



დალი ნულაია, ეთერ სარჯველაძე

სურსათის ქიმია

თბილისი
2016

მომზადებულია ევროკავშირის მიერ დაფინანსებული პროექტის **“ევროკავშირთან დაახლოების გამჭვირვალე პროცესი: სანიტარული და ფიტოსანიტარული პოლიტიკა საქართველოსა და მოლდოვაში”** ფარგლებში.

პუბლიკაცია არ გამოხატავს ევროკავშირის, ევროპის ფონდისა და საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრის პოზიციას.

© საავტორო უფლებები დაცულია და ეკუთვნის „საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრს“. პუბლიკაცია ხელმისაწვდომია ვებ-გვერდზე www.momxmarebeli.ge. არაკომერციული მიზნით მისი ბეჭდვა, გამოცემა და გამრავლება დაიშვება თავისუფლად.

© დალი წულაია, ეთერ სარჯველაძე; თბილისი, 2016.

შინაარსი

1. კვება და მისი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა. სურსათის და სასურსათო ნედლეულის ქიმიური კომპონენტები და ჯანმრთელობა	4
2. ცილოვანი ნაერთები	10
3. ნახშირწყლები	38
4. ლიპიდები	63
5. მინერალური ნივთიერებები	79
6. ვიტამინები	92
7. საკვები მჟავები	100
8. წყალი	105
9. ფერმენტები	111
10. საკვები დანამატები	126
11. სასურსათო პროდუქტებში შემავალი მავნე ნივთიერებები.....	152

1. კვება და მისი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა. სურსათის და სასურსათო ნედლეულის ქიმიური კომპონენტები და ჯანმრთელობა

ადამიანის ჯანმრთელობა დიდადაა დამოკიდებული კვებაზე. კვება – სასიცოცხლოდ აუცილებელი პროცესია, რომელიც უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმის ზრდა – განვითარებას, შრომისუნარიანობას, ჯანმრთელობას, სიცოცხლის ხანგრძლივობას.

საკვები არის ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების რთული კომპლექსი, რომელსაც ორგანიზმი დებულობს გარე სამყაროდან. იგი მუდმივად და უშუალოდ მოქმედებს ორგანიზმზე. საკვებში შემავალ ნივთიერებებს ორგანიზმი გამოიყენებს ქსოვილების შექმნისა და განახლებისათვის, ენერჯის წყაროდ და ცხოველმყოფელობის შესანარჩუნებლად.

საკვებ პროდუქტებში შემავალი ნივთიერებები ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედების მიხედვით შეიძლება დავყოთ შემდეგ ჯგუფებად:

- ნივთიერებები, რომლებიც წარმოადგენენ ენერჯის წყაროს და გამოიყენებიან პლასტიკურ მასალად (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, მინერალური ნივთიერებებიდან – მაკროელემენტები);
- ნივთიერებები რომლებიც აქტიურ მონაწილეობას იღებენ ნივთიერებათა ცვლაში (ვიტამინები , ორგანული მჟავებები, ფერმენტები, მიკროელემენტები) ;
- ფერის, სუნის და გემოს განმსაზღვრელი, აგრეთვე საბალასტო ნივთიერებები (არომატული ნივთიერებები, ფლაवონოიდები, ალდეჰიდები, კეტონები, უჯრედანა, ლიგნინი, პროტოპექტინი და სხვა);
- უცხო, საკვებისათვის არა დამახასიათებელი ნივთიერებები, ბუნებრივი ტოქსიური ნივთიერებები, დამატუჭიანებლები გარემოდან (მძიმე მეტალები, მიკოტოქსინები, პესტიციდები, რადიონუკლიდები და სხვა) .

საკვები პროდუქტები, მიუხედავად დიდი მრავალფეროვნებისა წარმოადგენენ ქიმიური ნივთიერებების რთულ ნარევს ან მათ კომპლექსს.

ესენციალურ საკვებ ნივთიერებებს ანუ ნუტრიენტებს მიეკუთვნება მხოლოდ ის ნივთიერებები, რომლებიც ორგანიზმის მიერ მონელებისა და შეწოვის შემდეგ გამოიყენებიან, როგორც ენერჯის წყარო ან პლასტიკური მასალა ზრდისა და რეგენერაციისათვის, ან წარმოადგენენ ბიოქიმიური პროცესების რეგულატორებს. აქედან გამომდინარე, საკვებ პროდუქტებს მიეკუთვნებიან მხოლოდ ისინი, რომლებიც შეიცავენ ერთ ნუტრიენტს მაინც.

ნუტრიენტები შესაძლებელია დავაჯგუფოთ ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით. ადამიანის კვების რაციონში შემავალი ესენციალური ნივთიერები იყოფა ექვს ჯგუფად: ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, წყალი, მინერალური ნივთიერებები და ვიტამინები. მათი როლი ადამიანის ცხოველქმედებისათვის ზოგადად მოცემულია ცხრილში

ნუტრიენტების (ესენციალური ნივთიერებების) როლი ადამიანის ორგანიზმისათვის

ნუტრიენტები	ნუტრიენტების შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში	გავლენა ადამიანის ორგანიზმზე
ცილები	ხორცი, რძე, ყველი, კვერცხი, თევზი	ზრდა და რეგენერაცია ბიოქიმიური პროცესების კონტროლი, ენერჯია
ცხიმები	კარაქი, ცხოველური და მცენარეული ცხიმები,	ენერჯია
ნახშირწყლები	პური, კართოფილი, შაქარი, საკონდიტრო ნაწარმი	ენერჯია, პლასტიკური მასალა
მინერალური ნივთიერებები	ბოსტნეული, ხილი	ზრდა და რეგენერაცია ბიოქიმიური პროცესების კონტროლი

წყალი	წვენები, ხილი, ბოსტნეული	ზრდა და რეგენერაცია ბიოქიმიური პროცესების კონტროლი
ვიტამინები	ხილი, კენკრა, ბოსტნეული	ბიოქიმიური პროცესების კონტროლი

არასაკმარისი კვება აქვეითებს ადამიანის აქტიურ ქმედებას და შრომისუნარიანობას, ორგანიზმის მდგრადობას დაავადებების მიმართ, იწვევს ადრეულ სიბერეს და სხვა.

მეცნიერებას, რომელიც სწავლობს ორგანიზმის მოთხოვნილებას საკვებ პროდუქტებზე და აწესებს კვების ოპტიმალურ პირობებს – კვების ფიზიოლოგია ეწოდება. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილია ე.წ. ბალანსირებული კვების სადღეღამისო ნორმები ადამიანის ორგანიზმისათვის.

სასურსათო პროდუქტების ქიმიური შემადგენლობის საფუძველზე დგინდება პროდუქტების ის რაოდენობა და ასორტიმენტი, რომელიც უნდა მიიღოს ადამიანი, რათა დააკმაყოფილოს ორგანიზმი მისთვის აუცილებელი ნაერთებით.

თანამედროვე წარმოდგენა საკვების შესახებ თავის გამოსატყულებას პოულობს ბალანსირებული კვების კონცეფციაში, რომელშიც ჩამოყალიბებულია ადამიანის ორგანიზმისათვის აუცილებელი საკვები ნივთიერებების თვისობრივი და რაოდენობრივი თანაფარდობის შესახებ.

ცხრილში 2 მოყვანილია მონაცემები, მოზრდილი ადამიანის საშუალო სადღეღამისო მოთხოვნილებაზე საკვებ ნაერთებზე.

ცხრილი 2. მოზრდილი ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება საკვებ პროდუქტებზე

საკვები ნივთიერებები	რაოდენობა	სადღეღამისო მოთხოვნა
წყალი	ლიტრი	1.75–2.2
ცილები	გრამი	80–100
ნახშირწყლები	“	400–500
ცხიმები	“	80–100
ორგანული მჟავები	“	2
<u>მინერალური ნივთიერებები</u>	მგ.	
კალციუმი	“	800–1000
ფოსფორი	“	1000–1500
ნატრიუმი	“	4000–6000
კალიუმი	“	2500–5000
მაგნიუმი	“	300–500
მანგანუმი	“	5-10
რკინა	“	15
სპილენძი	“	2
იოდი	“	0.1–0.2
<u>ვიტამინები</u>		
ასკორბინის მჟავა C	“	50–70
თიამინი B ₁	“	1.5–2.0
რიბოფლავინი B ₂	“	2.0–2.5
პანტოტენის მჟავა B ₃	“	5.0–10.0
ნიკოტინისმჟავა PP	“	15.0–25.0
ტოკოფეროლი E	“	10.0–20.0
კაროტინოიდები A	“	3.0–5.0

კალციფეროლი D	“	0.01
---------------	---	------

ადამიანის ორგანიზმის ცხოველმყოფელობას თან ახლავს ენერჯის მნიშვნელოვანი ხარჯი, რომელიც ორი ძირითადი კომპონენტისაგან შედგება:

- ფიზიოლოგიური ცვლისათვის საჭირო ენერჯია, რომელიც იხარჯება ორგანიზმის მუდმივი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად, სუნთქვისათვის, სისხლის მიმოქცევაზე, სხვადასხვა ორგანოების მუდმივ და შეუფერხებელ მუშაობაზე. ნივთიერებათა ცვლაზე დახარჯული ენერჯია დამოკიდებულია ასაკზე, სქესზე და გარემო პირობებზე. საშუალოდ ერთ საათში სხეულის ერთ კილოგრამზე იხარჯება ერთი კკალ.
- სხვადასხვა სახის მუშაობისათვის საჭირო ენერჯია: ინტელექტუალური შრომა მოითხოვს ენერჯის მინიმალურ დანახარჯებს 0.1–0.3 კკალ/სთ., ფიზიკური შრომა კი ბევრად მეტს 0.7 – 0.9 კკალ/სთ. ძილის გარეშე დასვენების დროს, დაწოლილ მდგომარეობაში 60 კგ. წონის ადამიანი ხარჯავს 65 კკალ/სთ ენერჯიას, სახლის სამუშაო, ჭურჭლის რეცხვა, უთოობა, სახლის დალაგება – 190 კკალ/სთ, წყნარი სიარული – 200 კკალ/სთ, ძუნძულით სირბილი – 360 კკალ/სთ.

ორგანიზმში ენერჯია გამოთავისუფლდება მუდმივად მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების შედეგად. იჟანგებიან ნახშირწყლები, ცხიმები, ცილები. 1 გ. ცხიმის დაჟანგვისას ორგანიზმში საშუალოდ გამოიყოფა 9.3 კკალ ენერჯია, 1 გ ნახშირწყლის ან ცილის დაჟანგვისას კი 4.1 /კკალ.

ბალანსირებული კვების კონცეფციის მიხედვით ოპტიმალურად ითვლება საკვები ნივთიერებების – ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების შემდეგი თანაფარდობა 1 : 1 : 4 .

მოზრდილი შრომისუნარიანი მოსახლეობისთვის საკვებით მიღებული ენერჯის რაოდენობა, შრომის ინტენსიობის მიხედვით მერყეობს 2200 კკალ-დან დღელამეში (გონებრივი შრომის მუშაკები) – 4200 კკალ-მდე (განსაკუთრებული მიმღე ფიზიკური შრომით დაკავებული მუშაკები). ორგანიზმის მიერ მოხმარებული ენერჯის საშუალო სადღელამისო ნორმა ერთ სულ მოსახლეზე შეადგენს 2500 კკალ. სადღელამისო რაციონში მცენარეული საკვების კალორიულობა უნდა შეადგენდეს საერთო კალორიულობის 2/3 –ს, ხოლო ცხოველურის 1/3.

ჩვილი ბავშვის და მოხუცის, ჯამრთელისა და ავადმყოფის, სხვადასხვა ერის ნაციონალური საკვები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან, მაგრამ რისგანაც არ უნდა შედგებოდეს იგი, მისი შეფასება პირველ რიგში წარმოებს ერთიანი ენერგეტიკული მაჩვენებლით – კალორიულობით.

ორგანიზმს მხოლოდ კალორიულობის მომცემი პროდუქტი, რომ სჭირდებოდეს, კვების საკითხი საკმაოდ მარტივი გადასაწყვეტი იქნებოდა, მაგრამ გარდა ენერგეტიკული ღირებულების მქონე ნივთიერებებისა, საკვები აუცილებლად უნდა შეიცავდეს ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, მინერალურ ნაერთებს, ვიტამინებს და სხვა ნივთიერებებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანიზმში ნივთიერებათა სწორ ცვლას.

საკვები პროდუქტების სარგებლიანობა განისაზღვრება ისეთი სამომხმარებლო თვისებებით, როგორიცაა კვებითი , ბიოლოგიური, ენერგეტიკული და ფიზიოლოგიური ღირებულება.

კვებითი ღირებულება ახასიათებს პროდუქტის მთლიან სასარგებლო თვისებებს: უვნებლობას, ათვისების უნარს, საკვები და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობას.

სხვადასხვა პროდუქტების კვებითი ღირებულება საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ყველაზე მაღალი კვებითი ღირებულებით ხასიათდებიან ის პროდუქტები, რომლებიც ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს და ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს შეიცავენ ადამიანის ორგანიზმისათვის საჭირო თანაფარდობით. მაგალითად: ხორცი, თევზი, კვერცხი, ხიზილადა, რძის პროდუქტები და სხვა.

ზოგიერთი პროდუქტები ხასიათდებიან დაბალი კვებითი ღირებულებით, რადგან არ შეიცავენ ყველა აუცილებელ ნაერთს – ხილი, ბოსტნეული და სხვა.

ცალკე შეიძლება გამოვყოთ პროდუქტები, რომლებიც შედგებიან ერთი ძირითადი ნივთიერებისაგან, მაგალითად ნახშირწყლებისაგან – შაქარი, სახამებელი, თაფლი.

ცილის მაღალი შემცველობით გამოირჩევიან – ხორცის, თევზის, რძის პროდუქტები. ცხიმის – კარაქი, ქონი, ზეთი.

ბიოლოგიური ღირებულება ხასიათდება პროდუქტებში ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების – ვიტამინების, მიკრო – და მაკროელემენტების, შეუცვლელი ამინომჟავების, უჯერი ცხიმოვანი მჟავების არსებობით. ეს ნივთიერებები არ სინთეზირდებიან ორგანიზმში და ამიტომ მათი მიღება აუცილებელია საკვების საშუალებით.

ენერგეტიკული ღირებულება განპირობებულია ენერჯის იმ რაოდენობით, რომელიც გამოთავისუფლდება კვების პროდუქტების ბიოლოგიური ქანგვის პროცესში და განისაზღვრება პროდუქტებში ცხიმების, ნახშირწყლების, ცილების შემცველობით და მათი შეთვისების უნარიანობით.

საკვები პროდუქტების ენერგეტიკულ ღირებულებას ანგარიშობენ მისი ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით. მაგალითად, თუ საქონლის ხორცი შეიცავს ცილებს 20%, ცხიმებს 18%, ნახშირწყლებს 0,5%, მაშინ 100 გ. ხორცის ენერგეტიკული ღირებულება იქნება:

$$[20 \times 4,0] + [18 \times 9,0] + [0,5 \times 4,0] = 224 \text{ კკალ}$$

აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ორგანიზმი, როგორც ხელსაყრელ პირობებშიც არ უნდა იყოს, გამოიყენებს პროდუქტებში შემავალი ნივთიერებების მხოლოდ ნაწილს.

ფიზიოლოგიური ღირებულება განისაზღვრება პროდუქტის უნარით იმოქმედოს ორგანიზმის, კერძოდ გულ – სისხლძარღვთა, ნერვულ, საჭმლის მომნელებელ და სხვა სისტემებზე. ასეთი თვისებები ახასიათებს ჩაის, ყავას, ლიქიორ – არყის ნაწარმს, ღვინოს კონიაკს, სანელებლებს და სხვა პროდუქტებს.

შეთვისების უნარიანობა ეს მაჩვენებელი ახასიათებს, ადამიანის ორგანიზმის მიერ პროდუქტის ათვისების უნარს. ის გამოისახება ათვისების კოეფიციენტით, რომელიც გვიჩვენებს თუ პროდუქტის რა ნაწილს გამოიყენებს ადამიანის ორგანიზმი. ათვისების უნარიანობა დამოკიდებულია, როგორც პროდუქტის ობიექტურ თვისებებზე – გარეგანი სახე, გემო, არომატი, კონსისტენცია, საკვები ნივთიერების შემცველობა და სხვა, ისევე ადამიანის ორგანიზმზე, საკვების მიღების პირობებზე, ჩვევებზე, გემოვნებაზე და სხვა.

სასურსათო პროდუქტებში შემავალი ნაერთების ათვისების უნარიანობა საშუალოდ შემდეგია: ცილების – 84,5%, ცხიმების – 94,0%, ნახშირწყლების – 95,6%.

უნებლობა – არის პროდუქტის თვისება მისი მოხმარებისას უარყოფითად არ იმოქმედოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, როგორც მოკლე ხანში (საკვები მოწამელები და საკვები ინფექციები), ასევე შორეული შედეგებით (კანცეროგენული, მუტაგენური და ტერატოგენური მოქმედება). ამრიგად უსაფრთხოდ შეიძლება ჩაითვალოს პროდუქტები, რომლებიც არ ხასიათდებიან, მავნე მოქმედებით როგორც არსებულ ასევე მომავალ თაობებზე. სასურსათო ნედლეულისა და პროდუქტების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრობლემის აქტუალობა ყოველწლიურად იზრდება, ვინაიდან კვება არის ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი, რომელიც განაპირობებს მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და გენოფონდის შენარჩუნებას.

ცხრილებში მოცემულია სხვადასხვა სასურსათო პროდუქტებში შემავალი მაღალი კალორიულობის მქონე და ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების შემცველობა.

სასურსათო პროდუქტების ენერგეტიკული ღირებულება

სასურსათო პროდუქტები	წყალი %	ენერგეტიკული ნივთიერებები 100 გ. პროდუქტში			ენერგეტიკული ღირებულება კკალ/100 გ.
		ცილები	ცხიმები	ნახშირწყლები	
მარგარინი	5.0	0.03	82.3	1.0	746
ღორის ხორცი	38.7	11.4	49.3	0.1	489
ნახ.შებოლ. ძეხვი	34.6	16.2	44.6	–	466
პოლანდიური ყველი	38.8	23.5	30.9	–	380
შაქრის ფხვნილი	0.14	–	–	99.8	374
შავი პური	46.9	7.0	101	40.3	193
ახალი თევზი	77.0	17.1	4.1	–	105
კარტოფილი	75	2.0	0.1	19.7	83

როგორც ცხრილიდან ჩანს ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით განსაკუთრებით მდიდარია მცენარეული პროდუქტები, მაშინ როცა საკონდიტრო ნაწარმი ამ თვალსაზრისით საკმაოდ ღარიბია.

ენერგეტიკული თვალსაზრისით განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის პროდუქტები, რომლებშიც მაღალია ცხიმებისა და ნახშირწყლების შემცველობა.

სასურსათო პროდუქტებში შემაჯავლი ძირითადი ვიტამინები და მინერალური ნივთიერებები

ნივთიერების დასახელება	ბიოლოგიური როლი	სადღეღამისო მოთხოვნილება	ძირითადი წყაროები
წყალში ხსნადი ვიტამინები			
B₁ თიამინი	ანტინეკროტიული, არეგულირებს საჭმლის მონელების სისტემას	1.7 მგ	პური, ბურღული, საფუარი, ხორცი, კვერცხი
B₂ რიბოფლავინი	მონაწილეობას ღებულობს ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში	2.0 მგ	პური, ბურღული, ჩაი, საფუარი, ხორცი, ღვიძლი
B₆ პირიდოქსინი	არეგულირებს ცილოვან და ცხიმოვან ცვლას	2.0 მგ	საფუარი, კვერცხის გული, პარკოსნები, სიმინდი
B₉ ფოლის მჟავა	ანემიის, სხივიური დაავადების, ნევრასტენიის და სხვათა მკურნალობა	200 მკგ	სალათის ფოთლები, ისპანახი, ღუდის საფუარი, პარკოსნები
B₁₂ ციანკობალამინი	ნუკლეინის მჟავების ბიოსინთეზი, სისხლმბადი	2-5 მკგ	სუბპროდუქტები (ღვიძლი, თირკმელები, ტვინი) საქონლის ხორცი
PP ნიცინი	ანტიდერმატული, არეგულირებს ქოლესტერინის შემცველობას სისხლში, ხელს უწყობს გულის მუშაობას	15-25 მგ	ქათმის ფილე, საქონლის ღვიძლი, ყველი, თევზი, რძე, ბოსტნეული, ფინიკი, მარცვლეული,
C ასკორბინის მჟავა	ზრდის ორგანიზმის ბრძოლის უნარიანობას, ანტისურავანდული	50-100 მგ	ახალი ხილი, კენკრა, ბოსტნეული
ცხიმში ხსნადი ვიტამინები			
A რეტინოლი	არეგულირებს მხედველობას, მოზარდ ორგანიზმში ხელს უწყობს ზრდას, აუცილებელია იმუნური სისტემის მუშაობისათვის	0.5-2.5 მგ	ღვიძლი, კარაქი, ზეთი, კვერცხი, თევზის ქონი
D კალციფეროლი	ანტირაქტიული, ანტიოსტეოპოროზული	2.5-10 მკგ	თევზის ქონი, ცხოველებისა და თევზების ღვიძლი, კვერცხის გული
E ტოკოფეროლი	განაპირობებს სასქესო უჯრედების მომწიფებას, ანტიოქსიდატი	8-10 მგ	ზეთები, ხიზილალა, მარცვლეულის ჩანასახი
K ფილოქინონი	არეგულირებს სისხლის შედეგებას	0.2-0.3 მგ	ფურცლოვანი მწვანილი, კომბოსტო, კარტოფილი
მაკროელემენტები			
კალციუმი	ძვლის ქსოვილის ფორმირება	1000 მგ	რძე, რძის პროდუქტები, კვერცხი
ფოსფორი	პლატიკური როლი, მონაწილეობა ენერგეტიკულ ცვლაში	1000-1500 მგ	თევზი, ხიზილალა, ლობიო, პური, საქონლის ღვიძლი

მაგნიუმი	ძვლის ქსოვილის შენება, ნახშირწყლოვანი და ენერგეტიკული ცვლა	300-500 მგ	პური და ბურღულეული, რძის პროდუქტები
ნატრიუმი	წყლისა და მინერალურ ცვლაში მონაწილეობა	4.0-6.0 გ	პური, მარილიანი საკვები, პარკოსნები,
კალიუმი	წყლისა და მინერალურ ცვლაში მონაწილეობა	2.5-5.0 გ	პური, მარილიანი საკვები, პარკოსნები, გარგარი, კარტოფილი, ყურძენი
ქლორი	წარმოქმნის კუჭის წვენს, ააქტიურებს ფერმენტებს	5.0-7.0 გ	პური, მარილიანი საკვები
რკინა	ჰემოგლობინის, მიოგლობინისა და ზოგიერთი ფერმენტის წარმოქმნა	15-25 მგ	ღვიძლი, საქონლის ხორცი, კვერცხი, თევზი, პარკოსნები, გარგარი
მიკროელემენტები			
იოდი	არეგულირებს ფარისებრი ჯირკვლის მუშაობას	100-200 მკგ	ზღვის თევზი, ზღვის პროდუქტები, თევზის ქონი
ფტორი	კბილის ემალის წარმოქმნა	800-900 მკგ	ზღვის თევზი, ჩაი, ნიგოზი

სურსათის წარმოების ზრდას, მის ტექნიკურ პროგრესს მნიშვნელოვნად განაპირობებს მსოფლიო მოსახლეობის დემოგრაფიული და სოციალური ცვლილებები, ცხოვრებისა და შრომის პირობების ცვლილება. იგი მჭიდროდაა დაკავშირებული მედიცინისა და ფუნდამენტალური მეცნიერებების (ფიზიკა, ქიმია, მიკრობიოლოგია) განვითარებასთან, ეკოლოგიური პირობების გაუარესებასა და სურსათის ბაზარზე არსებულ მკაცრ კონკურენციასთან.

ყველაფერი ზემოდ ჩამოთვლილი განაპირობებს არა მარტო ტრადიციული პროდუქტების მიღების ტექნოლოგიების სრულყოფას, არამედ ახალი თაობის საკვები პროდუქტების შექმნას, რომლებიც პასუხობენ თანამედროვეობის მოთხოვნებსა და შესაძლებლობებს. ეს პროდუქტები ძირითადად ხასიათდებიან ბალანსირებული შემადგენლობით, დაბალი კალორიულობით, ფუნქციონალური და სამკურნალო ინგრედიენტების შემცველობით, ვარგისიანობის დიდი ვადითა და სწრაფი მომზადების ფუნქციით

თანამედროვე სასურსათო პროდუქტები შესაძლებელია შემდგენიარად დავაჯგუფოვდ:

- მასობრივი დანიშნულების ტრადიციული და ახალი პროდუქტები;
- მასობრივი დანიშნულების ფუნქციონალური პროდუქტები;
- მოსახლეობის ცალკეული ჯგუფისათვის განკუთვნილი სპეციალური დანიშნულების სასურსათო პროდუქტები;
- ბავშვების, ფეხმძიმეებისა და მეძუძური დედებისათვის განკუთვნილი სასურსათო პროდუქტები;
- სამკურნალო დანიშნულების სასურსათო პროდუქტები.

2. ცილოვანი ნაერთები

ცილოვანი ნაერთები ანუ პროტეინები (პროტეინები, ბერძნულად – პირველადი, უმნიშვნელოვანესი) ეწოდებათ α – ამინომჟავების ნაშთებისაგან აგებულ მაღალმოლეკულურ ბუნებრივ პოლიმერებს. ბუნებაში არსებობს 10^{10} – 10^{12} -მდე განსხვავებული ცილა რომელთა მოლეკულური მასა 10^3 – 10^7 დალტონის¹ ფარგლებში მერყეობს, ხოლო მონომერების რაოდენობა ზოგ შემთხვევებში რამდენიმე ათასს აღწევს. ცილები წარმოადგენენ, ვირუსიდან დაწყებული ადამიანის ჩათვლით, $1.2 \cdot 10^6$ -მდე სახეობის ცოცხალი ორგანიზმის საფუძველს. ცილოვანი ნივთიერებების ეს მრავალსახეობა წარმოქმნილია 20 პროტეოგენური α – ამინომჟავის უნარით წარმოქმნან მაღალმოლეკულური პოლიმერები. ყოველ ინდივიდუალურ ცილას ახასიათებს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ამინომჟავური თანმიმდევრობა.

ცილოვანი ნაერთები სიცოცხლის საფუძველს წარმოადგენენ. საკმაოდ მრავალფეროვანია მათი ბიოლოგიური ფუნქცია, არსებითად ორგანიზმის ცხოველქმედება მთლიანად მათთანაა დაკავშირებული. ცილები ორგანიზმში ასრულებენ:

- სტრუქტურულ, პლასტიკურ ფუნქციებს (კერატინი, კოლაგენი, ელასტინი, ფიბროინი);
- კატალიზურ ფუნქციებს (ფერმენტები);
- პროცესების მარეგულირებელ ფუნქციებს (ჰორმონები);
- ტრანსპორტულ ფუნქციას (ჰემოგლობინი, მიოგლობინი, შრატის ალბუმინები);
- დაცვის იმუნურ ფუნქციას (იმუნოგლობულინი, ინტერფერონი);
- მამოძრავებელ ფუნქციებს (აკტინი, მიოზინი);
- სათადარიგო ფუნქციებს (კაზეინი, ალბუმინი, გლიადინი, ზეინი).

ცილები წარმოადგენენ ბიომემბრანების საფუძველს, არიან უჯრედისა და მისი კომპონენტების უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილი. ცილის განსაკუთრებულ თვისებას წარმოადგენს სტრუქტურების თვით ორგანიზაცია. ეს არის ინდივიდუალური ცილის თვისება თავისთავად მიიღოს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი სივრცითი სტრუქტურა.

ცილოვანი ნაერთები ადამიანთა და ცხოველთა საკვების ძირითად ნაწილს წარმოადგენენ, ისინი მუდმივად იშლებიან, ამიტომ ორგანიზმისათვის აუცილებელია მათი რესინთეზი.

მცენარეები ასინთეზირებენ ცილოვან ნივთიერებებს ნახშირწყლებიდან და არაორგანული აზოტოვანი ნივთიერებებიდან. ხოლო ცხოველები და ადამიანები საკუთარი ცილების წარმოსაქმნელად იყენებენ მცენარეებისა და ცხოველების ცილოვან ნივთიერებებს. ცილის ნაკლებლობა საკვებში მრავალი დაავადებისა და ადრეული სიკვდილის მიზეზია.

მიუხედავად ცილების დიდი მრავალსახეობისა, მათ შემადგენლობაში არსებული ძირითადი ელემენტების რაოდენობა მუდმივია. ცილების ელემენტარული შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში.

ძირითადი ელემენტების შემცველობა ცილებში

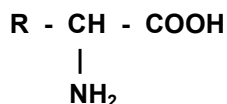
ელემენტი	რაოდენობა %
ნახშირბადი	50.6–54.5
ჟანგბადი	21.5–23.5
აზოტი	15.0–17.6
წყალბადი	6.5 – 7.3
გოგირდი	0.5–2.5
სხვა ელემენტები	0.3–0.00001

¹ დალტონი (და) – მასის ერთეული, რომელიც პრაქტიკულად წყალბადის მასის (1.0 ნახშირბად ერთეული) ტოლია

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ აზოტის შემცველობა ცილოვან ნაერთებში, ყველა ცილისათვის იგი საშუალოდ 16% შეადგენს. ამიტომ ცილოვანი აზოტის რაოდენობის მიხედვით შესაძლებელია სასურსათო პროდუქტში ცილის შემცველობის გამოთვლა.

ამინომჟავების აღნაგობა და თვისებები.

ძლიერი მჟავების ან ტუტეებით მოქმედებით, აგრეთვე ფერმენტებით ჰიდროლიზის შედეგად ცილები იშლებიან და წარმოქმნიან α - ამინომჟავების ნარევეს. ეს უკანასკნელნი წარმოადგენენ პოლიფუნქციონალურ ნაერთებს. ზოგადად ამინომჟავის შემადგენლობაში შედის რამდენიმე ფუნქციონალური ჯგუფი: ამინოჯგუფი – NH_2 , კარბოქსილის ჯგუფი – COOH და რადიკალი – R .



ფუნქციონალური ჯგუფების რაოდენობა სხვადასხვა ამინომჟავაში შეიძლება იყოს სხვადასხვა.

- კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ: ერთ, ორ და მრავალფუძიან ამინომჟავებს;
- ამინოჯგუფების რაოდენობის მიხედვით – მონო, დი და ა.შ. ამინომჟავებს.
- ამინოჯგუფის მდებარეობის მიხედვით ამინომჟავები იყოფა α , β , γ და ა.შ. ამინომჟავებად;

ნახშირწყალბადოვანი რადიკალის აღნაგობის მიხედვით ყველა ამინომჟავა იყოფა ორ ჯგუფად – აციკლურ (ცხიმოვანი რიგის) და ციკლურ (არომატული რიგის) ამინომჟავებად. ამინომჟავების კლასიფიკაცია შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:

აციკლური ამინომჟავები:

- მონოამინო მონოკარბონის მჟავები – გლიცინი, ალანინი, სერინი, ცისტეინი, მეთიონინი, ტრეონინი, ვალინი, ლეიცილი, იზოლეიცილი;
- დიამინო მონოკარბონის მჟავები – ლიზინი, არგინინი;
- მონოამინო დიკარბონის მჟავები – ასპარგინისა და გლუტამინის მჟავები;
- დიამინო დიკარბონის – ცისტინი.

ციკლური ამინომჟავები:

- ჰომოციკლურები – ფენილალანინი, ტიროზინი;
- ჰეტეროციკლურები – ტრიპტოფანი, ჰისტიდინი, პროლინი, ოქსიპროლინი.

გლიცინის გარდა ყველა ამინომჟავა გვხვდება ოპტიკური იზომერის სახით. ასიმეტრიული ნახშირბადის ატომის მიხედვით ანსხვავებენ D და L კონფიგურაციას, ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიოლოგიური აქტივობით. ბუნებაში გავრცელებულია L კონფიგურაციის α – ამინომჟავები, რომლებიც ტკბილი გემოთი ხასიათდებიან. D კონფიგურაციის α – ამინომჟავები არ შეითვისებიან ორგანიზმის მიერ და ხასიათდებიან მწარე გემოთი.

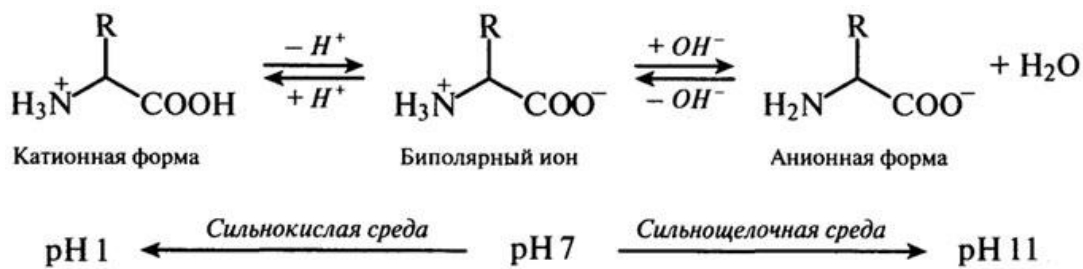
ბუნებაში არსებული 300-მდე ამინომჟავიდან შესაძლებელია გამოვყოთ ორი ძირითადი ჯგუფი:

- ა. ცილის შემადგენლობაში შემავალი ამინომჟავები – პროტეოგენური ამინომჟავები;
- ბ. თავისუფალი ამინომჟავები.

კვების თვალსაზრისით შესაძლებელია გამოვყოთ ესენციალური (შეუცვლადი) ამინომჟავები, რომლებსაც ადამიანის ორგანიზმი ვერ ასინთეზირებს და შესაბამისად მათი მიღება შესაძლებელია მხოლოდ საკვების საშუალებით.

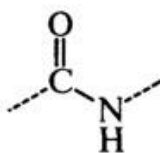
ამინომჟავები მიეკუთვნებიან ამფოტერულ ელექტროლიტებს, მათ ახასიათებთ, როგორც ფუძე ასევე მჟავე თვისებები. ამიტომ ხსნარის შემადგენლობაზე დამოკიდებულებით მათ შეუძლიათ იმოქმედონ, როგორც ფუძეებთან ასევე მჟავეებთან და წარმოქმნან სხვადასხვა მარილები.

მყარ ან გახსნილ მდგომარეობაში ამინომჟავები იმყოფებიან ბიპოლარული იონის (ცვიტერიონი) სახით. მონოამინო დიკარბონის მჟავების წყალხსნარები ხასიათდებიან მჟავე რეაქციით, მაშინ როდესაც დიამინო მონოკარბონის მჟავების წყალხსნარები – ფუძე რეაქციით.



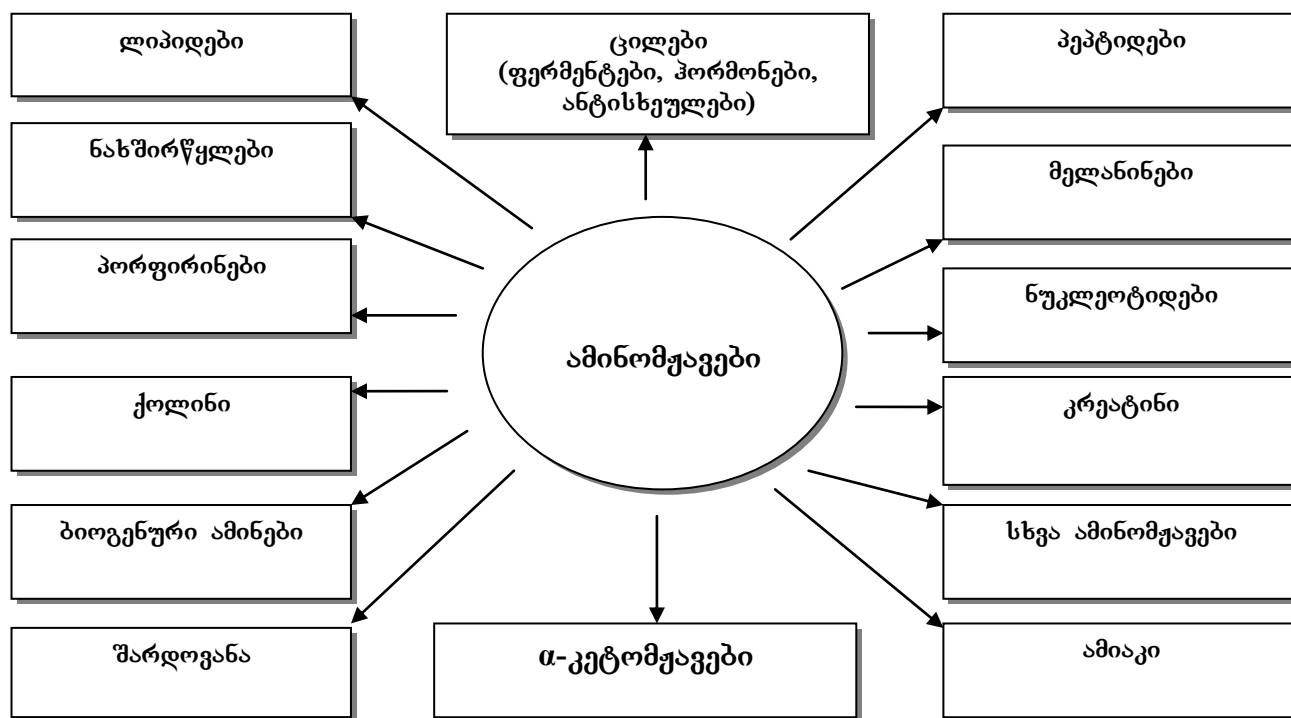
pH რომლის დროსაც ამინომჟავა იმყოფება ცვიტერ-იონის მდგომარეობაში იზოელექტრული წერტილი ეწოდება. ცოცხალ ორგანიზმში ამინომჟავები ასრულებენ ბუფერული ნაერთების როლს, არეგულირებენ წყალბად იონთა კონცენტრაციას.

