რომლის მიხედვითაც შესაბამის ეტაპებზე საჭიროა ერთი ფუნქციური ჯგუფის დაცვა და მეორის გააქტიურება.

იმისათვის, რომ პეპტიდური სინთეზი საკმაოდ მაღალი სიჩქარით მიმდინარეობდეს, საჭიროა პირველი ამინმჟავის კარბოქსილის ჯგუფის გააქტიურება – მისი კარბონილური ნახშირბადატომის ელექტ-

პროცესების რეგულატორის ფუნქციას.

ცილის ბიოლოგიური ფუნქციის დასადგენად საჭიროა მისი მოლეკულური მექანიზმის დადგენა. ცილის პირველადი სტრუქტურა წარმოადგენს საფუძველს მისი მეორადი და მესამადი სტრუქტურის განსაზღვრისათვის.

ცილის პირველადი სტრუქტურის (ამინმჟავათა თანმიმდევრობის მონაცვლეობა) დადგენა შესაძლებელია ამინმჟავური თანმიმდევრობის უშუალო ანალიზით ან გენეტიკური კოდის დახმარებით.

ცილის მეორადი სტრუქტურის ქვეშ იგულისხმება პოლიპეპტიდური ჯაჭვის კონფორმაცია. ეს არის ჯაჭვებს შორის არსებული წყალბადური ბმებით სტაბილიზებული ზიგზაგისებრი პეპტიდური ჯაჭვების ასოციაცი. შემდეგ ხდება ხვეული კიბის მსგავსად ჯაჭვის დახვევა. α -სპირალის სტაბილიზება ხორციელდება პოლიპეპტიდური ჯაჭვის $C=O$ და $N-H$ ჯგუფებს შორის არსებული შიგამოლეკულური წყალბადური ბმებით.

ამინმჟავური ნაშთების რადიკალები სპირალის მიერ წარმოქმნილი ცილინდრის პერიფერიაზე მდებარეობს.

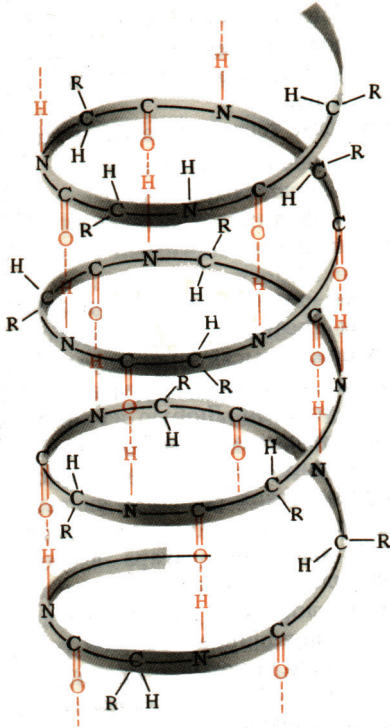
სპირალის თითოეულ ხვიაზე მოდის 3-6 ამინმჟავური ნაშთი.

პოლიპეპტიდური ჯაჭვი, რომელიც გარკვეული რაოდენობით შეიცავს მეორადი სტრუქტურის უბნებს, ჩვეულებრივ სივრცეში ეწყობა შედარებით კომპლექსური სისტემის სახით – ლებულობს მესამეულ სტრუქტურას. ამ სისტემის სტაბილიზებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წყალბადური ბმები გვერდითი რადიკალების ფუნქციურ ჯგუფებს შორის, დისულფიდური ბმები ერთი და იმავე ან სხვადასხვა ჯაჭვის ცისტეინურ ნაშთებს შორის, ვან-დერ-ვაალსური მიზიდულობის ძალებით განპირობებული ჰიდროფობური ურთიერთქმედება ამინმჟავური ნაშთების არაპოლარულ რადიკალებს შორის და იონური ურთიერთქმედება ამინმჟავური ნაშთების იონოგენურ რადიკალებს შორის.

მოთხვეული სტრუქტურის ქვეშ გულისხმობენ ერთნაირი ან სხვადასხვა პირველადი, მეორადი და მესამადი სტრუქტურის მქონე პო-

გლობულინები წყალში არ იხსნება, მაგრამ ხსნადია მარილთა განზავებულ ხსნარებში. მათ მიეკუთვნება სისხლის გლობულინები და ცილა მიოზინი. ეს უკანასკნელი გვხვდება კუნთებში.

გლუტელინები იხსნება მხოლოდ ტუტის განზავებულ ხსნარებში. გვხვდება მცენარეებში.



სილის α -სპირალური სტრუქტურა

სკლეროპროტეინები უხსნადი ცილებია. მათ მიეკუთვნება კურატინები, კანისა და შემაერთებელი ქსოვილის ცილა კოლაგენი და ბუნებრივი აბრეშუმის ცილა ფიბროინი.

პროტეიდები წარმოადგენენ შერეულ ბიოპოლიმერებს. არჩვენ: **გლიკოპროტეიდებს** – არაცილოვანი ნაწილის სახით შეიცავს ნახშირწყლებს ლიპოპროტეიდებს (შეიცავს ლიპიდებს), **ნუკლეოპროტეიდებს** – შეიცავს ნუკლეინმჟავებს, **ფოსფოპროტეინებს** – შეიცავს ფოსფორმჟავას ნაშთებს და **მეტალოპროტეინებს** – შეიცავს მეტალთა იონებს.

ცილები ფორმის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ფიბრილურ და გლობულურ ცილებად. ცილას, სადაც სიგრძის შეფარდება სიგ-

ანესთან 10-ზე მეტია ფიბრილური ეწოდება, ხოლო ცილას, სადაც სიგრძის შეფარდება სიგანესთან 10-ზე ნაკლებია – გლობულური.

ფიბრილური ცილები ქსოვილების ძირითად სამშენებლო ფუნქციას ასრულებს. გლობულური ცილები კი ასრულებენ სასიცოცხლო

ან არარსებობა იწვევს დაავადებას, რომელიც ცნობილია **შაქრიანი დიაბეტის** სახელწოდებით. ამ დროს გლუკოზის რაოდენობა სისხლში მატულობს, რაც იწვევს პათოლოგიური პროცესების განვითარებას. ინსულინი იყო პირველი ცილა, რომლისთვისაც მთლიანად იქნა გაშიფრული პირველადი სტრუქტურა. ამასთანავე, იგი პირველი ცილაა, რომლის ქიმიური სინთეზიც განხორციელდა. ინსულინის სხვადასხვა სახეობა ერთმანეთისაგან განსხვავდება A ჯაჭვის შედგენილობით – განსხვავებულია ამინმჟავური ნაშთები. ადამიანის ინსულინში ამინმჟავათა თანმიმდევრობა განსხვავდება ხარის ინსულინის, ცხვრის ინსულინის, ცხენის ინსულინის ამინმჟავათა თანმიმდევრობისაგან. მიუხედავად იმისა, რომ სინთეზურად უკვე მიღებულია ადამიანის ინსულინი, საწარმოო მასშტაბით მისი სინთეზი ეკონომიურად არახელსაყრელია. ამიტომ, ამჟამად ახდენენ ღორის ინსულინის (ადამიანის ინსულინისგან იგი განსხვავდება ერთი C-ბოლოიანი ამინმჟავური ნაშთით) გარდაქმნას ადამიანის ინსულინად ან იყენებენ გენური ინჟინერიის მეთოდებს.

მრავალი ტოქსიკური ნივთიერება ცილოვანი ბუნებისაა. ასეთებია: მიკრობული წარმოშობის ძალზე ძლიერი ტოქსინები, მიკროტოქსინები (შედის შხამიანი სოკოების შემადგენლობაში), ზოოტოქსინები, რომელთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ფუტკრის შხამისა და გველის შხამის პეპტიდ-ტოქსინები.

მრავალი ანტიბიოტიკი ან მთლიანად პეპტიდური ბუნებისაა, ან თავის სტრუქტურაში შეიცავს პეპტიდურ ფრაგმენტს.

ორგანიზმში არსებული ცილებიდან განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია **ჰემოგლობინი**. იგი სისხლის ერთროციტების ძირითადი კომპონენტია და ახორციელებს ჟანგბადის გადატანას ფილტვებიდან ქსოვილებამდე და ნახშირორჟანგის გადატანას ქსოვილებიდან ფილტვებამდე. სხვადასხვა სახეობის ჰემოგლობინს კრისტალების განსხვავებული ფორმა, ხსნადობა და ჟანგბადისადმი სწრაფვა აქვს.

ჰემოგლობინის რომელიმე ჯაჭვის სტრუქტურის შეცვლა იწვევს გარკვეულ დაავადებებს. მაგალითად, ნორმალური ჰემოგლობინის რო-

ლიპეპტიდური ჯაჭვების ჩაწყობის ხერხს სივრცეში და ფუნქციური და სტრუქტურული თვალსაზრისით ერთიანი მაკრომოლეკულური წარმონაქმნის ფორმირებას, სადაც თითოეული ჯაჭვი ინარჩუნებს თავის პირველად, მეორეულ და მესამეულ სტრუქტურას და გამოდის ერთი უფრო მაღალორგანიზებული სივრცითი სტრუქტურის მქონე კომპლექსის როლში.

პეპტიდების და ცილების ბიოლოგიური როლი

დღეისათვის დადგენილია მრავალი პეპტიდისა თუ ცილის აღნაგობა და ბიოლოგიური როლი.

1975 წელს ამერიკელი მეცნიერის, ჰიუზის მიერ აღმოჩენილ იქნა პეპტიდთა ჯგუფი, რომელიც გავლენას ახდენს ნერვული იმპულსების გადაცემაზე.

სასიცოცხლო პროცესების ყველაზე უფრო საინტერესო თავისებურება მდგომარეობს ორგანიზმის უნარში, დამოუკიდებლად არეგულიროს თავისი ქიმიური რეაქციები. ცხოველურ ორგანიზმში ეს პროცესები მიმდინარეობს ჰორმონების დახმარებით, რომელთა სინთეზი ხორციელდება სხვადასხვა ორგანოების მეშვეობით.

ჰორმონული აქტივობით გამოირჩევა ცალკეული პეპტიდები, რომელთაც პეპტიდ-ჰორმონების სახელწოდება მიიღეს.

I საუკუნის ბოლოს დადგენილ იქნა, რომ თირკმელები მონაწილეობას ღებულობს არტერიული წნევის რეგულირებაში. მალე მათი ქერქიდან გამოყოფილ იქნა **რენინი**, ნივთიერება, რომლის შეყვანა ვენაში იწვევდა წნევის გაზრდას. ამ ნაერთის შემცველობის დადგენას სისხლში დიდი მნიშვნელობა აქვს მიოკარდის ინფარქტისა და სხვა დაავადებათა დიაგნოსტიკისათვის.

უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს კუჭქვეშა ჯირკვლის მიერ სინთეზირებულ ჰორმონს **ინსულინს**. აღმოჩენილ იქნა, რომ კუჭქვეშა ჯირკვალი არეგულირებს გლუკოზის რაოდენობას სისხლში. ეს ჰორმონი მნიშვნელოვანია ორგანიზმისთვის, რადგან მისი ნაკლებობა

მელიძე ჯაჭვის სტრუქტურის მემკვიდრეობითი ცვლილება იწვევს ე.წ. „მოლეკულურ დაავადებებს“, რომლებიც ცნობილია ჰემოგლობინოპათიების სახელწოდებით. ასეთი დაავადებაა ნამგლისებრ-უჯრედული ანემია, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული სამხრეთ ამერიკისა და აფრიკის კონტინენტზე. დაავადება ძალზე მწვავედ მიმდინარეობს და ხშირად სიკვდილითაც მთავრდება.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ბიოკატალიზატორები – **ფერმენტები** ცილოვანი ბუნების ნაერთებია. მათი მოლეკულური მასები მერყეობს 10000–100000 ფარგლებში. ჩვეულებრივ, ფერმენტში ერთი ან რამდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვია. ფერმენტების კლასიფიკაციას ახდენენ იმ რეაქციების მიხედვით, რომელთა კატალიზებასაც ახდენენ ისინი. ამის მიხედვით არჩევენ : **ოქსიდორედუქტაზებს** (ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების წარმართველი ფერმენტები), **ტრანსფერაზებს** (ფუნქციური ჯგუფების გადამტანი ფერმენტები), **ჰიდროლაზებს** (მაკროლიზებელი ფერმენტები).