ამფოტერული ბუნების გამო α - ამინომჟავები რეაქციაში შედიან ერთმანეთთან პეპტიდური ანუ ამიდური ბმების წარმოქმნით.



ორი ამინომჟავიდან მიღებულ პეპტიდს დიპეტიდი ეწოდება. მრავალი ამინომჟავისაგან – პოლიპეტიდი.

საკვებში არსებული ცილები კუჭ-ნაწლავის პროტეოლიტური ფერმენტების მოქმედებით იშლებიან α - ამინომჟავებად, რომლებიც აღწევენ სისხლისმიმოქცევის სისტემაში და სისხლის საშუალებით გადაიტანებიან ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილებში. განიცდიან მთელ რიგ გარდაქმნებს, რის შემდეგაც უზრუნველყოფენ ცილისა და პეპტიდების სინთეზს პლასტიკური მასალით. ცილის გამოყენებელი “ნარჩენები” მოიხმარებიან სხვა დანიშნულებით ან გამოიყოფიან ორგანიზმიდან.



ამინომჟავების ძირითადი ფუნქციები ორგანიზმში

ამინომჟავეების დეკარბოქსილირების შედეგად ორგანიზმში წარმოიქმნებიან მნიშვნელოვანი ბიოგენური ამინები. ამინომჟავეების ნაწილი ასრულებს მედიატორების როლს, გადააქვთ რა ნერვული იმპულსები ერთი ნერვული უჯრედიდან მეორეზე.

ამინომჟავეების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა

ცილების შემადგენლობაში შემავალი 20 პროტეოგენური ამინომჟავეა სხვადასხვა ბიოლოგიური აქტიურობით ხასიათდება. ამინომჟავეათა ბიოლოგიური ღირებულება განისაზღვრება არა მარტო იმით, რომ ისინი შედიან ცილების შემადგენლობაში, არამედ იმითაც, რომ ისინი წარმოადგენენ მრავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების (ვიტამინების, ჰორმონების, კოფერმენტების, ალკალიდების, მედიატორების, პიგმენტების, ანტიბიოტიკების და ა.შ) საწყისს.

ამინომჟავეების ნაწილი სინთეზირდება ორგანიზმის მიერ, რის გამოც მათი მიღება საკვები პროდუქტებით არ არის სავალდებულო, ასეთ ამინომჟავეებს შეუძლია ამინომჟავეებს უწოდებენ. მათ მიეკუთვნება: პისტიდინი, არგინინი, ცისტინი, ტიროზინი, ალანინი, სერინი, გლუტამინისა და ასპარგინის მჟავეები, პროლინი, ოქსიპროლინი, გლიცინი.

ამინომჟავეების მეორე ჯგუფი – შეუცვლადი ანუ ესენციალური ამინომჟავეები არ სინთეზირდებიან ადამიანის ორგანიზმში. ისინი ორგანიზმმა უნდა მიიღოს საკვების საშუალებით.

საკვებში, რომელიმე შეუცვლადი ამინომჟავის არ არსებობა არღვევს ცილის სინთეზის პროცესს, რამაც სავალალო შედეგებამდე შეიძლება მიგვიყვანოს.

შეუცვლად ამინომჟავეებს მიეკუთვნება ტრიპტოფანი, ლიზინი, ლეიცინი, იზოლეიცინი, მეთიონინი, ფენილალანინი, ტრეონინი, ვალინი. ვინაიდან მეთიონინიდან და ფენილალანინიდან ორგანიზმში სინთეზირება ცისტინი და ტიროზინი, საკვებში ამ უკანასკნელთა საკმაო რაოდენობა ამცირებს მოთხოვნას მეთიონინისა და ფენილალანინზე. შეუცვლადი ამინომჟავეების საშუალო სადღეღამისო ნორმა მოცემულია ცხრილში.

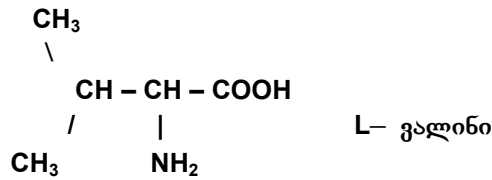
FAO მონაცემებით შეუცვლადი ამინომჟავეების სადღეღამისო ნორმა
მოზრდილი ადამიანისათვის (მგ/გ ცილაზე)

შეუცვლადი ამინომჟავეები	ბავშვები 2-5 წელი	ბავშვები 10-12 წ.	მოზარ-დები	სხეულის მასაზე მგ/კგ
იზოლეიცინი	28	28	13	10
ლეიცინი	66	44	19	14
ლიზინი	58	44	16	12
მეთიონინი + ცისტინი	25	22	17	13
ფენილალანინი + ტიროზინი	63	22	19	14
ტრეონინი	34	28	9	7
ტრიპტოფანი	11	9	5	3.5
ვალინი	35	25	13	10

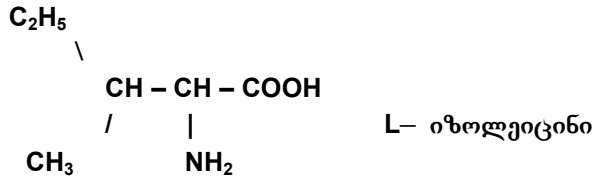
რომელიმე ერთი შეუცვლადი ამინომჟავის არ არსებობა საკვებში იწვევს სხვა ამინომჟავეების არასრულ შეთვისებას, უარყოფით აზოტურ ბალანს, ცენტრალური ნერვული სისტემის მუშაობის დარღვევას, ზრდის შეჩერებას, მძიმე კლინიკურ შედეგებს.

ცხოველებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია ცალკეული შეუცვლადი ამინომჟავის ნაკლებობით გამოწვეული დაავადებები.

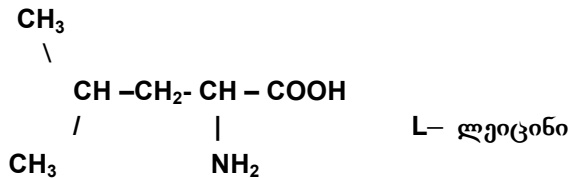
ვალინის საკვებში არ არსებობის დროს ცხოველებს ეკარგებად მადა და ერღვევათ მოძრაობის კოორდინაცია, მძიმე შემთხვევები მთავრდება სიკვდილით.



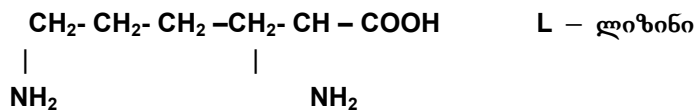
იზოლეიცინი, აუცილებელია მოზარდი ორგანიზმის ზრდა განვითარებისათვის, მისი ნაკლებობა ან არ არსებობა იწვევს შეშუპებასა და ანემიას.



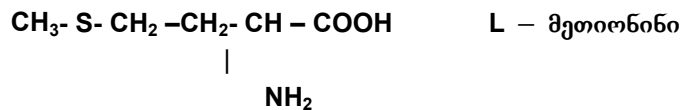
ლეიცინი, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ახალგაზრდა ორგანიზმის განვითარებისათვის. მისი ნაკლებობის დროს მცირდება სხეულის მასა, ვითარდება შეშუპება. ლეიცინი ფართოდაა გავრცელებული ცხოველური და მცენარეული წარმოშობის ცილაში. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გროვდება იგი ალოჯებულ მარცვლეულში.



ლიზინი, ერთერთი უმნიშვნელოვანესი შეუცვლელი ამინომჟავაა. საკვებში მისი ნაკლებობა იწვევს სისხლწარმოქმნის პროცესის მოშლას, მცირდება ერთთროციდებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა, ხდება კუნთოვანი ქსოვილის განღვევა, ირღვევა ძვლების კალციფიკაცია.



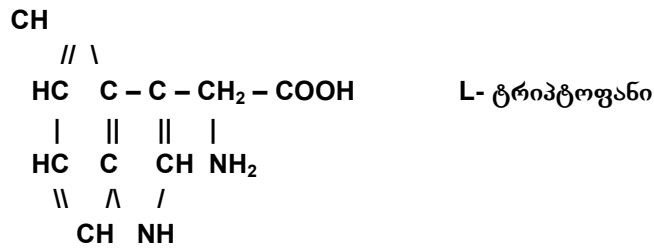
მეთიონინი დიდ როლს ასრულებს ზრდის პროცესში, არეგულირებს აზოტოვან ბალანსს ორგანიზმში. ორგანიზმისათვის, მეთიონინის მნიშვნელობას განსაზღვრავს მოძრავი მეთილის ჯგუფიც, რომელიც შესაძლებელია გადაცემულ იქნას სხვა ნივთიერებებზე. ამ ამინომჟავის ნაკლებობა იწვევს ღვიძლის ციროზს, ანემიას და თმის ცვენას.



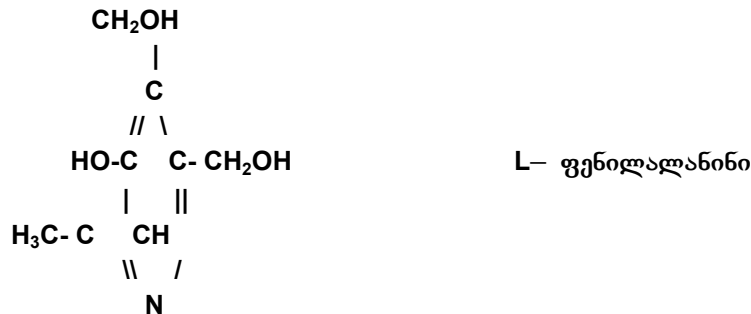
ტრეონინი, დიდ როლს თამაშობს ორგანიზმის განვითარებისას. ცხოველთა საკვებში ამ ამინომჟავის ნაკლებობა იწვევს ცხოველის მასის შემცირებას, რამაც შემდგომში მისი სიკვდილი შეიძლება გამოიწვიოს.



ტრიპტოფანი აუცილებელია ორგანიზმის ზრდისა და სისხლის ჰემოგლობინის წარმოქმნისათვის. მისი ნაკლებობა იწვევს კბილების ზრდის შეჩერებასა და კატარაქტას. ტრიპტოფანის ძირითად წყაროს წარმოადგენენ ხორცის, რძის, კვერცხის და მარცვლოვანი კულტურების ცილები.



ფენილალანინი დიდ როლს თამაშობს ფარისებური ჯირკვლის მუშაობაში. იგი წარმოქმნის ტიროქსინის სინთეზის ბირთვის, შედის მრავალი მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ცილის შემადგენლობაში.



ამინომჟავური შემადგენლობის მიხედვით ყველა ცილოვანი ნივთიერება პირობითად შეიძლება გაყოფილი იქნას ორ ჯგუფად: სრულფასოვან და არასრულფასოვან ცილად.

სრულფასოვანი ეწოდებათ ცილებს, რომლებსაც საკვების საშუალებით ორგანიზმში მოხვედრისას, შესწევთ უნარი შეინარჩუნონ ორგანიზმის ნორმალური განვითარება და ცხოველქმედება. ასეთი ცილები შეიცავენ ყველა შეუცვლად ამინომჟავას. სრულფასოვანი ცილების მაგალითია რძის კაზეინი და კვერცხის ალბუმინი.

არასრულფასოვანს მიეკუთვნება ცილა, რომელიც არ შეიცავს თუნდ ერთ შეუცვლად ამინომჟავას.

მხოლოდ ერთი რომელიმე, არასრულფასოვანი ცილით კვება, შეიძლება გახდეს ნივთიერებათა ცვლის მოშლის მიზეზი. მაგრამ ადამიანი არასოდეს არ იკვებება მხოლოდ ერთი სახის ცილით, ხოლო შერეულ საკვებში, თითქმის ყოველთვის ხდება ამინომჟავების დაბალანსება.

მცენარეული და ცხოველური ცილები ბიოლოგიური ღირებულებით მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ცხოველური ცილების ამინომჟავური შემადგენლობა ადამიანის ცილების მსგავსია. ცხოველური ცილები სრულფასოვანი ცილებია, მაშინ როდესაც მცენარეული ცილები არასრულფასოვანია, მათში ლიზინის, ტრიპტოფანის, ტრონინის და სხვა შეუცვლად ამინომჟავების სიმცირის გამო. მაგალითად სიმინდის ცილა – ზეინი, რომელიც არ შეიცავს ლიზინს და ლიმბიტირებულია ტრიპტოფანის მიხედვით.

გარდა ამინომჟავური შემადგენლობისა ცილების ბიოლოგიურ ღირებულებას განსაზღვრავს მათი შეთვისების უნარიანობა.

აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა ცილების შეთვისების უნარიანობა საკმაოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მაგალითად თუ რძის ცილის შეთვისების უნარიანობას მივიჩნევთ 100% ტოლად, მაშინ ხორცის ცილების შეთვისების უნარიანობა იქნება 90%, კარტოფილის 80%, ხორბლის 50%, მთელი რიგი ბოსტნეულის ცილების შეთვისება არ აღემატება 25%. საერთოს მცენარეული ცილები შეითვისებიან

უფრო ცუდად, ვიდრე ცხოველური ცილები, რაც გამოწვეულია უჯრედანისა და სხვა ნივთიერებების დამცავი თვისებებით.

საკვებში ნახშირწყლებისა და ცხიმების ნაკლებობის დროს მოთხოვნა ცილებზე იზრდება, ვინაიდან ბიოლოგიურ ღირებულებასთან ერთად ისინი იძენენ ენერგეტიკულ დატვირთვასაც. მეორე მხრივ საკვებში ცილების ჭარბი რაოდენობის დროს (ენერგეტიკული კომპონენტების საკმარისი რაოდენობის ფონზე) წარმოიქმნება ლიპიდების სინთეზისა და შესაბამისად გასუქების საფრთხე.

სასურსათო პროდუქტების შენახვისას, ცილები განიცდიან სხვადასხვა გარდაქმნებს. განსაკუთრებით ინტენსიურია ეს პროცესი ტენის მაღალი შემცველობის პროდუქტების არახელსაყრელ პირობებში შენახვის დროს. ლპობის ბაქტერიებისა და სხვა მიკროორგანიზმების მოქმედებით ცილები შეიძლება დაიშალოს პეპტიდებამდე და ამინომჟავებამდე, რომლებიც თავის მხრივ კიდევ იშლებიან უფრო მარტივ ნივთიერებებად – ამინებად, ცხიმოვან მჟავებად, სპირტებად, ფენოლებად, ინდოლად, სკატოლად, მერკაპტანებად, გოგირდწყალბადად და სხვა. ეს ნივთიერებები ანიჭებენ პროდუქტებს არასასიამოვნო სუნს, ცვლიან მის კონსისტენციას, ფერს და სხვა მახვევებლებს. ცილის დაშლისას წარმოქმნილი ზოგიერთი ამინი ძლიერი შხამია. ხორცის ლპობისას წარმოქმნილი ორგანული ფუძეები, რომლებიც მომწამლავე ეფექტით ხასიათდებიან, გვამის შხამების ანუ პტომაინების სახელწოდებითაა ცნობილი.

ცილოვან ნივთიერებებზე, ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე – ასაკზე, სქესზე, შრომით საქმიანობაზე, ცხოვრების კლიმატურ პირობებზე. საშუალოდ, მოზრდილი ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება ცილოვან ნაერთებში 80–100 გ. შეადგენს, მათ შორის ცხოველური წარმოშობის ცილები უნდა შეადგენდნენ 50%-ზე მეტს, დიდი ფიზიკური დატვირთვების დროს ეს რაოდენობა შეიძლება 120 გრამამდე გაიზარდოს.

ცილებისა და პეპტიდების აღნაგობა

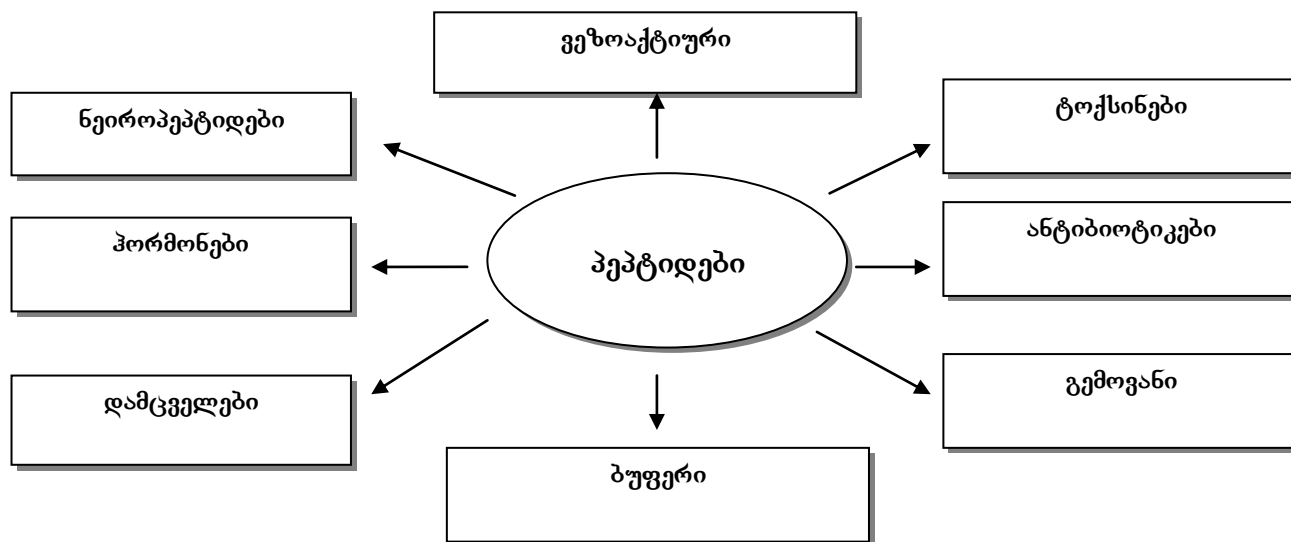
პეპტიდების აღნაგობა და ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა

ცილოვან ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულური მასა 5000 დალტონზე ნაკლებია პეპტიდები ეწოდებათ. XX საუკუნის 50-იან წლებამდე ითვლებოდა, რომ ისინი წარმოადგენდნენ ცილების არასრული ჰიდროლიზის პროდუქტებს და წარმოიქმნებოდნენ როგორც ცილის დაშლის შუალედური პროდუქტები საკვების ათვისების, ან საკვები პროდუქტების წამოებისა და შენახვის დროს. ამჟამად აღმოჩენილია პეპტიდების საკმაოდ დიდი რაოდენობა, რომლებიც ხასიათდებიან ამინომჟავების ინდივიდუალური თანმიმდევრობით და არ გვხვდებიან ბუნებრივი ცილების ჰიდროლიზატებში.

ცილებსა და პეპტიდებს შორის მკვეთრი ზღვრის გავლება არ შეიძლება, მაგრამ მაინც აღსანიშნავია, რომ პეპტიდები ხასიათდებიან დაბალი მოლეკულური მასით, ამინომჟავების დიდი ნაირგვარობით (მათ შემადგენლობაში შედის D –ამინომჟავებიც) და სტრუქტურული თავისებურებებით (განშტოებული და ციკლური ჯაჭვი).

არსებობს პეპტიდების ორი სახეობა, ერთი სინთეზირდება ცოცხალ ორგანიზმში და ხასიათდება განსაზღვრული ფიზიოლოგიური აქტიობით, მეორე კი წარმოიქმნება ორგანიზმში ან მის გარეთ, ცილის ქიმიური ან ფერმენტატიული ჰიდროლიზის შედეგად.

დადგენილია მრავალი ბუნებრივი პეპტიდების აღნაგობა და როლი. სურათზე მოცემულია პეპტიდების ყველაზე გავრცელებული ჯგუფები, რომლებზეც ბევრად არის დამოკიდებული ადამიანის ჯამრთელობა და საკვები პროდუქტების ორგანოლეპტიკური და სანიტარულ-ჰიგიენური თვისებები.



პეპტიდების უმნიშვნელოვანესი ჯგუფები

პეპტიდი-ბუფერები ადამიანისა და ზოგიერთი ცხოველის კუნთებში აღმოჩენილია დიპეპტიდები – კარნოზინი და ანსერინი, რომლებიც ასრულებენ ბუფერულ ფუნქციებს, მათ შემადგენლობაში შემავალი ჰისტიდინის იმიდაზოლური ციკლის ხარჯზე.

ეს პეპტიდები წარმოადგენენ ხორცის ექსტრაქტიული ნივთიერებების შემადგენელ ნაწილს. მათი შემცველობა მერყეობს 0.2-0.3%-ის ფარგლებში.

პეპტიდი-ჰორმონები. ჰორმონები წარმოადგენენ ცილოვანი ბუნების ნივთიერებებს, რომლებიც გამოიშვებიან შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების მიერ და სისხლში მოხვედრის შემდეგ არეგულირებენ ცალკეული ორგანოების ან მთელი ორგანიზმის ცხოველქმედებას.

ჰორმონები ოქსიტოცინი და ვაზოპრესინი გამოიშვებიან ჰიპოფიზის უკანა ნაწილის მიერ, თითოეული მათგანი შეიცავს 9 ამინომჟავის ნაშთს. ორივე ჰორმონის როლი მდგომარეობს ორგანიზმის მუსკულატურის შეკუმშვისა და სარძევე ჯირკვლებით რძის გამოიშვების სტიმულირებაში. გარდა ამისა, მე-3 და მე-8 ნახშირბადებთან არსებული განსხვავებული ამინომჟავური ნაშთი განსაზღვრავს ვაზოპრესინის დამატებით უნარს დაარეგულიროს ორგანიზმში წყლის ბალანსი, სისხლის ოსმოსური წნევა და მოახდინოს დამახსოვრების სტიმულირება.

ასევე დაბალმოლეკულურ პეპტიდებს მიეკუთვნებიან ჰიპოთილამუსის ჰორმონები, რომლებიც არეგულირებენ ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედებას. ცხოველებისა და ადამიანის რძე შეიცავს ამ ჰორმონების უმეტესობას.

13 ამინომჟავის ნაშთისაგან წარმოქმნილი ჰორმონი – მელანოტროპინი, ასრტიმულირებს თვალების, თმისა და კანის ფერის განმაპირობებელი პიგმენტის მოქმედებას.

ნეიროპეპტიდები. უკანასკნელ წლებში ცალკე ჯგუფად იქნა გამოყოფილი ადამიანისა და ცხოველების ტვინში შემავალი 50-მდე პეპტიდი. ეს ნივთიერებები განსაზღვრავენ შიშის გრძობას, დამახსოვრებას, სწავლას, არეგულირებენ ძილს, ხსნიან ტკივილის შეგრძნებას.

ამჟამად მთელ მსოფლიოში ინტენსიური მუშაობენ ნეიროპეპტიდების გამოყოფასა და შესწავლაზე, რათა ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მიღებული ბიოლოგიურად აქტიური პეპტიდები გამოყენებულ იქნან წამლებად.

ვაზოაქტიური პეპტიდები. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ბრადიკინინი, კალიდინი და ანგიოტენზინი, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ძარღვების ტონუსზე. პირველი შეიცავს 9 ამინომჟავის ნაშთს, მეორე-10-ს, ხოლო მესამე- 8-ს.

პეპტიდი ტოქსინები. მთელ რიგი ტოქსინები, რომლებსაც გამოიშვებიან მიკროორგანიზმები, შხამიანი სოკოები, ფუტკრები, გველები, მორიელები და მოლუსკები ხასიათდებიან პეპტიდური ბუნებით. იდენტიფიცირებულია **Staphylococcus aureus** –ის მიერ გამოიშვებული 5 ენტეროტოქსინი და **Clostridium**

botulinum –ის 7 ნეიროტოქსინი, რომლებიც განსხვავდებიან იზოელექტრული წერტილის, დიფუზიისა და ხელმძღვანელების კოეფიციენტების მნიშვნელობით.

რძის, ხორცის, თევზის, კვერცხის თხევადი პროდუქტების, ასევე საღებავებისა და კრემების არასწორი დამუშავებისა და შენახვის პირობებში წარმოქმნილი ტოქსინები შესაძლებელია გახდნენ საკვებით მოწამვლის მიზეზი. განსაკუთრებით ძლიერ საწამვლავეს წარმოადგენენ ბოტულიზმის ჩხირის მიერ პროდუქცირებული ტოქსინები, რომლებიც ხშირ შემთხვევაში სიკვდილს იწვევენ.

ენტეროტოქსინები შესაძლებელია გამოიწვიონ **Salmonella**-სა და **Clostridium perfringens** ბაქტერიების მიერ. ეს ტოქსინები ხშირად ხდებიან კუჭ-ნაწლავის მოქმედების მოშლის, გულყრებისა და ციებ-ცხელების მიზეზი. ამ ტოქსინების წარმოქმნა ძირითადად ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში ხდება. ისინი თრგუნავენ გლუკოზისა და ელექტროლიტების გადატანის პროცესს, რითაც იწვევენ ნაწლავების უჯრედების კედლამას.

თეთრი შხამა სოკო შეიცავს ათამდე ციკლურ პეპტიდს, რომლებიც ძლიერ გავლენას ახდენენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე.

პეპტიდი ანტიბიოტიკები. ამ ჯგუფის პეპტიდების წარმომადგენელია ციკლური პეპტიდი გრამიციდინ-**S** რომელსაც გამოიწვიებს ბაქტერია **Bacillus brevis** და სურფაკტინი, ზედაპირულ-აქტიური ანტიბიოტიკი, რომელსაც ასინთეზირებს **Bacillus subtilis**. ორივე ანტიბიოტიკი ეფექტურად გამოიყენება სტრეფტოკოკებისა და პნეემოკოკების მიერ გამოიწვიებული დაავადებების სამკურნალოდ.

Penicillium-ის ობის სოკოების მიერ გამოიწვიებული ანტიბიოტიკის საფუძველს წარმოადგენს **D-**ვალინისა და ცისტინისაგან წარმოქმნილი დიპეპტიდი. ამ ჯგუფის პეპტიდური ბუნების ანტიბიოტიკები გამოიყენება სტაფილოკოკების, სტრეფტოკოკებისა და სხვა მიკროორგანიზმებით გამოწვეული ინფექციების სამკურნალოდ.

გემოვანი პეპტიდები. ამ ჯგუფის ნაერთების უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია ტკბილი და მწარე პეპტიდები. ნაყინის, უალკოჰოლო სასმელებისა და სხვა პროდუქტების წარმოებისას ხშირად გამოიყენებენ ასპარტამს, რომელიც ასპარგინის მჟავისა და ფენილალანინის დიპეპტიდს წარმოადგენს.

ასპარტამი 180-ჯერ ტკბილია შაქარზე, მაგრამ ხანგრძლივი შენახვისა და გაცხელების დროს მისი სიტკბო მცირდება.

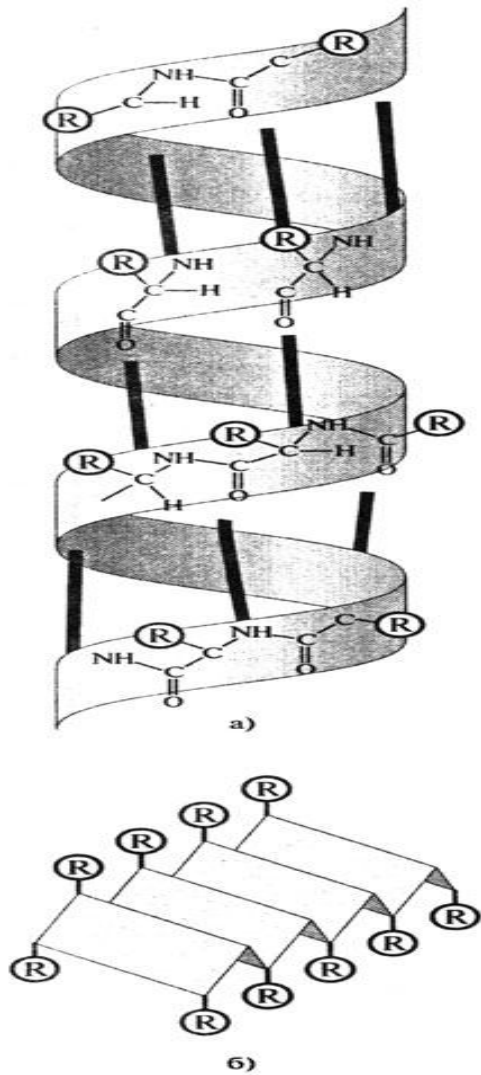
მწარე გემოს პეპტიდები წარმოიქმნიან ყველსა და რძეში რძემჟავა ბაქტერიების ცხოველყოფილობის შედეგად. ისინი წარმოადგენენ დაბალმოლეკულურ ჰიდროფობურ ნაერთებს რომელთა შემადგენლობაში შედის 2-დან 8-მდე ამინომჟავური ნაშთი. ჰიდროლიზის შედეგად ამ ნივთიერებების მწარე გემო ქრება.

პროტექტორული პეპტიდები. ამ ჯგუფის პეპტიდები ხასიათდებიან დამცველი ფუნქციებით. ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს წარმომადგენელს წარმოადგენს ტრიპეპტიდი გლუტათიონი. იგი შედის ყველა ცხოველის, მცენარისა და ბაქტერიის შემადგენლობაში, მაგრამ განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა საფუერებსა და ხორბლის ჩანასახში. იგი მონაწილეობს ღებულობს ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, იცავს რა ცილების შემადგენლობაში შემავალ **-SH** ჯგუფებს ან ასკორბინის მჟავას დაჟანგვისაგან. გლუტათიონი მონაწილეობს ღებულობს ამინომჟავების უჯრედის მემბრანებში ტრანსპორტირებისას, უნებელყოფს ვერცხლისწყლის ნაერთებს, არომატულ ნახშირწყალბადებს, ზეჟანგურ ნაერთებს.

გლუტათიონის აღდგენილი ფორმა, რომელსაც შეიცავენ ხანგრძლივი შენახვის შემდეგ პურსაცხობი საფუერის უჯრედები ან ალოჯებული ხორბალი, ამცირებენ წებოვარას დრეკად თვისებებს და აუარესებენ პურის ხარისხის.

ცილების აღნაგობა

პეპტიდები, რომელთა მოლეკულური მასა აღემატება 5000 დალ. წარმოადგენენ ცილებს. ცილების მოლეკულური მასა იცვლება $6 \cdot 10^3$ -დან 10^7 -დალტონამდე, ზოგ შემთხვევებში იგი უფრო მაღალიც შეიძლება იყოს. მაგალითად რძის ალბუმინის მოლეკულური მასა 17400 დალ., რძის გლობულინის – 35200 დალ., კვერცხის ალბუმინის 45000 დალ., ედესტინის 310000 დალ. და ა.შ..



პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში ამინომჟავების ნაშთების თანმიმდევრობას ცილის პირველადი სტრუქტურა ეწოდება. ამინომჟავებს შორის ბმა ხორციელდება პეპტიდური ბმის (**-CO-NH-**) საშუალებით. მრავალი ცილა შედგება რამდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან, რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან დისულფიდური ხიდებით.

ცილის პირველადი სტრუქტურის დადგენა საინტერესოა ორი მოსახრების გამო:

- ეს მონაცემები საშუალებას იძლევიან განვსაზღვროთ ცილის მოლეკულის ბიოლოგიური აქტიობის საფუძველი;
- დავადგინოთ, ცილის მოლეკულის სივრცითი სტრუქტურის წარმოქმნის პრინციპები, რადგან სწორედ სივრცით სტრუქტურაზე დამოკიდებული ცილის ფიზიკურ-ქიმიური, კვებითი და ფუნქციონალური თვისებები, რომლებიც თავის მხრივ განსაზღვრავენ მათ შეთვისების უნარიანობას, საკვები პროდუქტების ხარისხსა და შენახვის უნარიანობას.

თუ გავითვალისწინებთ ამინომჟავების ყველა შესაძლო კომბინაციას, ცილების რაოდენობა შეიძლება უსაზღვროდ დიდი იყოს, მაგრამ ბუნებაში, ყველა სახის ცოცხალი ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი ცილების რაოდენობა არ აღემატება 10^{10} - 10^{12} -ს.

ცილების აღნაგობაში გარდა პირველადი სტრუქტურისა არჩევენ მეორად, მესამად და მეოთხეულ სტრუქტურებს.

ცილის მეორადი სტრუქტურა დადგენილ იქნა პოლინგის მიერ (1952 წელს). პოლინგის მიხედვით, ცილებისათვის ძირითადად დამახასიათებელია α -სპირალური სტრუქტურა (a), რომლის პარამეტრები ყველა ცილისათვის ერთნაირია. სპირალის

ერთ ხვიაზე თავსდება 3.6 ამინომჟავის ნაშთი.

სპირალური სტრუქტურის მდგრადობას განაპირობებს პეპტიდურ ბმებს შორის დამყარებული წყალბადური ბმები. ყოველი ამინომჟავას **=CO** ჯგუფი წყალბადური ბმით უკავშირდება მეორე ამინომჟავის **-NH** ჯგუფს. სხვადასხვა ცილა ერთმანეთისაგან განსხვავდება სპირალური უბნების რაოდენობით, რომელიც მერყეობს 11-დან 100 %-მდე.

ზოგიერთი ცილის მოლეკულა (β -კეროტინი, აბრეშუმის ფიბრიონი) წარმოქმნიან ე.წ. β -სტრუქტურას (b).

გარდა წყალბადური ბმებისა ცილის მეორადი სტრუქტურის სტაბილიზაციაში მონაწილეობას ღებულობენ ისეთი სუსტი ბმები, როგორცაა ელექტროსტატიკური და ჰიდროფობური. ამ ბმების ენერგია ბევრად უფრო მცირეა ვიდრე პეპტიდური და დისულფიდური კოვალენტური ბმების, მაგრამ მათი მრავალრიცხოვნობის გამო ისინი განაპირობებენ მაკრომოლეკულების მდგრადობასა და აქტიური კომპლექსების წარმოქმნას.

მეორეული სტრუქტურის ხეიბი, გვერდით რადიკალებს შორის წარმოქმნილი დისულფიდური ან წყალბადური ბმების მეშვეობით იგრაგნება და წარმოქმნის ე.წ. მესამეულ სტრუქტურას. პირველად მესამეული სტრუქტურა დადგენილ იქნა მიოგლობინისათვის, ხოლო შემდეგ ჰემოგლობინისათვის. მესამეული სტრუქტურის ურთიერთობებში დიდ როლს თამაშობენ იონური და ჰიდროფილური ურთიერთობები.

ცილის ბიოლოგიური აქტიობა დამოკიდებულია ცილის მეოთხეულ სტრუქტურაზე, რომელიც წარმოადგენს პირველადი, მეორადი და მესამადი სტრუქტურის მქონე რამდენიმე ცილის მაკროკომპლექსს.

მაკროკომპლექსის მონომერები დაკავშირებულია ერთმანეთთან არაკოვალენტური ბმებით, მათ შორის წარმოიქმნება წყალბადური ბმები, ვან დერ-ვალსისა და ელექტროსტატიკური მიზიდულობის ძალები. შარდოვანას, მუავების ან მარილთა ხსნარების მოქმედებით ადგილი აქვს ცილის მეოთხეული სტრუქტურის დისოციაციას სუბერთეულებად, რასაც ბიოლოგიური აქტიობის დაკარგვა მოსდევს. მეოთხეული სტრუქტურის მქონე ცილების მაგალითია ჰემოგლობინი, ქლოროფილი, ფერმენტები ლაქტდეჰიდროგენაზა და გლუტამატდეჰიდროგენაზა.

აღსანიშნავია, რომ ცილის მეორად, მესამად და მეოთხედ სტრუქტურებს განმსაზღვრავს მისი პირველადი სტრუქტურა.

ცილები ისევე, როგორც ამინომჟავები ამფოტერული ნივთიერებია. იზოელექტრულ წერტილში² ცილოვანი მოლეკულის ხსნადობა მინიმალურია, რაც ფართოდ გამოიყენება ცილოვანი პროდუქტების წარმოებისას.

ცილების კლასიფიკაცია

არსებობს ცილების რამდენიმე კლასიფიკაცია. მათ საფუძვლად უდევთ ფიზიკურ – ქიმიური და ქიმიური თავისებურებები.

მოლეკულური ფორმის მიხედვით ცილები იყოფიან ორ ჯგუფად:

- გლობულარულ ანუ სფეროსებურ ცილებად;
- ფიბრილურ ანუ ძაფისებურ ცილებად.

გლობულარული ცილებისათვის დამახასიათებელია სპირალისებური სტრუქტურა. ისინი იხსნებიან წყალში და მარილთა წყალხსნარებში კოლოიდური სისტემების წარმოქმნით. ცხოველთა, მცენარეთა და მიკროორგანიზმების ცილები ძირითადად გლობულარულ ცილებს წარმოადგენენ.

ფიბრილური ცილები, როგორც წესი წყალში არ იხსნებიან. ამ ტიპის ცილები ძირითადად სტრუქტურ წარმომქმნელ ფუნქციას ასრულებენ. მათ მიეკუთვნება კუნთოვანი ქსოვილის ცილა – მიოზინი.

შემადგენლობის მიხედვით ცილები იყოფიან მარტივ (პროტეინები) და რთულ (პროტეიდები) კლასებად.

მარტივ ცილებს მიეკუთვნებიან ისინი, რომლებიც ჰიდროლიზის დროს იძლევიან მხოლოდ ამინომჟავებს, ხოლო რთულები შედგებიან ორი ნაწილისაგან – მარტივი ცილებისა და არაცილოვანი ჯგუფისაგან, რომელსაც პროსთეტიული ჯგუფი ეწოდება.

მარტივი ცილები

მარტივ ცილებს მიეკუთვნებიან: პროტამინები, ჰისტონები, გლობულინები, ალბუმინები, პროლაშინები, გლუტელინები, პროტეინოიდები.

პროტამინები გამოირჩევიან მცირე მოლეკულური მასით, რომელიც არ აღემატება 10000 დალ. მათი მოლეკულები 80%-მდე შეიცავენ დიამინომონოკარბონის მჟავებს, რის გამოც წყალხსნარებში ხასიათდებიან ტუტე რეაქციით. პროტამინები ძირითადად შედიან ქვირითისა და ზოგიერთი თევზის რძის შემადგენლობაში.

ჰისტონები თვისებებით ახლოს დგანან პროტამინებთან. კარგად იხსნებიან წყალში და მათ ხსნარებს აქვთ ტუტე რეაქცია. გვხვდებიან ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში, ამ ჯგუფის ზოგიერთი წარმომადგენელი შედის სისხლის ჰემოგლობინის შემადგენლობაში.

ალბუმინები წყალში ხსნადი ცილებია. ისინი მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით განიცდიან დენატურაციას, ხოლო ამონიუმის სულფატის წყალხსნარებში – გამომარილებას. ალბუმინები ხასიათდებიან გოგირდის მაღალი შემცველობით (2.25%-მდე). ამ ჯგუფის უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენლების კვერცხის ალბუმინი (ოვალბუმინი), რძის ალბუმინი (ლაქტოალბუმინი), სისხლის

² იზოელექტრული წერტილი – pH-ის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც ცილის მოლეკულის უარყოფითი და დადებითი მუხტები ტოლია

შრატის ალბუმინი, ხორბლის ლეიკოზინი, ბარდის ლეგუმელინი. ხილისა და ბოსტნეულის, ასევე ხორცის ხარშის დროს წარმოქმნილი ქაფი ნაწილობრივ დენატურირებული ალბუმინებისაგან შედგება.

გლობულინები იხსნებიან მარილთა 5–15% წყალხსნარებში, მაგრამ არ იხსნებიან სუფთა წყალში, მაღალ ტემპერატურაზე დენატურირდებიან. მცენარეული გლობულინები უფრო მდგრადები არიან დენატურაციისა და გამომარილების მიმართ, ვიდრე ცხოველური. გლობულინები ფართოდ არიან გავრცელებული სასურსათო პროდუქტებში. ბარდა შეიცავს ლეგუმინს, სოია – გლიციპინს, ლობიოს მარცვლები – ფაზეოლინს, კარტოფილი – ტუბერინს, სისხლი – ფობრიოგენს, რძე – ლაქტოგლობულინს, კვერცხი – კვერცხის გლობულინს, კუნთის ცილები – მიოზინოგენს.

პროლაமிნები კარგად იხსნებიან 60–80% ეთილის სპირტში, აღსანიშნავია, რომ სხვა ცილები ამ კონცენტრაციის სპირტში დენატურირდებიან და ილექებიან. პროლამინები უმნიშვნელოდ იხსნებიან წყალში. ამ ჯგუფის ცილები გვხვდებიან მხოლოდ მცენარეთა თესვებში. მათ მიეკუთვნებათ ხორბლისა და ჭვავის ცილა– გლიადინი, ქერის – გორდენი, სიმინდის – ზეინი, შვრიის – ავენინი და სხვა.

გლუტელინები ეს ცილები გვხვდებიან მხოლოდ მარცვლულის თესვებში და მცენარეთა მწვანე ნაწილებში, ისინი არ იხსნებიან წყალში, მარილთა ნეიტრალურ ხსნარებსა და სპირტში, მაგრამ კარგად იხსნებიან ტუტის დაბალი კონცენტრაციის ხსნარებში. გლუტელინების ტიპური წარმომადგენლებია ხორბლის გლუტენი და ჭვავის ოზერინი.

პროლამინები და გლუტელინები ცომის მოხელვის დროს წარმოქმნიან ელასტიურ ნივთიერებას წებოგვარას, რომელიც განაპირობებს ფქვილის პურსაცხობ და სამაკარონე თვისებებს.

სკლეროპროტეინები არ იხსნებიან წყალში, სუსტ ტუტეებსა და მჟავებში. გვხვდებიან მხოლოდ ცხოველური წარმოშობის ქსოვილებში. პროტეინოიდებს მიეკუთვნება კოლაგენი – კანის, ძვლებისა და ხრტილების ძირითადი ცილა, ელასტინი – შემაერთებელი ქსოვილებისა და მყესების ცილა, კერატინი – თმების, მატყლის, ჯაგარის, რქების და ჩლიქების. ამ ჯგუფის ცილები იხსნებიან მხოლოდ კონცენტრირებული მჟავებით და ტუტეებით დამუშავებისას. კოლაგენის რთული მიცვლები 60–100°C ხანგრძლივი დუდილის შედეგად იშლებიან და გარდაიქმნიებიან ხსნად გლუტინში – ჟელატინში.

რთული ცილები

რთულ ცილებს მიეკუთვნებათ ფოსფოპროტეიდები, გლიკოპროტეიდები, ლიპოპროტეიდები, ქრომოპროტეიდები და ნუკლეოპროტეიდები.

ფოსფოპროტეიდები გარდა ცილოვანი ნაწილისა შეიცავენ ფოსფორმჟავას ნაშთს. ამ ჯგუფის ცილებს მიეკუთვნებათ რძის კაზეინი, კვერცხის ბიტელინი და ქვრიითის ისტულინი. ბიოლოგიური და ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით ფოსფოპროტეიდები წარმოადგენენ უმნიშვნელოვანეს ნაერთებს მზარდი ორგანიზმის ზრდა – განვითარებისათვის.

გლიკოპროტეიდები რთული ცილებია, რომლებიც შეიცავენ ნახშირწყლოვან ნაშთს. ხშირად, გლიკოპროტეიდების ჰიდროლიზის დროს, გარდა ამინომჟავებისა და ნახშირწყლებისა წარმოიქმნება გოგირდმჟავა და ძმარმჟავა.

ამ ჯგუფის ცილების ძირითად წარმომადგენლებია მუცინები და მუკოიდები, რომლებიც შედიან ხრტილების, ძვლოვანი ქსოვილისა და თვალის რქოვანის შემადგენლობაში. გარდა ამისა ისინი გვხვდებიან საჭმლის მომნელებელი წვენების შემადგენლობაშიც. მუცინები განაპირობებენ ნერწყვის სიბლანტეს, რითაც ხელს უწყობენ საკვების ადვილად გადასვლას საყლაპავიდან კუჭში. მუცინები ფარავენ კუჭისა და ნაწლავების ლორწოვან გარს და იცავენ მათ კუჭსა და საჭმლის მომნელებელ წვენებში არსებული პროტეოლიტიური ფერმენტების მოქმედებისაგან.

ლიპოპროტეიდები პროტესტიკური ჯგუფის სახით შეიცავენ ცხიმებსა და სხვადასხვა ლიპოიდებს – ფოსფოგლიცერიდებს, ქოლესტერინს და სხვა. ლიპიდებისაგან განსხვავებით ლიპოპროტეიდები იხსნებიან წყალში და არ იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში ეთერში, ბენზოლში, ქლოროფორმში და სხვა.

ლიპოპროტეიდები მიეკუთვნებიან ბუნებაში განსაკუთრებით გავრცელებულ ნაერთებს. ისინი შედიან მცენარეული უჯრედების პლასტიდების, სისხლის პლაზმისა და უჯრედის პროტოპლაზმის შემადგენლობაში. დიდ როლს თამაშობენ როგორც მცენარეული ასევე ცხოველური უჯრედების მემბრანების ჩამოყალიბებაში, არეგულირებენ უჯრედშორის ნივთიერებათა ცვლას.

ლიპოპროტეიდებში, ცილასა და ცხიმოვან ნაწილს შორის არსებული ბმის სიძლიერე საკმაოდ განსხვავებულია. ზოგჯერ იგი იმდენად მტკიცეა, რომ შეიძლება დაგარღვიოთ მხოლოდ ხანგრძლივი პიძროლიზის შედეგად, ზოგჯერ კი ძალიან გავს ადსორბციულ ურთიერთქმედებას.

ქრომოპროტეიდები შედგებიან მარტივი ცილისა და არაცილოვანი, შედებილი ნაწილისაგან. ეს ნაერთები ფართოდაა გავრცელებული, როგორც მცენარეულ ასევე ცხოველურ სამყაროში. ქრომოპროტეიდების მაგალითია სისხლის ჰემოგლობინი, იგი შედგება ცილისა და მასთან დაკავშირებული ოთხი ჰემისაგან, მსგავსი აღნაგობით ხასიათდება ხერხემლიანთა და უხერხემლოთა კუნთების პიგმენტი მიოგლობინი. ჰემის შემადგენლობაში შედის რკინის ორ ვალენტიანი იონი. მსგავსი აღნაგობით ხასიათდება, მცენარეთა მწვანე პიგმენტი – ქლოროფილი, იგი შედის მცენარეთა ქლოროპლასტების შემადგენლობაში და განაპირობებს მათ ფერს. ჰემისაგან განსხვავებით ქლოროფილი შეიცავს არა რკინის იონს, არამედ მაგნიუმს.

ნუკლეოპროტეიდები წარმოადგენენ ნაერთებს, რომლებშიც ცილებთან დაკავშირებულია ნუკლეინის მჟავები. ეს ცილები შედიან ნებისმიერი უჯრედის, უჯრედის ბირთვისა და პროტოპლაზმის შემადგენლობაში. მათი მნიშვნელობა განპირობებულია არა მარტო იმით, რომ შედიან უჯრედის სტრუქტურული ელემენტების შემადგენლობაში, არამედ იმითაც, რომ მონაწილეობას ღებულობენ მექანიკური ინფორმაციის გადაცემაში.

ცილების შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში

ცილების შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში საკმაოდ ფართო ფარგლებში იცვლება. განსაკუთრებით მდიდარია ცილებით ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები, პარკოსნები და მარცვლეული. ხილ-კენკროვნები და ბოსტნეულის უმრავლესობა ცილების საკმაოდ მცირე რაოდენობას შეიცავს, რაც ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

ცილის შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში

სასურსათო პროდუქტი	ცილის შემცველობა %	სასურსათო პროდუქტი	ცილის შემცველობა %
ხორბალი	12–16	ახალი ხილი	0.5–1.5
ჭვავი	9–17	ბოსტნეული	1–4.8
ბრინჯი	8–11	ხორცი	14-20
ბარდა	23–30	თევზი	13–18
სოია	33–40	რძე	3–4
ხორბლის ფქვილი	9.5–15	ყველი	22–29
კარტოფილი	1.5–2.0	კვერცხი	12–13

ცილების კვებითი ღირებულება განისაზღვრება მასში შემავალი ამინომჟავების თვისებრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობით. რაც უფრო სრულად გამოიყენებს ადამიანის ორგანიზმი სასურსათო პროდუქტის ცილებს, საკუთარი ქსოვილების ცილოვანი ნაერთებისა და სხვა ნივთიერებების სინთეზისათვის მით უფრო მაღალია მისი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულება. განსაკუთრებული ღირებულებით ხასიათდებიან ცილები, რომლებიც ამინომჟავური შემადგენლობით ახლოა ადამიანის ორგანიზმის ცილების შემადგენლობასთან.

ცხოველური წარმოშობის ცილების კვებითი ღირებულება ბევრად უფრო მაღალია ვიდრე მცენარეული ცილების. მაგრამ მცენარეები შეიცავენ ადამიანის ორგანიზმისათვის აუცილებელ ნაერთებს, რის გამოც კვებით რაციონში განსაზღვრული თანაფარდობით უნდა შედიოდეს, როგორც ცხოველური, ასევე მცენარეული პროდუქტები.

მარცვლეულის ცილები

მარცვლეულის ცილოვანი ნივთიერებები წარმოადგენენ მსგავსი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მქონე სხვადასხვა კომპონენტების ჰეტეროგენულ სისტემას.

სხვადასხვა მარცვლეული კულტურების ცილების ამინომჟავური შემადგენლობის შედარება ცილის ეტალონთან (**FAO 1985**)³ გვიჩვენებს, რომ ყველანი შვრიის გარდა შეიცავენ ლიზინის მცირე რაოდენობას (2.2-3.8%), ხორბლის, სორგოს, ქერის და ჭვავის ცილები ხასიათდებიან მეთიონინის დაბალი შემცველობით (1.6–1.7%). გარდა ამისა ხორბლის ცილები შეიცავენ ტრეონინის (2.6%), ხოლო სიმინდის ტრიპტოფანის (0.6%) არასაკმარის ოდენობას. ამინომჟავური შემადგენლობის მიხედვით შედარებით ბალანსირებულია შვრიის, ჭვავისა და ბრინჯის ცილები.

მარცვლეულის ცილების დაყოფა ხდება ცალკეული ფრაქციების ხსნადობის მიხედვით. ფქვილის ან დაღერდილი მარცვლის თანმიმდევრობით დამუშავებით წყლით, 5-10% ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარით, 60-80% სპირტხსნარით და 0.1-0.2% ნატრიუმის ტუტის ხსნარით საკვლევი ნიმუშიდან ექსტრაგირდება ჯამური ცილის ფრაქციები: ალბუმინები, გლობულინები, პროლამინები და გლუტელინები. გარდა ხსნადი ცილებისა მარცვალი გარსებსა და პერიფერიულ ზონებში შეიცავს ე.წ. სკლეროპროტეიდებსაც (უხსნადი ცილები). ამ ცილების თავისებურებას წარმოადგენს კავშირი ლიგნინ-პოლისაქარიდების კომპლექსთან. ისინი ასრულებენ სტრუქტურულ ფუნქციებს და არ შეითვისებიან ორგანიზმის მიერ. ცილოვანი აზოტის გარდა მარცვალი შეიცავს არაცილოვან აზოტსაც (საერთო აზოტის 0.7–12.9%), რომელიც შედგება თავისუფალი ამინომჟავების, პეპტიდების, ნუკლეოპროტეიდების და სხვა. ნაერთებისაგან. არაცილოვანი აზოტის შემცველობა იცვლება სიმწიფისა ან აღოჯების ხარისხის მიხედვით.

ცხრილში მოცემულია ცილოვანი ფრაქციების შემცველობა სხვადასხვა სახის მარცვლეულში.

ცილოვანი ფრაქციების შემცველობა მარცვლეულში

მარცვლეულის კულტურა	ფრაქციები აზოტი (საერთო აზოტის %)				
	ალბუმინები	გლობულინები	პროლამინები	გლუტელინები	სკლერო- პროტეიდები
რბილი ხორბალი	5.2	12.6	35.6	28.2	8.7
ჭვავი	24.5	13.9	31.1	23.3	7.2
შვრია	6.4	7.5	41.6	26.6	17.9
სიმინდი	9.6	4.7	29.9	40.3	15.5
ქერი	7.8	32.6	14.3	33.5	11.8
წიწიბურა	21.7	42.6	1.1	12.3	23.3
ბრინჯი	11.2	4.8	4.4	63.2	16.4

მარცვლეული კულტურების ალბუმინების თავისებურებას წარმოადგენს ლიზინის (3.9-8.2%), ტრეონინის (2.4-7.7%), მეთიონინის (1.7-3.3%), იზოლეიცინის (3.1-6.0%) და ტრიპტოფანის (6.7-16.9%) მაღალი შემცველობა. ლიზინის განსაკუთრების მაღალი შემცველობით (6.5-8.2%) ხასიათდებიან შვრიის, ბრინჯისა და ფეტვის ალბუმინები. ტრეონინის მაღალი შემცველობა დამახასიათებელია ჭვავის, ქერისა და შვრიის ხოლო დაბალი ხორბლის ალბუმინებისათვის.

მარცვლეულის გლობულინები ბევრად უფრო ღარიბია ლიზინით (2.8-6.0%), ტრიპტოფანითა (0.5-1.3%) და მეთიონინით (1.1-2.7%) ვიდრე ალბუმინები. ორივე ფრაქცია გამოირჩევა გლუტამინისა და ასპარგინის მჟავების მაღალი და პროლინის დაბალი შემცველობით.

პროლამინების დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს გლუტამინის მჟავისა (13.7-43.3%) და პროლინის (6.3-19.3%) მაღალი შემცველობა. პროლამინები ასევე გამოირჩევიან ლიზინის დაბალი

³ ცილის ეტალონი (**FAO 1985**) –ჰიპოთეზური ცილა შეიცავს (მგ/გ): იზოლეიცინი 40, ლეიცინი 70, მეთიონინი+ცისტინი 35, ლიზინი 55, ფენილალანინი+ტიროზინი 60, ტრეონინი 40, ტრიპტოფანი 10, ვალინი 50.

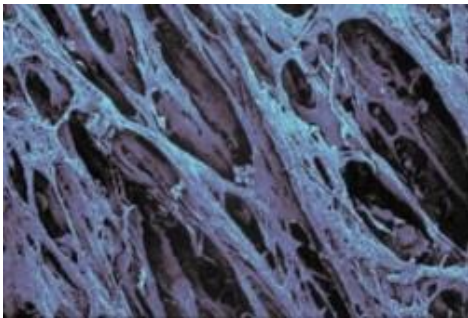
შემცველობით. განსაკუთრებით დაბალია იგი სიმინდის ზეინში (0.2%), ხორბლის გლიადსა და ჭკავის სეკალინში (0.6-0.7%). პროლამინები ღარიბია ტრეონინით, ტრიპტოფანით, არგინინითა და ჰისტამინით.

გლუტელინებს ამინომჟავური შემადგენლობის მიხედვით უკავიათ საშუალოდ მდგომარეობა ალბუმინებსა და პროლამინებს შორის. ლიზინის, არგინინის და ჰისტიდინის შემცველობის მიხედვით ისინი აღემატებიან პროლამინებს.

ცილები არათანაბრადაა განაწილებული მარცვლის მორფოლოგიურ ნაწილებს შორის. მათი ძირითადი ნაწილი (65-75%) მოდის ენდოსპერმზე დანარჩენი კი ალვირონის შრესა (15.5%-მდე) და ჩანასახზე (22%-მდე), სადაც მათი შემცველობა საკმაოდ მაღალია. ხორბლის ჩანასახში ცილის შემცველობა 33.3%, სიმინდის ჩანასახში 26.5%, შერიის 19.4%, ხორბლისა და სიმინდის ალვირონის შრე შეიცავს 19%-მდე ცილას.

არათანაბრადაა განაწილებული ცილოვანი ნივთიერებები ენდოსპერმშიც. მისი მაქსიმალური რაოდენობა კონცენტრირებულია ალვირონის შრის მიმდებარე ფენებში სადაც ცილის შემცველობა საკმაოდ მაღალია, მაგალითად სიმინდში 22.7%, შერიაში 21-24%, ბრინჯში კი 29%. ენდოსპერმის ცენტრალურ ნაწილში ცილის შემცველობა 7-9% არ აღემატება.

ალვირონის შრისა და ჩანასახის ცილები ძირითადად წარმოდგენილები არიან ალბუმინებითა და გლობულინებით, რომლებიც ასრულებენ ფერმენტების როლს მარცვლის გაღვივებისას. ალბუმინები და გლობულინები შედიან მარცვლის ორგანოგენების შემადგენლობაში, წარმოქმნიან რიბოსომებს, მიტოქონდრიებს, წარმოადგენენ რთული ცილების – ნუკლეოპროტეიდების, ლიპოპროტეიდებისა და ფოსფოპროტეიდების შემადგენელ ნაწილს. ენდოსპერმის ცილების ძირითადი ნაწილი (80%) წარმოადგენილია პროლამინებით და გლუტელინებით.



ხორბლის ფქვილის პურსაცხობ თვისებებში ძირითადი როლი მიეკუთვნება გლიადინსა და გლუტენინს, რომლებიც “იკერებიან” სამაგანზომილებიან ბადის – წებოვარას (გლუტენი) წარმოქმნით.

გლუტენინი ანიჭებს წებოვარას დრეკად თვისებებს, ხოლო გლიადინი განაპირობებს მის ჭიმვადობასა და ბმას. არც გლუტენინი და არც გლიადინი ცალ-ცალკე არ ხასიათდებიან წებოვარას რეოლოგიური თვისებებით⁴ მხოლოდ მათი ერთიანი კომპლექსი ქმნის წებოვარას მისთვის დამახასიათებელი თვისებებით. ითვლება, რომ გლიადინის პოლიპეპტიდები სხვადასხვა ადგილას და სხვადასხვა ბმებით უერთდებიან

გლუტენინის ფრაქციას რთული სამაგანზომილებიანი ცილოვანი ბადის წარმოქმნით. ამ ბადის სტრუქტურაში გარდა კოვალენტური დისულფიდური ბმებისა მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ არაკოვალენტური ბმებიც: წყალბადური, ელექტროსტატიკური და ჰიდროფობური.

წებოვარას რეოლოგიური თვისებები აიხსნება გლუტენინის ხაზოვანი სტრუქტურით. ცომის სიბლანტე შეიძლება ავსხნათ პოლიპეპტიდების მოქნილი ჯაჭვების ძლიერი გაშლით და მათი მუდმივი გადაადგილებით ერთმანეთის მიმართ. ელასტიური თვისებები წარმოიქმნება გაჭიმული არადახვეული პოლიპეპტიდური ჯაჭვების თვისებით დაუბრუნდეს საწყის კონფორმაციას. სხვა მარცვლეულის ცომის არაელასტიურობა განპირობებულია მათი გლუტელინების პოლიპეპტიდების სამაგანზომილებიანი დატოტვილი სტრუქტურით.

მარცვლეულის კულტურებს შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ხორბლისა (Triticum) და ჭკავის (Secale) შეჯვარებით შექმნილი მარცვლეული – ტრიტიკალე. ხორბალთან შედარებით იგი ხასიათდება ცილის მაღალი შემცველობით (11,7-22,5) და გაუმჯობესებული ამინომჟავური შემადგენლობით, მაგრამ პურის საცხობად იგი გამოიყენება მხოლოდ ხორბალთან ერთად ან გამაუმჯობესებლების დამატებით.

⁴ reologiuri Tvisebebi _ fizikuri sxulis Tvisebebis erToblioba Secvalos meqanikuri Zalebis zemoqmedebis Sedegad warmoqmnil deformacia. ZiriTad reologiur Tvisebebs miekuTvneba drekadoba, plastikuroba, siblante, denadoba, daZabulobis relaqsacia.

პარკოსნების ცილები

პარკოსნების (სოიო, მუხუდო, ლობიო) მარცვლების ძირითად ნაწილს სამარაგო ცილები შეადგენენ, რომლებიც გლობულინებით არიან წარმოდგენილები. მათ გარდა მარცვლები შეიცავენ ალბუმინების მცირე რაოდენობას. გლუტელინები პარკოსნების მარცვლებში აღმოჩენილი არ არის. ტუტით ექსტრაგირებული ცილები წარმოადგენენ ნახშირწყლებთან დაკავშირებულ გლობულინებს. საერთო ცილის შემცველობა პარკოსნებში საკმაოდ მაღალია და 20–40%-ს შეადგენს.

სოიოს ცილის საერთო ექსტრაქტიდან გამოყოფილია გლობულინის ორი ფრაქცია, რომლებმაც ვიცილინისა და ლეგუმინის სახელწოდება მიიღეს. ზოგადად სხვადასხვა პარკოსნიდან გამოყოფილ ამ ცილებს უწოდებენ 7S და 11S ცილებს. ორივე ცილას რთული მეოთხეული სტრუქტურა გააჩნია, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ თვისებებსა და ფუნქციებს.

ბოლო წლებში დაგროვდა საკმაოდ დიდი მასალა, რომელიც მიუთითებს სამარაგო ცილების მეოთხეული სტრუქტურის მნიშვნელობაზე მარცვლის გაღვივების პროცესში. დადგენილ იქნა, რომ გაღვივების დროს ცილები იშლებიან დაბალმოლეკულურ ნაერთებათ. რასაც წინ უსწრებს ამინომჟავების დეზამინირებისა და შარდოვანას დაგროვების პროცესი.

სხვადასხვა პარკოსნების ჯამური გლობულინების ცილოვანი კომპლექსი ხასიათდება განსხვავებული ხსნადობით, ელექტროფორეტული და ამინომჟავური შემადგენლობით. ამ მონაცემებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ ახალი სორტის მცენარეების გამოყვანისას წარმოებული სასელექციო-გენეტიკური სამუშაოებისათვის.

პარკოსნებს შორის მაღალი ბიოლოგიური ღირებულების მქონე ცილის მნიშვნელოვან წყაროს სოიო წარმოადგენს, რომლისაგანაც მზადდება სოიოს ფქვილი, კონცენტრატები და იზოლატები. ამ პროდუქტების ამინომჟავური შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში.

სოიოს პროდუქტების ამინომჟავური შემადგენლობა

მახასიათებლები	პროდუქტში ამინომჟავების შემცველობა გ. 100გ. ცილაზე			
	სოიოს მარცვლები	სოიოს ფქვილი	სოიოს კონცენტრატი	სოიოს იზოლატი
ცილის შემცველობა % ა.მ.ნ.	39.6	57.0	68.0	91.0
ლიზინი	6.5	6.3	6.3	6.0
მეტონინი+ცისტინი	1.3	2.9	2.8	2.2
ტრეონინი	4.6	4.0	4.3	3.5
ლეიციანი	8.5	7.7	7.9	7.8
იზოლეიციანი	5.2	4.4	4.6	4.5
ფენილალანინი+ტიროზინი	5.2	8.6	8.9	8.7
ვალინი	5.6	4.8	4.8	4.6
ტრიპტოფანი	0.8	1.4	1.5	1.2

მაღალი კვებითი ღირებულების ცილებთან ერთად, პარკოსნების შემადგენლობაში შედიან ცილოვანი ბუნების მქონე ანტიალიმენტალური ნაერთები⁵. ისინი მკვეთრად ამცირებენ ცილოვანი პროდუქტებისა და საკვების კვებით ღირებულებას. ამ ნივთიერებებს მიეკუთვნებათ კუჭ-ნაწლავის პროტეაზების ინჰიბიტორები და ლექტინები.

⁵ ანტიალიმენტალური ნაერთები – პროდუქტებში შემავალი ბუნებრივი ნაერთები, რომლებიც არ ხასიათდებიან საერთო ტოქსიკურობით, მაგრამ აქვთ უნარი შეზღუდონ ან ბლოკირება გაუკეთონ ნუტრიენტების ათვისებას.

სოიოს მარცვლები შეიცავენ ტრიფსინის არა ნაკლებ 5 ინჰიბიტორს, რომელთა რაოდენობა საერთო ცილის 5-10%-ს შეადგენს. მათ შორის ყველაზე მაღალმოლეკულური ინჰიბიტორი შეიცავს 181 ამინომჟავის ნაშთს.

ფერმენტების აქტიობის დაქვეითება გამოწვეულია ინჰიბიტორსა და ერთ ან რამდენიმე ფერმენტს შორის მტკიცე კომპლექსის წარმოქმნით. აღმოჩენილია, რომ ყოველი ინჰიბიტორი შეიცავს აქტიურ ცენტრს, რომელზეც ხდება ფერმენტის დაკავშირება. სოიოს ერთ-ერთი ინჰიბიტორი თრგუნავს ტრიპსინისა და სისხლის ფერმენტის –პლაზმინის აქტიობას, მაგრამ არ მოქმედებს ქემოტრიფსინის აქტიობაზე. ე.წ. ბაუმან-ბირკის ინჰიბიტორი, კი ერთდროულად თრგუნავს, როგორც ტრიფსინის, ასევე ქემოტრიფსინის აქტიობას.

სოიოდან ცილოვანი პროდუქტების მიღების ტექნოლოგია ითვალისწინებს პროტეაზების ინჰიბიტორების ინაქტივაციას ორთქლით, მიკროტალღებით, დუღებით ან სხვა დამუშავებით. რის შემდეგაც ხდება ინჰიბიტორების 80-90% ინაქტივაცია, ქრება სოიოს პროდუქტების უარყოფითი მოქმედება ორგანიზმზე. რაც იძლევა სოიოს პროდუქტები საკვებად გამოვიყენების საშუალებას.

ლექტინები წარმოადგენენ მცენარეული წარმოშობის გლიკოპროტეიდებს, რომლებიც ხასიათდებიან სისხლის ერთროციდების, უჯრედებისა და ბაქტერიების აგლუტინაციის (აგრეგაცია, შეწყება) უნარით. აგლუტინაცია ხდება ლექტინებისა და უჯრედის ზედაპირის ნახშირწყლების ურთიერთქმედების გამო. ლექტინები წარმოადგენენ პარკოსნების საერთო აზოტის 2-10% -ს.

თავისუფალი სახით ლექტინები ფართოდ გამოიყენებიან სისხლის ჯგუფის დადგენისას, ჯანმრთელი და კიბოს უჯრედების შესწავლისათვის და ა.შ.

პარკოსანი კულტურებიდან მიღებული პროდუქტების სერტიფიცირებისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ლექტინებისა და ფერმენტების ინჰიბიტორების აქტიობის დონეს.

სოიოდან მიღებული ფქვილის ზოგიერთი სახეობა შეიცავს აქტიურ ლიპოქსიგენაზასა და β-ამილაზას. ლიპოქსიგენაზა მონაწილეობს დებულობს პურის ფქვილის გათეთრებასა და ცომის სტაბილიზაციაში. β-ამილაზა ხასიათდება მაღალი თერმომდგრადობით, იგი უფრო დიდხანს ინარჩუნებს მდგრადობას ვიდრე ხორბლის β-ამილაზას. რაც ცომის გაზწარმოქმნის პროცესის ინტენსიფიკაციისა და პურის ხარისხის გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა.

ზეთოვანი კულტურის ცილები

ზეთოვანი კულტურის თესლებისათვის ცილებისა და ლიპიდების შემნახველ ძირითად ქსოვილს წარმოადგენს ლებნის პარენქიმა⁶ (მზესუმზირა, ბამბა, რაფსი), ენდოსპერმი (აბუსალათინის თესლები, ქინძი) ან ორივე ერთად (ბამბა, სელი). სათადარიგო ცილები თავმოყრილია ალვირონის შრეში

ზეთოვანი კულტურის თესლებში ცილების შემცველობა 14-37%-ს შეადგენს. მზესუმზირა შეიცავს 15%-მდე ცილას, არაქისი 20-37%, კანაფი 20-22%, რაპსი 25-26%, აბუსალათინი 18-20%, ბამბის თესლები 34-37%. ზეთოვანი კულტურების ცილები შეიცავენ 10-30% ალბუმინებს და 90%-მდე გლობულინებს. ამ ცილების განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს ტრიპტოფანის, ტიროზინისა და ფენილალანინის დიდი რაოდენობა, ზოგიერთი კულტურები ხასიათდებიან ლიზინის (რაფსი), გოგირდშემცველი ამინომჟავებისა (ქუნუტი, მზესუმზირა, რაფსი) და ტრეონინის (რაფსი, მზესუმზირა) მაღალი შემცველობით.

ზეთოვანი კულტურების ცილების ამინომჟავური შემადგენლობა

ამინომჟავის დასახელება	ზეთოვანი კულტურის თესლებში ამინომჟავების შემცველობა მგ. 1 გ. ცილაზე				
	მზესუმზირა	არაქისი	რაფსი	ქუნუტი	ბამბა
ვალინი	52	50	52	46	45
იზოლეიციანი	37	36	40	40	35

⁶ პარენქიმა – მცენარის ქსოვილი, რომელიც შედგება ერთი ზომის უჯრედებისაგან

ლეიციანი	67	70	74	69	57
ლიზინი	38	37	60	28	41
ტრეონინი	47	30	42	40	39
მეთიონინი+ცისტინი	42	25	51	45	25
ფენილალანინი+ტიროსინი	80	95	86	83	83
ტრიპტოფანი	17	11	18	15	10

როგორც ცხრილიდან ჩანს, განსაკუთრებით მაღალი ბიოლოგიური ღირებულებით ხასიათდებიან რაფსის, მზესუმზირისა და ქუნუტის ცილები

დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ცილოვანი ნივთიერებების ცვლილების შესწავლას მარცვლის მომზადებისა და გადამუშავების პროცესში (შრობა, შენახვა, კანის გაცლა, თერმული დამუშავება, დაწნეხვა, ექსტრაქცია) და ცილოვანი იზოლატებისა და კონცენტრატების მიღებისას. განსაკუთრებით სრულად ეს პროცესები შესწავლილია მზესუმზირისათვის. როგორც გამოკვლევებით დადგინდა უკვე შრობის პირველ ეტაპზე იწყება ცილების დენატურაცია, რაც მკვეთრად ამცირებს მათ ბიოლოგიურ და კვებით ღირებულებას.

თერმული დამუშავების, ლებნების დაქუცმაცების, გაცრის და ექსტრაქციის პროცესები იწვევენ ცილი ფრაქციული შემადგენლობის ცვლილებას. ალბუმინების რაოდენობა ნაწნესში ორჯერ მცირდება, შესაბამისად იზრდება გლუტელინების წილი. ტემპერატურის მომატება 15-30%-ით ამცირებს ლიზინისა და მეთიონინის შემცველობას გლუტელინებში. ტენითა და ტემპერატურით დამუშავების შედეგად მიმდინარე დენატურაციულ ცვლილებებს მიეყვართ დაბალმოლეკულური კომპონენტების რაოდენობის შემცირებასთან.

ზეთოვანი კულტურების მარცვლებში არსებული ანტიალიმენტარული ცილოვანი ბუნების მქონე ნივთიერებები ამცირებენ ნაწნესის კვებით ღირებულებას. ამ ნივთიერებებს მიეკუთვნება არაქისის ინჰიბიტორები, აბუსალათინის რიცინი, პროტეაზები, ურეაზა და ლიპოქსიგენაზა. რიცინი იწვევს სისხლის ჰემაგლუტინაციას. ალიმენტარული ნაერთების შემცველობა დამოკიდებულია ზეთოვანი კულტურების სორტზე, მათი ინაქტივაცია ხდება თერმული დამუშავების დროს.

ნეიტრალურ და სუსტ ტუტე არეში, მაღალ ტემპერატურაზე დამუშავებისას ზეთოვანი კულტურების ცილებში შემავალი ლიზინის, ტრიპტოფანის და გოგირდშემცველი ამინომჟავების ნაშთები ურთიერთქმედებენ ნედლეულის პოლიფენოლებთან წყალბადური და კოვალენტური ბმების წარმოქმნით. ამ გარდაქმნების შედეგად ცილების კვებითი ღირებულება მცირდება, იცვლება მათი ფუნქციონალური და ორგანოლექტიკური მახვენებლები.

ამჟამად არსებობს ზეთოვანი კულტურებიდან ცილის კონცენტრატების მიღების რეალური შესაძლებლობა. ამ სახის ნედლეულიდან ცილის გამოყოფის მიზანშეწონილობა განპირობებულია მათი მაღალი შემცველობითა და მდიდარი ამინომჟავური შედგენილობით.

კარტოფილის, ბოსტნეულისა და ხილის ცილები

ახოტოვანი ნივთიერებების დაბალი შემცველობის გამო ხილი (0.4-1.0%) და ბოსტნეული(1.0-2.0%) არ თამაშობს დიდ როლს ადამიანის ცილით უზრუნველყოფაში. აღსანიშნავია, რომ ცილის შემცველობა ამ ნივთიერებების 50%-ზე ნაკლებია, გამონაკლისს წარმოადგენს კარტოფილი, რომელშიც ცილების რაოდენობა 1.5-2.5-ჯერ აღემატება არაცილოვან ნივთიერებებს.

ცხრილი 7

ცილების შემცველობა ხილსა და ბოსტნეულში
(% მშრალ წონზე გადაანგარიშებით)

ხილ-ბოსტნეულის სახეობა	ცილის რაოდენობა
თეთრთავა კომბოსტო	1.8
სტაფილო	1.3

კარტოფილი	1.5
ხახვი	1.4
ბადრიჯანი	1.2
ჭარხალი	1.5
კიტრი	0.8
საზამთრო	0.7
გარგარი	0.9
ვაშლი	0.4

თუ გავითვალისწინებთ, რომ კარტოფილის მოხმარება საშუალოდ 330 გ. დღეში, მაშინ მისი საშუალებით კმაყოფილდება ცილაზე მოთხოვნის 6-8%. ამინომჟავური შემადგენლობის მიხედვით კარტოფილის ცილები მიეკუთვნებიან ბიოლოგიურად სრულფასოვან ცილებს. ქათმის კვერცხის ცილასთან შედარების მისი ბიოლოგიური ღირებულება 80%-ია, ხოლო იდეალურ ცილასთან მიმართებაში 70%. ლიმიტირებულ ამინომჟავებს წარმოადგენენ მეთიონინი, ცისტინი და ლეიცინი.

კარტოფილის ცილების ძირითადი ნაწილი 70% გლობულინებითაა წარმოდგენილი, 30%-ს კი ალბუმინები წარმოადგენენ.

ბოსტნეულის კულტურებს შორის განსაკუთრებით მაღალი ცილის შემცველობით ხასიათდება მწვანე ბარდა (28.3-31.9%) და ჭყინტი სიმინდი (10.4-14.9%). მწვანე ბარდის ცილების ძირითად ნაწილს გლობულინები წარმოადგენენ, ხოლო სიმინდში კი პროლაமிნები. მწვანე ბარდაში ალბუმინების რაოდენობა 2-3-ჯერ აღემატება მათ რაოდენობას მწიფე მარცვალში. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბარდისა და სიმინდის ამინომჟავური შემადგენლობა ამ ვეგეტატიურ პერიოდში. ამინომჟავების მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენენ ლეიცინი და იზოლეიცინი (საერთო რაოდენობის 15.4%), ფენილალანინი (7.1%), ვალინი და მეთიონინი (5.2%), არგინინი (10.5%) და ტრეონინი (5.2%). ჭყინტი სიმინდის ცილებისათვის დამახასიათებელია ლეიცინისა და იზოლეიცინის (15,1%), არგინინის (12.4%) და გლუტამინის მჟავის (17.3%) მაღალი შემცველობა.