ცილების ხელოვნური სინთეზი

ცილების მიღება ქიმიური გზით ბიოლოგიური ქიმიის ერთ-ერთი უმთავრესი პრობლემაა. ამ მხრივ, უკანასკნელ დროს, დიდი შედეგებია მიღწეული, რაშიც გადამწყვეტი როლი ითამაშა დნმ-ის გენეტიკური როლის გაშიფვრამ და ცილის ბიოსინთეზის ძირითადი პროცესების შესწავლამ. გამოჩენილმა ინგლისელმა ბიოქიმიკოსმა ფრედერიკ სენგერმა პირველად განახორციელა ინსულინის ხელოვნური სინთეზი. 1953 წელს ფ. სენგერმა დაადგინა ცილა ინსულინის ქიმიური აგებულება. ეს იყო პირველი ცილა, რომლის ქიმიური ფორმულა ცნობილი გახდა. ამავე წლებში ამერიკელმა მეცნიერმა ვინსენტო დიუ ვინიემ განახორციელა ცილა-ჰორმონების, ოქსიტოცინისა და ვაზოპრესინის ხელოვნური სინთეზი. ფ. სენგერსა და დიუ ვინიეს ამ გამოკვლევები-სათვის 1956 წელს მიენიჭათ ნობელის პრემია.

ნახშირწყლები

ნახშირწყლები, ცილებთან და ლიპიდებთან ერთად, წარმოადგენს ცოცხალი ორგანიზმის შემადგენლობაში შემაჯავალ ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ნაერთს. ისინი გავრცელებულია როგორც ცხოველურ (მშრალი მასის 2 %), ისე მცენარეულ (მშრალი მასის 80 %) სამყაროში. ადამიანის ორგანიზმში ნახშირწყლებს ძალზე მნიშვნელოვანი ფუნქცია აკისრია.

ნახშირწყლები გამოიყენება ნუკლეინმჟავათა სინთეზისათვის, წარმოადგენს ნუკლეოტიდური კოფერმენტების შემადგენელ კომპონენტებს, შედის შერეული ბიოპოლიმერების (გლიკოპროტეინები, გლიკოლიპიდები) შემადგენლობაში, რომელთა ფუნქციები ადამიანის ორგანიზმში რთული და მნიშვნელოვანია.

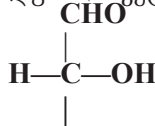
ტერმინი „ნახშირწყლები“ პირველად შემოტანილ იქნა I ს-ის 40-იან წლებში, რადგანაც იმ პერიოდისათვის ცნობილ აღნიშნულ ბუნებრივ ნაერთთა შედგენილობის გამოსახვა შეიძლებოდა ფორმულით $C_n(H_2O)_m$.

ნახშირწყლები შეიძლება დავეოთ სამ დიდ ჯგუფად: მონოსაქარიდებად, ოლიგოსაქარიდებად და პოლისაქარიდებად. **მონოსაქარიდები** უმარტივესი ნახშირწყლებია, რომლებიც აღარ ჰიდროლიზდება უფრო მარტივ ნაერთებად. **პოლისაქარიდები** წარმოადგენს მონოსაქარიდების პოლიკონდენსაციის პროდუქტს. ისინი ტიპური პოლიმერებია და ხშირად აგებულია ათასობით მონოსაქარიდული ნაშთისაგან. **ოლიგოსაქარიდებს** შუალედური ადგილი უჭირავს მონო- და პოლისაქარიდებს შორის (შეიცავს 2-10 მონოსაქარიდულ ნაშთს).

ბონილური ჯგუფისა და რომელიმე ჰიდროქსიდის ჯგუფის ურთიერთქმედების შედეგად. საუკუნის 20-იან წლებში ჰეუორსმა ექსპერიმენტულად დაადგინა ზოგიერთი მონოსაქარიდის ციკლის ზომა. მისივე წინადადებით, ექვსწევრიანი ციკლებით გამოსახულ ნახშირწყლებს **პირანოზები** ეწოდება, ხოლო ხუთწევრიანი ციკლებით გამოსახულს – **ფურანოზები**.

მყარ მდგომარეობაში მონოსაქარიდებს ციკლური აღნაგობა აქვს. მაგალითად, სპირტიდან ან წყლიდან გამოკრისტალებისას **D-გლუკოზა** მიიღება **a-D-გლუკოპირანოზის** სახით, ხოლო პირიდინიდან გამოკრისტალებისას – **b-D-გლუკოპირანოზის** სახით. ისინი განსხვავებული კუთხით აბრუნებენ სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყეს. **შაქრის ხსნარების მიერ სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის კუთხის შეცვლას დროის განმავლობაში მუტაროტაცია ეწოდება**. ამ პროცესის ქიმიური საფუძველია მონოსაქარიდების ტაუტომერიის, ანუ **ციკლური და ღია ფორმების წონასწორული ნარევის სახით არსებობის უნარი**. ტაუტომერიის ამ სახეს **ციკლო-თქო ტაუტომერია** ეწოდება.

მონოსაქარიდები წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია. უმრავლესობას ტკბილი გემო აქვს. მოლეკულის შემადგენლობაში ჰიდროქსილისა და ალდეჰიდური (ან კეტონური) ჯგუფების არსებობის



გამო მონოსაქარიდები შედის სპირტებისა და ალდეჰიდებისათვის (ან კეტონებისათვის) დამახასიათებელ რეაქციებში.

სპირტებთან, ფენოლებთან და სხვა ჰიდროქსილშემცველ ნაერთებთან ურთიერთქმედებისას, მჟავური კატალიზის პირობებში, მონოსაქარიდები წარმოქმნის ციკლურ აცეტალებს – **გლიკოზიდებს** (გლუკოზიდებს, მანოზიდებს, გალაქტოზიდებს და ა. შ.).

ყველა სხვა აცეტალის ანალოგიურად, გლიკოზიდები ადვილად ჰიდროლიზდება განზავებული მჟავებით, მაგრამ ისინი საკმაოდ

მონოსაქარიდები და მისი ნაწარმები

მონოსაქარიდები (მონოზები) წარმოადგენს პოლიჰიდროქსიალდეჰიდებსა და პოლიჰიდროქსიკეტონებს. ამასთან, ალდეჰიდის ჯგუფის შემცველ მონოსაქარიდებს **ალდოზებს** უწოდებენ, ხოლო კეტონური ჯგუფის შემცველ მონოსაქარიდებს – **კეტოზებს**. დაბოლოება – **ოზა** დამახასიათებელია ნებისმიერი მონოსაქარიდისათვის.

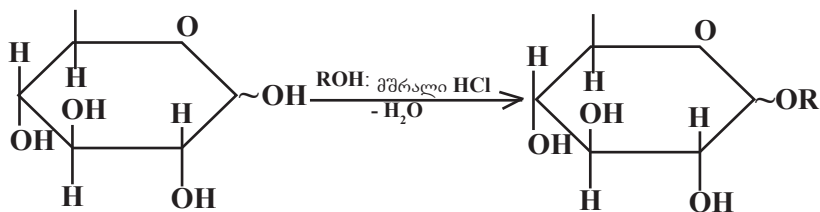
ჯაჭვში ნახშირბადატომების რაოდენობის მიხედვით არჩევენ: ტრიოზებს, ტეტროზებს, პენტოზებს, ჰექსოზებს და ა.შ. მათგან ბუნებაში ყველაზე გავრცელებულია პენტოზები და ჰექსოზები.

მონოსაქარიდებისათვის დამახასიათებელია მოლეკულაში ასიმეტრიული ნახშირბადატომების არსებობა, რომელთა რიცხვი ჯაჭვის სიგრძის ზრდასთან ერთად მატულობს.

მონოსაქარიდების კონფიგურაციის განსაზღვრა, ე.ი. D- ან L-სტერეოქიმიური რიგისადმი მათი მიკუთვნება, ხორციელდება ოქსიჯგუფიდან ყველაზე უფრო დაშორებული ნახშირბადვტომის კონფიგურაციის შედარებით D- ან L-გლიცერინის ალდეჰიდის ქირალური ცენტრის კონფიგურაციასთან.

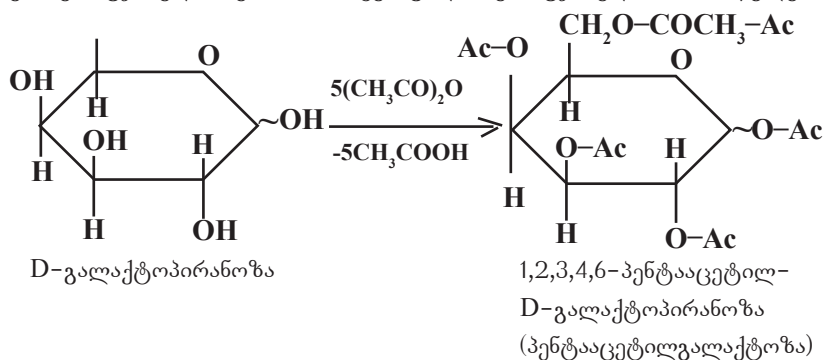
მონოსაქარიდების D, L-სისტემა ასახავს რამდენიმედან მხოლოდ ერთი ქირალური ნახშირბადატომის კონფიგურაციას, მაგრამ მიუხედავად ამისა ეს სისტემა დღემდე ყველაზე უფრო ხშირად იხმარება და მხოლოდ იშვიათ შემთხვევაში იცვლება R, S-სისტემით.

მონოსაქარიდების სტრუქტურები აციკლურია. სინამდვილეში ეს ნაერთები იმყოფება ნახევრადაცეტალური ციკლური ფორმების სახით, რომელთა წარმოქმნა ხორციელდება მონოსაქარიდის კარ-



ნებისმიერი ცხოველური და მცენარეული ორგანიზმის შემადგენლობაში. რიბოზისა და დეზოქსირიბოზის ფოსფატები წარმოადგენს ნუკლეინმჟავებისა და კოფერმენტების სტრუქტურულ ელემენტებს. ნახშირწყლების მეტაბოლიზმი, ფოტოსინთეზი, დუდილი და მრავალი სხვა ბიოლოგიური პროცესი ხორციელდება მონოსაქარიდების ფოსფატების მონაწილეობით. განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია გლუკოზო-1-ფოსფატი, გლუკოზო-6-ფოსფატი და ფრუქტოზო-1,6-დიფოსფატი:

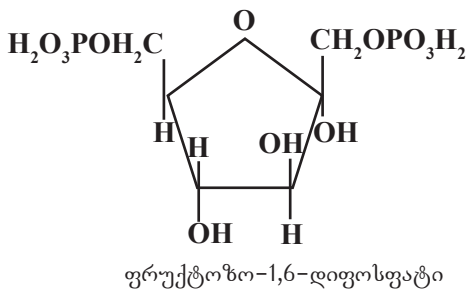
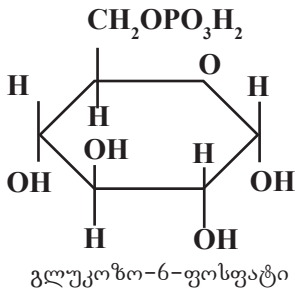
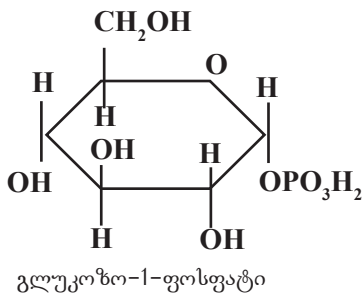
ნახშირწყლების რეაქციისუნარიანობის გაზრდის გარდა ფოსფორილირება უჯრედისათვის იმიტომაცაა ხელსაყრელი, რომ ეს ნაერთები უჯრედის მემბრანაში ვერ გადის, ე.ი. უჯრედი ნახშირწყლებს



იკავებს მათ ფოსფორილირებულ მდგომარეობაში არსებობის გამო.