საინტერესოა აზოტოვანი ნივთიერებების შემადგენლობის ცვლილება ბადრიჯანსა და წიწაკაში გადამუშავებისა და შენახვის პროცესში. მწიფე ბადრიჯანი ხასიათდება ცილის შედარებით მაღალი შემცველობით წიწაკასთან შედარებით (შესაბამისად 1.55% და 0.76%), რის გამოც იგი ბევრად უფრო ნაკლებად ჭკნება შენახვის დროს.

კარტოფილის ხილისა და ბოსტნეულის აზოტოვანი ნივთიერებები დიდ როლს თამაშობენ პროდუქტების კვებითი და ორგანოლექტიკური თვისებების ჩამოყალიბებაში, შენახვისადმი მდგრადობასა და ვიტამინების შენარჩუნებაში. თავისუფალი ამინომჟავები მონაწილეობას ღებულობენ არომატის ჩამოყალიბებაში, პექტოლიტური ფერმენტები განაპირობებენ ხილის დარბილებას შენახვის პროცესში, ნიტრატების მაღალი შემცველობა კი უარყოფითად მოქმედებს მცენარეული ნედლეულის შენახვის უნარიანობაზე.

მცენარეული ნედლეულის ფერმენტები მონაწილეობას ღებულობენ დამწიფებისა და სუნთქვის პროცესებში, რითაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ პროდუქტებისა და ნახევარფაბრიკატების სამომხმარებლო თვისებების ჩამოყალიბებაზე.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ ჰიდროლაზებსა და ოქსირედუქტაზებს. ხილისა და ბოსტნეულის შენახვისუნარიანობა დამოკიდებულია ანაერობული დეჰიდროგენაზებისა (ალკოჰოლდეჰიდროგენაზა, ვაშლის, ქარვის და ლიმონის მჟავების დეჰიდროგენაზები) და ჟანგბადის გამააქტიურებელი ოქსირედუქტაზების აქტიობაზე. ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის მეთოდები ითვალისწინებენ ამ ფერმენტების აქტიურობის დათრგუნვას.

ჰიდროლაზებიდან ხილში, ბოსტნეულსა და კარტოფილში აღმოჩენილია β-გლუკოზიდაზა, β-ფრუქტოფურანოზიდაზა, პოლიგლაქტურონაზა, პექტინლიაზა, პროტეოლიტური და სხვა ფერმენტები. კონსერვაციის, შრობის და ნატურალური წვენების მიღების პროცესში გამოყენებული თერმული დამუშავება იწვევს ფერმენტების ინაქტივაციას, რაც ხელს უწყობს ნედლეულის ფერის, არომატისა და გემოს შენარჩუნებას.

რბისა და ხორცის ცილები

ხორცი, რძე და მათი გადამუშავების პროდუქტები შეიცავენ კარგად ბალანსირებულსა და ადვილად ასათვისებელ ცილებს. საქონლის, ცხვრისა და ღორის კუნთოვანი ქსოვილის ცილები თავისი სრულფასოვნობითა და ამინომჟავური შემადგენლობით თითქმის არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. შემაერთებელი და მყესების ცილები კი არასრულფასოვან ცილებს მიეკუთვნებიან.

ხორცსა და ხორცის პროდუქტებში ცილის შემცველობა მერყეობს 11-22%-ის ფარგლებში. კუნთოვანი ქსოვილის ძირითად ცილებს მიოზინი და აქტინი წარმოადგენენ, ისინი ATP-თან ერთად უზრუნველყოფენ კუნთების შეკუმშვისა და მოღუნების მექანიზმს. მიოზინი შეადგენს კუნთების ცილის 55%-ს. მიოზინი ხასიათდება ATP-ჰიდროლიზური აქტივობით და უხსნად აქტინთან ბმის წარმოქმნის უნარით. აქტინი წარმოადგენს მონომერულ გლობულარულ ცილას. მასზე მოდის კუნთების ცილის 25%. კუნთების შეკუმშვა წარმოადგენს აქტინისა და მიოზინის მიერთება – გაყოფის ხუთ საფეხურიან განმეორებად პროცესს, რომელიც იწყება ATP-ის ჰიდროლიზით.

კუნთოვანი უჯრედები შეიცავენ წყალში ხსნად გლობულარულ ქრომოპროტეიდს მიოგლობინს რომლის პროსტეტულ ჯგუფს წარმოადგენს ჰემ-ციკლური ტეტრაპიროლი.

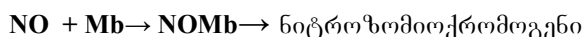
ტეტრაპიროლი წამოქმნილია ერთ სიბრტყეში განლაგებული α -მდგომარეობაში შეერთებული ოთხი მოლეკულა პიროლისაგან, რომლის ცენტრშიც მოთავსებულია Fe^{2+} იონი, რომლის დაქანგვა იწვევს მიოგლობინის აქტიურობის დაკარგვას.

მიოგლობინის ფუნქციას წამოადგენს არა ჟანგბადის გადატანა (ჰემოგლობინის მსგავსად), არამედ მისი მარაგის შექმნა, რომელიც გამოიყენება ჟანგბადის ნაკლებობის დროს (ძლიერი ფიზიკური დატვირთვა).

მიოგლობინს, რომელიც არ არის დაკავშირებული ჟანგბადთან ეწოდება დეზოქსიმიოგლობინი (**Mb**), ჟანგბადთან დაკავშირებულს კი ოქსიმიოგლობინი (**MbO₂**). ხორცის პროდუქტების შეფერილობა დამოკიდებულია მიოგლობინის შემცველობაზე. Fe^{2+} -ის დაქანგვა Fe^{3+} -ში იწვევს პიგმენტის წითელი შეფერილობის მუქ ყავისფერში გადასვლას, რაც დაკავშირებულია არააქტიური მეტმიოგლობინის (**MetMb**). მიოგლობინის თერმული დამუშავებაც დაკავშირებულია მეტმიოგლობინის წარმოქმნასთან.

მიოგლობინის ჟანგბადს შესაძლებელია ჩაენაცვლოს აზოტის ოქსიდი, ნახშირბადის ოქსიდი, გოგირდ წყალბადი და სხვა. მიოგლობინის ეს თვისება გამოიყენება ხორცის პროდუქტებისათვის ინტენსიური წითელი ფერის მისაცემად. მაგალითად ამ მიზნით გამოიყენებული ნიტრიტები მიოგლობინთან წარმოქმნიან ნიტროზომიოგლობინს (**NOMb**), რომელიც გაცხელებისას წარმოშობის მუქი წითელი შეფერილობის პიგმენტს ნიტროზომიოხრომოგენს.

t



ხორცის პროდუქტების შებოლვის დროს წარმოიქმნება წითელი შეფერილობის მქონე კარბოქსიმიოგლობინი (**CO Mb**), ხოლო ხორცის დაძველების დრო წარმოქმნილი გოგირდწყალბადი უერთდება მიოგლობინს ყვითელი შეფერილობის სულფომიოგლობინის წარმოქმნით (**HH₂S Mb**).

კოლაგენი – ცხოველური სამყაროს ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ცილაა. იგი წარმოადგენს კანის, მყესების, ძარღვების, ძვლების, თვალის რქოვანისა და ხრტილების ძირითად მაკრომოლეკულას. კოლაგენი უზრუნველყოფს შემაერთებელი ქსოვილების უჯრედგარე სტრუქტურას. მის განსაკუთრებულ განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს სამსპირალიანი სტრუქტურა. თითოეული სუბერთეული წარმოადგენს α -მარცხნივმბრუნავ სპირალს. სამი α -სპირალი ეხვევა მარჯვნივმბრუნავ სუპერსპირალად, რომლებიც ერთიანდებიან ფიბრილებში. კოლაგენის სამსპირალიანი სტრუქტურები სტაბილიზირდებიან ჯაჭვის შიგა და გარე დისულფიდური ბმებით.

შემაერთებელი ქსოვილების ელასტიურ ფიბრილებში აღმოჩენილია ცილა ელასტინი. იგი მდიდარია გლიცინით, ალანინით და ლიზინით, მაგრამ ღარიბია პროლინით. ელასტინის განსაკუთრებულ თავისებურებას წარმოადგენს განსხვავებული ხასიათის გვერდითი ბმები.

დიდი რაოდენობით შემაერთებელი ქსოვილების შემცველი ხორცი თერმული დამუშავების შემდეგაც უხეში რჩება. კოლაგენისა და ელასტინის შეთვისების უნარიანობა ძალიან დაბალია, მაგრამ ზოგიერთი

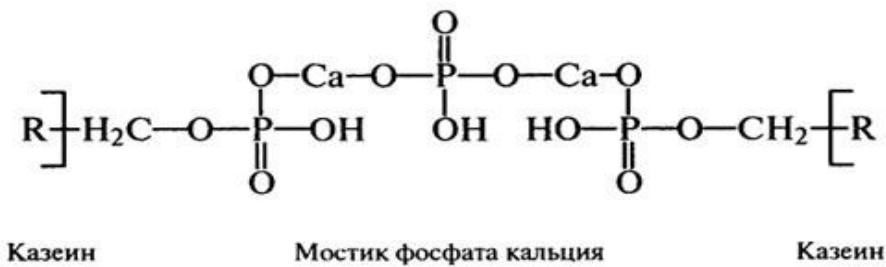
დაავადებებისას, ნაწლავების პერესტალტიკის გასაძლიერებლად მიზანშეწონილია შემაერთებელი ქსოვილებით მდიდარი საკვების გამოყენება. სპეციალური დიეტების დროს გამოიყენება ჟელატინი, კოლაგენის არასრული ჰიდროლიზის პროდუქტი. მართალია ჟელატინი არასრულფასოვანი ცილაა, მაგრამ ლაბის მდგომარეობაში ორგანიზმის მიერ მისი შეთვისება ადვილად ხდება.

რძე – პეტეროგენული სისტემაა, რომელშიც დისპერსიულ ფაზას ემულგირებული ცხიმის გლობულები და კაზეინის კოლოიდური მიცელები წარმოადგენენ, ხოლო დისპერსულ არედ – ცილების, ლაქტოზის, მარილებისა და ვიტამინების ხსნარი გვევლინება. ჯამური ცილის შემცველობა რძეში 2.9-3.5%-ის ფარგლებში მერყეობს. გამოიყოფა ცილის ორი ჯგუფი: კაზეინები (78-85%) და შრატის ცილები (15-25%). რძე შეიცავს 20-მდე სხვადასხვა ფერმენტს (პეროქსიდაზა, კატალაზა, ლიპაზა, ქოლინესტერაზა, α-ამილაზა, ლიზოციმი, პროტეაზა და სხვა), ჰორმონებს (ოქსიტოცინი, კორტიკოსტეროიდები, ტიროქსინი და სხვა) და ცხიმის გლობულების გარსში შემავალ ცილებს.

რძის ძირითადი ცილებია კაზეინები (α₁-, α₂-, β- და γ-კაზეინი), ისინი ადვილად აითვისებიან და წარმოადგენენ შეუცვლადი ამინომჟავების, კალციუმის, ფოსფორისა და მთელი რიგი ფიზიოლოგიურად აქტიური პეპტიდების წყაროს.

შრატის ცილები ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური ფუნქციებით. იმუნოგლობულინები ასრულებენ დამცველ ფუნქციებს, ლაქტოფერინი და ლიზოციმი ანტიბაქტერიული თვისებების მატარებლებია, β-ლაქტოგლობულინი ასრულებს ტრანსპორტულ ფუნქციებს, მას ნაწლავებში გადააქვს მიკრო- და მაკრო ელემენტები, ვიტამინები და ლიპიდები, α- ლაქტალბუმინი აუცილებელია რძეში ლაქტოზის სინთეზისათვის.

კაზეინის მეოთხეული სტრუქტურის წარმოქმნისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჰიდროფობურ ურთიერთქმედებებს და ფოსფორ-კალციუმის ხიდებს, რომლებიც წარმოადგენენ კაზეინკალციუმ ფოსფატის კომპლექსის საფუძველს.



კომპლექსის შემადგენლობაში შემავალი კალციუმი ასრულებს სტრუქტურის წარმომქმნელის როლს. ორი მოლეკულა კაზეინის სერინფოსფატის ჯგუფებს შორის წარმოქმნილი ხიდით აერთებს მათ. კაზეინის იზოელექტრული წერტილი **pH 4.6-4.7**-ის ფარგლებშია. დალეკილი კაზეინი პრაქტიკულად უხსნადია წყალში, მაგრამ იხსნება სუსტ ტუტე არეში, ტუტე მარილთა ხსნარებსა და მინერალურ მჟავებში. კაზეინი ხასიათდება წყლის დიდი შებოჭვის უნარით (2გ. წყალი 1 გ. ცილაზე). რასაც ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნედლ, პასტერიზებულ ან სტერილიზირებულ რძეში ცილის მდგრადობისათვის. კაზეინის ჰიდროფილური თვისებები იზრდება მისი β-ლაქტოგლობულინთან ურთიერთქმედების დროს. ამ ურთიერთქმედებაზეა დამოკიდებული რძემჟავა ან დვრიტის ფერმენტების მოქმედებით მიღებული შენადედის სტრუქტურის მექანიკური თვისებები.

საწარმოო კაზეინები მიიღება ცხიმოხდილი რძის მჟავებით ან რძემჟავა შრატით დამუშავების ან კალციუმის მარილების, ქიმოზინის და სხვა ფერმენტების მოქმედებით. მიღების მეთოდზე დამოკიდებულებით არჩევენ სხვადასხვა ფუნქციონალური თვისებების მქონე ნატრიუმის კაზეინატს, კალციუმის კაზეინატს, მჟავურ ან დვრიტის კაზეინატს და კოპრეციპიტატს⁷.

⁷ კოპრეციპიტატი – უცხიმო რძიდან მიღებული კაზეინისა და შრატის ცილების ერთობლივად დალეკვის პროდუქტი

საკვების ახალი ფორმების (ხორცისა და თევზის პროდუქტების ანალოგები) წარმოებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კაზეინის გელწარმოქმნის უნარს, მის ურთიერთქმედებას არაცილოვანი ბუნების ნივთიერებებთან, მდგრადი ემულსიების წარმოქმნასა და სინერჯისის მოვლენას⁸.

რძის ცილები ხასიათდებიან მაღალი ბიოლოგიური ღირებულებით. შრატის ცილებში შეუცვლადი ამინომჟავების შემცველობა ბევრად აღემატება კაზეინს.

შრატის ცილები შეადგენენ რძის საერთო ცილების მხოლოდ 0.5-0.8%. რძის პასტერიზაციის დროს ისინი დენატურირდებიან, მუავე და დვრიტის ფერმენტებით კოაგულაციის დროს წარმოქმნიან კომპლექს ჯ-კაზეინთან და ილექებიან მასთან ერთად. α-ლაქტალბუმინი დისულფიდური ბმების გამო არ ილექება pH 4.6-ზე, თერმოსტაბილურია და არ კოაგულირდება დვრიტის ფერმენტების მოქმედებით.

იმუნოგლობულინები წარმოადგენენ გლიკოპროტეიდებს, მათი ძირითადი ფუნქციაა მიკროორგანიზმებისა და უცხო უჯრედების აგლუტინაცია. რძიდან გამოყოფილია იმუნოგლობულინების სამი ძირითადი ჯგუფი: **G**, **A** და **M** იმუნოგლობულინები.

არჩევენ ორი ტიპის შრატს:

- ტკბილს, რომელიც წარმოიქმნება ყველის წარმოების დროს;
- მუავეს, რომელიც წარმოიქმნება ხაჭოსა და კაზეინების წარმოების პროცესში.

რძის შრატი გამოიყენება დანამატის სახით პურ-ფუნთუშეულის, საკონდიტრო და ბავშვთა კვების პროდუქტების წარმოების დროს, რისთვისაც მას აკონცენტრირებენ შრობის, ულტრაფილტრაციის და ელექტროდიალიზის მეთოდებით. შრატიდან იზოლაციების, კონცენტრაციების და კოპრეციპიტაციების მისაღებად იყენებენ თერმოდენატურაციას იზოელექტრულ წარტილში შემდგომი კომპლექსწარმოქმნით ანიონურ პოლისაქარიდებთან (ალგინატები, პექტინები). ამ მეთოდების გამოყენება საშუალებას იძლევა გამოყოთ რძის შრატის ცილების 70-90% და მივანიჭოთ მას სასურველი ფუნქციონალური თვისებები

ცილების ფუნქციონალური თვისებები

ცილოვანი ნივთიერებების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ გარდაქმნებს სასურსათო პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დროს და განაპირობებენ პროდუქტების სტრუქტურას, ტექნოლოგიურ და სამომხმარებლო თვისებებს გაერთიანებულია ფუნქციონალური თვისებების სახელწოდების ქვეშ.

ცილები უმნიშვნელოვანეს ფუნქციონალურ თვისებებს მიეკუთვნება ხსნადობა, წყლისა და ცხიმის შებოჭვის უნარი, დისპერსიული სისტემების (ემულსიები, ქაფები, სუსპენზიები) სტაბილიზაცია, ლაბების წარმოქმნა, სიბლანტე, ელასტიურობა და ტექსტურირების უნარი. პოლიპეპტიდის ჯაჭვებში ამინომჟავების სპეციფიკური თანმიმდევრობა, ცილის ზედაპირზე ჰიდროფობური და ჰიდროფილური ჯგუფების არათანაბარი განაწილება, სპირალური უბნების არსებობა ან არ არსებობა განაპირობებს ფუნქციონალური თვისებების თავისებურებას.

მცენარეებში და ცხოველების ორგანიზმში ცილა გვხვდება სამ მდგომარეობაში: თხევადი – რძე და სისხლი; ვაუინისმაგვარი – კვერცხის ცილა; მყარი – თმები, ბეწვი, ტყავი. ზოგადად ცილები ამორფული ნივთიერებებია, მაგრამ ზოგიერთი მათგანი შეიძლება გამოყოფილ იქნას კრისტალური სახით, მაგალითად კვერცხისა და რძის ალბუმინი, სისხლის ჰემოგლობინი და სხვა.

ცილების ძირითადი ფუნქციონალური თვისებებია:

1. ხსნადობა და წყლის შებოჭვის უნარი

ხსნადობა უმნიშვნელოვანესი მახვენებელია ცილის ფუნქციონალური თვისებების შეფასებისას. იგი ხასიათდება კოეფიციენტებით **NSI** (Nitrogen solubility index)⁹ და **PPS**(protein ratio, which passed into solution)¹⁰.

⁸ სინერჯისის მოვლენა – სითხის გამოყოფა დისპერსიული სისტემიდან(გელიდან), რომელსაც თან ახლავს მოცულობის შემცირება

⁹ **NSI**– აზოტის ხსნადობის კოეფიციენტი;

¹⁰ **PPS** – ხსნარში გადასული ცილის კოეფიციენტი;

პირველ შემთხვევაში ისახდვრება (პროდუქტში საერთო შემცველობის პროცენტი) ხსნარში გადასული აზოტის რაოდენობა, მეორეში კი ცილის რაოდენობა.

ცილების უმრავლესობა მიეკუთვნება ჰიდროფილურ ნივთიერებებს, რომელთაც უნარი აქვთ წყალთან ურთიერთქმედების დროს წარმოქმნან ჰიდრატნაერთები. ამ ურთიერთქმედებას ჰიდრატაცია ეწოდება. ჰიდრატაციის დროს ცილის ყოველი მოლეკულის გარშემო წარმოიქმნება, სივრცეში ორიენტირებული წყლის შრე, რომელიც იცავს ცილოვან მოლეკულებს აგრეგაციისაგან და ამრიგად ხელს უწყობს ცილის ხსნარის მდგრადობას.

ცილების ჰიდროფილური თვისებები განპირობებულია მათ შემადგენლობაში პოლარული ჯგუფების არსებობით (**-CO-NH-**, **-NH₂**, **-COOH**). იზოელექტრულ წერტილში ცილის ჰიდროფილური თვისებები მინიმალურია, ირღვევა მისი ჰიდრატული გარსი, რასაც შეიძლება მოჰყვეს მისი დაღეკვა. იგივე შეიძლება მოხდეს ზოგიერთი ორგანული გამხსნელის (სპირტი, აცეტონი), ტუტე მეტალთა მარილების, ამონიუმის სულფატის ხსნარის და სხვათა დამატებისას.

საკვები პროდუქტების ცილების განსხვავებული ხსნადობა საფუძვლად უდევს არა მარტო იზოლატებისა და კონცენტრატების გამოყოფის ტექნოლოგიურ პროცესებს, არამედ ბევრი სასურსათო პროდუქტის ხარისხის ჩამოყალიბებასაც.

ცილების ხსნადობას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ისეთი პროდუქტების წარმოებისას, რომელთა ტექნოლოგიური პროცესები ითვალისწინებენ ცილების ჰიდროლიზს (ავტოლიზს) და დენატურაციას (შრობა, შენახვა). ხსნადობის უნარის დაკარგვა, როგორც წესი აისახება სხვა ფუნქციონალურ თვისებებზეც, რაც თავის მხრივ მოქმედებს პროდუქტების ხარისხსა და მათ შეთვისების უნარიანობაზე. განსაკუთრებით დიდია მოთხოვნები ცილების ხსნადობის მიმართ სასმელების, პურის, ფქვილოვანი საკონდიტრო და მაკარონის ნაწარმის წარმოების დროს. სასმელების წარმოებისას გამოიყენება მაღალი ხსნადობის მქონე ცილები, ხოლო ფქვილოვანი ნაწარმისას კი – დაბალი. პურ-ფუნთუშეულის გამაუმჯობესებლებში მაღალი ხსნადობის მქონე ცილების გამოყენება ამცირებს პროდუქციის ელასტურ და დრეკად თვისებებს, რაც უარყოფითად მოქმედებს პროდუქციის ხარისხზე.

ჰიდროფილური ცილები გარკვეულ პირობებში იერთებენ წყლის დიდ რაოდენობას, ჯირჯვებიან და წარმოქმნიან კოლოიდურ სისტემას – ლაბას. საშუალოდ 1გ ცილამ ზედაპირზე შესაძლებელია დაიკავშიროს 2-4 გ წყალი.

ცილის შეზღუდული გაჯიჯვებისას მისი კონცენტრირებული ხსნარები წარმოქმნიან ლაბებს. ლაბებს ახასიათებთ დენადობა, პლასტიკურობა, ისინი დრეკადნი არიან, აქვთ ფორმის შენარჩუნების უნარი.

განასხვავებენ შემავსებლიან, შერეულ, კომპლექსურ, ანიზოტროპულ ლაბებს და ქსეროლაბებს. შემავსებლებიანი ლაბები შეიცავენ სხვა ცილებს სუსპენზირებულ ან გახსნილ მდგომარეობაში, შერეული ლაბები შედგებიან სხვადასხვა სახის ცილების სივრცული ბადისაგან, კომპლექსურ ლაბებს წარმოქმნიან ცილებისა და სხვა ნივთიერებების კომპლექსები. ანიზოტროპული ლაბების განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს მათ შემადგენლობაში ცილის ორიენტირებული მოლეკულების არსებობა, ხოლო ქსეროლაბების (მშრალი ლაბები) – ხანგრძლივი დროით შენახვის უნარი.

ცილის ჰიდროფილურ თვისებებს, მათ გაჯიჯვების და ლაბების წარმოქმნის უნარს დიდ მნიშვნელობა აქვს კვების მრეწველობაში. ცომის მოხელვის პროცესი, პურ-ფუნთუშეულისა და მაკარონის წარმოება მთლიანად დაკავშირებულია ცილების გაჯიჯვებასთან. ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის შებოჭვის უნარს ალას წარმოებისას, მარცვლის დაღობისა და აღმოცენების პროცესში.

ხორცისა და თევზის ანალოგების წარმოებისას შემავსებლებად და ფუნქციონალურ ინგრედიენტებად ცილების გამოყენების შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ცილის სუსპენზიების ისეთ თვისებებს, როგორიცაა გაჯიჯვების ხარისხი და ნაწილაკების ზომა, არის pH-ის მნიშვნელობა, ტემპერატურა, ნახშირწყლებისა და ლიპიდების არსებობა.

ხანგრძლივი შენახვის დროს ცილების დაძველებასთან დაკავშირებით, მათი გაჯიჯვების უნარიანობა კლებულობს. ამის მაგალითს წარმოადგენს პარკოსნების მარცვლების ან ბურღულის ჩახარშვის უნარიანობის შემცირება ხანგრძლივი შენახვისას.

2. ქ ა ფ წ ა რ მ ო ქ მ ნ ა

ქაფწარმოქმნის ქვეშ იგულისხმება ცილის უნარი, წარმოქმნას მაღალკონცენტრირებული სისტემები სითხე – გაზი. ასეთ სისტემებს ქაფები ეწოდებათ. ქაფის მდგრადობა დამოკიდებულია არა მარტო ცილის ბუნებაზე, არამედ მის კონცენტრაციაზე და ტემპერატურაზე. ქაფები მიიღებიან ჰაერის მექანიკური განაწილებით ცილის ხსნარში, რაც შეიძლება მიღწეულ იქნას ათქვევით, წნევის დაწვეით, ან ცილის შემცველ სისტემებში მიმდინარე მიკრობიოლოგიური და ქიმიური პროცესების წარმართვით. ამის მაგალითს წამოადგენს პურის აფუების დროს ნახშირორჟანგის გავლენით წებოვარას მიერ წარმოქმნილი ქაფი, იგივე ხდება საკონდიტრო ნაწარმის ცხობის დროს, როდესაც ქიმიური გამაფხვიერებლები გამოყოფენ ამიაკსა და ნახშირორჟანგს.

ცილების ქაფწარმოქმნის თვისება ხასიათდება ქაფწარმოქმნის უნართა და ქაფის მდგრადობით. პირველი ხასიათდება წამოქმნილი ქაფის მოცულობის ფარდობით ცილის რაოდენობასთან, ხოლო მეორე ქაფის დაშლის ნახევარპერიოდით, ანუ დროით, რომლის განმავლობაშიც ქაფის მოცულობა ნახევრდება. ორივე მაჩვენებელი დამოკიდებულია არის **pH**-ზე, ცილის კონცენტრაციაზე, მარილების თანაობაზე, ტემპერატურაზე, ლიპიდების, საქაროზის, საკვები ბოჭკოების არსებობაზე, ცილის ფრაქციულ შემადგენლობასა და აღნაგობაზე.

ცილების ქაფწარმოქმნელი უნარი ფართოდ გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაში პასტილის, ზეფირის და სხვადასხვა ხილის სუფლებების წარმოებისას. ეს თვისებები საფუძვლად უდევს ათქვევითი საკონდიტრო ნაწარმის (ბისკვიტები, კრემები, დესერტები და სხვა) წარმოებას.

3. ცხიმის შებოჭვისა და ემულგირების უნარი

ცილების ცხიმის შებოჭვის უნარი დამოკიდებულია არა მარტო ამინომჟავურ შემადგენლობასა და სტრუქტურაზე, არამედ ცილის ფრაქციულ შემადგენლობაზე, დამუშავების მეთოდზე, არის **pH**-ზე, ტემპერატურაზე, ნახშირწყლებისა და ლიპიდების შემცველობაზე. მაღალი ცხიმშემბოჭველი უნარი განაპირობებს პროდუქტის ნაზ და ერთგვაროვან კონსისტენციას, გამორიცხავს ცხიმის გამოყოფას, პროდუქტის დანაოჭებას, მცირდება დანაკარგები ხარშვისა და შეწვის დროს.

ცილების ემულგირების უნარი ფართოდ გამოიყენება ცხიმოვანი ემულსიების მიღების ტექნოლოგიურ პროცესებში. ცილის მოლეკულაში ჰიდროფობური და ჰიდროფილური დაჯგუფებების არსებობა განაპირობებს მოლეკულების განაწილებას წყალი-ცხიმი ფაზების გაყოფის საზღვარზე.

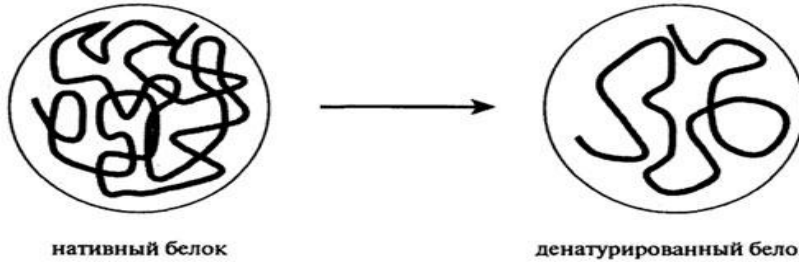
ცილის ჰიდროფილური ჯგუფების ორიენტაცია წყლისაკენ, ხოლო ჰიდროფობურებისა ცხიმისაკენ ამცირებს დისპერსიული სისტემებში ზედაპირულ დაჭიმულობას, ძენს მათ მდგრად აგრეგატულ მდგრადობას და სიბლანტეს. განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული “ცხიმი წყალში” და “წყალი ცხიმში” ტიპის საკვები ემულსიები. ცილის შემცველი ყველა სახის ემულსია მიიღება ორი სითხის ერთმანეთში მექანიკური დისპერგირებით სათქვეფებისა და ჰომოგენიზატორების გამოყენებით. ცილის ემულგირების უნარი ფასდება ემულგირების ტევადობით, ემულსიის მდგრადობით და სხვა.

მცენარეული და ცხოველური ცილების ემულგირების უნარი გამოიყენება პურ-ფუნთუშეულის, ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის, დაბალკალორიული მარგარინების, მაიონეზების, ხორცის პროდუქტებისა და სხვათა წარმოების დროს.

ცილების გარდაქმნა ტექნოლოგიური პროცესები დროს

1. დენატურაცია

ცილების ხსნარების უმრავლესობა სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების გავლენით (ტემპერატურა, ორგანული გამხსნელები, მჟავები, მარილები), იჭრებიან და გამოიყოფიან ნალექის სახით. ამ პროცესს დენატურაცია ეწოდება, მას თან ახლავს ცილის მეორადი, მესამედი და მეოთხედი სტრუქტურების რღვევა. დენატურირებული ცილები კარგავენ ხსნადობის უნარს, ჰიდროფილურ თვისებებს, ბიოლოგიურ აქტიობას, იცვლება მაკრომოლეკულის ფორმა, ფერმენტების მოქმედებით ადვილად ჰიდროლიზდებიან.



ცილების უმრავლესობა დენატურირდება ძლიერი მინერალური მჟავებისან ტუტეების თანაობისას, გაცხელებით, გაცივებით, ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებებით დამუშავებით, შარდოვანით, მძიმე მეტალებით (**Ag, Pb, Hg**) ან ორგანული გამხსნელებით (ეთანოლი, მეთანოლი, აცეტონი).

ცილის ბუნებასა და გარეშე პირობებზე დამოკიდებულებით დენატურაცია შეიძლება იყოს შექცევადი და შეუქცევადი.

კვების მრეწველობაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სითბურ დენატურაციას. ყველა სასურსათო პროდუქტი, რომელმაც გაიარა მაღალ ტემპერატურული დამუშავება შეიცავს დენატურირებულ ცილას. ცილების უმრავლესობა დენატურირდება 60–80°C-ზე, მაგრამ გამონაკლისის სახით გვხვდება თერმოსტაბილური ცილებიც, მაგალითად რძის α -ლაქტოგლობულინი, ზოგიერთი ბაქტერიის α -ამილაზა. ცილის დენატურაციის მაგალითია კვერცხის ცილის გამაგრება მოხარშვის ან შეწვის დროს. ცილების თერმოდგრადობა განპირობებულია დისულფიდური ბმების დიდი რაოდენობით. აღსანიშნავია, რომ ტემპერატურული ზემოქმედების ხარისხი ბევრადაა დამოკიდებული პროდუქტის ტენიანობაზე, არის pH-ზე, მარილებისა და არაცილოვანი ნივთიერებების არსებობაზე. მაგალითად სოიოსა და მზესუმშირას ცილების დენატურაციის ტემპერატურა შესამჩნევად კლებულობს ცხიმოვანი მჟავების და მატულობს საქაროზისა და სახამებლის თანაობისას.

დენატურაციის გამომწვევ ფაქტორებს განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვთ ფერმენტების აქტიობის რეგულირებისას. ყველა ზემოქმედება, რომელიც იწვევს მეორადი და მესამედი სტრუქტურის სტაბილიზაციას მიმართულია ფერმენტების აქტიობის ამაღლებისაკენ.

ზოგიერთი ცილა დენატურირდება გაყინვის დროს -10°C -სა და უფრო დაბალ ტემპერატურაზე

სითბური დენატურაციის ხარისხი ბევრადაა დამოკიდებულია ტემპერატურის მოქმედების დროზე. თერმული დენატურაცია უდევს საფუძვლად მცენარეული ნედლეულის ბლანშირების, პურის ცხობის, მაკარონის ნაწარმისა და სხვა პროდუქტების წარმოების, სტერილიზაციის, ხორცის, თევზისა და ბოსტნეულის, ხარშვისა და შეწვის ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებს. ამ გარდაქმნების შედეგად ჩქარდება ცილების შეთვისების პროცესი კუჭ-ნაწლავში, ყალიბდება საკვები პროდუქტების სამომხმარებლო თვისებები – ტექსტურა, გარეგანი სახე ორგანოლეპტიკური თვისებები.

2. ჰიდროლიზი

კვების მრეწველობაში, სხვადასხვა პროდუქტების წარმოებისას, დიდ მნიშვნელობა ენიჭება ცილების ფერმენტული ჰიდროლიზის პროცესს.

პროტეოლიტური ფერმენტებით ცილების ჰიდროლიზი დიდ როლს ასრულებს პურის ცხობის, ყველის დამწიფების, ხორცის დამუშავების და სხვა პროცესების დროს. ცილების ჰიდროლიზის შედეგად

ხდება ხორცისა და ტყავის დარბილება. დამარილებული და შებოლილი ხორცის პროდუქტების საგემოვნო თვისებების ჩამოყალიბება.

ალაოს წარმოების დროს ქერის ენდოსპერმში ადგილი აქვს გლობულინების, ალბუმინების, პროლაშინებისა და გლუტელინის ჰიდროლიზს, რომლის დროსაც ალაოში გროვდება დაბალ მოლეკულური აზოტოვანი ნივთიერებების ხსნადი ფორმების – პეპტიდებისა და ამინომჟავების დაგროვება.

ცილების მაღალმოლეკულური ფრაქციები ენდო- და ეგზოპეპტიდაზების გავლენით იშლება. პოლიპეპტიდაზები შეიცავენ ამინო და კარბოქსიპეპტიდაზებსაც.

პურის და ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ტრადიციული ტექნოლოგიით წარმოების დროს ცილების დრმა ჰიდროლიზს ადგილი არ აქვს. ცომის მომზადების დროს ცილების სტრუქტურის ცვლილება, როგორც წესი მიმდინარეობს მოლეკულების აგრეგაციისა და დეზაგრეგაციის შედეგად.

3. მელანოიდების წარმოქმნა

40-100°C-ის ფარგლებში მნიშვნელოვანი სისწრაფით მიმდინარეობს ცილებისა და აღმდგენელი შაქრების ურთიერთქმედება, რომელის დროსაც ადგილი აქვს შეფერილი ნაერთების წარმოქმნას, რომლებსაც მელანოიდებს უწოდებენ. ამ რეაქციის დროს ამინომჟავების – NH_2 ჯგუფები ურთიერთქმედებენ შაქრების გლიკოზიდურ ჰიდროქსილთან. ამ რეაქციებმა შეიძლება ითამაშონ, როგორც დადებითი ასევე უარყოფითი როლი სასურსათო პროდუქტის ხარისხის ჩამოყალიბებაში.

მელანოიდების წარმოქმნის დროს ადგილი აქვს არა მარტო პროდუქტის გამუქებას, არამედ მცირდება მშრალი ნივთიერებებისა და შეუცვლელი ამინომჟავების (ლიზინი, ტრეონინი) შემცველობა.

უარყოფითად შეიძლება ჩაითვალოს მათი წარმოქმნის შედეგად გამოწვეული ფერის, გემოსა და სუნის ცვლილება, მრავალი პროდუქტის (გამშრალი ხილი, კარტოფილი, კვერცხის ფხვნილი) შენახვის დროს. მცირდება პროდუქტის ბიოლოგიური ღირებულება, ვინაიდან წარმოქმნილი კომპლექსები არ ჰიდროლიზდებიან კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ფერმენტების მიერ. მელანოიდების წარმოქმნის რეაქციას თან ახლავს შიდა ანჰიდრიდების, ციკლური ამიდებისა და α - ϵ იზოპეპტიდური ბმების წარმოქმნა.

მელანოიდები განაპირობებენ პურის ქერქისა და მშრალი რძის შეფერილობასა და დამახასიათებელ არომატს. ისინი წარმოიქმნებიან ხორცისა და თევზის შეწვის, ალაოს, ლუდისა და სხვა პროდუქტების წარმოების დროს.

4. თერმული დაშლა

ცილის შემცველი პროდუქტების 100-120°C-ზე დამუშავების დროს ადგილი აქვს ცილის მაკრომოლეკულების დაშლას ფუნქციონალური ჯგუფების მოხლეჩით, პეპტიდური ბმების გაწყვეტით, გოგირდწყალბადის, ამიაკის, ნახშიროსქანგისა და სხვა უფრო რთული არაცილოვანი ნივთიერებების წარმოქმნით. რძის, ხორცისა და თევზის პროდუქტების სტერლიზაცია 115°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე იწვევს ცისტეინის ნაშთების დაშლას გოგირდწყალბადის, დიმეთილსულფატისა და ცისტეინის მჟავის წარმოქმნით.

მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით, ცილის მოლეკულაში შემავალი ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავების დეზამინირების და გლიცინის დეჰიდრატაციის შედეგად შესაძლებელია პროდუქტში დიკეტოპიპერაზინის წარმოქმნა, რომელიც საკმაოდ დიდი რაოდენობითაა მოხალულ კაკაოს მარცვლებში.

ცილების თერმული დაშლის პროდუქტებს შორის გვხვდება მუტაგენური თვისებების მქონე ნაერთები. თერმული წარმოშობის მუტაგენები წარმოიქმნებიან საკვები პროდუქტების ცხიმში შეწვის, გამოცხობის, შებოლვისა და შრობის პროცესში. მუტაგენებს შეიცავს ბულიონი, საქონლის, ღორისა და ფრინველის შემწვარი ხორცი, შემწვარი კვერცხი, შებოლილი და აპოხტილი თევზი. ზოგიერთი მათგანი იწვევს დნმ-ის მემკვიდრულ ცვლილებებს და მათი ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე შესაძლებელია იცვლებოდეს უმნიშვნელოდან სასიკვდილომდე.

ცილების ტოქსიური თვისებები, რომლებიც ვლინდება 200°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე ან ტუტე არეში შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე შეიძლება გამოწვეულ იქნას არა მარტო დესტრუქციული პროცესებით, არამედ ამინომჟავების ნაშთების იზომერიზაციაში L-დან D ფორმაში. D იზომერების

არსებობა ამცირებს ცილების შეთვისების უნარს. მაგალითად რძის კაზეინის 200°C-მდე გაცხელება ამცირებს მის ბიოლოგიური ღირებულებას 50%-ით.

მაღალ ტემპერატურაზე, ტუტე არეში ცილაში შემაჯავლი ზოგიერთი ამინომჟავის ნაშთი მონაწილეობს მთელ რიგ გარდაქმნებში. მაგალითად არგინინი გარდაიქმნება ორნიტინში, ცისტეინი – დეჰიდროალანინში, რომელიც შედის კონდენსირების რაქციაში ლიზინის, ორნიტინისა და ცისტეინის ნაშთებთან მოლეკულათაშორისი ბმების წარმოქმნით, რაც მკვეთრად ამცირებს ცილების კვებით ღირებულებას.

ცილის რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდები

ცილის რაოდენობრივ განსაზღვრას სასურსათო პროდუქტებში ძირითადად ახდენენ აზოტის შემცველობის მიხედვით კელდალის მეთოდის გამოყენებით. ანალიზის გამარტივებისა და ხანგრძლიობის შემცირების მიზნით ამ მეთოდმა, მისი შემუშავების დღიდან (1883 წ.) მრავალჯერ განიცადა მოდიფიცირება, სხვადასხვა კატალიზატორებისა და მინერალიზაციის პირობების გამოყენებით. მოდიფიცირებული მეთოდების საფუძველზე შემუშავებულია მაღალი წარმადობის მქონე “Кельдос“-ის ტიპის ავტომატური ანალიზატორები, რომელთა ღირებულება დღესაც საკმაოდ მაღალია. კელდალის მეთოდით ცილის განსაზღვრის დროს გამოიყენება გადამყვანი კოეფიციენტი, რაც ერთგვარ პირობითობასთან არის დაკავშირებული. მაგრამ მიუხედავად ამ ნაკლისა ეს მეთოდი მაინც რჩება ბევრი სასურსათო პროდუქტის სტანდარტში.

აზოტის რაოდენობის ცილაში გადასაყვანად გამოიყენება კოეფიციენტი 6.25, რომლის მნიშვნელობა იანგარიშება იმ ფაქტიდან, რომ ცილების უმრავლესობაში აზოტის შემცველობა 16%-ია. უფრო სწორი იქნება, თუ მოვახდენთ დიფერენცირებას და ყოველი პროდუქტისათვის გამოვიყენებთ შესაბამის კოეფიციენტს, რომელიც მოყვანილია ცხრილში.

აზოტის გადამყვანი კოეფიციენტები

პროდუქტი	აზოტის შემცველობა ცილაში %	გადამყვანი კოეფიციენტი
ხორბალი	17.5	5.7
ჭვავი	17.5	5.7
შვრია	17.5	5.7
ქერი	17.5	5.7
მხესუმზირა	17.5	5.7
სოია	17.2	5.8
სიმინდი	16.0	6.25
ხორცი	16.0	6.25
რძე	15.67	6.38

აღსანიშნავია ცილის განსაზღვრის დიუმას მეთოდი, ნეიტრონო-აქტივაციური მეთოდი და ფენოლჰიპოქლორიდის მეთოდი, რომელიც ტარდება ხელსაწყო “Техникон“-ზე.

დიუმას მეთოდით ცილის განსაზღვრის დროს, საკვლევი ნიმუშის წონაკი იშლება ნახშირორჟანგის არეში აირად მდგომარეობამდე, რის შემდეგაც ხდება N₂-ის მოცულობის განსაზღვრა.

ნეიტრონო აქტივაციური მეთოდის გამოყენების დროს, რეაქტორში ხდება საკვლევი ნიმუშის აზოტის ატომების ბომბარდირება ნეიტრონებით, წარმოქმნილი ^{13}N -ის ატომების რაოდენობას საზღვრავენ გამოსხივების ინტენსიობის მიხედვით

“Техникон”-ზე ცილის განსაზღვრა ხორციელდება კოლორიმეტრული მეთოდის საფუძველზე. ისაზღვრება მინერალიზაციის პროცესში გამოყოფილი ამონიუმის სულფატის, ფენოლისა და ჰიპოქლორიდის ტუტე არეში ურთიერთქმედებისას წამოქმნილი ლურჯი შეფერვის ინტენსიობა.

ზემოდ ჩამოთვლილი მეთოდები სიზუსტით არ ჩამოუვარდებიან კელდალის მეთოდს, მაგრამ მათი გამოყენება ბევრად უფრო დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული.

საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდი. ამ მეთოდის გამოყენებისას ხელსაწყოების დასაკალიბრებლად გამოყენებულ ეტალონებში ცილის განსაზღვრა ხდება კელდალის მეთოდით.

ცნობილია ცილის განსაზღვრის მეთოდები რომელთა საფუძველს წარმოადგენს სიმდერივის ხარისხის (ნეფელომეტრული მეთოდები), ცილის მოლეკულის მიერ სხვადასხვა საღებავების ადსორბცია და გარდატეხის მაჩვენებლის მნიშვნელობა განსაზღვრა.

სასურსათო პროდუქტების კვლევისას ხშირად სარგებლობენ ბიურეტისა და ლოურის მეთოდებით.

3. ნახშირწყლები

1. ნახშირწყლების ზოგადი დახასიათება

ნახშირწყლები წარმოადგენენ ბუნებრივ შაქროვან ნივთიერებებს, რომელთა შემადგენლობაში შედის **C, H** და **O** ატომები. ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში, გვხვდებიან ნებისმიერი ცხოველური, მცენარეული და ბაქტერიალური წარმოშობის უჯრედში, როგორც თავისუფალი ასევე ბმული სახით. ნახშირწყლები წარმოადგენენ ბიოლოგიური სამყაროს სამ მეოთხედს, მათ დიდი ადგილი (60-80%) უკავიათ ადამიანის კვების რაციონში, რაც რამდენიმე მიზეზით შეიძლება აიხსნას:

– ნახშირწყლები შეადგენენ მცენარეული პროდუქტების ძირითად ნაწილს. ეს უკანასკნელები კი, რიგ შემთხვევებში საკვები რაციონის უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი კომპონენტია;

– ნახშირწყლებით მდიდარი პროდუქტები (მარცვლეული, ფქვილი, ბურღული, კარტოფილი) ხასიათდებიან შენახვის უფრო დიდი პერიოდით, ვიდრე ცხიველური წარმოშობის პროდუქტები;

– მცენარეული წარმოშობის პროდუქტები ბევრად უფრო დაბალი ფასის არიან ვიდრე ცხოველური.

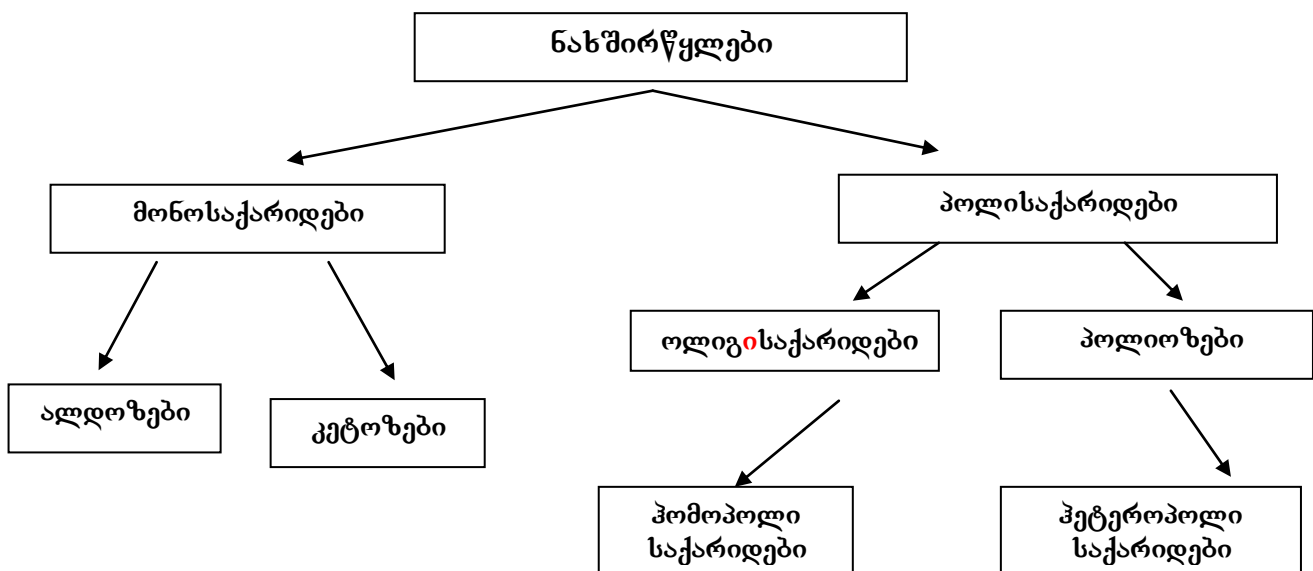
ნახშირწყლები ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედებში ენერჯის წყაროსა და აკუმულატორებს წარმოადგენენ, ასრულებენ საყრდენი ნივთიერების როლს, შედიან მრავალი ბუნებრივი ნაერთის შემადგენლობაში, წარმოადგენენ მნიშვნელოვანი ბიოქიმიური რეაქციების რეგულატორებს. ცილებთან და ცხიმებთან ერთად წარმოქმნიან ცოცხალი მატერიის საფუძველს. შედიან ნუკლეინის მჟავების შემადგენლობაში და მონაწილეობენ მემკვიდრეობითი ინფორმაციის გადაცემაში.

ნახშირწყლები ჰეტეროციკლური ნაერთებია. შეიცავენ სპირტის, ალდეჰიდის ან კეტონის ჯგუფებს.

ზოგადად ნახშირწყლები ორ ჯგუფად – მარტივ და რთულ ნახშირწყლებად შეიძლება დაყვით.

მარტივი ნახშირწყლები ანუ მონოსაქარიდები ეწოდება ნაერთებს, რომლებსაც არ გააჩნიათ ჰიდროლიზის უნარი. რთული ნახშირწყლების ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტებს მონოსაქარიდები წარმოადგენენ.

ამჟამად მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით ნახშირწყლები იყოფა სამ ძირითად ჯგუფად: მონოსაქარიდებად, ოლიგოსაქარიდებად და პოლისაქარიდებად. სურათზე მოცემულია ნახშირწყლების კლასიფიკაციის სქემა.

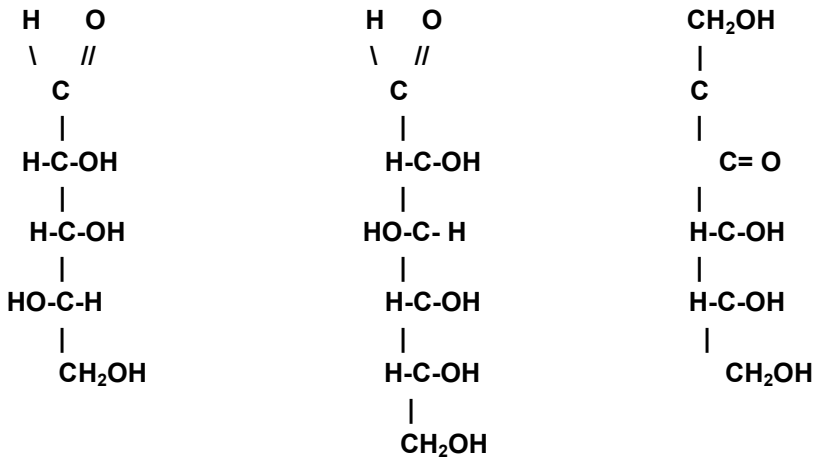


სურ. ნახშირწყლების კლასიფიკაცია

1.1. მონოსაქარიდები

მონოსაქარიდები მყარი კრისტალური ნივთიერებებია. ისინი ცუდად იხსნებიან სპირტში, ადვილად წყალში. მათი უმრავლესობა ხასიათდება ტკბილი გემოთი.

მონოსაქარიდები ძირითადად შეიცავენ ნახშირბადის 3-დან 9 ატომამდე. ნახშირბადის ატომების რაოდენობის მიხედვით ისინი იყოფიან ტრიოზებად (**C₃**), ტეტროზებად (**C₄**), პენტოზებად (**C₅**), ჰექსოზებად (**C₆**) და ა.შ. განსაკუთრებით გავრცელებულია ბუნებაში პენტოზები და ჰექსოზები. ფუნქციონალური ჯგუფების მიხედვით მონოსაქარიდები იყოფიან ალდოზებად და კეტოზებად.



ალდოპენტოზა
რიბოზა

ალდოჰექსოზა
გლუკოზა

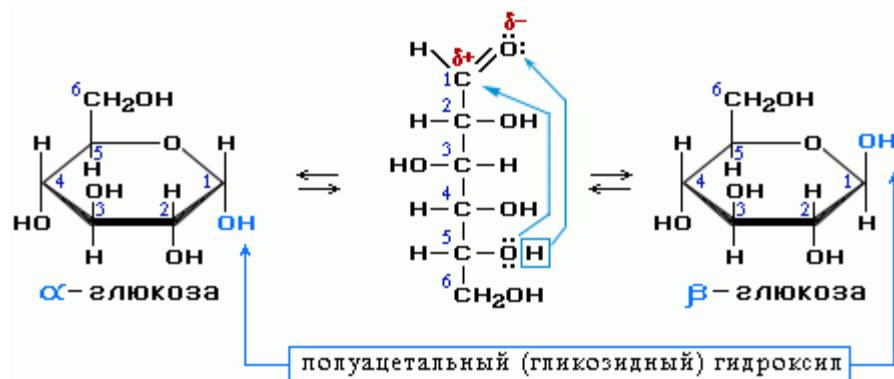
კეტოჰექსოზა
ფრუქტოზა

წყალხსნარებში მონოსაქარიდები ალდეჰიდური და კეტონური ფორმიდან გადადიან ციკლურ ფორმებში და პირიქით. ამ მოვლენას ტაუტომერია ეწოდება.

მონოსაქარიდები შეიცავენ ასიმეტრიული ნახშირბადის 3-4 ატომს, რაც განაპირობებს მათი წყალხსნარების ოპტიკურ აქტივობას. ტაუტომერული გარდაქმნის გამო მონოსაქარიდების ახლად დამზადებული ხსნარის სინათლის სხივის ბრუნვის კუთხე თანდათანობით იცვლება და გარკვეული დროის შემდეგ იღებს მუდმივ მნიშვნელობას. ამ მოვლენას მუტაროტაცია ეწოდება.

ნახშირბადის უკანასკნელ ასიმეტრიულ ატომთან **H** და **OH**-ის მდებარეობის მიხედვით ანსხვავებენ **D** და **L** რიგებს. ბუნებაში გავრცელებულია მონოსაქარიდების მხოლოდ **D** ფორმები.

შაქრების ციკლური ფორმები წარმოადგენენ ე.წ. შიგა ნახევრად აცეტალებს. ციკლის წარმოქმნის შედეგად წარმოიქმნება ნახშირბადის ახალი ასიმეტრიული ატომი, რომელსაც გლიკოზიდური ანუ ანომერული ატომი ეწოდება. ამ ნახშირბადის მიმართ წარმოქმნილ იზომერებს **α** და **β**- ანომერები ეწოდებათ.



მონოსაქარიდებს შორის განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული ჰექსოზები და პენტოზები. ჰექსოზებიდან აღსანიშნავია გლუკოზა, ფრუქტოზა, გალაქტოზა, ხოლო პენტოზებიდან – არაბინოზა, ქსილოზა და რიბოზა. პენტოზები არ შეითვისებიან ადამიანის ორგანიზმის მიერ.

გლუკოზა ანუ ყურძნის შაქარი, ყველაზე გავრცელებული ჰექსოზაა. თავისუფალი სახით შედის ხილის, კენკრის და თაფლის შემადგენლობაში. გლუკოზა ოლიგო- და პოლისაქარიდების ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. გლუკოზის მოლეკულებისაგანაა აგებული სახამებელი და გლიკოგენი, იგი შედის საქაროზისა და ლაქტოზის შემადგენლობაში. გლუკოზა ერთადერთი შაქარია, რომელიც შედის სისხლის შემადგენლობაში. იგი ადვილად განიცდის ყველა სახის დუღილს.

ფრუქტოზა ანუ ხილის შაქარი თავისუფალი სახით შედის თაფლის, ხილის წვენიდან და ყვავილების ნექტრის შემადგენლობაში. შედის საქაროზის შემადგენლობაში. წარმოქმნის მაღალმოლეკულურ პოლისაქარიდ ინულინს. იგი ყველაზე ტკბილი შაქარია მონოსაქარიდებს შორის. ფრუქტოზა ადვილად აითვისება ორგანიზმის მიერ და არ მოითხოვს ინსულინს.

გალაქტოზა – რძის შაქრის ლაქტოზის შემადგენელი ნაწილია, შედის მცენარეულ ქსოვილებსა და თესვების შემადგენლობაში.

არაბინოზა – შედის წიწვოვან მცენარეებში, შაქრის ჭარხლის ნაწინში, პექტინური ნივთიერებების, ჰემიცელულოზების, ლორწოების და გუმი-ნივთიერებების შემადგენლობაში.

რიბოზას განსაკუთრებული ადგილი უკავია მონოსაქარიდებს შორის. იგი მონაწილეობს დებულობს მემკვიდრეობითი ინფორმაციის გადაცემისა და ენერჯის შენახვა - გადაცემის პროცესებში ვინაიდან შედის დეზოქსირიბონუკლეინის (დნმ), რიბონუკლეინის (რნმ) მუკვების, ადენოზინტრიფოსფატის (ატფ), ადენოზინდიფოსფატის (ადფ) შემადგენლობაში. რიბოზა შედის რიბულოზა-1,5-დიფოსფატში, რომელიც მონაწილეობს მცენარეების მიერ ჰაერიდან ნახშირორჟანგის ასიმილაციაში.

ქსილოზა შედის ბამბის ჩენჩოს, სიმინდის მურკის შემადგენლობაში. უერთდება რა ფოსფორს ქსილოზა მნიშვნელოვან როლს თამაშობს შაქრების ურთიერთგარდაქმნის დროს.

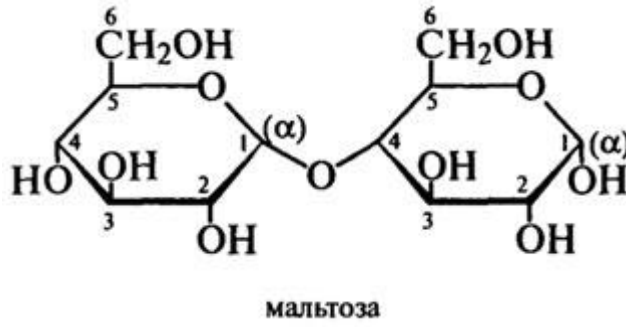
პოლისაქარიდები ოლიგოსაქარიდები

ოლიგოსაქარიდები ანუ I რიგის პოლისაქარიდებს მიეკუთვნებათ ნახშირწყლები, რომელთა მოლეკულაში შედის გლიკოზიდური ბმით დაკავშირებული 2-10 მონოსაქარიდის ნაშთი. მონოსაქარიდების რაოდენობის მიხედვით არჩევენ დი-, ტრი- და ა.შ. ოლიგოსაქარიდებს.

დისაქარიდების ჰიდროლიზის დროს წარმოიქმნება მონოსაქარიდის ორი მოლეკულა. ისინი წარმოადგენენ შაქრების ერთ-ერთ ძირითად წყაროს ადამიანისა და ცხოველთა საკვებში.

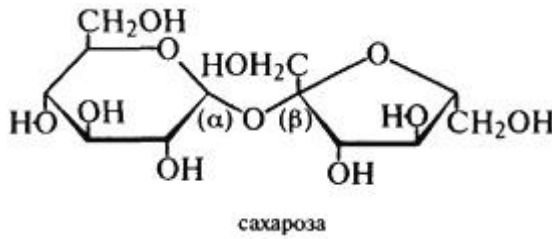
დისაქარიდებს შორის განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული მალტოზა, საქაროზა და ლაქტოზა.

მალტოზა წარმოადგენს α - გლუკოპირანოზიდ 1,4- α - გლუკოპირანოზას. იგი წარმოიქმნება, როგორც საშუალოდ პროდუქტი სახამებლის ან გლიკოგენის ჰიდროლიზის დროს.



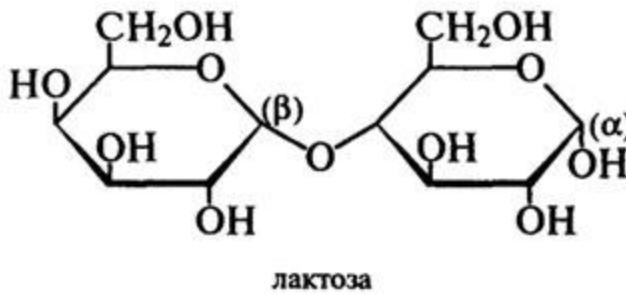
საქაროზა ყველაზე გავრცელებული დისაქარიდია. მისი მოლეკულა შედგება გლუკოზისა და **β-D- ფრუქტოზის** ნაშთებისაგან.

α- D-



სხვა დისაქარიდებისაგან განსხვავებით საქაროზა არ შეიცავს თავისუფალ ნახევრად აცეტალურ ჰიდროქსილს და არ ხასიათდება აღმდგენელი თვისებებით

ლაქტოზა შედის მხოლოდ რძის შემადგენლობაში და შედგება **α- D- გლუკოზისა** და **β- D- გალაქტოზის** ნაშთებისაგან.



რაფინოზა ბუნებრივი ტრისაქარიდების ყველაზე ცნობილი (შედგება ფრუქტოზის, გლუკოზისა და გალაქტოზის ნაშთებისაგან) წარმომადგენელია. იგი დიდი რაოდენობით შედის შაქრის ჭარხლის და სხვა მცენარეების, კერძოდ პარკოსნების შემადგენლობაში.

ზოგადად მცენარეულ ქსოვილებში შემაგალი ოლიგოსაქარიდები თავისი შემადგენლობით უფრო მრავალფეროვანია, ვიდრე ცხოველურ უჯრედებში შემაგალი.

13. პოლისაქარიდები

აღნაგობის მიხედვით პოლისაქარიდები შესაძლებელია გავყოთ ორ ჯგუფად:

- ჰომოპოლისაქარიდები, რომლებიც შედგებიან ერთი სახის მონომერებისაგან;
- ჰეტეროპოლისაქარიდები, რომლებიც შედგებიან ორი ან რამდენიმე სახის მონომერებისაგან.

ფუნქციონალური დანიშნულების თვალსაზრისით პოლისაქარიდები იყოფა სტრუქტურულ და სარეზერვო ნივთიერებებად. უმნიშვნელოვანეს სტრუქტურულ პოლისაქარიდს წარმოადგენს ცელულოზა, ხოლო სამარაგოს – სახამებელი და გლიკოგენი (შესაბამისად მცენარეებში და ცხოველებში).

სახამებელი წარმოადგენს ორი ჰომოპოლისაქარიდის ხაზოვანი ამილოზისა და განტოტვილი ამილოპექტინის კომპლექსს, რომელთა საერთო ფორმულაა ($C_6H_{10}O_5$). ამილოზის მოლეკულური მასა მერყეობს 50 ათასიდან 2 მლნ. დალ., ხოლო ამილოპექტინისა 1-დან რამდენიმე მლნ. დალ.-მდე.

ამილოზის შემცველობა სახამებელში 10-30%-ია, ხოლო ამილოპექტინისა 70-90%-ის ფარგლებში იცვლება. სახამებლის პოლისაქარიდები აგებულია გლუკოზის ნაშთებისაგან, რომლებიც ამილოზის სტრუქტურაში შეერთებული არიან α -1,4 ბმებით, ხოლო ამილოპექტინის განტოტვის წარტილებში α -1,6 ბმებით.

სახამებელი – ადამიანის საკვების უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. პური, კარტოფილი, ბურღული, ბოსტნეული – ორგანიზმის ძირითად ენერგეტიკულ რესურსებს წარმოადგენენ.

გლიკოგენი ფართოდაა გავრცელებული ცხოველური წარმოშობის ქსოვილებში, აღნაგობით ახლოა ამილოპექტინთან. გლიკოგენის მოლეკულა ამილოპექტინის მსგავსად აგებულია ძლიერ განტოტვილი (განტოტვა მონოსაქარიდის ყოველი 3-4 ნაშთის შემდეგ) ჯაჭვისაგან, რომელშიც გლუკოზის ნაშთების რაოდენობა 5 – 50 ფარგლებში იცვლება. გლიკოგენი ხორცისა და ღვიძლის ქსოვილების სამარაგო ნახშირწყალია. ცხოველთა დაკვლის შემდეგ იგი სწრაფად იშლება **D**-გლუკოზის წარმოქმნით, რომელიც შემდგომ ლაქტატში გარდაიქმნება.

ცელულოზა ანუ უჯრედანა ყველაზე გავრცელებული მცენარეული ჰომოპოლისაქარიდია. იგი წარმოადგენს მცენარეების საყრდენ მასალას, მისგანაა აგებული ფოთლებისა და ღეროს უხეში ჩონჩხი. სუფთა სახით იგი წამოდგენილია ბამბასა და ფილტრის ქაღალდში. მერქანი 50%-მდე უჯრედანას წარმოადგენს, რომელიც დაკავშირებულია ფენოლური ბუნების მქონე მაღალმოლეკულურ ნივთიერება – ლიგნინთან. ცელულოზა შედგება 600-900 გლუკოზის ნაშთისაგან, მისი საშუალო მოლეკულური მასაა $1-1.5 \cdot 10^6$ დალ.

ცელულოზის მოლეკულაში გლუკოზის ნაშთები დაკავშირებულია ერთმანეთთან β -1,4 გლიკოზიდური ბმებით, რაც პოლიმერის სწორხაზოვან სტრუქტურას განაპირობებს. ცელულოზა არ იშლება ძუძუმწოვრების კუჭ-ნაწლავის ფერმენტების მიერ, მისი შეთვისებისათვის ბალახის მჭამელთა კუჭში გამოიყენება სპეციალური ფერმენტი – ცელულაზა, რომელიც პოლისაქარიდს ცელოდექსტრინებად და ცელობიოზად შლის.

დექსტრანები წარმოადგენენ **D** – გლუკოზის ნაშთებისაგან შედგენილ ჰომოპოლისაქარიდებს. ისინი წარმოიქმნებიან საქაროზაზე ბაქტერიების მიერ სინთეზირებული სპეციალური ფერმენტის – დექსტრინსაქარაზას მოქმედებით. გამოყენებული შტამის სახეობაზე დამოკიდებულებით მიიღება სხვადასხვა ხარისხით განტოტვილი პოლიმერები. დექსტრანები გამოიყენება სხვადასხვა მარკის სეფადექსების მისაღებად.

პენტოზანები ცელულოზის მავგარი პოლისაქარიდებია, რომლებიც აგებულია ქსილოზის, არაბინოზის და სხვა პენტოზების ნაშთებისაგან. განსაკუთრებით მდიდარია პენტოზანებით კაკლის ნაჭუჭი, მზესუმზირას თავები, სიმინდის მურკი, თივა, ჭვავი.

ინულინი წყალში ხსნადი მაღალმოლეკულური ნახშირწყალია. არ იხსნება სპირტში. მუაუური ჰიდროლიზის დროს წარმოქმნის ფრუქტოფურანოზისა და მცირე რაოდენობით გლუკოპირანოზის ნარეგს. იგი დიდი რაოდენობით შედის ტოპინამურისა და გეორგინის ბოლქვებში, ბაბუაწვერასა და ვარდაკაჭას ფესვებში, კაუზუკის ხის ფესვებში, ფოთლებსა და ღეროებში. ამ მცენარეებში ინულინი ცვლის სახამებელს. მცენარეები, ობის სოკოები და საფუერები შეიცავენ ფერმენტ ინულაზას, რომელიც ახდენს ინულინის ჰიდროლიზს ფრუქტოზის წარმოქმნით.

ლორწოები და გუმი-ნივთიერებები (გუმფისები). წარმოადგენენ კოლოიდური ბუნების მქონე პოლისაქარიდების ჯგუფს, რომლებიც აერთიანებენ, ბლანტი და წებოვანი ხსნარების წარმოქმნის უნარის მქონე, ხსნად ნახშირწყლებს ამ ჯგუფის ტიპური წარმომადგენლებია ალუბლის, ქლიავისა და ნუშის ხეების მიერ ტოტებისა და გვარჯის დაზიანების ადგილზე გამოყოფილი ნივთიერებები. ლორწოს დიდი რაოდენობით შეიცავს სელის თესლი და ჭვავის მარცვლები. მათი არსებობით აიხსნება სელის თესლების ნახარშისა და ჭვავის ფქვილის წყალხსნარის სიბლანტე.

ალუბლის წებოს ნახშირწყლების შესწავლის შედეგად გამოვლინდა, რომ იგი ძირითადად შედგება გალაქტოზის, მანოზის, არაბინოზის, გლუკურონის მჟავის და ქსილოზის ნაშთებისაგან. ჭვავის მარცვლების ღორწოვანი ნივთიერებები ძირითადად პენტოზანებისაგან შედგებიან.

გუმფისები ფართოდ გამოიყენებიან წარმოებაში. ისინი ხასიათდებიან ისეთი მნიშვნელოვანი თვისებებით, როგორცაა სიბლანტის, წებოვნობის, გაჯიჯვების უნარიანობის გაზრდა. გუმფისები გამოიყენებიან როგორც შემკვრელები, შემასქელებლები ან ემულგატორები კოსმეტიკური და ფარმაცევტული პროდუქციის წარმოებისას და როგორც სტაბილიზატორები კვების მრეწველობაში.

პექტინური ნივთიერებები შედიან მცენარეების წვეწვამ და ნაყოფში. ისინი წარმოადგენენ პეტროპოლისაქარიდებს და შედგენილი არიან α -(1,4)-გლიკოზიდური ბმებით დაკავშირებული გალაქტურონის მჟავის ნაშთებისაგან. გალაქტურონის მჟავის კარბოქსილის ჯგუფები, სხვადასხვა ხარისხით ეთერფიცირებულია მეთილის სპირტით, რაც წარმოადგენს პექტინური ნივთიერებების კლასიფიკაციის საფუძველს.

- პროტოპექტინი, რთული შემადგენლობის წყალში უხსნადი ნივთიერებაა. პროტოპექტინში, გალაქტურონის მჟავის გრძელი ჯაჭვი დაკავშირებულია სხვადასხვა პოლისაქარიდებთან (ცელულოზა, არაბანი, გალაქტანი და სხვა) და ცილოვანი ნივთიერებებთან;
- პექტინის მჟავები – დაბალი ეთერიფიკაციის ხარისხის პოლიგალაქტურონის მჟავები;
- პექტინი – სრულად ეთერიფიცირებული პექტინის მჟავა.

პექტინური ნივთიერებები წარმოადგენენ ხილის ლაბების საფუძველს. ისინი კარგად იხსნებიან წყალში და წარმოქმნიან კოლოიდურ ხსნარებს.

ჰემიცელულოზებს მიეკუთვნება განსხვავებული ქიმიური სტრუქტურის მქონე მცენარეული პოლისაქარიდები: გლუკომანანები, გალაქტომანანები და ქსილანები, რომლებიც გვერდით ჯაჭვში შეიცავენ არაბინოზას, გლუკოზას და სხვა. ჰემიცელულოზები, როგორც წესი თანსდევნენ ცელულოზასა და ლიგნინს, ქსილანები და გლუკომანანები მტკიცეაა ადსორბირებული ცელულოზის ზედაპირზე.

სხვადასხვა მცენარეებიდან გამოყოფილი ჰემიცელულოზები ხასიათდებიან ერთმანეთისაგან განსხვავებული სტრუქტურული აგებულებით.

გლიკოზიდები გლიკოზიდების მხოლოდ მცირე ნაწილი გვხვდება საკვებ პროდუქტებში. მათი მნიშვნელობა დამოკიდებულია არა მათ რაოდენობაზე, არამედ მათ ფიზიოლოგიურ აქტიობაზე. მთელი რიგი გლიკოზიდებისა ხასიათდებიან ძლიერი ქაფწარმოქმნის და სტაბილიზაციის უნარით, ზოგიერთი მათგანი განაპირობებს საკვები პროდუქტის ფერს, გემოს ან არომატს. გოგირდშემცველი გლიკოზიდები გვხვდება მდოგვის თესლებსა და პირშუშას ფესვებში, მათ გლიკოზინოლატები ეწოდებათ. ამ კლასის ყველაზე ცნობილი გლიკოზინოლატს სინგერინი ეწოდება. ზოგიერთი მეცნიერი გოგირდშემცველ გლიკოზიდებს ან მათი დაშლის პროდუქტებს საკვების ანტიადიმენტალურ ფაქტორებს მიაკუთვნებს.

ლეეოგლუკოზანის (1,6-ანჰიდრო- β -D-გლუკოპირანოზა) გარკვეული რაოდენობა წარმოიქმნება პიროლიზის შედეგად ფქვილოვანი ნაწარმის ცხობის ან მოხრაკვის დროს ან შაქრისა და მისი ვაჟინის მაღალ ტემპერატურაზე გახურების დროს.

ციანოგენური გლიკოზიდები გლიკოზიდების მნიშვნელოვანი კლასს წარმოადგენენ. ეს ნივთიერებები **in vivo** დეგრადაციის დროს გამოყოფენ **HCN**-ს (ციანწყალბად მჟავა). ეს გლიკოზიდები საკმაოდ ხშირად გვხვდება ბუნებაში (მწარე ნუში, სორგო, კურკოვანი ხილის კურკები). ამ ნივთიერებების დაშლის შედეგად გამოყოფილი **HCN** –ის დეტოქსიკაციის დროს წარმოიქმნება თიოციანი. ეს რეაქცია მიმდინარეობს ფერმენტ **S**-ტრანსფერაზის მონაწილეობით. დიდ რაოდენობით გლიკოზიდის მიღების დროს ადგილი აქვს დეტოქსიკაციის რეაქციის დათრგუნვას, რამაც შესაძლებელია ძლიერი მოწამვლა გამოიწვიოს. ციანიდური მოწამვლის თავიდან აცილების საუკეთესო გზას ასეთი პროდუქტების საკვები რაციონიდან ამოღება წარმოადგენს.

2. ნახშირწყლების ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა

ნახშირწყლებს ადამიანის კვებაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უკავიათ. ისინი წარმოადგენენ ორგანიზმის ცხოველმყოფელობისათვის საჭირო ენერჯის ძირითად წყაროს. ბიოლოგიური ჟანგვის

შედეგად ორგანიზმში თავისუფლდება ენერჯია, რომელიც აკუმულირდება ენერჯიით მდიდარი ნივთიერების – ადენოზინტრიფოსფატის (ატფ) სახით. 1 გ. ნახშირწყლის ჟანგვის შედეგად ორგანიზმში წარმოიქმნება 16.7 კჯ ანუ 4 კკალ ენერჯია.

ნახშირწყლების როლი ადამიანი ორგანიზმისათვის არ ამოიწურება ენერგეტიკული მნიშვნელობით. ამ ჯგუფის ნივთიერებები და მათი წარმოებულები შედიან სხვადასხვა ქსოვილების შემადგენლობაში და წარმოადგენენ პლასტიკურ მასალას. მაგალითად შემაერთებელი ქსოვილები შეიცავენ მუკოპოლისაქარიდებს, რომელთა შემადგენლობაში შედის ნახშირწყლები და მათი ნაწარმები.

მრავალფეროვანია ნახშირწყლების მარეგულირებელი ფუნქციებიც. ისინი ხელს უშლიან კეტონური სხეულების დაგროვებას ცხიმების ჟანგვის დროს. დიაბეტით დაავადებულებს, რომლებსაც დარღვეული აქვთ ნახშირწყლების ცვლა ხშირად უვითარდებათ აციდოზი.

ზოგიერთი ნახშირწყალი და მის წარმოებულ ხასიათდება გარკვეული ბიოლოგიური აქტიობით და ასრულებს ორგანიზმში სპეციალურ ფუნქციას. მაგალითად ჰეპარინი ხელს უშლის სისხლის შედეგებას, გიალურონის მჟავა კი ბაქტერიების შეღწევას უჯრედის გარსში.