მონოსაქარიდებზე სუსტი დამჟანგველების (მაგალითად, ბრომიანი წყლის) მოქმედებისას ხდება მხოლოდ ალდეჰიდური ჯგუფის დაჟანგვა გლიკონმჟავების წარმოქმნით:

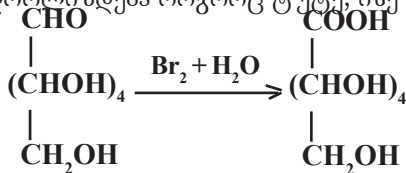
მხოლოდ პირველადსპირტული ჯგუფის დაჟანგვისას ხდება გლიკურონმჟავების წარმოქმნა. გლიკურონმჟავები შედარებით ადვილად დეკარბოქსილირდება, ამიტომ ამ გზით შესაძლებელია ჰექსოზებიდან პენტოზების მიღება. ურონმჟავები შედის პოლისაქარიდების შემადგენლობაში. ისინი ხსნადი გლიკურონიდების სახით ორგანიზმიდან შარდთან ერთად გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს.



მდგრადებია სუსტ ტუტე არეში ჰიდროლიზის მიმართ. ამასთან, ფურანოზიდები, პირანოზიდებთან შედარებით, გაცილებით სწრაფად ჰიდროლიზდება.

ალკილჰალოგენიდებთან და ალკილსულფატებთან ურთიერთქმედებისას მონოსაქარიდები წარმოქმნის მარტივ ეთერებს.

მაცილირებელი აგენტების (მაგალითად, მჟავათა ანჰიდრიდების) ურთიერთქმედებისას მონოსაქარიდები წარმოქმნის რთულ ეთერებს, რომლებიც ჰიდროლიზდება როგორც ტუტე, ისე მჟავა არეში:



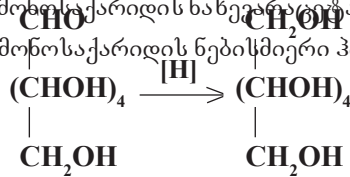
მონოსაქარიდების რთული ეთერებიდან განსაკუთრებით საყურადღებოა ფოსფორმჟავას ეთერები (ფოსფატები). ეს ნაერთები შედის

ტალების უნარი არ გააჩნიათ.

ოლიგოსაქარიდები

მონოსაქარიდების რიცხვის მიხედვით ოლიგოსაქარიდები იყოფა დისაქარიდებად, ტრისაქარიდებად, ტეტრასაქარიდებად, პენტასაქარიდებად და ა.შ. ოლიგოსაქარიდებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დისაქარიდები, ანუ ბიოზები.

დისაქარიდები ორი ერთნაირი ან განსხვავებული მონოსაქარიდული ნაშთისაგან შედგება, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია O-გლიკოზიდური ბმით. ამ უკანასკნელის წარმოქმნაში მონაწილეობს ერთი მონოსაქარიდის ნახევარაქციტალური ჰიდროქსილის ჯგუფი და მეორე მონოსაქარიდის ნებისმიერი ჰიდროქსილის ჯგუფი.



დისაქარიდები მყავა არეში ჰიდროლიზდება მონოსაქარიდების წარმოქმნით. დისაქარიდის შემადგენლობაში შემავალი ორივე მანოზა შესაძლებელია ერთნაირი ან განსხვავებული იყოს.

დისაქარიდებიდან აღსანიშნავია ლაქტოზა ან რძის შაქარი. იგი შედის რძის შემადგენლობაში (4-5%). მას ლებულობენ რძის შრატებიდან ხაჭოს მოცილების გზით.

დისაქარიდების წარმომადგენელ ლაქტოზას იყენებენ ფარმაცევტულ პრაქტიკაში ფხვნილებისა და აბების დასამზადებლად, როგორც ნაკლებად ჰიგროსკოპიულ შაქარს და, აგრეთვე, საკვებად ჩვილი ბავშვებისათვის. აღსანიშნავია, რომ დედის რძე შეიცავს 8% ლაქტოზას. ამ უკანასკნელს 4-5-ჯერ ნალები სიტკბო აქვს, ვიდრე საქაროზას.

ყველა დისაქარიდი შედის მონოსაქარიდებისათვის დამახასიათებელ მრავალ ქიმიურ რეაქციაში. ისინი წარმოქმნიან მარტივ და

ნიკელის ან პალადიუმის კატალიზატორის თანაობისას მონოსაქარიდების წყალბადით აღდგენით ხდება მრავალატომიანი სპირტების წარმოქმნა (მაგალითად, გლუკოზიდან მიიღება გლუციტი ანუ სორბიტი, გალაქტოზიდან – გალაქტიტი, ანუ ღუციტი, მანიზიდან – მანიტი და ა.შ.). ისინი წყალში ადვილად ხსნადი, ტკბილი გემოს მქონე კრისტალური ნივთიერებებია. ზოგიერთი მათგანი (ქსილიტი, სორბიტი) ცვლის შაქარს დიაბეტის დროს.

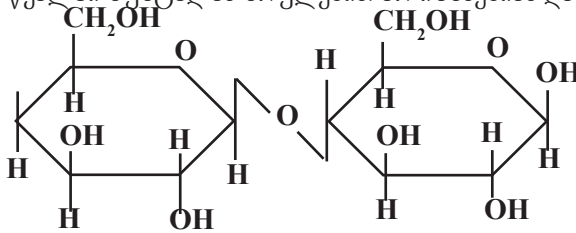
რთული ნახშირწყლები

რთული ნახშირწყლები ისეთი ნაერთებია, რომლებიც ჰიდროლიზის შედეგად იძლევიან მარტივ ნახშირწყლებს – მონოზებს.

რთული ნახშირწყლები იყოფა ორ ჯგუფად: **ოლიგოსაქარიდებად** და **პოლისაქარიდებად**.

ოლიგოსაქარიდები დაბალმოლეკულური წონის მქონე პოლისაქარიდებია, რომლებიც წყალში იხსნებიან და დაკრისტალურების უნარი აქვთ.

პოლისაქარიდები მაღალმოლეკულური წონის მქონე ნაერთებია, რომლებიც წყალში სუსტად ან სრულებით არ იხსნებიან და დაკრისტ-



β-ლაქტოზა

რთულ ეთერებს. დისაქარიდი შეიძლება არსებობდეს როგორც დია, ისე ციკლური სახით, რის გამოც მათ ხსნარებს გააჩნია მუტაროტაციის უნარი.

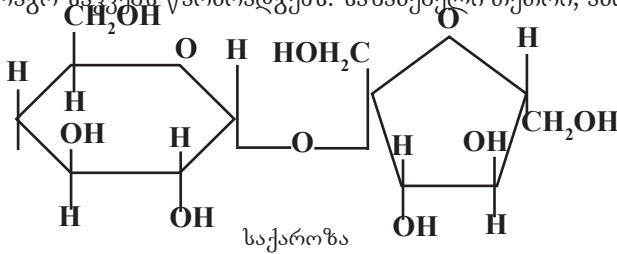
დისაქარიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია საქაროზა (ლერწმის შაქარი). იგი ფართოდაა გავრცელებული მცენარეულ სამყაროში და მცირე რაოდენობით შედის თითქმის ყველა მცენარის შე-

წარმოქმნამდე, ხოლო არასრულ ჰიდროლიზს – ოლიგოსაქარიდების (მათ შორის, დისაქარიდების) წარმოქმნამდე. პოლიოზებს გააჩნია დიდი მოლეკულური მასა, მათთვის დამახასიათებელია მაკრომოლეკულების ორგანიზაციის უფრო მაღალი დონე.

პოლისაქარიდული ჯაჭვი შეიძლება იყოს განშტოებული ან არა-განშტოებული (სახოვანი), პოლიოზი, რომელიც შედგება მხოლოდ ერთი მონოსაქარიდის ნაშთისაგან – ჰომოპოლისაქარიდია, სხვადასხვა მონოსაქარიდული ნაშთებისაგან შემდგარი პოლიოზი კი – ჰეტეროპოლისაქარიდია.

ჰომოპოლისაქარიდებს მიეკუთვნება: სახამებელი, ცელულოზა, გლიკოგენი, დექსტრანები, ქიტონი და სხვა.

სახამებელი α -გლუკოზის ნაშთებისაგან შემდგარი ორი ჰომოპოლისაქარიდის – ამილოზის (10-20 %) და ამილოპექტინის (80-90%) ნარევაა. იგი წარმოიქმნება მცენარეებში ფოტოსინთეზის შედეგად და სამარაგო საკვებს წარმოადგენს. სახამებელი თეთრი, ამორფული



ნივთიერებაა; ცივ წყალში არ იხსნება. ცხელ წყალში იჯირჯვება და მისი გარკვეული ნაწილი თანდათანობით იხსნება. სახამებლის სწრაფი გაცხელებისას მასში ჰიგროსკოპიული ტენის (10-20%) არსებობის გამო ხდება მაკრომოლეკულური ჯაჭვის ჰიდროლიზური დაშლა, რის შედეგადაც მიიღება უფრო დაბალმოლეკულური პოლისაქარიდების ნარევი – დექსტრინები. ნაწილობრივ დექსტრინიზებული სახამებელი შედარებით კარგად იხსნება წყალში და ცნობილია **ხსნადი სახამებლის** სახელწოდებით. დექსტრინიზება მიმდინარეობს პურის ცხობის

მადგენლობაში. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გვხვდება შაქრის ლერწმისა და შაქრის ჭარხლის შემადგენლობაში (28 %), საიდანაც ხდება საწარმოო მასშტაბებით მისი მიღება. ამ დისაქარიდში D-გლუკოზა (პირანოზულ ფორმაში) და დაკავშირებულია D-ფრუქტოზასთან (ფურანოზულ ფორმაში) ნახშირბადის ატომებთან არსებული ჰიდროქსიდის ჯგუფების ხარჯზე:

აღსანიშნავია, რომ საქაროზა სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ, ხოლო მისი ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული პროლუქტებიდან ფრუქტოზა უფრო ძლიერ აბრუნებს პოლარიზაციის სიბრტყეს მარცხნივ, ვიდრე გლუკოზა – მარჯვნივ. ამიტომაც მათი ნარევი სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყეს მარცხნივ აბრუნებს. ამრიგად საქაროზას ჰიდროლიზის შედეგად ეცვლება ბრუნვის მიმართულება. ამ პროცესს **ინვერსია** ეწოდება, ხოლო ჰიდროლიზის შედეგად მიღებულ ნარევს – **ინვერტული შაქარი**.

დისაქარიდული ფრაგმენტი შედის ზოგიერთი ნახშირწყლოვანი ანტიბიოტიკის შემადგენლობაში. ასე მაგალითად, ამინგლიკოზიდი სტრეპტომიცინი შეიცავს სტრეპტოზისა და N-მეთილირებული L-გლუკოზამინის აშთებს.

სტრეპტომიცინი გამოიყენება იმ ბაქტერიების საწინააღმდეგოდ, რომლებიც მდგრადებია პენიცილინების მიმართ.

პოლისაქარიდები

პოლისაქარიდები (პოლიოზები) მონოსაქარიდების ან მათი ნაწარმების პოლიკონდენსაციის შედეგად მიღებული მაღალმოლეკულური ნახშირწყლებია. ქიმიური ბუნების მიხედვით პოლისაქარიდები უნდა განვიხილოთ, როგორც პოლიგლიკოზიდები.

პოლისაქარიდთა გლიკოზიდური ბუნება განაპირობებს მათ ადვილ ჰიდროლიზს მჟავა არეში და მაღალ მდგრადობას ტუტე არეში. სრულ ჰიდროლიზს მიეყვართ მონოსაქარიდების ან მათი ნაწარმების

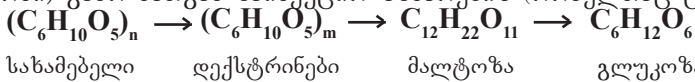
პროცესში. დექსტრინებად გარდაქმნილი ფქვილის სახამებელი კარგი ხსნადობის გამო უფრო ადვილად შეითვისება ორგანიზმის მიერ.

ამილოზის დისაქარიდული ფრაგმენტი **მალტოზაა**. მისი ჯაჭვი არ არის განშტოებული, შეიცავს 200-1000 გლუკოზის ნაშთს, მოლეკულური მასა 40000-160000. ამილოზის მაკრომოლეკულა სპირალურადაა დახვეული, ამასთან, სპირალის თითოეულ ხვიაზე 6 მონოსაქარიდული ნაშთი თავსდება, იოდთან წარმოიქმნება კომპლექსი. იოდის კომპლექსს ამილოზასთან ლურჯი შეფერვა გააჩნია, რის გამოც იგი გამოიყენება როგორც სახამებლის, ისე იოდის აღმოსაჩენად.

საჭმლის მომნელებელ ორგანოებში მოქმედებს სხვადასხვა ფერმენტები, რომლებიც წყვეტს როგორც α -1-4-, ისე α -1,6-გლიკოზიდურ ბმებს სახამებლის მაკრომოლეკულაში. ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტი კი გლუკოზაა:

გლიკოგენი (ცხოველური სახამებელი) – ორგანიზმში მცენარეული სახამებლის სტრუქტურული და ფუნქციური ანალოგია. განშტოების წერტილებს შორის აქ 10-12 (ზოგჯერ 6) გლიკოზიდური ნაშთია. გლიკოგენის მოლეკულური მასა 100 მილიონს აღწევს. იგი სამარაგო პოლისაქარიდია.

დექსტრანები ბაქტერიული წარმოშობის პოლისაქარიდებია. მათ ღებულობენ საქაროზის ხსნარზე მიკროორგანიზმების მოქმედებით. დექსტრანებს იყენებენ სისხლის პლაზმის შემცვლელად, მაგრამ ბუნებრივი დექსტრინების მაღალი მოლეკულური მასის (რამდენიმე მილიონი) გამო მათგან საინექციო ხსნარების (რომელთაც ცუდი



ხსნადობა გააჩნია) მომზადება არ ხერხდება. ამასთან დაკავშირებით, მჟავური ჰიდროლიზით ან ულტრაბგერის მოქმედებით ახდენენ მოლეკულური მასის შემცირებას 50-100 ათასამდე, ღებულობენ რა „კლინიკურ დექსტრინებს“ (პრეპარატი პოლიგლუკინი).

ცელულოზა, ანუ უჯვრედისი ყველაზე უფრო გავრცელებული მცენარეული პოლისაქარიდია. ხის მერქანი შეიცავს 50-70% ცელუ-

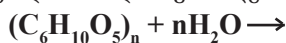
ლოზას, ბამბა თითქმის სუფთა ცელულოზაა. ამ პოლისაქარიდის მაკრომოლეკულური ჯაჭვი არაა განშტოებული. მასში 2500–12000 გლუკოზური ნაშთია. ცელულოზის მოლეკულური მასა იცვლება 400 ათასიდან 1–2 მილიონამდე. ნახშირბადატომის b-კონფიგურაცია განაპირობებს ცელულოზის მაკრომოლეკულის ხაზოვან აღნაგობას, რაც თავის მხრივ იწვევს წყალბადური ბმების წარმოქმნას როგორც ჯაჭვის შიგნით, ისე ჯაჭვებს შორის. პოლიმერული ჯაჭვების ასეთი აღნაგობა უზრუნველყოფს მაღალ მექანიკურ სიმტკიცეს, წყალში უხსნადობას, ქიმიურ ინერტულობას, რის გამოც ცელულოზა წარმოადგენს საუკეთესო მასალას მცენარის უჯრედის კედლების ასაგებად. კუჭ–ნაწლავის ტრაქტის ფერმენტები ვერ შლის ცელულოზას, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ეს უკანასკნელი აუცილებელია კვებისათვის.

ქიტინი შედის ქვეწარმავალთა რქოვანი გარსის შემადგენლობაში. ეს ჰომოპოლისაქარიდი ცხოველურ ორგანიზმში ასრულებს ისეთივე ფუნქციას, როგორსაც ცელულოზა მცენარეებში.

ქიტინი, როგორც წესი, არ გვხვდება თავისუფალი სახით. ჩვეულებრივ, იგი უკავშირდება ცილებს, ლიპიდებს, პიგმენტებსა და არაორგანულ მჟავებს.

აღნაგობითა და ფუნქციით ცელულოზასა და ქიტინს ემსგავსება ბაქტერიათა უჯრედების კედლის პოლისაქარიდი მურამინი (ლათ. murus – კედელი). უჯრედის კედელი მურამინს შეიცავს ნახშირწყლოვან-ცილოვანი კომპლექსის, მურეინის შემადგენლობაში.

ჰეტეროპოლისაქარიდებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია შემართებული ქსოვილის პოლისაქარიდებს, რომელთა შორის კარგადაა



D-გლუკოზა

შესწავლილი ქონდროიტინსულფატები, ჰიალურინომჟავა და ჰეპარინი.

ჰიალურინომჟავას მოლეკულური მასა 2–7 მილიონის ფარგლებში მერყეობს. ამ ჰეტეროპოლისაქარიდის ხსნარი დიდი სიბლან-

ტით გამოირჩევა, რაც უზრუნველყოფს შემაერთებელი ქსოვილის ბარიერულ ფუნქციას. შემაერთებელ ქსოვილში ჰიალურინომჟავა არაუჯრედული ნივთიერების ძირითადი კომპონენტია. ეს ჟელატინის მაგვარი ნივთიერება ქსოვილებში ავსებს უჯრედშორის სივრცეს.

ჰეპარინის დისაქარიდული ფრაგმენტი შეიცავს D-გლუკოზ-ამინისა და D-გლუკორონმჟავას. გლუკოზამინების ნაშთების დიდი უმრავლესობა სულფატირებულია, ხოლო მცირე ნაწილი კი აცეტილირებული. ჰეპარინის მოლეკულური მასა 16000–20000 ფარგლებში მერყეობს.

ჰეპარინი პროტეინებთან ნაერთის სახით გვხვდება გულში, კუნთებში, ღვიძლსა და ძუძუმწოვართა სხვა ქსოვილებში. იგი ახანგრძლივებს სისხლის შედედებისათვის საჭირო დროს და მედიცინაში გამოიყენება ანტიკოაგულანტად. ქონდროიტინსულფატის ანალოგიურად ჰეპარინიც უერთდება ცილას.

ნუკლეინმჟავები

1869 წელს შვეიცარიელმა ექიმმა მიშერმა ლეიკოციტების ბირთვებიდან გამოჰყო მჟავა ბუნების მქონე ნივთიერება, რომელსაც მან ნუკლეინი (ლათ. nucleus – ბირთვი) უწოდა. თვით ტერმინი ნუკლეინმჟავები შემოღებულ იქნა 20 წლის შემდეგ. ამ ნივთიერების ბიოლოგიური ფუნქცია კი უცნობი რჩებოდა კიდევ, დაახლოებით, 70 წელი. მხოლოდ საუკუნის 40-იან წლებში დადგენილ იქნა, რომ ნუკლეინმჟავა, კერძოდ კი დეზოქსირიბონუკლეინმჟავა, არის გენეტიკური ინფორმაციის გადამცემი.

ნებისმიერ ცოცხალ ორგანიზმში ნუკლეინმჟავათა ორი ტიპი გვხვდება – რიბონუკლეინმჟავა (რნმ) და დეზოქსირიბონუკლეინმჟავა (დნმ).

ნუკლეინმჟავები ასრულებს რიგ მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ ფუნქციებს, რომლებიც არ არის დამახასიათებელი სხვა ბიოპოლიმერებისათვის. ამ ფუნქციებიდან ძირითადია მემკვიდრეობითი ინფორმაციის შენახვისა და გადაცემის უზრუნველყოფა და უშუალო მონაწილეობა ამ ინფორმაციის რეალიზაციის მექანიზმში ყველა უჯრედული ცილის სინთეზის პროგრამირების გზით. ნუკლეინმჟავათა სტრუქტურული კომპონენტები, გარდა ამისა, ასრულებს კოფაქტორების ფუნქციებს, შედის კოფერმენტების შემადგენლობაში, რითაც უშუალო მონაწილეობასღებულობს ნივთიერებათა ცვლაში, ენერგიის გადატანასა და ტრანსფორმირებაში.

ნუკლეინმჟავები ბიოპოლიმერებია, რომლებიც აგებულია ფოსფორდიეთერული ბმებით ერთმანეთთან შეერთებული ნუკლეოტიდებისაგან. თავის მხრივ, თითოეული ნუკლეოტიდი შედგება ჰეტეროციკლური ფუძის, ნაწიარწყლისა და ფოსფორმჟავას ნაწიებისაგან.

ნუკლეინმჟავათა ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია ჰეტეროციკლური აზოტოვანი ფუძეები. ისინი პირამიდინისა და პურინის ნაწარმებია. ზოგიერთი იშვიათი გამონაკლისის გარდა ნუკლეინმჟავები აზოტოვანი ფუძის სახით შეიცავს ურაცილს (მხოლოდ რნმ), თიმინს (მხოლოდ დნმ), ციტოზინს, ადენინსა და გუანინს.

აღსანიშნავია, რომ ზოგჯერ სიმსივნით გამოწვეული დაავადებე-

რთულ ეთერულ ბმებს, ნუკლეოზიდების ფოსფორმჟავა ეთერებს – ნუკლეოტიდებს უწოდებენ. პენტოზის აღნაგობის მიხედვით ასხვავებენ რიბონუკლეოტიდებს და დეზოქსირიბონუკლეოტიდებს.

განსაზღვრულ პირობებში რიბონუკლეინმჟავათა ჰიდროლიზისას არ წარმოიქმნება ციკლური ფოსფატები, რომლებიც წარმოადგენს ორთოფოსფორმჟავას დიეთერებს.

ნუკლეოტიდები ფოსფატური ჯგუფების ხარჯზე უკავშირდება ერთმანეთს გრძელ ჯაჭვებად და წარმოქმნის პოლიკონდენსაციის მაღალმოლეკულურ პროდუქტებს – ნუკლეინმჟავებს. რიბონუკლეოტიდები წარმოქმნის რნმ-ს, ხოლო დეზოქსირიბონუკლეოტიდები – დნმ-ს.

ნუკლეინმჟავათა პოლიმერული ჯაჭვი შედგება მონაცვლეობით განლაგებული პენტოზური და ფოსფატური ნაშთებისაგან, ხოლო ჰეტეროციკლური ფუძეები („გვერდითი“ ჯგუფები) უკავშირდება პენტოზურ ნაშთებს. სწორედ აზოტოვანი ფუძეების თანმიმდევრობა პოლინუკლეოტიდურ ჯაჭვში განაპირობებს დნმ და რნმ მოლეკულების უნიკალურ სტრუქტურასა და ფუნქციურ ინდივიდუალობას.