აღსანიშნავია ნახშირწყლების დამცველი ფუნქციაც. მაგალითად ღვიძლში მყოფი გლუკოზონის მჟავა უერთდება ზოგიერთ ტოქსიურ ნივთიერებას არატოქსიური რთული ეთერების წარმოქმნით, რომლებიც გამოიყოფიან ორგანიზმიდან შარდთან ერთად.

ადამიანის ორგანიზმის ნახშირწყლების მარაგი ძალიან მცირეა და იგი არ აღემატება სხეულის 1%-ს. ინტენსიური მუშაობის დროს ის სწრაფად იხარჯება, რის გამოც აუცილებელია ნახშირწყლების ყოველდღიური მიღება. ნახშირწყლების სადღეღამისო ნორმა მოზრდილი ადამიანისათვის საშუალოდ შეადგენს 400-500 გ., რომლის 80% მოდის სახამებელზე.

2.1. შეთვისებადი და არა შეთვისებადი ნახშირწყლები

საკვები ღირებულების თვალსაზრისით ნახშირწყლები იყოფა შეთვისებად და შეუთვისებად ნახშირწყლებად.

შეთვისებად ნახშირწყლებს მიეკუთვნება – მონო- და ოლიგოსაქარიდები, სახამებელი და გლიკოგენი. შეუთვისებადია – ცელულოზა, ჰემიცილოზა, ინულინი, პექტინი, გუმი-ნივთიერებები და ლორწოები.

საჭმლის მომნელებელ სისტემაში მოხვედრის შემდეგ შეთვისებადი ნახშირწყლები (მონოსაქარიდების გარდა) იშლება, შეიწოვებიან და შემდეგ ან შეითვისებიან (გლუკოზის სახით) ან გარდაიქმნიან ცხიმად ან ინახებიან გლიკოგენის სახით. განსაკუთრებით დიდ რაოდენობით ცხიმის დაგროვება ხდება რაციონში მონო- და ოლიგოსაქარიდების სიჭარბისა და ენერჯიის მცირე ხარჯვის დროს.

ნივთიერებათა ცვლა ორგანიზმში შემდეგი ძირითადი პროცესებისაგან შედგება:

- კუჭ-ნაწლავში მოხვედრილი პოლი- და დი-საქარიდების დაშლა მონოსაქარიდებამდე. მონოსაქარიდების შეწოვა ნაწლავების საშუალებით სისხლში;
- ქსოვილებში (უპირველეს ყოვლისა ღვიძლში) გლიკოგენის სინთეზი და დაშლა;
- გლუკოზის ანაერობული დაშლა – გლიკოლიზი პირუვატის წარმოქმნით;
- პირუვატის აერობული მეტაბოლიზმი (სუნთქვა);
- გლუკოზის კატაბოლიზმი მეორადი გზებით;
- ჰექსოზების ურთიერთ გარდაქმნები;
- ლუკონეოგენეზი ანუ ნახშირწყლების წარმოქმნა არანახშირწყლოვანი პროდუქტებიდან, როგორცაა რძისა და პიროყურძნის მჟავები, გლიცერინი და ამინომჟავები.

გლუკოზა წარმოადგენს ნახშირწყლების იმ ძირითად ფორმას, რომლითაც ხდება ნახშირწყლების ცირკულაცია სისხლში. სისხლში გლუკოზის ნორმალური შემცველობაა 80–100 მგ/100 მლ. შაქრის ჭარბი რაოდენობა გარდაიქმნება გლიკოგენში, რომელიც საჭიროების შემთხვევაში გამოიყენება, როგორც გლუკოზის წყარო. გლუკოზის უტილიზაციის სიჩქარე მკვეთრად კლებულობს პორმონ ინსულინის ნაკლებობის დროს. ასეთ შემთხვევებში გლუკოზის რაოდენობა სისხლში მატულობს, როდესაც იგი 200-

400 მგ/100მლ-ს აჭარბებს, თირკმელები ვეღარ აკავებენ მას და გლუკოზა ჩნდება შარდში. იწყება ერთ-ერთი უმძიმესი დაავადება – დიაბეტი.

სისხლში გლუკოზის დონის განსაკუთრებით სწრაფ მატებას იწვევს საქაროზა.

ფრუქტოზის მოხმარება არ ახდენს მკვეთრ გავლენას სისხლში გლუკოზის შემცველობაზე. ფრუქტოზა ძირითადად ჩერდება ღვიძლში, ხოლო სისხლში მოხვედრის შემდეგ მონაწილეობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესში. მისი უტილიზაცია არ მოითხოვს ინსულინს, რის გამოც ფრუქტოზის მოხმარება დასაშვებია დიაბეტით დაავადებულთათვის. ფრუქტოზა, გლუკოზაზე და სახაროზაზე ნაკლებად იწვევს კბილების კარიესს. ფრუქტოზის მოხმარების უპირატესობას განსაზღვრავს ისიც, რომ იგი ყველაზე ტკბილი შაქარია.

გალაქტოზა სასურსათო პროდუქტებში თავისუფალი სახით არ გვხვდება. იგი წარმოიქმნება ლაქტოზის დაშლის შედეგად, რომელიც მხოლოდ რძესა და რძის პროდუქტებში შედის. ლაქტოზის მოხვედრა ნაწლავებში ააქტიურებს რძემჟავა ბაქტერიების განვითარებას, რომლებიც თრგუნავენ პათოგენურ მიკროფლორისა და ღპობის ბაქტერიების გამრავლებას, რითაც ხელს უწყობენ კუჭ-ნაწლავის ნორმალურ ფუნქციონირებას.

არაშეთვისებადი ნახშირწყლები ანუ ე.წ. საკვები ბოჭკოები არ უტილიზირდებიან ორგანიზმის მიერ, მაგრამ ძალიან მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ საჭმლის მომნელებელი სისტემის მუშაობის რეგულირებაში. საკვები ბოჭკოები ადამიანის ორგანიზმში ასრულებენ შემდეგ ფუნქციებს:

- ნაწლავების პერესტალტიკის სტიმულირება;
- ქოლესტერინის შეწოვის ბლოკირება;
- დადებით როლს თამაშობენ ნაწლავების მიკროფლორის ნორმალიზაციაში, თრგუნავენ ღპობის პროცესებს;
- დადებით გავლენას ახდენენ ლიპიდურ ცვლაზე, რომლის დარღვევამაც შესაძლებელია სიმსუქნემდე მიგვიყვანოს;
- აღსორბიერებენ ნაღვლის მჟავებს;
- ხელს უწყობენ მიკროორგანიზმების მიერ გამოთქმული ტოქსინებისა და მძიმე მეტალების გამოყვანას ორგანიზმიდან.

საკვებში შეუთვისებადი ნახშირწყლების ნაკლებობა ხელს უწყობს გულ-სისხლძარღვთა დაავადებებისა და სწორნაწლავის ავთვისებიანი სისმსივნის წარმოქმნას. საკვები ბოჭკოების სადღეღამისო ნორმა 20-25 გ-ს შეადგენს.

ნახშირწყლების შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში

ნახშირწყლები შეადგენენ მცენარის მასის 3/4-ს, ისინი შედიან მარცვლეულის, ხილის, ბოსტნეულის და სხვა პროდუქტების შემადგენლობაში.

მარცვლეულსა და მათი გადამუშავების პროდუქტებში მონოსაქარიდებისა და ოლიგოსაქარიდების შემცველობა შედარებით მცირეა. ეს კარგად ჩანს ცხრილებიდან

შაქრები ხორბალსა და ჭვავში (%)

შაქრები	ხორბალი	ჭვავი
გლუკოზა	0.01-0.09	0.05
ფრუქტოზა	0.02-0.09	0.06
საქაროზა	0.19-0.57	0.41
მალტოზა	0.06-0.15	0.14
ოლიგოსაქარიდები	0.67-1.26	2.03

ხორბლისა და მისი გადამუშავების პროდუქტების ნახშირწყლები (%)

პროდუქტი	სახამებელი	შაქრები	ცელულოზა, კემიცილოზა	სულ
ხორბალი	52-55	2-3	8-14	60-70
პურის ფქვილი	67-68	1.7-1.8	0.1-0.2	73-74
მაკარონი	62-69	1.7-4.6	0.1-0.2	72-75
ბრინჯი	55	3	4-10	63-64
წიწიბურა	63-64	2	1-2	67-68
სიმინდი	57	2.5-3	6-10	67-70

საქაროზის მაღალი შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში (საკონდიტრო ნაწარმი, სასმელები, ნაყინი და სხვა) მისი დამატებით მიიღწევა.

საკვები ბოჭკოების ძირითად წყაროს წარმოადგენენ ჭკავისა და ხორბლის ქატი, ბოსტნეული, ხილი. ამ თვალსაზრისით, ცხვილი ფქვილისაგან დამზადებული პური უფრო მაღალი ღირებულებისაა, ვიდრე მაღალი ხარისხის ფქვილიდან გამომცხვარი. პოლისაქარიდების შემცველობა ხორბლის პროდუქტებში მოცემულია ცხრილში

პოლისაქარიდების შემცველობა ხორბლის დაფქვის პროდუქტებში
(% მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით)

პროდუქტი	გამოსავალი	უჯრედანა	პენტოზანები	სახამებელი
ხორბალი	100	2.5	6.4	53.0
ფქვილი უ.ხ.	10.1	0.1	1.6	80.1
ფქვილი I ხ.	22.4	0.2	1.8	77.8
ფქვილი II ხ.	47.5	0.5	3.4	72.5
ქატი	18.4	8.4	22.1	13.8

ხილის ნახშირწყლები ძირითადად წარმოდგენილია საქაროზით, გლუკოზითა და ფრუქტოზით, პოლისაქარიდებიდან ისინი შეიცავენ უჯრედანსა და პექტინურ ნივთიერებებს.

ნახშირწყლების შემცველობა ხილში

ხილის სახეობა	საქაროზა	გლუკოზა	ფრუქტოზა	პექტინური ნივთიერებები	ცელულოზა	სულ
ვაშლი	3.0	3.8	8.1	1.1	0.6	11-17
ატამი	6.3	5.1	4.4	0.6	1.0	17-18
ყურძენი	0.6-4.0	8-10	7-10	0.6	0.6	17-25
ლიმონი	0.9	0.6	0.6	1.1	0.5	3-4
მარწყვი	0.4	2.8	3.3	1.6	1.4	9-10

ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში, მცენარეულ პროდუქტებთან შედარებით, ათვისებადი ნახშირწყლების შემცველობა ბევრად დაბალია.

ხორცის გლიკოგენი აღნაგობის მიხედვით ამილოპექტინის მსგავსია. მისი ათვისება სახამებლის ანალოგიურად მიმდინარეობს.

**ნახშირწყლების გარდაქმნა სასურსათო პროდუქტების
წარმოების პროცესში**

ნახშირწყლების ჰიდროლიზი

მრავალი სასურსათო პროდუქტის წარმოების პროცესში ადგილი აქვს გლიკოზიდების, ოლიგო- და პოლისაქარიდების ჰიდროლიზს. ჰიდროლიზის პროცესი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: pH-ზე, ტემპერატურაზე, ნახშირწყლის კონფიგურაციასა და ფერმენტთან კომპლექსზე. ეს პროცესი მნიშვნელოვანია სასურსათო პროდუქტების არა მარტო წარმოების არამედ შენახვის დროსაც. შენახვის დროს ჰიდროლიზის პროცესებმა შესაძლებელია ითამაშონ უარყოფითი როლი, მაგალითად გამოიწვიონ ფერის ცვლილება, პოლისაქარიდების შემთხვევაში კი ლაბის წარმოქმნის უნარის დაკარგვა.

უკანასკნელ წლებში დიდი ყურადღება ექცევა შაქრის ვაჟინების მიღებას სხვადასხვა იაფფასიანი სახამებელ შემცველი ნედლეულიდან და სახამებლიდან. მათი მიღება დაფუძნებულია ამილოლიტური ფერმენტული პრეპარატების (α -ამილაზა, გლუკოამილაზა, β -ამილაზა) სხვადასხვა კომბინაციით გამოყენებაზე.

სახამებლიდან გლუკოამილაზის მოქმედებით გლუკოზის ვაჟინის მიღების შემდეგ, გლუკოზო-ფრუქტოზის ან ფრუქტოზის ვაჟინის მისაღებად, იყენებენ გლუკოზომერაზას. ცხრილში წარმოდგენილია სხვადასხვა შემადგენლობის ვაჟინის სიტკობის ხარისხი.

ფრუქტოზის მაღალი შემცველობის მქონე ვაჟინების
შემადგენლობა და სიტკობა

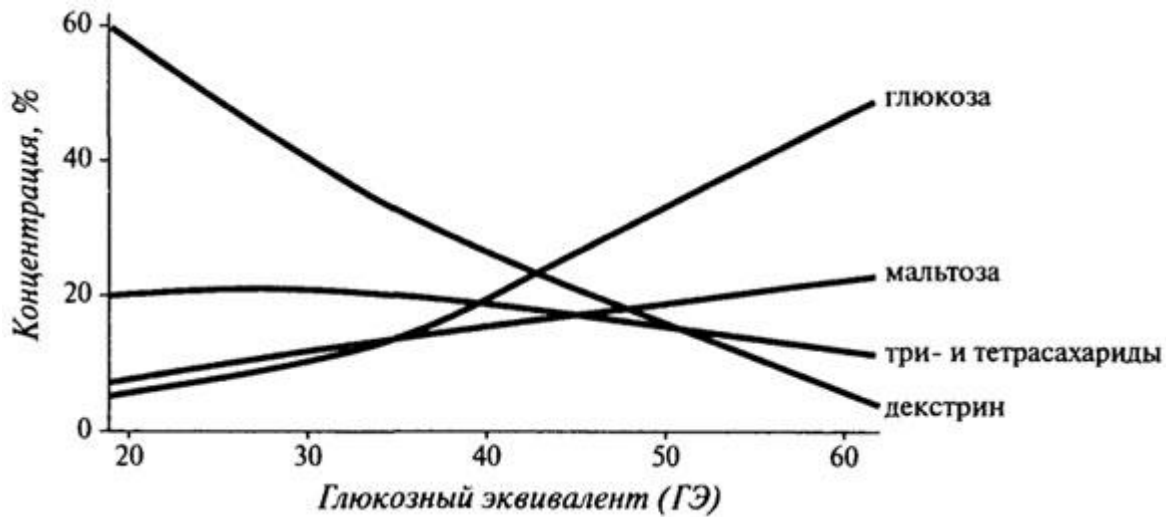
მაჩვენებელი	ვაჟინის ტიპი		
	1 (ჩვეულებრივი)	2	3
შაქრის შემცველობა % გლუკოზა	52	40	7
ფრუქტოზა	42	55	90
ოლიგოსაქარიდები	6	5	3
ფარდობითი სიტკობა	100	105	140

ცნობილია, რომ სახამებლის ჰიდროლიზი მიმდინარეობს უფრო სწრაფად ვიდრე ცელულოზის, რაც დაკავშირებულია ცელულოზის აღნაგობასთან.

სახამებლიდან შაქრის ვაჟინების მიღებისას სახამებლის გლუკოზაში კონვერსიის ხარისხი გამოიხატება ე.წ. გლუკოზის ექვივალენტში (გე), რომელიც ტოლია რედუცირებადი შაქრების (გლუკოზა) % შემცველობის ვაჟინის მშრალ ნივთიერებებზე გადაანგარიშებით.

სახამებლის ჰიდროლიზი. შესაძლებელია მოვახდინოთ ორი გზით: მჟავური და ფერმენტული ჰიდროლიზით.

1. მჟავების გაყვანით სახამებლის ჰიდროლიზის დროს თავდაპირველად ადგილი აქვს ამილოზასა და ამილოპექტინის შორის არსებული ბმების შესუსტებასა და გაწყვეტას. ეს დაკავშირებულია სახამებლის მარცვლების რღვევასა და ჰომოგენური მასის წარმოქმნასთან. შემდეგ ხდება α -D-(1,4) და β -D-(1,6) ბმების რღვევა და გახლეჩის ადგილას წყლის მიერთება. ჰიდროლიზის პროცესის წარმართვასთან ერთად მატულობს ალდეჰიდური ჯგუფების რაოდენობა და კლებულობს პოლიმერიზაციის ხარისხი. რედუცირებად ნივთიერებების მატებას თან ახლავს დექსტრინების რაოდენობის კლება და გლუკოზის კონცენტრაციის ზრდა. ჰიდროლიზის პროცესში მალტოზის, ტრი- და ტეტრა საქარიდების რაოდენობა ჯერ მატულობს შემდეგ კი კლებულობს. გლუკოზის ექვივალენტის ყოველ მნიშვნელობას შეესაბამება ამ პროდუქტების გარკვეული თანაფარდობა (სურ 2-). ჰიდროლიზის პირობებისა და დროის ცვლილებით შესაძლებელია სხვადასხვა შემადგენლობის ვაჟინების მიღება. ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტს გლუკოზა წარმოადგენს.

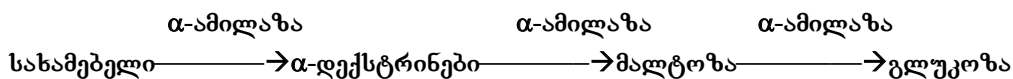


სურ. 2. შაქრების შემადგენლობის ცვლილება სახამებლის მჟავე ჰიდროლიზის დროს.

სახამებლის მჟავეური ჰიდროლიზი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში წარმოადგენდა სახამებლის დაშაქრების ერთადერთ გზას. ეს მეთოდი ხასიათდება მთელი რიგი ნაკლოვანებებით, რომელთაგან აღსანიშნავია მაღალი კონცენტრაციის მჟავეებისა და მაღალი ტემპერატურის გამოყენების აუცილებლობა. პროცესის ასეთ პირობებში ჩატარება იწვევს ნახშირწყლების თერმული დეგრადაციისა და დეჰიდრაციის პროდუქტების წარმოქმნას.

2. ამილოლიტური ფერმენტებით სახამებლის ჰიდროლიზის დროს გამოიყენება ფერმენტები – α და β ამილაზა, გლუკოამილაზა და სხვა. მოქმედების მიხედვით ისინი იყოფიან ენდო და ეგზოამილაზებად. α -ამილაზა წარმოადგენს ენდოამილაზას, იგი შლის მაღალმოლეკულური სუბსტრატის შიგამოლეკულურ ბმებს. გლუკოამილაზა და β -ამილაზა ეგზოამილაზებია, ისინი შლიან სუბსტრატს არარედუცირებადი ბოლოდან.

სახამებლის ჰიდროლიზი α -ამილაზით სქემატურად შესაძლებელია შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:



α -ამილაზა მოქმედებს სახამებლის მარცვალის ზედაპირზე და იწვევს მის გაფხვიერებას, რომლის დროსაც მარცვლის ზედაპირზე წარმოქმნება მრავალრიცხოვანი ბზარები და იგი იხლინება პატარ-პატარა ნაწილაკებად. ჰიდროლიზის პროცესი მრავალ საფეხურიანია. ჰიდროლიზის საწყის ეტაპებზე სარეაქციო არეში გროვდება სხვადასხვა მოლეკულური მასის მქონე დექსტრინები, შემდეგ წარმოიქმნებიან ტეტრა- და ტრი საქარიდები, რომლებიც საბოლოო ჯამში ჰიდროლიზირდებიან გლუკოზამდე. სურ 3-ზე მოცემულია α -ამილაზით სახამებლის ჰიდროლიზის სქემა.

β -ამილაზა შლის ამილოზასა და ამილოპექტინს არარედუცირებადი ბოლოდან. α -ამილაზისაგან განსხვავებით იგი არ მოქმედებს ნატიურ სახამებელზე. დაბუბკოებული სახამებელი ჰიდროლიზირდება β -კონფიგურაციის მალტოზამდე.



სურ. 4-ზე მოცემულია β -ამილაზით სახამებლის ჰიდროლიზის სქემა.

გლუკოამილაზაც ეგზოფერმენტია რიცხვს მიეკუთვნება. ამ ჯგუფის ფერმენტების სხვა წარმომადგენლები ისევე სწრაფად შლიან α -1,6 ბმას, როგორც α -1,4-ს. გლუკოამილაზის განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს მისი უნარი ოლიგო- და დისაქარიდებზე ბევრად უფრო სწრაფად მოახდინოს მაღალპოლიმერული შაქრების ჰიდროლიზი.

სახამებლის ფერმენტატული ჰიდროლიზი წამოადგენს მრავალი კვების პროდუქტის წარმოების საფუძველს და ბევრად განსაზღვრავს საბოლოო პროდუქტის ხარისხს.

პურის წარმოება – ცომის მოზელებისა და ცხობის პროცესი;

ლუდის წარმოება – ლუდის ტკბილის მიღება და ალას შრობა;

სპირტის წარმოება – ნედლეულის მომზადება სპირტული დუდილისათვის;

სახამებლის სხვადასხვა შაქროვანი პროდუქტების წარმოება – გლუკოზისა და შაქრის ვაჟინები და ბადაგი.

სახამებლის მჟაფური და ფერმენტატული ჰიდროლიზის მეთოდების სხვადასხვა კომბინაციები საშუალებას იძლევა მივიღოთ საჭირო შემადგენლობის ვაჟინები.

საქაროზის ჰიდროლიზი. სასურსათო პროდუქტების წარმოების სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესების დროს სახაროზა გამოიყენება როგორც ნედლეული, რის გამოც აუცილებელია მხედველობაში მივიღოთ მისი ჰიდროლიზისადმი განსაკუთრებული მიდრეკილება. საქაროზის ჰიდროლიზი შესაძლებელია წარიმართოს მისი საკვები მჟაფების მცირე რაოდენობასთან გაცხელებისას. ამ დროს წარმოქმნილი რედუცირებადმა შაქრებმა (გლუკოზა, ფრუქტოზა) შესაძლებელია დეჰიდრატაციის, კარამელიზაციისა და მელანოიდების წარმოქმნის რეაქციებში მონაწილეობის შედეგად წარმოქმნან შედეგილი და არომატული ნივთიერებები. რაც ხშირად უარყოფითად მოქმედებს საბოლოო პროდუქტის ხარისხზე.

სხვადასხვა სასურსათო პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დროს საქაროზის ფერმენტული ჰიდროლიზის (β -ფრუქტოფურანოზიდაზა, საქარაზა, ინვერტაზა) გამოყენება დადებით გავლენას ახდენს პროდუქციის ხარისხზე. საკონდიტრო ნაწარმში β -ფრუქტოფურანოზიდაზის გამოყენებით შესაძლებელია თავიდან ავიცილოთ კამფეტების დაძველება, პურის ცხობის დროს – გავაუმჯობესოთ პროდუქციის არომატი.

β -ფრუქტოფურანოზიდაზით საქაროზის ინვერსიას ადგილი აქვს ღვინის წარმოების საწყის სტადიაზე. ამ გზით მიღებული ინვერტული ვაჟინები გამოიყენება უალკოჰოლო სასმელების წარმოების დროს.

არაშეთვისებადი პოლისაქარიდების ფერმენტული ჰიდროლიზი. ამ სახის ჰიდროლიზი მიმდინარეობს ცელულაზების, ჰემიციელულაზებისა და პექტოლიტური ფერმენტების კომპლექსის მოქმედებით. ისინი გამოიყენებიან სასურსათო პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესში ნედლეულის სრული გადამუშავებისა პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის. მაგალითად ქერის გაღვივების დროს, დიდი მნიშვნელობა აქვს პენტოზანების ჰიდროლიზს, რომელიც განაპირობებს შედეგილი და არომატული ნივთიერებების წარმოქმნას ალას შრობისა და ლუდის ხარშვის პროცესში. ეს ფერმენტები გამოიყენებიან წველებისა და ღვინის წარმოების დროს გამოსავლის გაზრდის, ფილტრაციის გაუმჯობესებისა და წველის დაწმენდისათვის.

ცელულოზის ჰიდროლიზი მიმდინარეობს ცელულაალიტური ფერმენტების კომპლექსის მოქმედებით. ჰემიციელულოზა პექტინურ ნივთიერებებთან ერთად წარმოადგენს მცენარეული უჯრედების კედლების ძირითად ნივთიერებას. ჰემიციელულოზის ჰიდროლიზის დროს, რომელიც მიმდინარეობს ჰემიციელულაზური ფერმენტების კომპლექსის ხემოქმედებით, წარმოიქმნება ნივთიერებების ფართო სპექტრი: გლუკოზა, ფრუქტოზა, მანოზა, გალაქტოზა, ქსილოზა, არაბინოზა, გლუკურონისა და გალაქტურონის მჟაფები.

პექტინური ნივთიერებების ჰიდროლიზს ახდენენ პექტოლიტური ფერმენტების კომპლექსი.

**ნახშირწყლების დეჰიდრატაციისა და თერმული
დეგრადაციის რეაქციები.**

სასურსათო პროდუქტების წარმოებისას ნახშირწყლების დეჰიდრატაციისა და თერმული დეგრადაციის რეაქციებს დიდ მნიშვნელობა ენიჭებათ. მათი კატალიზირება ხდება მჟავებითა და ტუტეებით. დეჰიდრატაციის დროს პენტოზანები წარმოქმნიან ფურფუროლს, ჰექსოზები – ოქსიმეთილფურფუროლსა და სხვა ნაერთებს, როგორცაა 2-ჰიდროქსიაცეტილფურანი, იზომალტოლი და მალტოლი.

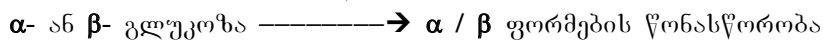
დეჰიდრატაციის პროდუქტების ნახშირბადოვანი ჯაჭვის ფრაგმენტაციის შედეგად წარმოიქმნება ჭიანჭველის, რძის, ძმრის მჟავები და მთელი რიგი სხვა ნივთიერებები. წარმოქმნილი პროდუქტების ნაწილს აქვს დამახასიათებელი სუნი და შესაძლებელია მიანოტონ პროდუქტს სასურველი ან არასასურველი არომატი. ეს გარდაქმნები მიმდინარეობენ მაღალ ტემპერატურაზე. ფურფუროლი და ოქსიმეთილფურფუროლი წარმოიქმნება ხილის წველების მაღალ ტემპერატურაზე დამუშავების დროს, ორივე ნივთიერება ხასიათდება მაღალი ტოქსიურობით.

შაქრების თერმული დამუშავების დროს მიმდინარე რეაქციები შესაძლებელია გავყოთ ორ ჯგუფად: რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობენ **C – C** ბმის გახლეჩით ან რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობენ მის გარეშე.

C – C ბმის გახლეჩით მიმდინარე რეაქციების დროს წარმოიქმნება მქროლავი მჟავები, კეტონები, დიკეტონები, ფურანები, სპირტები, არომატული ნივთიერებები, ნახშირორჟანგი და ნახშირჟანგი. ამ ნივთიერებების უმეტესობა იდენტიფიცირებულია აირ-თხევადი ქრომატოგრაფიის საშუალებით.

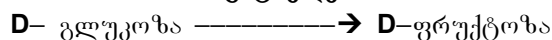
C – C ბმის გახლეჩის გარეშე მიმდინარე გარდაქმნებს მიეკუთვნება ანომერიზაციის რეაქცია¹¹:

გაღღობა



ან ალდოზო-კეტონური კონვერსია

გაცხელება



სახამებლის მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელების დროს ადგილი აქვს იზომერების წარმოქმნას. ამ პირობებში (1,4)-**α-D** ბმების მაგივრად წარმოიქმნება (1,6)-**α-D** და ზოგჯერ (1,2)-**β-D** ბმებიც.

სახამებლის მჟავური ჰიდროლიზით გლუკოზის მიღება ხდება ძლიერ მჟავე არეში მაღალ ტემპერატურაზე. ამ დროს ადგილი აქვს იზომალტოზისა და სხვა იზომერების წარმოქმნას. ეს რეაქციები მჟავური ჰიდროლიზის უარყოფით მხარეს წარმოადგენენ.

3. 3. მუქი ფერის პროდუქტების წარმოქმნა

სასურსათო პროდუქტების გამუქებას შესაძლებელია ჰქონდეს ჟანგვითი ან არაჟანგვითი ხასიათი.

ჟანგვითი ანუ ფერმენტატული გამუქება არანაირად არ არის დაკავშირებული ნახშირწყლებთან. ეს არის რეაქცია ფენოლურ ნაერთებსა და ჰაერის ჟანგბადს შორის, რომელიც მიმდინარეობს ფერმენტ პოლიფენოლოქსიდაზის მონაწილეობით, მაგალითად ვაშლის, ბანანების, კომშისა და სხვა ხილის გადანაჭერების გამუქება, რომელიც არ არის დაკავშირებული ნახშირწყლებთან.

სასურსათო პროდუქტებში ხშირად გეხვედება ნახშირწყლებთან დაკავშირებული არაჟანგვითი ანუ არაფერმენტული გამუქება. ასეთი ტიპის გამუქება აერთიანებს კარამელიზაციის მოვლენას და მათი რეაქციას (ნახშირწყლების ურთიერთქმედება ცილებთან ან ამინებთან).

კარამელიზაციისა და მელანოიდების წარმოქმნის რეაქციის პროდუქტები და მათი თანმხლები არომატული ნივთიერებები, დიდ გავლენას ახდენენ მრავალი სასურსათო პროდუქტის ორგანოლეპტიკური

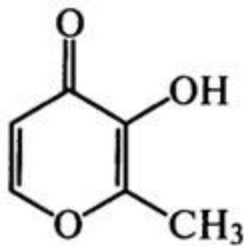
¹¹ ანომერიზაციის რეაქცია – რეაქცია, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ანომერების ურთიერთ გადაქმნას, წონასწორობის დროს წარმოიქმნება ანომერების ნარევი

თვისებების (ფერი და არომატი) ჩამოყალიბებაზე. ისინი მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ პურის, ლუდისა და უალკოჰოლო სასმელების, საკონდიტრო და სხვა პროდუქტების წარმოების პროცესში.

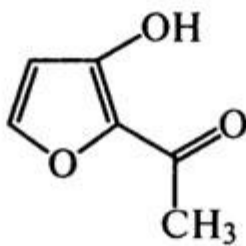
კარამელიზაცია. ნახშირწყლების პირდაპირი გაცხელება იწვევს რეაქციების კომპლექსს, რომლებიც ერთიანდებიან კარამელიზაციის სახელწოდების ქვეშ. ამ დროს წარმოიქმნება კარამელის არომატის მქონე ყავისფერი პროდუქტები. ამ რეაქციების კატალიზატორებს წარმოადგენენ მჟავების, ტუტეებისა და ზოგიერთი მარილების მცირე რაოდენობა. რეაქციის პირობების რეგულირებით შესაძლებელია მივიღოთ ან შევღებოთ პროდუქტები ან არომატული ნივთიერებები. კარამელის ფერისა და არომატის მისაღებად ძირითადად გამოიყენება სახაროზა. სახაროზის ხსნარის გოგირდმჟავასთან ან ამონიუმის მჟავე მარილებთან გაცხელების შედეგად მიიღება ინტენსიურად შეფერილი პოლიმერები (“შაქრის კოლერი”), რომელთა სტაბილურობა და ხსნადობა იზრდება HSO_3^- -იონების თანაობისას. შაქრის კოლერი ფართოდ გამოიყენება სასმელების, კარამელის და სხვა პროდუქტების წარმოების დროს.

კარამელის პიგმენტები შეიცავენ სხვადასხვა ფუნქციონალურ ჯგუფებს—ჰიდროქსიდის, მჟავების, კარბონილის, ფენოლურ და ა.შ. პიგმენტების წარმოქმნის სიჩქარე იზრდება ტემპერატურისა და pH-ის გაზრდით. ბუფერული მარილების არ არსებობის დროს შესაძლებელია წარმოიქმნას მწარე გემოს მქონე პოლიმერული ნაერთი გუმინი, რომლის შემადგენლობა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულით გამოვსახოთ — $\text{C}_{125}\text{H}_{188}\text{O}_{80}$. სასურსათო პროდუქტების წარმოებისას არ უნდა დაგუშვათ ამ ნაერთის წარმოქმნა.

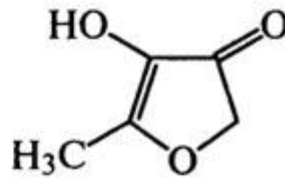
კარამელიზაციის დროს მიმდინარე რეაქციათა კომპლექსის შედეგად წარმოიქმნება უნიკალური გემოს და არომატის მქონე სხვადასხვა შემადგენლობის ციკლური ნაერთები. მაგალითად მალტოლი (3-ჰიდროქსი-2-მეთილპირანონი) და იზომალტოლი (3-ჰიდროქსი-2-აცეტილფურანი) ხასიათდება ახლად გამოცხვარი პურის არომატით, ხოლო 2-**H**-4-ჰიდროქსი-5-მეთილფურანი — შემწვარი ხორცის არომატით. გარდა ამისა ეს პროდუქტები ხასიათდებიან ტკბილი გემოთი, რაც დადებითად მოქმედებს სასურსათო პროდუქტების ორგანოლექტიკურ თვისებებზე.



მალტოლ



იზომალტოლ



2-**H**-4-ჰიდროქსი-5-მეთილფურანონ-3

მაიერის რეაქცია (მელანოიდების წარმოქმნა). მაიერის რეაქცია წარმოადგენს სასურსათო პროდუქტების არაფერმენტატული გამუქების პირველ სტადიას. რეაქცია მიმდინარეობს რედუცირებადი შაქრების, ამინური ნაერთების (ცილები, ამინომჟავები) და მცირეოდენი წყლის თანაობისას. ამ გარდაქმნებში სხვადასხვა ალდოზების მონაწილეობის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ პენტოზები (ქსილოზა, არაბინოზა) მუქდებიან უფრო სწრაფად ვიდრე ჰექსოზები, ხოლო კეტოზების გამუქების მექანიზმი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ალდოზებისაგან. არარედუცირებადი დისაქარიდების გამუქების სიჩქარე, შესაძლებელია ვარეგულიროთ მათი ჰიდროლიზის სიჩქარით.

მელანოიდები წარმოადგენენ კარამელის მსგავსი არომატის მქონე მცირედ ხსნად კოლოიდურ ნაერთებს. ისინი წარმოიქმნებიან ალდოლური კონდენსაციისა და პოლიმერიზაციის შედეგად. მელანოიდები წარმოადგენენ სხვადასხვა მოლეკულური მასისა (რამდენიმე ათასიდან დაწყებული) და მსგავსი სტრუქტურის მქონე ნივთიერებების ნარევეს. ქიმიური თვალსაზრისით ისინი შეუღლებული უნაჯერი ბმების სისტემის მქონე პოლიკარბოქსილური მჟავებია, რომლებიც ამავდროულად ჰიდროქსიდის და ამინოჯგუფების არსებობით ხასიათდებიან.

მაიერის რეაქციაში ცილებისა და ამინომჟავების მონაწილეობას მივყავართ მათ ნაწილობრივ დანაკარგებთან. განსაკუთრებით დიდია ეს დანაკარგი ლიზინის შემთხვევაში, რაც გამოწვეულია მის მოლეკულაში ϵ -ამინოჯგუფის არსებობით. მაიერის რეაქციაში მონაწილეობის მაღალი უნარით ხასიათდებიან ისეთი მნიშვნელოვანი ამინომჟავები, როგორცაა **L**-არგინინი და **L**-ჰისტამინი. ამრიგად

სასურსათო პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების, კონსერვირების ან შენახვის დროს მიმდინარე გამუქება ყოველთვისაა დაკავშირებული ამინომჟავების და შესაბამისად კვებითი ღირებულების დანაკარგებთან. ზოგ შემთხვევებში ეს დანაკარგები გადამუშავების შედარებით რბილ პირობებშიც კი საკმაოდ მაღალია. ეს კარგად სჩანს ლიზინის მაგალითზე

ლიზინის დანაკარგები რძის პროდუქტებში

პროდუქტი	ტემპერატურა °C	დრო	L-ლიზინის ანაკარგები %
ახალი რძე	100	2-3 წთ.	5
უცხიმო მშრალი რძე	150	2-3 წთ.	40
უცხიმო მშრალი რძე	150	3 სთ.	80

ლიზინის მაღალი აქტიობა ამ გარდაქმნებში უნდა გავითვალისწინოთ მარცვლეულის გადამუშავების პროდუქტების წარმოების დროს, რადგან ეს ამინომჟავა ამ პროდუქტებისათვის ლიმიტირებულია.

ამინომჟავების დანაკარგს ადგილი აქვს არა მარტო მეღვინეობის წარმოქმნისას არამედ ამ გარდაქმნების თანმხლები დაშლის რეაქციების დროსაც. წარმოქმნილი აქროლადი ნაერთები მონაწილეობას ღებულობენ პროდუქტებისათვის დამახასიათებელი არომატის ჩამოყალიბებაში, მაგალითად პურის ცხობა, ყავის მარცვლების მოხალვა და ა.შ.

ტემპერატურა. ტემპერატურის მომატებით რეაქციის სიჩქარე მკვეთრად მატულობს. დადგენილია, რომ ტემპერატურის 10⁰ -ით მომატება 2-3-ჯერ ზრდის რეაქციის სიჩქარეს.

pH-ის გავლენა. pH მნიშვნელოვნად მოქმედებს მაიერის რეაქციის სიჩქარეზე. მუავე არეში რეაქციის სიჩქარე დაბალია, ვინაიდან ადგილი არა აქვს გლუკოზამინის წარმოქმნას. ცდებით დადგენილია, რომ ამ რეაქციისათვის განსაკუთრებით ხელსაყრელია pH 7,8-9,2.

ტენიანობა. ტენიანობის გავლენის შესწავლამ აჩვენა, რომ ძალიან დაბალი ($a_w = 0$) და ძალიან მაღალი ($a_w = 1$) ტენიანობის პირობებში მეღვინეობის წარმოქმნა არ ხდება, ეს რეაქცია მიმდინარეობს $a_w = 0,9-0,6$ -ის პირობებში.