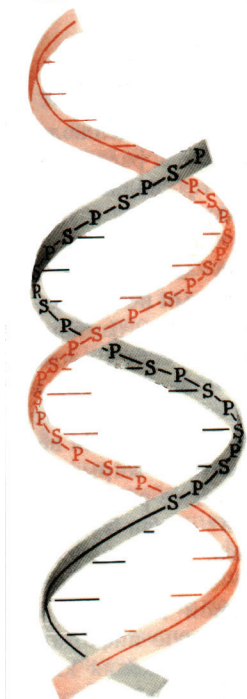
ნუკლეინმჟავათა პირველადი სტრუქტურა – ეს არის პოლინუკლეოტიდების უწყვეტ ჯაჭვში კოვალენტური ბმებით ერთმანეთთან დაკავშირებულ ნუკლეოტიდურ რგოლთა თანმიმდევრობა.

დნმ-ის მეორადი სტრუქტურა განისაზღვრება მის მოლეკულაში პოლინუკლეოტიდური ჯაჭვის სივრცითი ორგანიზაციით. უოტსონის და კრიკის მოდელის მიხედვით (1963 წ.) დნმ-ის მოლეკულა შედგება ორი პოლინუკლეოტიდური ჯაჭვისაგან, რომლებიც დახვეულია საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით საერთო ღერძის ირგვლივ, ორმაგი სპირალის სახით. ეს ორი ჯაჭვი ერთმანეთის ანტიპარალელურია.

ჯაჭვებს შორის არსებული წყალბადური ბმები მყარდება აზოტოვანი ფუძეების სპეციფიკურ წყვილებს – ერთი ჯაჭვის პურინულ ფუძეს და მეორე ჯაჭვის პირიმიდულ ფუძეს შორის. ერთი ჯაჭვის თანმიმდევრობა მთლიანად მეორე ჯაჭვის თანმიმდევრობის კომპლემენტარულია.

ორი ჯაჭვის კომპლემენტარობა ძალზე ადვილად ხსნის გენების გაორმაგებას, ანუ რეპლიკაციას. ამისათვის საკმარისია დნმ-ის ორმაგი სპირალის გაყოფა და თითოეულ ჯაჭვზე ახალი კომპლემენ-

ბის სამკურნალოდ იყენებენ პირამიდინული და პურინული ფუძეების ისეთ ნაწარმებს, რომლებიც აღნაგობით აზოტოვანი ფუძის მსგავსია, მაგრამ აბსოლუტურად იდენტური არ არის, მათი ანტიმეტაბოლიტია. **5-ფთორურაცილი** გამოდის ურაცილისა და თიმიინის ანტაგონისტის როლში. დაავადებული ქსოვილის უჯრედში იგი გარდაიქმნება ნუკლეინმჟავათა სინთეზში მონაწილე ფერმენტის – **თიმიდინ-სინთეტაზის** კონკრეტულ ინჰიბიტორად.



დნკ-ს ორმაგი სპირალის სქემატური გამოსახულება

იგი თრგუნავს ძვლის ტვინის ფუნქციას და გამოიყენება კუჭის, ნაწლავების, სარძევე და კუჭქვეშა ჯირკვლების ავთვისებიანი დაავადების სამკურნალოდ.

ნუკლეინმჟავებში აზოტოვანი ფუძეები უკავშირდება **b-D-რიბოზას** (რნმ-ში) ან **2-დეზოქსი-b-D-რიბოზას** (დნმ-ში), წარმოქმნის რა, შესაბამისად, **რიბონუკლეოტიდებს** ან **დეზოქსირიბონუკლეოტიდებს**. ამრიგად, ნუკლეოზიდები აზოტოვან ფუძეთა **b-N-გლიკოზი-დები**ა. აღენინისა და გუანინის შემცველი ნუკლეოზიდებია **ადენოზინი** (ან დეზოქსი-ადენოზინი) და **გუანოზინი** (ან დეზოქსიგუანოზინი); ურაცილი და **ციტოზინი** შედის, შესაბამისად, **ურიდინისა** (ან დეზოქსი-ურიდინის) და **ციტიდინის** (ან დეზოქსიციტიდინის) შემადგენლობაში, ხოლო თიმიინის დეზოქსირიბონაწარმის სახელწოდებაა **თიმიდინი**, რიბონაწარმისა კი – **რიბოთიმიდინი**.

უჯრედებში გვხვდება ისეთი ნუკლეოზიდებიც, რომლებიც არ წარმოადგენენ ნუკლეინმჟავათა კომპონენტებს. ამ ბოლო დროს მათ სულ უფრო ფართოდ იყენებენ ავთვისებიანი წარმონაქმნების სამკურნალოდ.

ნუკლეინმჟავათა მესამე კომპონენტი – ორთოფოსფორმჟავა რიბოზისა ან დეზოქსირიბოზის სპირტულ ჯგუფებთან წარმოქმნის

ადენოზინ-5-ფოსფატი (*AMP*), ადენოზინ-5-დიფოსფატი (*ADP*) და ადენოზინ-5-ტრიფოსფატი (*ATP*). ამ ნუკლეოტიდებს უნარი აქვს ფოსფატური ნაშთების რიცხვის გაზრდით ან შემცირებით გარდაიქმნას ერთმანეთში. ფოსფატური ნაშთები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ბმით, რომელიც ენერგიის დიდი მარაგის გამო მაკროერგულ ბმას წარმოადგენს. მის წარმოსაქმნელად საჭიროა ენერგეტიკული დანახარჯები, რომელთა დაფარვა ხდება ნახშირწყლების დაჟანგვის პროცესში გამოყოფილი ენერგიის ნაწილით. ამრიგად, *ADP* და *ATP* მარაგის სახით შეიცავს ნახშირწყლების ფოტოსინთეზისათვის საჭირო მზის ენერგიის ნაწილს. მაკროერგული ბმის გაწყვეტისას ეს ენერგია (32 კჯ/მოლი) გამოიყოფა, რის გამოც მრავალ ბიოქიმიურ პროცესში *ATP* გამოდის ენერგიის მომწოდებლის როლში.

კოფერმენტები. კოფერმენტები წარმოადგენს რთული ფერმენტების შემადგენელ კომპონენტებს. როგორც ცნობილია, მარტივი ფერმენტები შედგება მხოლოდ ამინმჟავებისაგან, რთული ფერმენტები კი გარდა ცილოვანი კომპონენტისა წარმოადგენილია არაცილოვანი კომპონენტით კოფერმენტის ან პროსთეტიული ჯგუფის სახით.

კოფერმენტები, ისევე, როგორც ფერმენტები, აქტიურად მონაწილეობენ ქიმიურ რეაქციებში. რეაქციის დამთავრების შემდეგ, ფერმენტის მსგავსად უბრუნდებიან საწყის მდგომარეობას. კოფერმენტებით ხორციელდება წყალბადის ატომების, ელექტრონებისა და ქიმიური ჯგუფების ერთი ნაერთიდან მეორეზე გადატანა. კოფერმენტები აქტიურად მონაწილეობენ ნივთიერებათა დაშლისა და სინთეზის, იზომერიზაციისა და სხვა პროცესებში.

კოფერმენტების დიდი ნაწილი არ სინთეზირდება ადამიანის ორგანიზმში და საჭიროა მათი მიღება მცენარეული ან ცხოველური საკვებიდან. ამ მხრივ განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ვიტამინები.

ნივთიერებათა ცვლის პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კოფერმენტი (კოენზიმი) *A*. კოფერმენტი *A* (ჩვეულებრივ, მას აღნიშნავენ *CoASH*) ააქტიურებს კარბონმჟავებს, გარდაქმნის რა მათ თიოლებს რეაქციისუნარიან რთულ ეთერებად:

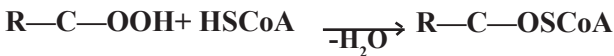
ნივთიერების მნიშვნელოვანი ფუნქცია ორგანიზმში მდგომარეობს ახალი ნახშირბად-ნახშირბადული ბმების წარმოქმნით.

ტარული ჯაჭვის სინთეზი, რის შედეგადაც ხდება საწყისი დნმ-ის იდენტური ორი ახალი დნმ-ის მოლეკულის წარმოქმნა.

ნუკლეოტიდები არა მხოლოდ ნუკლეინმჟავათა საშენი მასალაა, არამედ ისინი კოფერმენტებსაც წარმოადგენს და მონაწილეობას ღებულობს ნივთიერებათა ცვლაში.

ფერმენტი თავის ბიოკატალიზურ ფუნქციებს ასრულებს მხოლოდ კოფერმენტებთან ერთად. ყველა ფერმენტი ცილოვანი ბუნებისაა, მაშინ, როცა კოფერმენტი, ჩვეულებრივ ცილებს არ წარმოადგენს, აქვს უფრო მარტივი აღნაგობა და არაორგანული (ლითონთა იონები) ან ორგანული ბუნებისაა.

კოფერმენტების მნიშვნელოვან ჯგუფს შეადგენს ნუკლეოზიდ-პოლიფოსფატი. ორგანიზმის ყველა ქსოვილში თავისუფალი სახით გვხვდება ნუკლეოზიდების მონო-, დი- და ტრიფოსფატები. განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული ადენინშემცველი ნუკლეოტიდები:



აღნიშნული ნაერთებიდან ყველაზე უფრო გავრცელებულია აცეტილკოფერმენტი A (აცეტილირების კოფერმენტი) – ძმარმჟავისა და კოფერმენტ-A-ს თიოეთერი (CH_3COSCoA). იგი ქოლინს გარდაქმნის აცეტილქოლინად, იწყებს ძალზე მნიშვნელოვან მეტაბოლურ გარდაქმნათა სერიას კრებსის ციკლში და ა.შ.

საინტერესოა, რომ გარკვეულ პირობებში (მაგალითად, დიაბეტის, შიმშილობის ან ჭარბი ლიპიდური დიეტის დროს) აცეტილკოფერმენტი A დიდი რაოდენობით სინთეზირდება. ჭარბად დასინთეზებული კოფერმენტი ღვიძლში მიმდინარე გარდაქმნების შედეგად წარმოქმნის აცეტონს. თუ აღნიშნული პროცესი ძალზე ინტენსიურად მიმდინარეობს, სისხლში მკვეთრად იზრდება ე.წ. „კეტონური სხეულების“ რაოდენობა და ადამიანი ავადდება აციდოზით (ადრეულ სტადიაზე) ან კეტოზით (გვიან სტადიაზე). უკანასკნელ შემთხვევაში სუნთქვის დროს იგრძნობა აცეტონის სუნი.

მრავალფეროვნება ძირითადად სწორედ ამ მაღალმოლეკულური კარბონმჟავებით არის განპირობებული. ეს მჟავები პირველად გამოყოფილ იქნა ცხიმებიდან, რის გამოც მათ ცხიმოვანი მჟავები ეწოდა.

დღეისათვის ცნობილია ორასზე მეტი ცხიმოვანი მჟავა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება ნახშირბადული ჯაჭვის განშტოების ხარისხითა და ხასიათის, ორმაგი ბმების რიცხვისა და მდებარეობის, სხვა ფუნქციური ჯგუფების ბუნებისა და რაოდენობის, და ბოლოს, ნახშირბადული ჯაჭვის სიგრძის მიხედვით. მცენარეულ და ცხოველურ ლიპიდებში შემავალი ცხიმოვანი კარბონმჟავები, როგორც წესი, ნახშირბადატომთა ლუწ რიცხვს შეიცავს. ამასთან, ჭარბობს მოლეკულაში 16–20 ნახშირბადატომის შემცველი მჟავები.

უჯერ მჟავებში ერთი ან რამდენიმე ცის-კონფიგურაციის მქონე ორმაგი ბმა. ამასთან, ჩვეულებრივ, პირველი ორმაგი ბმა C_9-C_{10} ატომებს შორის მდებარეობს, ხოლო რამდენიმე ორმაგი ბმა ერთმანეთისაგან მეთილენის ჯგუფებით გამოიყოფა. ნაჯერი ცხიმოვანი კარბონმჟავებიდან აღსანიშნავია პალმიტინმჟავა ($C_{15}H_{31}COOH$) და სტეარინმჟავა ($C_{17}H_{33}COOH$), ხოლო უჯერი მჟავებიდან – ოლეინმჟავა ($C_{17}H_{33}COOH$), ლინოლმჟავა ($C_{17}H_{31}COOH$), ლინოლენმჟავა ($C_{17}H_{29}COOH$) და არაქილონმჟავა ($C_{19}H_{31}COOH$).

ლინოლმჟავა და ლინოლენმჟავა არ სინთეზდება ადამიანის ორგანიზმში და მხოლოდ საკვებთან ერთად ხვდება მასში. ეს მჟავები აუცილებელია ნორმალური ლიპიდური ცვლისათვის, რის გამოც მათ **შეუცვლელ ცხიმოვან მჟავებს** უწოდებენ. ლინოლმჟავითა და ლინოლენმჟავით მდიდარია მცენარეული ზეთები. ეს მჟავები ხელს უწყობს სისხლში ქოლესტერინის, ათეროსკლეროზის განვითარების ერთ-ერთი ფაქტორის, რაოდენობის შემცირებას. სელის ზეთიდან (*Oleum Lini*) მიღებულია პრეპარატი დინეტოლი, რომელსაც იყენებენ ამ დაავადების პროფილაქტიკისა და მკურნალობისათვის. მასში ეთილის ეთერების სახით ოლეინმჟავისა და ლინოლმჟავის შემცველობა შეადგენს 15–15%, ლინოლენმჟავისა – 57%, ხოლო ნაჯერი კარბონმჟავებისა – მხოლოდ 9–11 %. მნიშვნელოვანია აგრეთვე არაქილონმჟავის როლი

ლიბიდები

ლიბიდებს (ბერძნ. ცხიმოვანი) უწოდებენ ბუნებრივ დაბალმოლექულურ ორგანულ ნაერთებს, რომლებიც წყალში უხსნადია, მაგრამ იხსნება არაპოლარულ გამხსნელებში (ქლოროფორმი, ეთერი, გოგირდნახშირბადი და სხვა). დიდი ხნის განმავლობაში ლიბიდებს საკმაოდ მოკრძალებული როლს აკუთვნებდნენ, მაგრამ ამჟამად ცნობილია, რომ ორგანიზმში ისინი სხვადასხვა ფუნქციებს ასრულებს: წარმოადგენს უჯრედის მემბრანის სტრუქტურულ კომპონენტს და „ენერგეტიკული სათბობის“ შენახვის და გადატანის ძირითად ფორმას; არის სხვა მნიშვნელოვანი ნაერთების წინამორბედი; ასრულებს თერმული, ელექტრული და ფიზიკური ზემოქმედებისაგან დამცავი ბარიერის ფუნქციებს; შედის იმ გარსების შემადგენლობაში, რომლებიც იცავს ორგანიზმს ინფექციისაგან, წყლის ზედმეტად დაგროვების ან დაკარგვისაგან; წარმოადგენს ვიტამინებსა და ჰორმონებს და ა.შ.

ჰიდროლიზის უნარის მიხედვით ლიბიდებს ყოფენ **გასაჰენად** და **გაუსაჰენად** ლიბიდებად. გასაჰენადი ლიბიდები ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნის ორ (მარტივ ლიბიდები) ან მეტ (რთული ლიბიდები) კომპონენტს, მაშინ, როცა გაუსაჰენადი ლიბიდები ერთკომპონენტიანია.

გასაჰენადი ლიბიდები

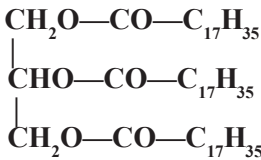
მარტივი ლიბიდები

მარტივი ლიბიდები იყოფა ნეიტრალურ აცეტილგლიცერიდებად და ცვალებად ლიბიდებად. ბუნებაში არსებული ლიბიდების ნახევარზე მეტი გლიცეროლიპიდების, ანუ გლიცერიდების კლასს მიეკუთვნება. ყველა ისინი სამატომიანი სპირტის – გლიცერინის ნაწარმებია. გლიცეროლიპიდებში მოლეკულის ჰიდროფობურ ნაწილს მაღალმოლექულური ცხიმოვანი მჟავები ქმნის. ამასთან, ლიბიდების

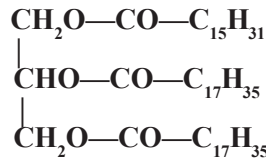
ერია მოცემული ცხიმი, მით უფრო მეტ ორმაგ ბმებს შეიცავს მასში შემავალი ცხიმოვანი მჟავა.

მარტივ გასაპუნად ლიპიდებს მიეკუთვნება ცვილებიც. ისინი უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავებისა და უმაღლესი ერთატომიანი სპირტების რთული ეთერებია, ცხოველური და მცენარეული წარმოშობის. ცვილები წარმოქმნის დამცველ ფენას ადამიანისა და ცხოველის კანზე და იცავს მას. ასევე იცავს მცენარეებს გახმობისაგან.

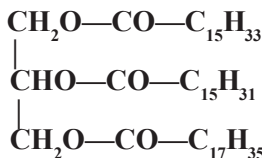
მათ შემადგენლობაში უმაღლესი ერთატომიანი სპირტებიდან შეგვიძლია დავასახელოთ აცეტილისა – $C_{15}H_{31}CH_2OH$ და მირიცილის – $C_{30}H_{67}CH_2OH$ სპირტები. ორივე მათგანი ძირითადად გავრცელებულია პალმიტინმჟავის რთული ეთერის სახით. აცეტილპალმიტატი – $C_{15}H_{31}COOCH_2C_{17}H_{31}$ წარმოადგენს სპერმაცეტის (იგი გამოიყენება პარფიუმერიაში და იხმარება სხვადასხვა მალამოების დასამზადებლად) ძირითად კომპონენტს, ხოლო მირიცილპალმიტატი



ტრისტეარინგლიცერინი,
ანუ ტრისტეარინი



1-პალმიტოლიდისტეაროილგლიცერინი,
ანუ 1-პალმიტოლისტეარინი



1-ოლეინოლ-2-პალმიტოილ-3-სტეაროილ-
გლიცერინი, ანუ 1-ოლეო-2-პალმიტოსტეა-

– $C_{15}H_{31}COOCH_2C_{30}H_{67}$ შეღის ფუტკარის ცვილის შემადგენლობაში.

რთული ლიპიდები

ფოსფოლიპიდები ბიოლოგიური მემბრანის ძირითადი კომპონენ-

პროსტოგლანდინების – დაბალმოლეკულური ბიორეგულატორების ბიოსინთეზში.

ბუნებაში, ძალზე იშვიათი გამონაკლისის გარდა, გლიცერინის მხოლოდ სრული ეთერები, ანუ ტრიაცილგლიცერინები გვხვდება. ამასთან, მარტივი ტრიაცილგლიცერინები ძირითადად შეიცავს ერთი მჟავის ნაშთს, ხოლო შერეული ტრიაცილგლიცერინები სხვადასხვა მჟავათა ნაშთებს. ბუნებრივი ცხიმები წარმოადგენს შერეულ ტრიაცილგლიცერინებს. ძირითადად შეიცავს ნაჯერი კარბონმჟავების ნაშთებს, რის გამოც ისინი მყარი კონსისტენციისა (მყარი ცხიმები), მცენარეული წარმოშობის ტრიაცილგლიცერინები კი ძირითადად შეიცავს უჯერი კარბონმჟავების ნაშთებს და თხევადი კონსისტენციისაა (ზეთები). ქვემოთ მოყვანილია ზოგიერთი ტრიაცილგლიცერინის სახელწოდება და ფორმულა:

ცხიმების დასახასიათებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს გასაჰნებისა და იოდური რიცხვების ცნებებს. თუ ცხიმს გავაცხელებთ ტუტის ხსნართან ერთად, ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ცხიმოვანი მჟავები განეიტრალებს ტუტით და ამ უკანასკნელის ნაწილი ჰიდროლიზის ბოლოს დახარჯული აღმოჩნდება. **გასაჰნების რიცხვი არის კალიუმის ტუტის მილიგრამების რაოდენობა, რომელიც ინარჩუნება 1 გრამი ცხიმის ჰიდროლიზისას წარმოქმნილი ცხიმოვანი მჟავების განეიტრალებაზე.** რაც უფრო მცირეა ეს რიცხვი, მით უფრო მაღალია მოცემული ცხიმის შემადგენლობაში შემავალ ცხიმოვან მჟავათა მოლეკულური მასა.

იოდური რიცხვი გვიჩვენებს ცხიმების უჯერობის ხარისხს. უჯერ მჟავებს, მოლეკულაში არსებული ორმაგი ბმების ხარჯზე, უნარი აქვს იოდის ან ნებისმიერი სხვა ჰალოგენის მიერთებისა. **იოდის რიცხვი + ეს არის იოდის გრამების რაოდენობა, რომელიც უერთდება 100 გრამ ცხიმს.** რაც უფრო მაღალია იოდური რიცხვი, მით უფრო უჯ

წარმოადგენს.

შედარებით ნაკლებადაა გავრცელებული ფოსფოგლიცერიდების კიდევ ერთი ტიპი, ე.წ. **პლაზმალოგენები**. პლაზმალოგენები აღმოჩენილია ყველა ცხოველის ქსოვილსა და ორგანოებში. საკმაოდ დიდი რაოდენობით (22%) გვხვდება ისინი ადამიანის ორგანიზმშიც, შედარებით ნაკლები რაოდენობით მცენარეებში და მიკროორგანიზმებში. ცენტრალური ნერვული სისტემის ლიპიდების საერთო რაოდენობის 10% პლაზმალოგენებია.

ფოსფოგლიცერიდების სტრუქტურული ანალოგიებია **სფინგოლიპიდები**, რომელთა შემადგენლობაში გლიცერინის ადგილი უკავია ორატომიან ამინსპირტს **სფინგოზინს**. სფინგოლიპიდების ყველაზე უფრო გავრცელებული წარმომადგენელია **სფინგომიელინი**, რომლის პოლარული ჯგუფის შემადგენლობაში შედის **ქოლინი**.

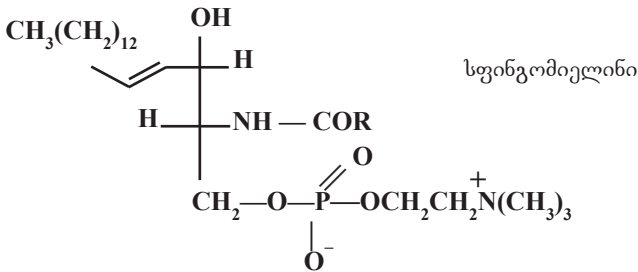
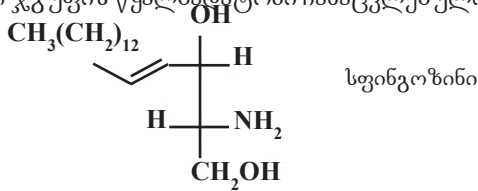
სფინგომიელინი მნიშვნელოვანი რაოდენობით (ფოსფოლიპიდების საერთო რაოდენობის 4-10%) გვხვდება მიელინში, ერთროციტებში და თირკმელებში. უჯრედში იგი ლოკალიზებულია პლაზმურ მემბრანაში. ორგანიზმის ზოგიერთი პათოლოგიური მდგომარეობა დაკავშირებულია სფინგომიელინის შემცველობის ცვლილებასთან. მაგალითად, მისი რაოდენობის გაზრდა შემჩნეულია ათეროსკლეროზის დროს აორტის კედლებში.

ლიპიდების კიდევ ერთ დიდ ჯგუფს შეადგენს გლიკოლიპიდები, რომელთა ძირითად შაქროვან კომპონენტებად გვევლინება გლუკოზა და გალაქტოზა, მათი სულფატები, ამინშაქრები და სიალმჟავები. მათი ტიპური წარმომადგენლებია **ცერობროზიდები** და **განგლიოზიდები**.