მეტალთა იონები. სპილენძისა და რკინის იონების ($Fe^{3+} \geq Fe^{2+}$) თანაობისას ადგილი აქვს მეღვინეობის წარმოქმნის ინტენსიფიკაციას, რაც არ აღინიშნება Na^+ -ის იონების თანაობისას. ზემოთ აღნიშნულიდან შესაძლებელია დაეასკვნათ, რომ მეტალთა იონების როლი მეღვინეობის წარმოქმნაში დაკავშირებულია ჟანგვა-აღდგენით პროცესებთან.

შაქრების აღნაგობა. შაქრების შემდეგი თანმიმდევრობისათვის შეიმჩნევა მეღვინეობის წარმოქმნის უნარის შემცირება:

პენტოზები: D-ქსილოზა – L-არაბინოზა;

ჰექსოზები: D- გლაქტოზა – D- მანოზა – D- გლუკოზა – D-ფრუქტოზა.

დისაქარიდები: მალტოზა – ლაქტოზა – საქაროზა.

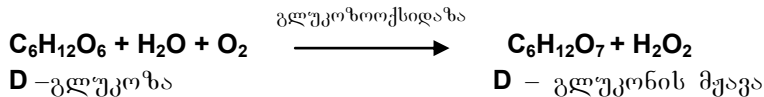
პიგმენტების წარმოქმნის ხარისხი პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაში იმყოფება შაქრის ხსნარში თავისუფალი კარბონილის ჯგუფების რაოდენობასთან.

ამინომჟავის სტრუქტურა. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ რაც უფრო დაშორებულია ამინომჟავაში შემავალი კარბოქსილი და ამინოჯგუფი ერთმანეთისაგან მით უფრო აქტიურად მონაწილეობს იგი მეღვინეობის წარმოქმნის რეაქციაში. ამრიგად γ -ამინოერბომჟავა ბევრად უფრო აქტიურად მონაწილეობს მეღვინეობის წარმოქმნაში ვიდრე α - ამინოერბომჟავა, ხოლო ლიზინი (ϵ -ამინომჟავა) აქტიურობით აღემატება იზოლეიცინს.

თუ სასურსათო პროდუქტების წარმოების დროს ყავისფერი პიგმენტების წარმოქმნა არასასურველია, შესაძლებელია ამ რეაქციის ინჰიბირება:

- ტენიანობის შემცირებით (მშრალი პროდუქტებისთვის);
- შაქრის კონცენტრაციის შემცირებით (განზავება);
- pH-ის და ტემპერატურის შემცირება.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა შესაძლებელია პროდუქტიდან ერთ-ერთი სუბსტრატის მოშორება (ძირითადად შაქრის). მაგალითად კვერცხის ფხვნილის მიღებისას, არასასურველი სუნის თავიდან ასაცილებლად, გასაშრობად გამზადებულ კვერცხს ამუშავენ გლუკოზოქსიდაზით, რომელსაც ნედლეულში არსებული D-გლუკოზა გადაყავს D-გლუკონის მჟავაში.



შაქრის მოცილების გარდა ამ ტექნოლოგიური ოპერაციის დროს მაღალი ტემპერატურისა და წარმოქმნილი წყალბადის ზეჟანგის წყალობით ხდება მზა პროდუქტის ბაქტერიალური დასენიანების თავიდან აცილება.

თევზის (შეიცავს რიბოზის მნიშვნელოვან რაოდენობას) გამუქების თავიდან ასაცილებლად, მას უმატებენ **Lactobacillus pentoaceticum**-ის ბაქტერიალურ პრეპარატს, რომელიც ხასიათდება მაღალი D-რიბოზოქსიდაზური აქტივობით.

მცენარეულ პროდუქტებში მაიერის რეაქციის ინჰიბირებისათვის გამოიყენება სულფიტაციის მეთოდი, მაგრამ გოგირდის ანჰიდრიდისა (**SO₂**) და მისი წარმოებულების გამოყენება სასურსათო პროდუქტების გამუქების ინჰიბირებისათვის შეზღუდულია დაბალტოქსიური პროდუქტების წარმოქმნის გამო. სხვა ინჰიბიტორების (ციანიდები, დიმენონი, ჰიდროქსილამინი, ჰიდრაზინი, მერკაპტანები, ბრომინი) გამოყენება დაუშვებელია მათი მაღალი ტოქსიურობის გამო.

ნახშირწყლების ჟანგვა

შაქრები, განსაკუთრებით ალდოზები ადვილად იჟანგებიან. ეს პროცესი შესაძლებელია წარიმართოს დამუხანგველების ან ფერმენტების მოქმედებით.

სუსტი დამუხანგველების მოქმედებით ჟანგვას განიცდის ალდეჰიდური ჯგუფი. ამ შემთხვევაში მიიღება ერთფუძიანი მჟავა, რომელსაც ზოგადად ალდონის მჟავა ეწოდება.

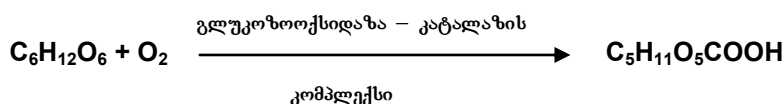
ძლიერი დამუხანგველების მოქმედებით მჟავე არეში იჟანგება, როგორც ალდეჰიდური ჯგუფი ასევე ბოლო ნახშირბად ატომთან არსებული პირველადი ჰიდროქსილი. ამ გარდაქმნის შედეგად მიიღება ორფუძიანი მჟავა – ალდარის მჟავა.

თუ მონოსაქარიდის ჟანგვისას გლიკოზიდური ჰიდროქსილი ეთერეფიცირებულია, მაშინ იჟანგება ბოლო ნახშირბად ატომთან არსებული პირველადი ჰიდროქსილი. ჟანგვის პროდუქტის ჰიდროლიზის შემდეგ მიიღება ჰიდროქსიალდეჰიდის მჟავა, რომელსაც ალდურონის მჟავა ეწოდება.

ბიოლოგიური თვალსაზრისით ურონის მჟავები ჟანგვის ყველაზე მნიშვნელოვანი პროდუქტებია, ისინი წარმოიქმნიებიან ცხოველურ ორგანიზმში ნახშირწყლების ჟანგვის შედეგად. ზოგიერთი მათგანი წარმოადგენს პოლისაქარიდების სტრუქტურულ კომპონენტს, მაგალითად პექტინში – D-გალაქტურონის მჟავა, წყალმცენარეებიდან გამოყოფულ ალგინატებში – D-მანურონის მჟავა.

ფერმენტული ჟანგვითი პროცესებიდან ყველაზე დიდ მნიშვნელობა ენიჭება გლუკოზის ჟანგვას გლუკოზოქსიდაზით.

სასურსათო პროდუქტების ტექნოლოგიური პროცესებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გლუკოზოქსიდაზა – კატალაზის კომპლექსს. ამ კომპლექსის მოქმედება სქემატურად შემდეგნაირად შეიძლება გამოვსახოთ

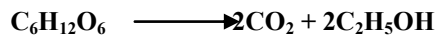


ეს რეაქცია საფუძვლად უდევს სასმელებიდან (წვენები, ლუდი) ჟანგბადის მოშორების მეთოდს. იგი საშუალებას გვაძლევს ავიცილოთ პეროქსიდების წარმოქმნა, რომლებიც აუარესებენ სასმელის ორგანოლექტიკურ მანკვებლებს.

დუდილის პროცესები

ნახშირწყლების დუდილი არის მრავალი სასურსათო პროდუქტის –პურის, ლუდის, ბურახის, სპირტის, ღვინის და სხვათა წარმოების საფუძველი.

ნახშირწყლების სპირტული დუდილი ხორციელდება სხვადასხვა მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობის შედეგად. ტიპურ მიკროორგანიზმებს **Saccaromyces**-ის ოჯახის საფუერები წარმოადგენენ. სპირტული დუდილის დროს მიმდინარე პროცესები შესაძლებელია შემდეგი სქემით გამოვსახოთ:



სპირტული დუდილის ძირითადი პროდუქტების (ეთილის სპირტი, ნახშირორჟანგი) გარდა წარმოიქმნება დუდილის მეორადი პროდუქტებიც – ქარვისა და ლიმონის მჟავები, ამილის, იზოამილის, ბუთილის და სხვა სპირტები, ძმარმჟავა, დიკეტონი, ძმარმჟავა ალდეჰიდი, გლიცერინი და მთელი რიგი სხვა ნივთიერებები, რომელთა უმნიშვნელო რაოდენობაც კი ანიჭებს ღვინოს, ლუდს და სხვა ალკოჰოლურ სასმელებს სპეციფურ გემოსა და არომატს.

სხვადასხვა შაქრების დუდილის სისწრაფე განსხვავდება. განსაკუთრებით ადვილად განიცდიან დუდილს გლუკოზა და ფრუქტოზა, შედარებით ნაკლები სიჩქარით მანოზა, კიდევ უფრო ნელა გალაქტოზა. პენტოზები დუდილში მონაწილეობას არ ღებულობენ. დისაქარიდებიდან ადვილად განიცდიან დუდილს მალტოზა და საქაროზა, მაგრამ მხოლოდ წინასწარი ჰიდროლიზის შემდეგ.

ჟანგბადის თანაობისას სპირტული დუდილი წყდება, ამ მოვლენას “პასტერის ეფექტი” ეწოდება.

მრავალი სასურსათო პროდუქტის წარმოებისათვის დიდ როლს ასრულებს რძემჟავა დუდილი, რომლის დროსაც ერთი მოლეკულა ჰექსოზიდან წარმოიქმნება რძემჟავის ორი მოლეკულა.



რძემჟავა დუდილი განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს რძემჟავა პროდუქტების (მაწონი, აცედოფილინი, კეფირი, კუმისი), ბურახის, თხევადი საფუერების წარმოების, კომბოსტოს და კიტრის დამჟავების დროს.

რძემჟავა დუდილის გამომწვევი ბაქტერიები იყოფა ორ დიდ ჯგუფად.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება **Streptococcus lactis**-ის მსგავსი მიკროორგანიზმები, რომლებიც წარმოადგენენ ტიპურ ანაერობებს და წარმართავენ დუდილის პროცესს ზემოდ მოყვანილი სქემის შესაბამისად. მათ ჰომოფერმენტატულ მიკროორგანიზმებს უწოდებენ.

მეორე ჯგუფში შედიან ჰეტეროფერმენტატული რძემჟავა ბაქტერიები, რომელთა ცხოველყოფილობის შედეგად პროდუქტში გარდა რძემჟავისა წარმოიქმნება სხვა პროდუქტებიც, კერძოდ ძმარმჟავა და ეთილის სპირტი. ამ ჯგუფის ტიპური წარმომადგენელია **Bacterium lactis aerogenes**. ჭვავის ცომსა და პურში ძმარმჟავისა და სპირტის არსებობა გამოწვეულია იმით, რომ ცომის აფუების დროს მასში სპირტულ დუდილთან ერთად მიმდინარეობს რძემჟავა დუდილიც.

**მონოსაქარიდებისა და ოლოგოსაქარიდების ფუნქციები
სასურსათო პროდუქტებში**

ჰიდროფილური თვისებები

სასურსათო პროდუქტებისთვის განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს შაქრების ჰიდროფილურ თვისებებს, რომელიც განპირობებულია მათ სტრუქტურაში დიდი რაოდენობის ჰიდროქსილის ჯგუფების არსებობით.

ჰიდროქსილის ჯგუფები უკავშირდებიან წყლის მოლეკულებს წყალბადური ბმების საშუალებით, ეს კი შაქრებისა და მათი პოლიმერების ხსნადობისა და ჰიდროსკოპულობის საფუძველს წარმოადგენს. ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა შაქრების წყლის აბსორბციის უნარი.

ცხრილი 8

წყლის აბსორბცია შაქრებით

შაქრები	წყლის აბსორბციის უნარი 20 ⁰ C ფარდობით ტენიანობასა და დროზე დამოკიდებულებით		
	60%, 1 სთ	60%, 9 დღე	100%, 25 დღე
გლუკოზა	0,07	0,07	14,5
ფრუქტოზა	0,28	0,63	73,4
საქაროზა	0,04	0,03	18,4
მალტოზა	0,8	7,0	18,4
ლაქტოზა	0,54	1,2	1,4

ცხრილიდან ჩანს, რომ მიუხედავად ჰიდროქსილის ჯგუფების ტოლი რაოდენობისა ფრუქტოზა ბევრად უფრო ჰიდროსკოპიულია ვიდრე გლუკოზა. 100% ტენიანობის პირობებში საქაროზა და მალტოზა აბსორბირებენ წყლის ერთი და იგივე რაოდენობას, მაშინ როცა ლაქტოზა დაბალი ჰიდროსკოპულობით ხასიათდება.

არარაფინირებული შაქრები და მათი ვაჟინები რაფინირებულებზე უფრო მაღალი ჰიდროსკოპულობით ხასიათდებიან.

ჰიდროფილური თვისებების ცოდნა საშუალებას იძლევა ვაკონტროლოთ ტენის აბსორბციისა და დესორბციის პროცესები. მაგალითად გაყინული ნამცხვრები და საკონდიტრო ნაწარმი, რომლებიც არ უნდა შეიცავდნენ აბსორბირებული ტენის დიდ რაოდენობას მიზანშეწონილია დამზადდეს მალტოზისა და ლაქტოზის დამატებით, ხოლო იმ შემთხვევებში როდესაც შესაძლებელია ტენის დაკარგვა შენახვის პროცესში, მიზანშეწონილია ჰიდროსკოპული შაქრების, ფრუქტოზის ვაჟინებისა და ინვერტული შაქრის გამოყენება.

არომატული ნივთიერებების შებოჭვა

მრავალი სასურსათო პროდუქტისათვის, რომელთა დამზადების დროსაც გამოიყენება შრობის სხვადასხვა სახე, ნახშირწყლები წარმოადგენენ იმ ძირითად ნივთიერებებს, რომლებიც ხელს უწყობენ პროდუქტის ფერისა და აქროლადი არომატული ნივთიერებების შენარჩუნებას.

ამ პროცესის არსი სქემატურად შემდეგნაირად შეიძლება გამოვსახოთ:

შაქარი – წყალი + არომატული ნ-ბა → შაქარი – არომატული ნ-ბა + წყალი

არომატული ნივთიერებების შებოჭვის უნარი დისაქარიდებში გამოხატულია უფრო ძლიერად ვიდრე მონოსაქარიდებში. არომატული ნივთიერებების კარგ ფიქსატორებს წარმოადგენენ დექსტრინები, რომლებიც წარმოიქმნიებიან სახამებელზე ამილასის მოქმედების შედეგად. მაღალი ეფექტურობით ხასიათებიან მაღალმოლეკულური ნახშირწყლებიც.

არაფერმენტული გამუქებისა და არომატის წარმოქმნა

არაფერმენტული გამუქების რეაქციის დროს წარმოიქმნება პიგმენტები და სხვადასხვა აქროლადი კომპონენტები. სწორედ ეს აქროლადი ნივთიერებები განაპირობებენ იმ სასურსათო პროდუქტების სუნს და არომატს, რომელთა წარმოების დროსაც გამოიყენება თერმული დამუშავება.

გასათვალისწინებელია, რომ ამ მოვლენამ შესაძლებელია პროდუქტის ორგანოლექტიკურ თვისებებზე იმოქმედოს როგორც დადებითად, ასევე უარყოფითად. ცხრილში მოცემულია გლუკოზისა და ამინომჟავების მაღალ ტემპერატურაზე ურთიერთქმედების დროს წარმოქმნილი განსხვავებული არომატის მქონე ნივთიერებები.

სხვადასხვა ტემპერატურაზე გლუკოზისა და ამინომჟავების ურთიერთქმედების დროს წარმოქმნილი არომატიც

ამინომჟავები	წარმოქმნილი არომატი	
	100°C	180°C
ვალინი	ჭვავის პურის	შოკოლადის
გლუტამინი	შოკოლადის	–
გლიცინი	კარამელის	–
პროლინი	შემწვარი ცილა	ნამცხვრის
ჰისტიდინი	–	დამწვარი შაქრის
მეთიონინი	კარტოფილი	–
ცისტეინი + ცისტინი	შემწვარი ხორცი	–

უცხო სუნის წარმოქმნა სასურსათო პროდუქტებში არასასურველია და ხშირ შემთხვევებში დაუშვებელი. შენახვის დროს ჩამოყალიბებულმა სუნმა შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს პროდუქტის ორგანოლექტიკურ თვისებებზე. პროცესის სასურველი მიმართულებით წარმართვისათვის და დეგრადაციის ტოქსიური პროდუქტების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია ვიცოდეთ მელანოიდების წარმოქმნაზე მოქმედი ფაქტორების გავლენა. ამ ფაქტორებს მიეკუთვნება ტემპერატურა, pH, ტენიანობა, მეტალთა იონების არსებობა, რეაქციაში მონაწილე შაქრისა და ამინომჟავის სტრუქტურა.

სიტკობო

დაბალმოლეკულური ნახშირწყლების მოხმარებისას პირის ღრუში სიტკობოს შეგრძნების წარმოქმნა, ამ ნაერთების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა. ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა ნახშირწყლების სიტკობო საქაროზასთან შედარებით, რომლის სიტკობო 100-ის ტოლადაა მიჩნეული.

ნახშირწყლების და ტკბილი ნივთიერებების შედარებითი სიტკობო (შს)

შაქრები	შს	შაქრები	შს
საქაროზა	100	α-D- ლაქტოზა	16
β-D- ფრუქტოზა	180	β-D- ლაქტოზა	32
α-D- გლუკოზა	74	ქსილოზა	40
β-D- გლუკოზა	82	სორბიტი	63
α-D- გალაქტოზა	32	ქსილიტი	90
β-D- გალაქტოზა	21	ციკლომატი	500
α-D- მანოზა	32	ასპარტამი	180
β-D- მანოზა	მწარე	საქარინი	500

პოლისაქარიდების სტრუქტურულ ფუნქციები სასურსათო პროდუქტებში

სასურსათო პროდუქტებში შემავალ ყველა პოლისაქარიდს განნია ფუნქცია, რომელიც პირველ რიგში დამოკიდებულია მის მოლეკულურ სტრუქტურაზე, ზომებსა და წარმოქმნილ წყალბადურ ბმებზე.

ბოსტნეულის, ხილის და თესვების უჯრედის კედლებში შემავალი ცელულოზა, პემიციტულოზა და პექტინი არ შეითვისება ორგანიზმის მიერ. ეს კომპონენტები ანიჭებენ პროდუქტების უმრავლესობას სიმკვრივეს, სიმყიფეს, სიმაგრეს, სიბლანტესა და წებოვნებას, ხასიათდებიან გამყარებისა და გელწარმოქმნის უნარით, წარმოქმნიან სასიამოვნო შეგრძნებას პირის ღრუში. გარდა ამისა, ისინი აუცილებელია ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის.

სახამებელი

სახამებლის დაბუბოებას დიდი მნიშვნელობა აქვთ სასურსათო პროდუქტების წარმოების დროს. სახამებლის დაუზიანებელი მარცვლები არ იხსნებიან ცივ წყალში, მაგრამ ხასიათდებიან გაჯიჯვების უნარით. გაჯიჯვების დროს მარცვლების ზომის ცვლილება დამოკიდებულია სახამებლის სახეობაზე. მაგალითად სიმინდის სახამებლის მარცვლები მატულობს 9.1%-ით, ხოლო ჭყინტი სიმინდიდან გამოყოფილის – 22.7%-ით.

ტემპერატურის მატებასთან ერთად სახამებლის მარცვალში იზრდება მოლეკულების რხევა, რასაც მოლეკულათა შორის ბმების გახლეჩასთან მივყავართ. მატულობს წყლის მოლეკულათა შეღწევადობა მარცვალში, იზრდება სახამებლის ჯაჭვის დიდი და გრძელი სეგმენტების მოუწესრიგებლობა, მცირდება კრისტალური უბნების ზომა. ტემპერატურის მატებასა და წყლის დიდი რაოდენობის თანაობისას ხდება მარცვლის ფორმების სრული დაკარგვა. როგორც წესი სახამებლის დიდ მარცვლების დაბუბოება ხდება უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ვიდრე პატარა მარცვლების. ტემპერატურას, რომელზეც ხდება სახამებლის მარცვლების შიგა სტრუქტურის რღვევა დაბუბოების ტემპერატურა ეწოდება. პირველ რიგში იგი დამოკიდებულია სახამებლის სახეობაზე

დაბუბოების ტემპერატურის დამოკიდებულება სახამებლის სახეობაზე

სახამებლის სახეობა	ამილოზის შემცველობა, %	დაბუბოების ტემპერატურა, °C
სიმინდი	28	62-70
კარტოფილი	23	58-66

ტაპიოკი	–	52-64
ხორბალი	26	53-65
ბრინჯი	18	61-78
ჭვავი	–	57-70
შვრია	22	56-62
ქერი	27	56-62
სორგო	25	69-75
ცვრცვი	35	57-70
ლობიო	24	64-67
ჭყინტი სიმინდი	1	63-72

სახამებლის დაბუბოება, ხსნარების სიბლანტე, ლაბების მახასიათებლები დამოკიდებულია არა მარტო ტემპერატურაზე, არამედ სახამებლის სახეობასა და სხვა ნივთიერებების თანაობაზე. ეს აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ, ვინაიდან სასურსათო პროდუქტები სახამებელთან ერთად შეიცავენ ისეთ ნივთიერებებს, როგორცაა შაქარი, ცილა, ცხიმები, საკვები მჟავები და წყალი.

აღსანიშნავია, რომ დიდ მნიშვნელობა აქვს არა მარტო წყლის საერთო რაოდენობას, არამედ მის აქტიობას (a_w), რაზეც დიდ გავლენას ახდენენ მარილები, შაქარი და სხვა კომპონენტები, რომლებიც წყლის შებოჭვის უნარით ხასიათდებიან. თუ ამ ნივთიერებების შემცველობა მაღალია, მაშინ a_w კლებულობს, რაც მნიშვნელოვნად ზღუდავს დაბუბოების პროცესს.

შაქრების არსებობა მნიშვნელოვნად ამცირებს სახამებლის დაბუბოების სისწრაფესა და მიღებული გელის სიბლანტეს. დისაქარიდები ამ მხრივ ნაკლებად ეფექტურები არიან ვიდრე მონოსაქარიდები.

სახამებლის დაბუბოებაზე გავლენას ახდენენ ლიპიდები – ტრიგლიცერიდები, მონო- და დიგლიცერიდები. ცხიმები წარმოქმნიან კომპლექს ამილოზასთან, რითაც ამუხრუჭებენ სახამებლის მარცვლების გაჯიჯვებას. პური, რომელიც ხასიათდება ცხიმის დაბალი შემცველობით, შეიცავს სრულად (96%) დაბუბოებულ სახამებელს. ნამცხვრების წარმოების დროს ცხიმის მაღალი შემცველობა და დაბალი a_w განაპირობებენ დაუბუბოებულ სახამებლის არსებობას.

ცხიმოვანი მჟავების ($C_{16} - C_{18}$) მონოაცილგლიცერიდები ზრდიან დაბუბოების ტემპერატურას, ამცირებენ ლაბის ძალას. ეს გამოწვეულია მონოაცილგლიცერიდების უნარით წარმოქმნან კავშირი ამილოზასთან, რაც ხელს უშლის წყლის მოლეკულების შეღწევადაობას სახამებლის მარცვლებში

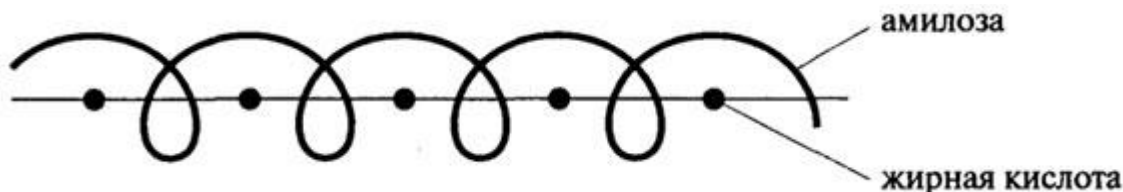
სახამებლის ნეიტრალური ხასიათის გამო მარილების დაბალი კონცენტრაცია არ ახდენს გავლენას დაბუბოებასა და ლაბის წარმოქმნაზე. გამონაკლისს წარმოადგენს კარტოფილის ამილოპექტინი, რომელიც შეიცავს ფოსფატის ჯგუფებს, რის გამოც პროცესის პირობებზე დამოკიდებულებით, მარილებმა შესაძლებელია გამოიწვიონ გაჯიჯვების უნარის შემცირება ან გადიდება.

სასურსათო პროდუქტების უმრავლესობისათვის pH იცვლება 4–7 ფარგლებში, წყალბად იონთა ეს კონცენტრაცია არ ახდენს გავლენას სახამებლის გაჯიჯვებასა და დაბუბოებაზე. სახამებლის გაჯიჯვების სიჩქარე მკვეთრად მატულობს pH-10-ის დროს, რაც არა დამახასიათებელია სასურსათო პროდუქტებისათვის. დაბალი მჟავიანობის პირობებში (სალათები, ხილის გულსართები) გაცხელებისას ადგილი აქვს სახამებლის ბუბკოს სიბლანტის შემცირებას, რაც გამოწვეულია ჰიდროლიზის შედეგად დაბალმოლეკულური დექსტრინების წარმოქმნით.

მრავალი სასურსათო პროდუქტისათვის, ცილა-სახამებლის ურთიერთქმედებას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამ ურთიერთქმედების ზუსტი ბუნება ჯერ დადგენილი არ არის, იგი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პურის ხარისხის ჩამოყალიბებისათვის.

გაყინული სასურსათო პროდუქტების წარმოებისას, რომლებშიც სახამებელი თამაშობს შემასქელებლის როლს, აუცილებელია გავითვალისწინოთ ამილოზის რეტროგრადაციის¹² მოვლენა გაღვნიან პროცესში. ამ შემთხვევაში პროდუქტი იძენს ბოჭკოვან ან მარცვლოვან სტრუქტურას, რაც უარყოფითად მოქმედებს მის ორგანოლეპტიკურ მახვენებლებზე.

სახამებლის მაღალი შემცველობის მქონე პროდუქტების (პურ-ფუნთუშეული) შენახვის დროს ადგილი აქვს დაძველების მოვლენას, რაც პირველ რიგში დაკავშირებულია ამილოზის მოლეკულების ასოციაციასთან. ხანგრძლივი შენახვის დროს ადგილი აქვს ამილოპექტინის მოლეკულების ასოციაციასაც. დაძველების თავიდან ასაცილებლად ან შესამცირებლად მიზანშეწონილია ცხიმის გამოყენება, რომელიც ამილოზასთან წარმოქმნის კომპლექსურ ნაერთს.



სურ. ამილოზისა და ცხიმოვანი მუავების კომპლექსი

დაძველების ეფექტის შემცირება შესაძლებელია პროდუქტის წყლით დასველებითა და გაცხელებით. ამ დროს ადგილი აქვს სახამებლის მოლეკულების ამორფულ მდგომარეობაში დაბრუნებას, იგი ნაკლებ მჭიდრო სტრუქტურით ხასიათდება, რაც პროდუქტის დარბილებას განაპირობებს.

მოდულიციურებული სახამებლები. სასურსათო პროდუქტების წარმოების დროს გამოიყენება მოდიფიცირებული სახამებლები.

დაბუბკოებული სახამებელი. სახამებლის ეს მოდიფიკაცია მიიღება დაბუბკოებული სახამებლის სუსპენზიის გამგრქვევ საშრობზე გაშრობით. ამ სახამებლის განმასხვავებელ თვისებას წარმოადგენს სწრაფი რეჰიდრაციის უნარი. იგი გამოიყენება შემასქელებლად იმ პროდუქტების წარმოებისას, რომლებიც არ განიცდიან თერმულ დამუშავებას (პუდინგები, გულსართები და სხვა).

მუავით მოდიფიცირებული სახამებელი. ამ სახის სახამებელს ღებულობენ სახამებლის სუსპენზიის მუავით დამუშავებით 25-55°C-ზე 6-24 საათის განმავლობაში. ეს სახამებელი პრაქტიკულად არ იხსნება ცივ წყალში, მაგრამ კარგად იხსნება მდუღარე წყალში. მისთვის დამახასიათებელია ცხელი ბუბკოს დაბალი სიბლანტე, ლაბის ძალის შემცირება, დაბუბკოების ტემპერატურის გაზრდა. ამ ტიპის მოდიფიცირებული სახამებლები ხასიათდებიან ცხელი კონცენტრირებული ბუბკოების წარმოქმნის უნარით, რომლებიც გაცივებისას იძლევიან ლაბას. ისინი გამოიყენებიან ჟელეიანი კანფეტების დასარბილებლად და დამცავი აპკების მისაღებად.

ეთერეფიცირებული სახამებლები. სახამებელში შემავალი D-გლუკოპირანოზა შეიცავს სამ თავისუფალ ჰიდროქსილს, რომლებიც ადვილად განიცდიან ეთერეფიცირებას. ითვლება, რომ კომერციულად უფრო მომგებიანია სამ ეთერიფიცირებული სახამებლის წარმოება. ასეთი მოდიფიკაცია ცვლის სახამებლის კოლოიდურ და სხვა თვისებებს, რომლებიც მნიშვნელოვნად გავლენას ახდენენ სასურსათო პროდუქტების ხარისხზე.

სახამებლის აცეტატი წარმოქმნის სტაბილურ ხსნარებს. იგი ჩვეულებრივ სახამებელთან შედარებით ხასიათდება დაბუბკოების მაღალი ტემპერატურით და რეტროგრადაციის დაბალი უნარით, წარმოქმნის გამჭვირვალე და სტაბილურ ბუბკოს. ამ თვისებების გამო სახამებლის აცეტატები ფართოდ გამოიყენებიან გაყინული პროდუქტების, ნამცხვრებისა და სხვათა წარმოების დროს.

სახამებლის მონოფოსფატის ეთერები ჩვეულებრივ სახამებელთან შედარებით ხასიათდებიან დაბუბკოების დაბალი ტემპერატურით, ცივ წყალში გაჯიჯვების და დაბალი რეტროგრადაციის უნარით. მარცვლეულიდან მიღებული ფოსფატირებული სახამებლების მახასიათებლები ახლოა კარტოფილის სახამებლის ანალოგიურ მახასიათებლებთან, რადგან ისიც შეიცავს ფოსფორმუავის ჯგუფებს. მონოფოსფატირებული სახამებლები გამოიყენება გაყინულ პროდუქტებში შემასქელებლად, მათი

¹² სახამებლის რეტროგრადაცია – ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების ერთობლიობა, რომლებიც იწვევენ სახამებლის (ამილოზა, ამილოპექტინი) სტრუქტურის მოწესრიგებას, ამცირებენ წყალში ხსნადობას და ამალევენ მდგრადობას ფერმენტების მოქმედების მიმართ.

განსაკუთრებული თვისების გამო – მდგრადობა გაყინვა-გაღებობის პროცესში. წინასწარ დაბუბრებული სახამებელი ადვილად დისპერგირდება ცივ წყალში, რის გამოც წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული დესერტის ფხვნილებსა და ნაყინში.

მონოფოსფატირებული სახამებლებისაგან განსხვავებით დიფოსფატირებულ სახამებლებში ფოსფორმჟავა დაკავშირებულია ორ ჰიდროქსიდის ჯგუფთან, რომლებიც ხშირად სახამებლის სხვადასხვა ჯაჭვიდანაა. ამგვარად წარმოიქმნება ხიდები სახამებლის ახლო მდებარე ჯაჭვებს შორის. ამ ტიპის მოდიფიცირების დროს მიიღებიან ე.წ. შეკერილი სახამებლები.

შეკერილი სახამებლები გამოირჩევიან მაღალი მდგრადობით ტემპერატურის მომატების, დაბალი pH-ის და მექანიკური ზემოქმედების მიმართ, დაბალი რეტროგრადაციის უნარით, მდგრადობით გაყინვა-გაღებობის პროცესებში. შეკერილი სახამებლის ბუბკოს შენახვისას არ აღინიშნება სინერეზისის მოვლენა. ზემოდ ჩამოთვლილი თვისებების გამო ამ ტიპის სახამებლები ფართოდ გამოიყენებიან ბავშვთა კვებაში, სალათებში, ხილის გულსართებსა და კრემებში.

დაქანებული სახამებლები მიიღებიან სახამებლის სუსპენზიაზე დამქანგველების (NaClO , KMnO_4 , KBrO_3) მოქმედებით დაბუბრების ტემპერატურაზე დაბალ ტემპერატურაზე. ისინი გამოიყენებიან, როგორც დაბალი სიბლანტის მქონე შემავსებლები. ეს სახამებლები არ ხასიათდებიან რეტროგრადაციის უნარით და არ წარმოქმნიან გაუმჭირვალე ლაბებს, მათი გამოყენება პურის წარმოებისას აუმჯობესებს ცომის ფიზიკურ თვისებებს, ფორიანობას და ანელებს დაძველების პროცესს. პერმანგანატით დაქანებული სახამებლები გამოიყენებიან აგარისა და პექტინის შემცველებად.

ცელულოზა

ცელულოზა უჯრედის კედლების ძირითადი კომპონენტია. იგი ძირითადად დაკავშირებულია სხვადასხვა ჰემიცელულოზებთან და ლიგნინთან. ამ ასოცირებული მოლეკულების ტიპი და ზომები განაპირობებენ საკვები მცენარეების დამახასიათებელ სტრუქტურას. მაგრამ მცენარეების დამწიფებისა და აღების დროს ტექსტურის ძირითადი ცვლილებები დაკავშირებულია პექტინის ცვლილებასთან.

ცელულოზა ხაზოვანი აღნაგობის პოლიმერია, რაც მის მოლეკულებს ასოციაციის საშუალებას აძლევს. ცელულოზის მაკრომოლეკულა შეიცავს ამორფულ და კრისტალურ უბნებს, სწორედ ამორფული უბნები განიცდიან გამსხნელებისა და სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტების მოქმედებას.

საკვები პროდუქტების წარმოებისას გამოყენებას პოულობს მიკროკრისტალური ცელულოზა, რომელიც მიიღება ცელულოზის მჟავით დამუშავების შედეგად. ასეთი დამუშავების დროს მაკრომოლეკულის ამორფული უბნები ჰიდროლიზირდებიან, ხოლო კრისტალური უბნები რჩებიან ნატიური სახით. ეს პროდუქტი გამოიყენება, როგორც შემავსებელი და რეოლოგიური მანქანებლების გამაუმჯობესებელი დაბალ კალორიული პროდუქტების დამზადების დროს.

შედარებით მკაცრ პირობებში მიღებული ქიმიურად მოდიფიცირებული ცელულოზა გამოიყენება საკვები შემასქელებლების მისაღებად.

განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება კარბოქსიმეთილცელულოზის ნატრიუმის (Na-KMC) მარილი, რომელიც მიიღება ცელულოზაზე ნატრიუმის ტუტისა და ქლორმარმჟავის მოქმედებით.

მაღალი რეოლოგიური თვისებების, არატოქსიურობისა და შეუთვისებლობის გამო Na-KMC ფართოდ გამოიყენება (განსაკუთრებით უცხოეთში) საკვები პროდუქტების დასამზადებლად. იგი ასრულებს შემასქელებლის როლს გულსართებში, პუდინგებში, სხვადასხვა ასორტიმენტის რბილ ყველში, ხილის ჟელებში. მისი წყლის შებოჭვის უნარის გამო იგი ემატება, ნამცხვრებს, ნაყინს და სხვა გაყინულ ტკბილეულს, რომლებშიც იგი ხელს უშლის ყინულის კრისტალების წარმოქმნას. Na-KMC ანელებს შაქრის კრისტალიზაციის პროცესს საკონდიტრო ნაწარმში, მინანქარსა და ვაჟინებში, ამას კი დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ პროდუქტების შენახვის დროს. ემულსიის სტაბილიზაციის თვისება გამოიყენებას პოულობს სხვადასხვა სახის სოუსებისა და სალათის სანელებლების წარმოებისას. დაბალ კალორიულ უაღკოპლო სასმელებში Na-KMC ხელს უწყობს ნაწირობის შეკავებას.

ალკილირების შედეგად შესაძლებელია მიღებულ იქნას ცელულოზის სხვა წარმოებულებიც, რომლებიც მაღალი გაჯიჯვების უნარიანობითა და ხსნადობით ხასიათდებიან. ამ პროდუქტიდან

განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება მეთილცელულოზა, რომელიც მიიღება ცელულოზისა და მეთილქლორიდის ურთიერთქმედებით ტუტე არეში. მეთილცელულოზის დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს სიბლანტის შემცირება ტემპერატურის მატებასთან ერთად. იგი არ შეითვისება ორგანიზმის მიერ და ამრიგად მისი გამოყენება სხვადასხვა პროდუქტების წარმოების დროს არ ზრდის მათ კალორიულობას.

მეთილცელულოზამ საკვებ პროდუქტებში შესაძლებელია შეასრულოს წყლის შემბოჭველის, სინერეზის¹³ ინჰიბიტორის, ემულსიების დამარბილებლის და სტაბილიზატორის, საკვები გარსაცმის როლი. მისი გამოყენება დადებითად მოქმედებს პროდუქტის ტექსტურასა და სტრუქტურაზე.

ჰემიცელულოზები

ჰემიცელულოზები წამოადგენენ შეუთვისებადი პოლისაქარიდების კლასს. საკვები პროდუქტების ძირითადი ჰემიცელულოზა ქსილანია.