განგლიოზიდები გლიკოლიპიდებია, რომელთა შემადგენლობაში შედის სიალმჟავის ერთი ან რამდენიმე ნაშთი და ოლიგოსაქარიდული ჯგუფი. ეს ნაერთები პირველად აღმოჩენილი იქნა განგლიებში და აქედან წარმოსდგა მათი სახელწოდებაც. განგლიოზიდებით განსაკუთრებით მდიდარია ტვინის რუხი ნივთიერება. ერთროციტებიდან გამოყოფილ იქნა ერთ-ერთი უმარტივესი განგლიოზიდი – **ჰემატოზიდი**, რომელიც შედგება ცერამიდთან დაკავშირებული გლუკოზისა და გალაქტოზის

ტებია. ეს ნაერთები წარმოადგენს ფოსფორმჟავისა და გლიცერინის ან სფინგოზინის რთულ ეთერებს.

გლიცეროფოსფოლიპიდებში გლიცერინის ერთ-ერთი პირველად-სპირტული ჯგუფის წყალბადატომი ჩანაცვლებულია ფოსფორმჟავის



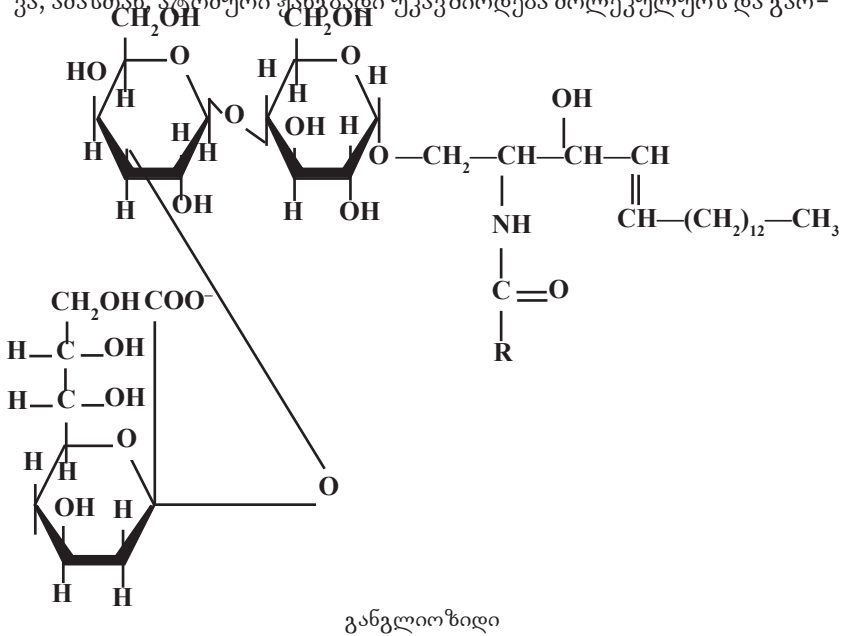
ნაშთით, დარჩენილი ჰიდროქსიდის ჯგუფის წყალბადატომები კი – ნახშირწყალბადური რადიკალებით, რომლებიც გლიცერინს უკავშირდება რთულეთერული ან მარტივეთერული ბმებით. ამ ნაერთებში ნახშირბადის ერთი ქირალური ატომია, რის გამოც ისინი შეიძლება არ არსებობდეს ორი სტერეოიზომერის სახით. ბუნებაში არსებული ყველა ფოსფოგლიცერიდი L-რიგისაა.

ცოცხალ ორგანიზმში განსაკუთრებით გავრცელებულია გლიცეროფოსფოლიპიდების დიაცილური ფორმები.

გლიცეროფოსფოლიპიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია ფოსფატიდქოლინები, ანუ ლეციტინები. ისინი უმაღლეს ცხოველთა და მცენარეთა ქსოვილში შემაგალ ფოსფოლიპიდთა 50%-ს შეადგენს. ამ ქსოვილში შედარებით ნაკლები რაოდენობით (15–30%) გვხვდება ფოსფატიდეთანოლამინები, ანუ **კეფალინები**; მაგრამ ისინი ბაქტერიული უჯრედების შემადგენელ ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს

ტერპენები, სესკვიტერპენები და ლიტერპენები წარმოადგენს სხვადასხვა მცენარეული ზეთების შემადგენელ კომპონენტებს და განაპირობებს მათ სუნს (ამითაა გამოწვეული მრავალი ყვავილისა და მცენარეთა ფოთლების სუნი).

ტერპენების მნიშვნელოვანი თვისებაა ჰაერის ჟანგბადით დაჟანგვა, ამასთან, ატომური ჟანგბადი უკავშირდება მოლეკულურს და გარ-



დაქმნის მას ოზონად. წიწვოვან ტყეებში სასიამოვნო სუნი გამოწვეულია არა მარტო ეთერზეთებით, არამედ ოზონითაც.

განასხვავებენ ალიფატურ, მონოციკლურ, ბიციკლურ და ტრიციკლურ ტერპენებს.

მონოციკლური ტერპენების წარმომადგენელია **ლიმონენი**. მას შეიცავს მრავალი ეთერზეთი, მათ შორის ლიმონის ზეთიც, რაც განაპირობებს ლიმონის სასიამოვნო სუნს. სახელწოდება ლიმონენიც ლიმონისგან წარმოდგა.

ლიმონენის ჰიდრატაციით წარმოიქმნება ორატომიანი სპირტი ტერპინი, რომელიც კრისტალდება ერთ მოლეკულა წყალთან ტერპინჰ

ნაშთებისაგან.

დღეისათვის განგლიოზიდები აღმოჩენილია მრავალ ორგანოთა (თირკმელი, ღვიძლი, ელენთა, ფილტვები და ა.შ.) ქსოვილებში, მაგრამ მათი ბიოლოგიური როლი სრულად შესწავლილი არ არის.

ნებისმიერი ცოცხალი უჯრედი შემოსაზღვრულია მემბრანით, რომელიც უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს უჯრედში მიმდინარე ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესების განხორციელებაში. მის შემადგენლობაში შედის ლიპიდებისა და ცილების მოლეკულები, რომელთა რაოდენობა სხვადასხვა მემბრანისათვის განსხვავებულია.

გაუსაპვნადი ლიპიდები

გაუსაპვნად ლიპიდებში აერთიანებენ ნაერთის ორ ტიპს + ტერპენებს და სტეროიდებს. სტეროიდები ძირითადად გავრცელებულია ცხოველური წარმოშობის ლიპიდებში, ხოლო ტერპენები – მცენარეულ ლიპიდებში.

ტერპენები

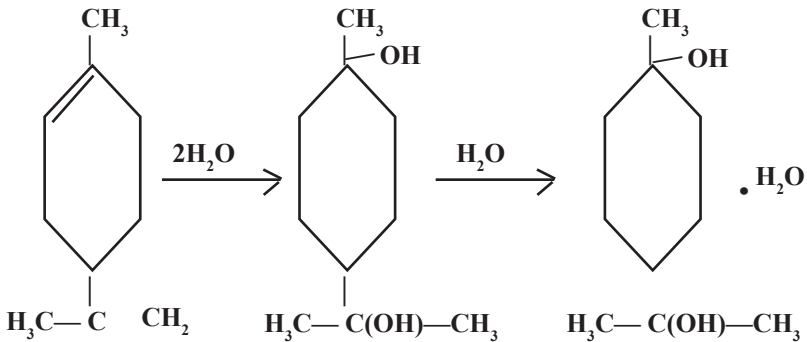
ტერპენები ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებია, რომელთა პირველი წარმომადგენლები გამოყოფილ იქნა სკიპიდარიდან (ტერპენული ზეთი). აქედან წარმოიშვა კლასის სახელწოდებაც. მათი ზოგადი ფორმულაა $(C_5H_8)_{2n}$ (n იცვლება 0-დან 8-მდე). n -ის მნიშვნელობის მიხედვით ტერპენებს ყოფენ: მონოტერპენებად ($n=0$), სესკვიტერპენებად ($n=1$), დიტერპენებად ($n=2$), სესტერტერპენებად ($n=4$), ტრიტერპენებად ($n=5$), ტეტრატერპენებად ($n=6$) და პოლიტერპენებად ($n \geq 8$). ჟანგბადშემცველი ტერპენებია ტერპენოიდები.

ბაქტერიოსტატიკური მოქმედების გამო ტერპენებს იყენებდნენ ჯერ კიდევ ძველ ეგვიპტეში ბალზამირებისათვის. ამჟამად პარფიუმერულ წარმოებაში სურნელოვანი ნივთიერებების სახით გამოყენებულ ნაერთთა უმრავლესობა ტერპენებია.

განსხვავებულ ფუნქციებს ასრულებს. ამ ტიპის მრავალი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნაერთი, რომელსაც იყენებენ მედიცინაში, დღეს სინთეზის გზით არის მიღებული.

სტეროიდებს მიეკუთვნება: 1. სტერინები და მათთან ახლოს მდგომი D-ჯგუფის ვიტამინები; 2. ნაღვლის მჟავები; 3. სასქესო ჰორმონები; 4. საგულე გლიკოზიდების აგლიკონები.

სტერინები პოლიციკლური კრისტალური ერთატომიანი სპირტებია, რომლებიც წარმოადგენს ნახშირწყალბად ქოლესტანის ნაწარმებს.

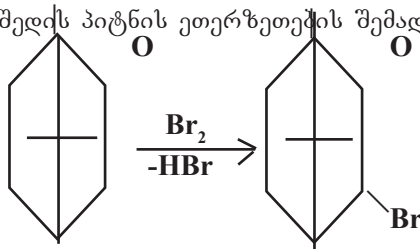


ყველაზე უფრო ცნობილი სტერინია ქოლესტერინი, რომელიც შედის თითქმის ყველა ცხოველური ორგანიზმის შემადგენლობაში. ე.წ. ნაღვლის ქვები ზოგჯერ 90% ქოლესტერინს (ბერძნ. – მყარი ნაღველი) შეიცავს. გასუფთავებული ქოლესტერინი თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა. ორგანიზმში გვხვდება როგორც თავისუფალი, ისე რთული ეთერის სახით. ქოლესტერინის საერთო რაოდენობიდან, რომელსაც შეიცავს ადამიანის ორგანიზმი, მხოლოდ 20% გვხვდება საკვებში. მისი ძირითადი რაოდენობა სინთეზირდება მმარმჟავიდან. ქოლესტერინის მიმოცვლის დარღვევა იწვევს არტერიების კედლებზე მის გამოყოფას და აქედან გამომდინარე, სისხლძარღვთა ელასტიკურობის შემცირებას (ათეროსკლეროზი)

ქოლესტერინის დეჰიდრირების პროდუქტის 7-დეჰიდროქოლესტერინი D ჯგუფის ვიტამინების ერთ-ერთი წარმომადგენლის,

ილრატის სახით (ეს უკანასკნელი გამოიყენება ქრონიკული ბრონქიტის დროს ამოსახველებელ საშუალებად).

მონოციკლური ტერპენების კიდევ ერთი წარმომადგენელია მენტოლი. იგი შედის პიტნის ეთერზეთების შემადგენლობაში, აქვს



ანტისეპტიკური, დამაწყნარებელი და ტკივილგამაყუჩებელი მოქმედება. მენტოლი შედის ვალიდოლისა და სურდოს საწინააღმდეგო მალამოების შემადგენლობაში.

ბიციკლურ ტერპენებს მიეკუთვნება **a**-პინენი და ქაფური. **a**-პინენი არის სკიპიდარის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტი.

ქაფური სპეციფიკური სუნის მქონე კრისტალური ნივთიერებაა. მას ლებულობენ სკიპიდარიდან. ქაფურს გამოყოფენ აგრეთვე ქაფურის ხის ეთერზეთებიდან. ქაფური ძველთაგანვე გამოიყენებოდა გულის მოქმედების სტიმულატორად. ბრომის მოქმედებისას ხდება ბრომირება კარბონილის ჯგუფის მიმართ და წარმოიქმნება ბრომქაფური, რომელიც აუმჯობესებს გულის მოქმედებას და აწყნარებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას:

სტეროიდები

სტეროიდები ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნაერთებია, რომელთა სტრუქტურას საფუძვლად უდევს სტეარინის კონდენსირებული კარბოციკლური სისტემა, რომელიც შედგება სამი ციკლოჰექსანისა და ერთი ციკლოპენტანის ბირთვებისგან. სტეროიდები ორგანიზმში

კორტიზონი და პრედნიზოლონი. ჰიდროკორტიზონი ხელს უწყობს გლიკოგენის დაგროვებას ღვიძლში, ზრდის გლუკოზის შემცველობას სისხლში და გააჩნია ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება. პრედნიზოლონი სინთეზური კორტიკოსტეროიდია და მოქმედებით თავის ბუნებრივ ანალოგებზე უფრო ძლიერია. გამოიყენება რევმატიზმის, ბრონქიალური ასთმისა და კანის ანთებითი პროცესების მკურნალობის დროს.

სასქესო ჰორმონებს გამოიმუშავებს სასქესო ორგანოები. ეს ჰორმონები ახდენს სასქესო ფუნქციების რეგულირებას. მათ მიეკუთვნება ქალისა (გესტოგენები და ესტროგენები) და მამაკაცის (ანდროგენები) სასქესო ჰორმონები.

გესტოგენები (ფენხმობის ჰორმონები) წარმოიქმნება საკვერცხეებში. მისი ზოგიერთი სინთეზური ანალოგი გამოიყენება ფეხმობის საწინააღმდეგო პრეპარატად. ამასთან, ამ უკანასკნელის უკონტროლო მიღებამ შეიძლება გამოიწვიოს დიაბეტი, ღვიძლის ფუნქციის მოშლა და სისხლის ფორმულის შეცვლა.

ესტროგენები აკონტროლებს მენსტრუალურ ციკლს ქალებში. ისინი ნახშირწყალბადესტრანის ნაწარმებია.

მამაკაცის სასქესო ჰორმონები (ანდროგენები) ნახშირწყალბად ანდროსტანის ნაწარმებია. ეს ჰორმონები ასტიმულირებს სპერმის გამომუშავებას. მათი ნაკლებობა იწვევს აზოტიისა და ფოსფორის ცვლის დარღვევას.

მრავალი წლის გამოკვლევების შედეგად დადგინდა სტერიოიდების ბიოლოგიური მოქმედების მექანიზმი. ეს ნაერთები მონაწილეობს ცილების ბიოსინთეზის რეგულირებაში. ბიოსინთეზის შედეგად წარმოქმნილი სტეროიდული ჰორმონები გადაიტანება სისხლში. ამასთან, ცალკეული ჰორმონის ტრანსპორტი ხორციელდება სპეციფიკური ცილით. პეპტიდური ჰორმონისაგან განსხვავებით, რომელიც მემბრანის ღონეზე ურთიერთქმედებს უჯრედთან, სტეროიდული ჰორმონი შედის უჯრედის შიგნით და ციტოპლაზმაში ხვდება თავის სპეციფიკურ რეცეპტორს. სტეროიდ-რეცეპტორული კომპლექსი სტაბილიზდება ჰიდროფობური ურთიერთქმედებისა და წყალბადური ბმების

ვიტამინის D₃ ვიტამინის პროვიტამინია. იგი შედის ადამიანის კანის ლიპიდების შემადგენლობაში.

ჰორმონები ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებია, რომლებიც წარმოიქმნება შიგა სეკრეციის ჯირკვლების მოქმედების შედეგად და მონაწილეობას ღებულობს ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლისა და ფიზიოლოგიური პროცესების რეგულირებაში. აღნიშნული ნაერთები წარმოადგენს შუალედურ რგოლს ნერვულ სისტემასა და ფერმენტებს შორის. შიგა სეკრეციის ჯირკვლებში სინთეზირებული ჰორმონები სისხლის საშუალებით გადაიტანება ორგანოებში, სადაც ახდენს შესაბამისი ფერმენტების კატალიზური აქტივობის გაზრდას ან მათი ბიოსინთეზის დაჩქარებას. ე.წ. „ანატომიური კლასიფიკაციით“ არჩევენ ფარისებრი ჯირკვლის, თირკმლის ზედა ჯირკვლის, სასქესო ჯირკვლის და ა. შ. ჰორმონებს.

ქიმიური კლასიფიკაციის თანახმად, ყველა ცნობილი ჰორმონი იყოფა სამ ჯგუფად: 1. ამინმჟავები და მათი გარდაქმნის პროდუქტები; 2. პეპტიდები და ცილოვანი ჰორმონები; 3. სტეროიდების ნაწარმები.

განვიხილოთ ჰორმონების უკანასკნელი ჯგუფი. მასში გაერთიანებულია პრეგნანის, ესტრანისა და ანდროსტანის ნაწარმები.

თირკმლის ზედა ჯირკვლის ქერქიდან გამოყოფილია ორმოცამდე ჰორმონი, რომლებიც წარმოადგენს პრეგნანის (ციკლოპენტან-პერჰიდროფენანტრენის) ნაწარმებს. მათ **კორტიკოსტეროიდებსაც** უწოდებენ.

მოქმედების ხასიათის მიხედვით კორტიკოსტეროიდებს ყოფენ ორ ჯგუფად: **მინერალი კორტიკოსტეროიდები** (გავლენას ახდენს ნახშირწყლების ცვლაზე) და **გლუკოკორტიკოსტეროიდები** (გავლენას ახდენს ნახშირწყლების ცვლაზე).

ერთ-ერთ მნიშვნელოვანი მინერალი კორტიკოსტეროიდია **დეჰიდაროკორტიკოსტერონი**. იგი ორგანიზმში იწვევს ნატრიუმის იონების შეკოვრებას და აჩქარებს კალიუმის იონების გამოყოფას, რის გამოც მატულობს ქსოვილების მიერ წყლის შებოჭვის უნარი.

გლუკოკორტიკოსტეროიდების წარმომადგენლებია **ჰიდრო-**

ხარჯზე. ამის შემდეგ, აღნიშნული კომპლექსი შეაღწევს ბირთვში და უკავშირდება ქრომატინს, რითაც ახდენს სპეციფიკური გენების ტრანსკრიფციის ინიცირებას, წარმოქმნილი რნმ-ის წინამორბედი გამოდის ციტოპლაზმაში და ასტიმულირებს სპეციფიკური ფერმენტების ტრანსლიაციას. ამრიგად, სტეროიდული ჰორმონების საშუალებით ხდება ფერმენტების ინდუცირება.

ზოგიერთი მცენარე შეიცავს გლიკოზიდებს, რომლებიც ძალზე მცირე დოზებით (დიდი რაოდენობით მათი მიღება იწვევს მოწამვლას) ძლიერ ზემოქმედებას ახდენს გულის კუნთზე. ამ გლიკოზიდებმა მიიღო საგულე გლიკოზიდების სახელწოდება. მათ ახასიათებს კარდიოტონური მოქმედება და გამოიყენება გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების მკურნალობისას. საგულე გლიკოზიდები კონცენტრირდება გულის კუნთში და მათი შემცველობა აქ 10-40-ჯერ მეტია, ვიდრე ორგანიზმის სხვა ქსოვილებში.

დახმარე ლიტერატურა

- ხოშტარია თ. ბიორგანული ქიმიის საწყისები. „მეცნიერება“, თბილისი, 2000.
- ტაბატაძე ლ., გაჭხოკიძე ა. ბიორგანული ქიმია. თსუ. თბილისი, 2005.
- კლდიაშვილი რ., დიდიძე ხ. სასწავლო-პრაქტიკული ამოცანები ბიორგანულ ქიმიაში. გამომცემლობა „ცოდნა“, თბილისი, 2006.
- Кочетков Н. и др.** Органическая химия нуклеиновых кислот. "Химия". М., 1970.
- Морисон Р., Бойд Р.** Органическая химия. "Мир", М., 1974.
- Кери Ф., Сандберг Р.** Углубленный курс органической химии. т. 1, 2. "Химия", М., 1981.
- Пожарский А.** Теоритические основы химии гетероциклов. "Химия". М., 1985.
- Егоров С.** Основы учения об антибиотиках. "Высшая школа". М., 1986.
- Овчинников Ю.** Биоорганическая химия. "Просвещение". М., 1987.
- Браун Т., Леней К.** Химия - в центре наук, т. 2. "Мир". М., 1983.
- Дюга Г., Пенин К.** Биоорганическая химия [перевод с английского], "Мир". М., 1983.
- Тюковкина Н., Бауков Ю.** Биоорганическая химия. "Медицина". М., 1991.
- Фримантл М.** Химия в действии [перевод с английского] т. 2. "Мир". М., 1991.
- Uno Kask, I. David Rawn.** General Chemistry. Organic Chemistry, chapter 23, 1993.

ბიოლოგიურად აქტიური ჰეტეროციკლური ნაერთები	46
ერთი ჰეტეროატომის შემცველი ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლები	46
ერთი ჰეტეროატომის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლები	47
ორი ჰეტეროატომის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლები	48
ბიციკლური ჰეტეროციკლები	49
ალკალიდები	51
ამინმჟავები, პპატიდები, ცილები	59
ამინმჟავები	59
პეპტიდები. ცილები	64
პეპტიდები	64
ცილები	65
პეპტიდების და ცილების ბიოლოგიური როლი	68
ცილების ხელოვნური სინთეზი	70
ნახშირწყლები	71
მონოსაქარიდები და მისი ნაწარმები	72
რთული ნახშირწყლები	76
ოლიგოსაქარიდები	77
პოლისაქარიდები	79
ნუკლეინმჟავები	83
ლიპიდები	88
გასაპუნადი ლიპიდები	88
მარტივი ლიპიდები	88
რთული ლიპიდები	92
გაუსაპუნადი ლიპიდები	95
ტერპენები	95
სტეროიდები	97
ღაფხაფა ლიტმრატორა	101

სარჩევი

შესავალი	3
ორბანულ ნაპრთის კლასიფიკაცია და ნომენკლატურა	5
კლასიფიკაცია	5
ნომენკლატურა	7
ორბანული მოლაპულუმის სიმრცითი აღნაგობა	10
კონფიგურაცია და კონფორმაცია	10
სტერეოიზომერია	14
ოპტიკური იზომერია	14
გეომეტრიული იზომერია	19
კავშირი ორბანულ ნაერთთა მოლეკულების აღნაგობასა და მათ ბიოლოგიურ აქტივობას შორის	21
ატომთა ურთიმობაგვანა ორბანულ ნაპრთის მოლაპულუმში	23
შეუღლებული სისტემები	23
ატომთა ურთიერთგაველა	24
ორბანულ ნაპრთის ფუძე-მჟავური თვისებები	26
პოლი- და ჰეტეროფუნქციური ნაპრთები	29
მრავალატომიანი სპირტები და ფენოლები	29
ორფუძიანი კარბონმჟავები	34
ამინსპირტები და ამინფენოლები	36
ჰიდროქსი- და ოქსიმჟავები	39
ჰიდროქსიმჟავები	39
ოქსიმჟავები	41
ბენზოლის ბირთვის უმცველი ჰეტეროფუნქციური ნაპრთები	43

რეზო კლდიაშვილი, ციცი მედულაშვილი

ბიოორგანული ქიმია

თბილისი
2006

რედაქტორი
კომპიუტერული
უზრუნველყოფა
პოლიგრაფიული
უზრუნველყოფა

მანანა უკლება

თამარ ბუჯიაშვილის

მისიელ სადოევის

<<გამომცემლობა „ცოდნა“>>
თბილისი, რუსთაველის გამზ. 42
ტელ. 934 932
E-mail: ph_tsodna@yahoo.com