ჰემიცელულოზების არსებობა გამომცხვარ პროდუქტებში დადებითად მოქმედებს მათ ხარისხზე, წყლის შებოჭვის მაღალი უნარის გამო. პურის ცომის მოხელების დროს ისინი აუმჯობესებენ მოხელების ხარისხს, ამცირებენ მორევის ენერგიას, მონაწილეობას ღებულობენ ცომის სტრუქტურის წარმოქმნაში, კერძოდ წებოგარას ფორმირებაში, რაც საბოლოო ჯამში განაპირობებს მაღალი ხარისხის პურის წარმოებას. განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ის ფაქტი, რომ რომ ჰემიცელულოზები ამუხრუჭებენ პურ-ფუნთუშეულის დაძველების პროცესს.

ჰემიცელულოზების, როგორც საკვები ბოჭკოების მეორე მნიშვნელოვან ფუნქციას წარმოადგენს ის, რომ ისინი აუმჯობესებენ ნაწლავების პერესტალტიკას, ხელს უწყობენ ნაღვლის მჟავების გამოყოფას და სისხლში ქოლესტერინის დონის შემცირებას.

დადგენილია, რომ საკვები ბოჭკოები ამცირებენ კარდიოლოგიური დაავადებების და სწორი ნაწლავის ავთვისებიანი სიმსივნის წარმოქმნის რისკს, ხოლო დიაბეტით დაავადებულთათვის – ინსულინზე მოთხოვნილებას.

პექტინური ნივთიერებები

პექტინი შედის მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში, კერძოდ ხილსა და ბოსტნეულში. პექტინი წარმოადგენს მცენარეული უჯრედის კედლის ცენტრალური შრის სტრუქტურულ წარმონაქმნს. გარდა ამისა, მაღალი გაჯიჯვების უნარის გამო, იგი არეგულირებს მცენარის წყლის მიმოცვლის პროცესს. ამ ნივთიერების დასახელება “პექტინი” წარმოდგება ბერძნული “pektos”-ისაგან, რაც ლაბისებურს ნიშნავს.

პექტინი, არაშეთვისებადი პოლისაქარიდია. იგი, როგორც ხსნადი საკვები ბოჭკო ხასიათდება მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობით, რაც პირველ რიგში დაკავშირებულია მის უნართან შეამციროს ქოლესტერინის შემცველობა სისხლში, დაარეგულიროს კუჭ-ნაწლავის მოქმედება. გარდა ამისა, მას გააჩნია დეტოქსიკანტის თვისებები, ბოჭავს და გამოყავს ორგანიზმიდან მძიმე მეტალები და რადიონუკლიდები, რაც ფართოდ გამოიყენება სამკურნალო-პროფილაქტიკური სასურსათო პროდუქტების წარმოების დროს.

პექტინის უმნიშვნელოვანეს თვისებას, რომელიც განაპირობებს მის გამოყენებას სასურსათო პროდუქტებში მიეკუთვნება ქველირების უნარი. გელების წარმოქმნა განპირობებულია პექტინის ჯაჭვების ასოციაციის შედეგად სამ განზომილებიანი სივრცული სტრუქტურის წარმოქმნით. არსებობს პექტინის მოლეკულების სხვადასხვა ასოციაციის სახე, რაც ეთერეფიკაციის სხვადასხვა ხარისხითაა განპირობებული.

ნორმალური პექტინები (ეთერეფიკაციის ხარისხი 50%), უკეთესად წარმოქმნიან გელებს, როცა მათი კონცენტრაცია 1%-ია.

მაღალ ეთერეფიცირებული პექტინების ქველირება გამოწვეულია ორი ფაქტორით:

- შაქრის დამატებით, რომელიც იწვევს პექტინის მოლეკულების დეჰიდრატაციას;

¹³ სინერეზისი – ლაბების მოცულობის თავისთავადი შემცირება, რომელსაც ახლავს წყლის გამოყოფა

- არის **pH**-ის დაწვეით, რაც თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების დისოციაციას უშლის ხელს, ეს კი თავის მხრივ ამცირებს პექტინის ჯაჭვების ელექტროსტატიკურ განზიდვას.

დაბალტემპერეფიცირებული პექტინები ლაბების წარმოქმნისათვის არ საჭიროებენ შაქრის არსებობას, მაგრამ უელირდებიან ორ ვალენტიანი იონების, მაგალითად **Ca²⁺**-ის თანაობისას.

მაღალი უელირების უნარის გამო პექტინი ფართოდ გამოიყენება საკვები პროდუქტების, კერძოდ საკონდიტრო ნაწარმის, ხილის უელეებისა და ჯემების წარმოების დროს.

4. ლიპიდები

1. ლიპიდების აღნაგობა და შემადგენლობა

ლიპიდები (ბერძნული lipos – ცხიმი) ეწოდებათ ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები მსგავს როულ ორგანულ ნაერთებს, რომლებსაც შეიცავენ მცენარეები, ცხოველები და მიკროორგანიზმები. ლიპიდები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. ცილებთან და ნახშირწყლებთან ერთად ისინი შეადგენენ ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ორგანული ნაერთების ძირითად მასას, წარმოადგენენ ყოველი უჯრედის აუცილებელ კომპონენტს.

ლიპიდები ფართოდ გამოიყენებიან სასურსათო პროდუქტების წარმოების დროს, წარმოადგენენ ნედლეულის, ნახევარფაბრიკატებისა და მზა პროდუქტების უმნიშვნელოვანეს კომპონენტებს, განსაზღვრავენ მათ კვებით ღირებულებასა და საგემოვნო თვისებებს.

ლიპიდები არ იხსნებიან წყალში (ჰიდროფობობა), მაგრამ კარგად იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში (ბენზინში, დიეთილის ეთერში, ქლოროფორმში და სხვა).

მცენარეებში ლიპიდების დაგროვება ხდება ძირითადად თესლსა და ნაყოფში მათი შემცველობა იცვლება საკმაოდ ფართო საზღვრებში. რაც დამოკიდებულია არა მარტო მცენარის ინდივიდუალურობაზე, არამედ სორტზე, აღმოცენების ადგილსა და პირობებზე.

ცხოველებსა და თევზებში ლიპიდები ძირითადად კონცენტრირდებიან კანქვეშ, ცხიმოვანი ქსოვილები გარს ერტყმიან ძირითად ორგანოებს (გულს, თირკმელებს) და ასრულებენ დაცვით ფუნქციებს. შედიან ტვინისა და ნერვული ქსოვილების შემადგენლობაში. ხმელეთის ცხოველების სორცში მათი შემცველობა საკმაოდ ფართო საზღვრებში მერყეობს.

ცხოველებში ლიპიდების შემცველობა დამოკიდებულია სახეობაზე, საკვების შემადგენლობაზე, არსებობის პირობებზე და სხვა.

ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ლიპიდები წარმოადგენენ ცხიმოვანი მჟავების, სპირტების, ალდეჰიდების ნაწარმებს, რომლებიც აგებულია რთულეთეროვანი, ფოსფორეთეროვანი და გლიკოზიდური ბმებით.

შემადგენლობის მიხედვით ლიპიდები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: რთულ და მარტივ ლიპიდებად.

- მარტივ ნეიტრალურ ლიპიდებს (არ შეიცავენ აზოტის, ფოსფორისა და გოგირდის ატომებს) მიეკუთვნებათ უმადლესი ცხიმოვანი მჟავებისა (**C₄ – C₂₂**) და ერთ ან მრავალატომიანი სპირტების ნაწარმები: გლიცერიდები, ცვილები, ცერილები, ქოლესტერინის ეთერები, გლიკოპროტეიდები და სხვა ნაერთები.
- რთული ლიპიდების შემადგენლობაში გარდა მადალმოლეკულური ცხიმოვანი მჟავებისა შედის ფოსფორმჟავა ან გოგირდმჟავა.

აღნაგობისა და ჰიდროლიზის უნარის მიხედვით ლიპიდები იყოფა – შესაპენად და შეუსაპენად ნაერთებად.

- შესაპენადი ნაერთები ჰიდროლიზის დროს წარმოქმნიან რამდენიმე სტრუქტურულ კომპონენტს, ხოლო ტუტებთან მოქმედებისას – ცხიმოვანი მჟავების მარილებს;
- შეუსაპენავი ლიპიდები ჰიდროლიზს არ განიცდიან.

ორგანიზმში შესრულებული ფუნქციების მიხედვით ლიპიდები იყოფა ორ ჯგუფად: სათადარიგო (სარეზერვო) და სტრუქტურული (პროტოპლაზმური). ეს დაყოფა საკმაოდ პირობითია, მაგრამ იგი საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება. ზოგი ავტორი ხაზს უსვამს ლიპიდების დამცველ ფუნქციას და გამოყოფს მათ ცალკე ჯგუფად (ცვილები).

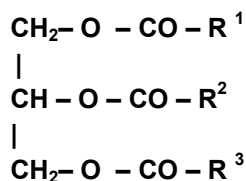
- სათადარიგო ლიპიდები ძირითადად წარმოდგენილი არიან გლიცერიდებით. ისინი ასრულებენ ორგანიზმის ენერგეტიკულ და პლასტიკური რეზერვის როლს, რომლებსაც ორგანიზმი იყენებს არადაამაკმაყოფილებელი კვებისა და ავადმყოფობის დროს. ცხიმების მაღალი კალორიულობა საშუალებას აძლევს ორგანიზმს ექსტრემალურ სიტუაციებში, რამდენიმე კვირის განმავლობაში იარსებოს რეზერვების ხარჯზე. მცენარეთა 90% სათადარიგო ლიპიდებს შეიცავს თესლებში. მცენარეების სათადარიგო ლიპიდები ასრულებენ დამცველ ფუნქციებსაც და ეხმარებიან მცენარეს გადაიტანოს გარემოს

არახელსაყრელი პირობები, მაგალითად დაბალი ტემპერატურები. ცხოველებსა და თევზებში სათადარიგო ლიპიდები კონცენტრირდებიან კანქვეშა ქსოვილებში და იცავენ ორგანიზმს ტრამპებისაგან. როგორც მცენარეებში, ასევე ცხოველებში სათადარიგო ლიპიდები შეადგენენ ლიპიდების ძირითად მასას 95–96%, და ადვილად გამოიყოფიან ცხიმშემცველი ქსოვილებიდან არაპოლარული გამსხნელების საშუალებით.

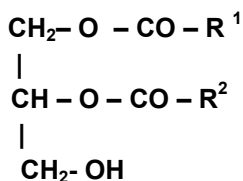
- სტრუქტურული ლიპიდები, ძირითადად ფოსფოლიპიდები, წარმოქმნიან რთულ კომპლექსებს ცილოვან ნივთიერებებთან (ლიპოპროტეიდები) და ნახშირწყლებთან (გლიკოლიპიდები). ისინი წარმოადგენენ მემბრანებისა და უჯრედის სტრუქტურების ძირითად საშენ მასალას, მონაწილეობას დებულობენ უჯრედში მიმდინარე რთულ პროცესებში. მასის მიხედვით სტრუქტურული ლიპიდების შემცველობა როგორც მცენარეულ, ასევე ცხოველურ ქსოვილებში არ აღემატება 3–5%. ისინი მიეკუთვნებიან ძნელად ექსტრაგირებად, ბმულ ლიპიდებს. მათი გამოყოფისათვის აუცილებელია წინასწარ დავარდვიოთ ბმები ცილებთან, ნახშირწყლებთან და უჯრედის სხვა კომპონენტებთან, რაც ხდება ჰიდროფილური პოლარული გამსხნელების ან მათი ნარეგების (ქლოროფორმი–ეთანოლი, ქლოროფორმი–ეთანოლი) გამოყენებით.

მარტივი ლიპიდები აცილგლიცერიდები (გლიცერიდები)

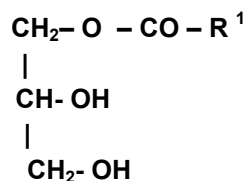
მარტივი ლიპიდების ყველაზე გავრცელებულ (ლიპიდების მასის 95–96%) წარმომადგენლებს აცილგლიცერიდები ანუ გლიცერიდები წარმოადგენენ, ფაქტობრივად სწორედ მათ ეწოდებათ ცხიმები. ისინი გლიცერინისა და მაღალმოლეკულური კარბომუჟავების რთული ეთერებია. ცხიმის შემადგენლობაში ძირითადად შედიან ტრიგლიცერიდები, მაგრამ გვხვდება დი- და მონო გლიცერიდებიც.



ტრიგლიცერიდი,



დიგლიცერიდი



მონოგლიცერიდი.

სადაც R^1 , R^2 და R^3 ნახშირწყალბადოვანი რადიკალებია.

თუ გლიცერიდის მოლეკულაში შემავალი სამივე ნახშირწყალბადოვანი რადიკალი ერთნაირია მას მარტივი ეწოდება, ხოლო სხვადასხვა რადიკალების შემთხვევაში – შერეული. ბუნებრივი ცხიმები ძირითადად შერეულ ტრიგლიცერიდებს წარმოადგენენ, რომელთა შემადგენლობაში, შედიან, როგორც ნაჯერი, ასევე უჯერი მჟავები.

გლიცერიდების ფიზიკურ–ქიმიურ თვისებებს განაპირობებს არა მარტო მათში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების აღნაგობა და თვისებები, არამედ მათი ადგილმდებარეობაც მოლეკულაში.

სუფთა გლიცერიდებს არ გააჩნიათ სუნი, გემო და ფერი. ბუნებრივი ცხიმების ამ ორგანოლექტიკურ მანქვენებლებს განაპირობებენ სპეციფიური ნივთიერებები, რომლებიც დამახასიათებელია ყოველი სახის ცხიმისათვის.

გლიცერიდები, როგორც წესი შეიცავენ ნახშირბადატომთა ლუწი რიცხვის ($C_4 - C_{24}$) მქონე ნორმალური აღნაგობის ნაჯერ და უჯერ მჟავებს, რომელთა ძირითადი წარმომადგენლები მოყვანილია ცხრილში.

ქონებისა და ზეთების შემადგენლობაში შემავალი ძირითადი ცხიმოვანი მჟავები

მჟავები	ფორმულა	პირობითი აღნიშვნა
<u>ნაჯერი მჟავები</u>		
ლაურინის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{10} - \text{COOH}$	C^0_{12}
მირისტინის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{12} - \text{COOH}$	C^0_{14}
პალმიტინის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$	C^0_{16}
სტეარინის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$	C^0_{18}
არაკიდონის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$	C^0_{20}
<u>უჯერი მჟავები</u>		
ოლეინის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	$\text{C}^1_{18} - 9$ -ცის
ერუკის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{COOH}$	$\text{C}^1_{22} - 13$ -ცის
ლინოლის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	$\text{C}^2_{18} - 9$ - ცის, 12 - ცის
ლინოლენის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH})_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	$\text{C}^3_{18} - 9$ -ცის, 12 -ცის, 15 -ცის.
არაკიდონის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - (\text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH})_4 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$	$\text{C}^4_{20} - 5$ -ცის, 8 -ცის, 11 -ცის, 14 - ცის.
<u>ოქსიმჟავები</u>		
რიცინოლის	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	$\text{C}^1_{20} - 9$ -ცის, 12 -ოლ.

ცხიმოვან მჟავებში შემავალი უჯერი მჟავების რადიკალები, როგორც წესი ცის - კონფიგურაციისაა, (ჩამნაცვლებლები მოთავსებულია ორმაგი ბმის სიბრტყის ერთ მხარეს). ტრიგლიცერიდები, რომელთა შემადგენლობაში შედის ტრანს- კონფიგურაციის უჯერი ცხიმოვანი მჟავები, ხასიათდებიან ბევრად უფრო მაღალი ღლობის ტემპერატურით, ვიდრე ის გლიცერიდები, რომელთა შემადგენლობაში შედის ცის-კონფიგურაციის უჯერი მჟავები.

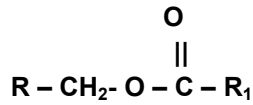
ყოველი ცხიმი ხასიათდება სპეციფიური გარდატეხის მაჩვენებლით, რომელიც მით მეტია, რაც მეტია მის შემადგენლობაში შემავალი მჟავების უჯერობის ხარისხი.

გლიცერიდების სიმკვრივე $900-960$ კგ/მ³ ფარგლებში მერყეობს. იგი კლებულობს ცხიმოვანი მჟავების ჯაჭვის სიგრძის ზრდასთან ერთად და მატულობს იზოლირებული ორმაგი ბმების რაოდენობის მატების პროპორციულად.

ქონების შემადგენლობაში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების რადიკალები ძირითადად ნაჯერია, ხოლო ზეთებში კი უჯერი. გამონაკლისს წარმოადგენენ ქოქოსის, კაკაოსა და პალმის ზეთები, რომელთა შემადგენლობაში ჭარბობს ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავათა ნაშთები. თხევადი ქონის მაგალითია თევზის ქონი (ზიპი), რომელიც ასევე გამონაკლისს წარმოადგენს.

1. 1. 2 ცვილები და ცერილები

ცვილები ეწოდებათ ერთფუძიანი ნაჯერი მაღალმოლეკულური $C_{18}-C_{30}$ კარბომჟავებისა და ერთატომიანი $C_{18}-C_{30}$ სპირტების რთულ ეთერებს

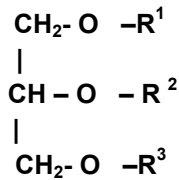


სადაც R და R_1 ნახშირწყალბადოვანი რადიკალებია.

ცვილები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. ისინი თხელი ფენით ფარავენ ფოთლებს, ყლორტებს და ნაყოფს, იცავენ მათ დასველებიდან, გამოშრობიდან და მიკროორგანიზმების მოქმედებისაგან. მარცვალსა და ნაყოფში მათი შემცველობა დაბალია და არ აღემატება 0.05 – 0.2 %.

გარდა მცენარეული ცვილებისა ბუნებაში გვხვდება ცხოველური ცვილებიც. მათ მიეკუთვნება ფუტკრის ცვილი, მატყლის ცვილი, რომელიც დიდი რაოდენობით გროვდება მატყლის ზედაპირზე, სპერმაცევიტი.

მარტივ ლიპიდებს მიეკუთვნებიან ცერილები, რომლებიც წარმოადგენენ გლიცერინისა და ერთატომიანი მაღალმოლეკულური სპირტების მარტივ ეთერებს

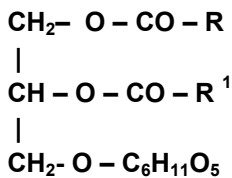


სადაც R^1, R^2 და R^3 ნახშირწყალბადოვანი რადიკალებია.

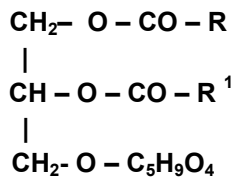
გლიკოლიპიდები

ზეთებისა და ქონების შემადგენლობაში შემავალი მარტივი ლიპიდების ერთ – ერთი სახეა გლიკოლიპიდები. ისინი წარმოადგენენ ნეიტრალური ლიპიდების პატარა ჯგუფს, რომელთა შემადგენლობაში შედის მონოზების ნაშთები.

მიუხედავად გლიკოლიპიდების დაბალი შემცველობისა, ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული მცენარეული (ხორბალი, ქერი, სიმინდი, მზესუმზირა) და ცხოველური წარმოშობის ქსოვილებისა და მიკროორგანიზმების შემადგენლობაში. ასრულებენ სტრუქტურულ ფუნქციებს, მონაწილეობას ღებულობენ მემბრანების ჩამოყალიბებაში, დიდ როლს თამაშობენ პურის ფქვილის პურსაცხობი თვისებების ფორმირებაში. განსაკუთრებით ხშირად გლიკოლიპიდების შემადგენლობაში შედის D - გალაქტოზა, D – გლუკოზა და D - მანოზა.



გლუკოზოლიგლიციერიდი



მანოზოლიგლიციერიდი

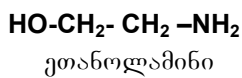
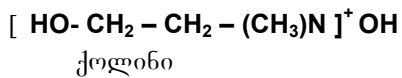
რთული ლიპიდები

რთული ლიპიდების ყველაზე გავრცელებული წარმომადგენლებია – ფოსფოლიპიდები.

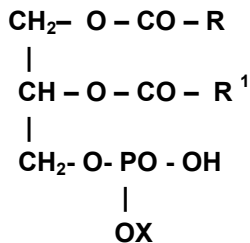
ფოსფოლიპიდები – უფერო, უსუნო ნივთიერებებია, რომლებიც კარგად იხსნებიან თხევად ნახშირწყალბადებსა და მათ ჰალოგენ ნაწარმებში, ზოგი წარმომადგენელი კარგად იხსნება აცეტონსა და სპირტში.

ფოსფოლიპიდები არსებობენ რამდენიმე პოლიმერულ ფორმაში, ღვებებიან ორ საფეხურად, ხასიათდებიან ოპტიკური აქტივობით. ბუნებრივი ნედლეულიდან გამოყოფილი ფოსფოლიპიდები ამორფული ნივთიერებებია, ორგანულ გამხსნელებში გადაკრისტალებისას, იძენენ კრისტალურ სტრუქტურას.

ფოსფოლიპიდებში გლიცერინის ერთ-ერთი პირველადი ჰიდროქსილი ეთერიფიცირებულია ფოსფორმჟავით, მეორე ნახშირბადის ჰიდროქსილი უმრავლეს შემთხვევებში ეთერეფიცირებულია უჯვრით, ხოლო მესამე – ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავით. ფოსფოლიპიდის შემადგენლობაში მყოფი ფოსფორმჟავას ერთი წყალბად იონი ჩანაცვლებულია აზოტოვანი ფუძით, ძირითადად ეს არის ქოლინი ან ეთანოლამინი



ზოგადად ფოსფოლიპიდის ფორმულა შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ:



სადაც **R**, **R¹** ნახშირწყალბადოვანი რადიკალებია, ხოლო **X** აზოტოვანი ფუძე.

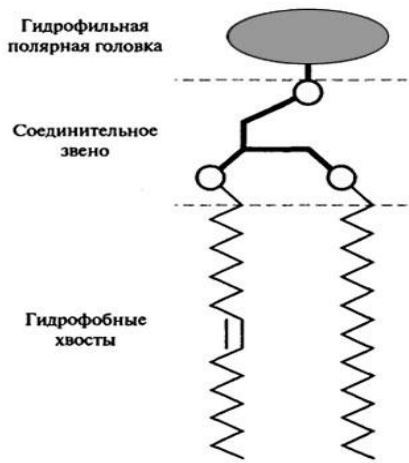
ფოსფოლიპიდები ანუ ფოსფატიდები მცენარეების აუცილებელი შემადგენელი კომპონენტებია. ცხრილში მოცემულია მათი შემცველობა სხვადასხვა კულტურებში.

ფოსფოლიპიდების შემცველობა მცენარეებში

მცენარის დასახელება	ფოსფოლიპიდის შემცველობა %-ში
სოია	1.8
ბამბა	1.7
მზესუმზირა	1.7
სელი	0.6
აბუსალთინი	0.3
ხორბალი	0.54
ჭვავი	0.6
სიმინდი	0.9

აღსანიშნავია, რომ ერთი და იგივე ნედლეულიდან გამოყოფილი ფოსფოლიპიდებისა და გლიცერიდების ცხიმოვანი მჟავების შემადგენლობა არა იდენტურია.

მიუხედავად სტრუქტურული მრავალფეროვნებისა ფოსფოლიპიდების მოლეკულების უმრავლესობა აგებულია ერთი და იგივე პრინციპით. მათ მოლეკულაში შედის ერთის მხრივ ჰიდროფობური,



ლიპოფილური ნახშირწყალბადოვანი რადიკალები, და მეორეს მხრივ ჰიდროფილური ჯგუფები, რომლებმაც “პოლარული ბოლოების” სახელწოდება მიიღეს.

ამგვარად აგებული ლიპიდების დიფილური მოლეკულები ადვილად ორიენტირდებიან ემულსიებში. მათი ცხიმოვანი “კუდები” ხვდებიან ცხიმის ფაზაში, ხოლო ჰიდროფილური ჯგუფები ქმნიან გამყოფ ზედაპირს წყლისა და ცხიმის ფაზას შორის.

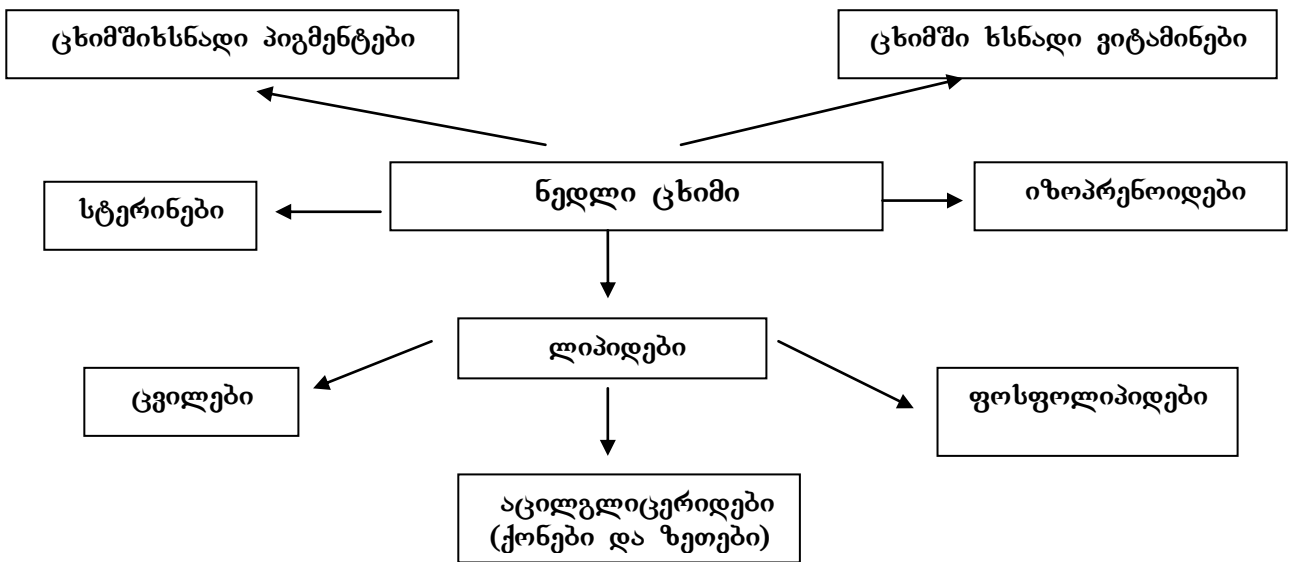
ცხიმებში, ფოსფოლიპიდები შეიძლება წარმოდგენილ იქნან, როგორც ინდივიდუალური მოლეკულების, ასევე ასოცირებული მოლეკულური დაჯგუფებების – მიცელების სახით.

ცილებთან და ნახშირწყლებთან ერთად, ფოსფოლიპიდები მონაწილეობას ღებულობენ უჯრედული მემბრანებისა და სუბუჯრედული სტრუქტურების (ორგანოგელების) წარმოქმნაში, რომლებიც არეგულირებენ უჯრედში სხვადასხვა სახის ნივთიერებების მოხვედრას.

ლიპიდების თანმდევი ნივთიერებები

ცხიმოვანი ნედლეულიდან ლიპიდების გამოყოფისას ცხიმში გადადის ცხიმში ხსნადი თანმდევი ნივთიერებების დიდი ჯგუფი: პიგმენტები, ცხიმში ხსნადი ვიტამინები, სტერინები და სხვა, რომლებიც დიდ როლს თამაშობენ ტექნოლოგიური პროცესების დროს და მოქმედებენ მიღებული პროდუქტების კვებით და ფიზიოლოგიურ ღირებულებაზე.

ცხიმოვანი ნედლეულიდან გამოყოფილ ნარევეს, რომელიც შეიცავს სხვადასხვა სახის ლიპიდებსა და თანმდევ პროდუქტებს, ნედლი ცხიმი ეწოდება.



სურ. ნედლი ცხიმის ძირითადი კომპონენტები

ცხიმში ხსნადი პიგმენტები

ქონებისა და ზეთების ფერის განმსაზღვრელ ნივთიერებებს – ცხიმში ხსნად პიგმენტებს შორის განსაკუთრებით გავრცელებულია კაროტინოიდები და ქლოროფილი.

ჰოსიპოლი შედის ბამბის თესლის, ფოთლებისა და ღეროს შეადგენლობაში. იგი მკვეთრად გამოხატული ტოქსიური ეფექტით ხასიათდება.

ჰოსიპოლი და მისი გარდაქმნის პროდუქტები ბამბის ზეთს ანიჭებენ მუქ ყვითელ ან ყავისფერ შეფერილობას. მისი შემცველობა უმრავლესი ტექნიკური ჯიშის თესლებში 0.14–2.5% ფარგლებში მერყეობს. სტრუქტურის მიხედვით ჰოსიპოლი ნაფტალინის დიმერს წარმოადგენს, რომელც შეიცავს პიდროქსილის, ალდეჰიდის, მეთილისა და იზოპროპილის ჩამნაცვლებლებს.

არარაფინირებული ბამბის ზეთის გაცხელების ან შენახვის დროს ადგილი აქვს მთელი რიგი ნივთიერებების წარმოქმნას ჰოსიპოლიდან, რომლებიც განაპირობებენ პროდუქტის მუქ შეფერილობას.

კაროტინოიდები მოწითალო–მოყვითალო შეფერილობის პიგმენტებია. ისინი შედიან მთელი რიგი ცხიმების, ბოსტნეულისა და ხილის შემადგენლობაში და განაპირობებენ მათ შეფერილობას. ქიმიური ბუნების მიხედვით კაროტინოიდები **C₄₀H₅₆** შემადგენლობის ნახშირწყალბადებს წარმოადგენენ. მათ შორის განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს **β**- კაროტინი.

გარდა მღებავი თვისებებისა კაროტინოიდები ხასიათდებიან პროვიტამინური აქტივობით. ისინი ცოცხალ ორგანიზმში იშლებიან A-ვიტამინის წარმოქმნით.

ქლოროფილი ზეთებსა და ქონებს ანიჭებს მომწვანო შეფერილობას. მას დიდი რაოდენობით შეიცავს ფოთლოვანი ბოსტნეული.

სტერინები

ცხიმის თანმდევ პროდუქტთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი უკავიათ ციკლური აღნაგობის სპირტებსა და მათ ეთერებს.

სტერინები – ეს არის სტეროიდების ჯგუფში შემავალი ციკლური ნივთიერებები. ისინი ძირითადად წარმოადგენენ კრისტალურ ერთატომიან სპირტებს (სტეროლები) ან მათ ეთერებს (სტერიდები). ანსხვავებენ ცხოველური ობიექტებიდან გამოყოფილ ზოოსტერინებს, მცენარეული ობიექტებიდან გამოყოფილ ფიტოსტერინებს და მიკოსტერინებს, რომელთა გამოყოფა ხდება სოკოებიდან.

სტერინის მოლეკულაში მესამე ნახშირბად ატომთან დაკავშირებულია პიდროქსილის ჯგუფი, ხოლო მე-17 ნახშირბადთან – ნახშირწყალბადოვანი რადიკალი. სტერინები არ იხსნებიან წყალში, მაგრამ კარგად იხსნებიან ცხიმებში. ცხრილში მოყვანილია სხვადასხვა მცენარეში სტერინების შემცველობა .

სტერინების შემცველობა მცენარეებში

მცენარე	სტერინების შემცველობა %
ბამბა	1.6
სოია	0.35
რაფსი	0.30
სელი	0.4
არაქისი	0.25

მიუხედავად დაბალი შემცველობისა, სტერინები და მათი წარმოებულები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველქმედებაში. ეს ნივთიერებები ცილებთან წარმოქმნიან რთულ კომპლექსებს, მონაწილეობას ღებულობენ პროტოპლაზმისა და მემბრანების შემადგენლობაში, არეგულირებენ ნივთიერებათა ცვლას.

ნედლ ზეთებში შემავალი სტერინების ტიპური წარმომადგენლებია ბრასიკასტერინი, სტიგმასტერინი, კამპესტერინი და β -სიტოსტერინი. ისინი ძირითადად წარმოდგენილები არიან პალმიტინის, ოლეინის, ლინოლისა და ლინოლენის მჟავათა ეთერების სახით.

ქოლესტერინი შედის ყველა ცხოველის ქსოვილის შემადგენლობაში. მცენარეული წარმოშობის ქსოვილები ძირითადად არ შეიცავენ ან შეიცავენ ქოლესტერინს, ან შეიცავენ მას ძალიან მცირე რაოდენობით.

ქოლესტერინი წარმოადგენს უჯრედის სტრუქტურულ კომპონენტს, მონაწილეობას ღებულობს ჰორმონებისა და ნაღვლის მჟავების ცვლაში. ადამიანის ორგანიზმში არსებული ქოლესტერინის 70–80% სინთეზირდება ღვიძლსა და სხვა ორგანოებში. ქოლესტერინის შემცველობა სხვადასხვა პროდუქტებში მოცემულია ცხრილში

ქოლესტერინის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში

საკვები პროდუქტი	ქოლესტერინის შემცველობა %
კარაქი	0.17–0.21
კვერცხი	0.57
ყველი	0.28–1.61
ხორცი	0.06–0.1

სხვადასხვა ობიექტებიდან გამოყოფილ ცხიმები შეიცავენ სხვადასხვა აღნაგობის მქონე ნაჯერ და უჯერ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ჯაჭვში ნახშირბადის ატომების რაოდენობა C_{10} - C_{40} ფარგლებში მერყეობს. ამ ნახშირწყალბადთა დიდ ნაწილს იზოპრენოიდები (შედგებიან იზოპრენის სხვადასხვა რაოდენობის ნაშთებისაგან) წარმოადგენენ. მათ რიცხვს მიეკუთვნებიან კაროტინოიდები და ხშირ შემთხვევებში სტერინებიც.

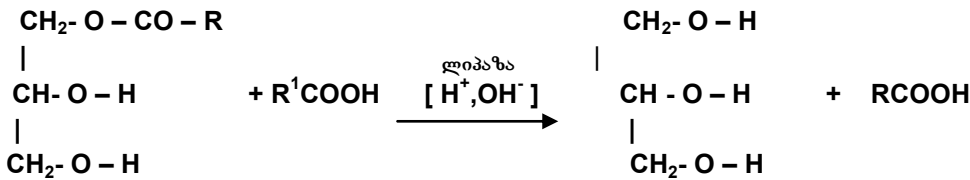
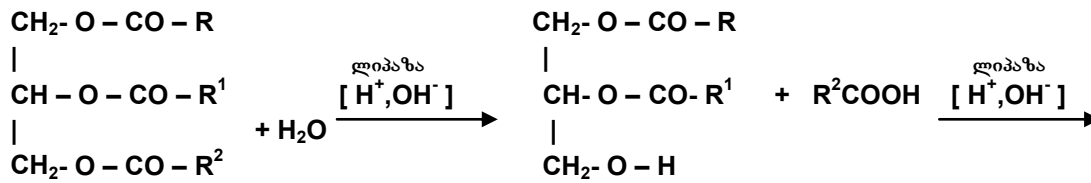
ლიპიდების ძირითადი გარდაქმნები

ცხიმები, სასურსათო პროდუქტებისა და მათი ნედლეულის ერთ-ერთი ყველაზე ლაბილური კომპონენტებია. მათ ქიმიურ თვისებებს პირველ რიგში, გლიცერიდების ქიმიური თვისებები განაპირობებენ. ამ უკანასკნელთა თვისებებს კი – მათში შემავალი ცხიმოვან მჟავათა ნაშთები და რთულ ეთეროვანი დაჯგუფებები.

გლიცერიდების ქიმიური გარდაქმნები შეიძლება გავყოთ ორ ძირითად ჯგუფად: რეაქციები, რომლებშიც მონაწილეობას ღებულობენ მხოლოდ რთულ ეთეროვანი დაჯგუფებები და რეაქციები, რომლებშიც მონაწილეობას ღებულობენ ცხიმოვან მჟავათა რადიკალები.

რთულეთეროვანი დაჯგუფების მონაწილეობით მიმდინარე გარდაქმნები გლიცერიდების ჰიდროლიზი

ტუტების, მჟავების და ფერმენტ ლიპაზის მოქმედებით ტრიგლიცერიდები ჰიდროლიზდებიან დი- და შემდეგ მონოგლიცერიდების, ხოლო საბოლოოდ კი გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავების ნარევის წარმოქმნით



მჟავე კატალიზატორების (სულფომჟავეები, გოგირდმჟავეა) თანაობისას პროცესებს წარმართავენ 100⁰ C-სა და ჭარბი წყლის პირობებში. კატალიზატორების გარეშე პროცესები წარმართება 220–225⁰ C-სა და 2–2.5 კპა წნევის პირობებში.

ცხიმების ჰიდროლიზს, კონცენტრირებული ტუტეების ხსნარებით შესააგნა ეწოდება, იგი საფუძვლად უდევს საპნის წარმოებას. ჰიდროლიზის პროცესის სიჩქარე დამოკიდებულია გლიცერიდების აღნაგობაზე, ტემპერატურასა და კატალიზატორის თანაობაზე. ცხიმოვანი მუავის ნახშირწყალბადოვანი ჯაჭვის სიგრძისა და უჯერობის ხარისხის ზრდა ამცირებს ჰიდროლიზის სიჩქარეს. ლიპაზის მოქმედებით გლიცერიდების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს საფეხურობრივად, პირველ სტადიაზე წარმოიქმნება 1,2-დიაცილგლიცერიდი, მეორეზე 2-მონოგლიცერიდი. მონოგლიცერიდების ჰიდროლიზის სიჩქარე აღემატება ტრიაცილგლიცერიდებისას. ჰიდროლიზის სიჩქარის მიხედვით, დიგლიცერიდებს უკავიათ შუალედური მდგომარეობა.

ცხიმების ჰიდროლიზი ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში ცხიმოვანი მჟავეების, გლიცერინის, მონო- და დიგლიცერიდების მისაღებად.

ცხიმებისა და ზეთების ჰიდროლიზური დაშლა მარცვლეულის, ფქვილის, ბურღულის და სხვა ცხიმშემცველი პროდუქტების ხარისხის გაუარესების და საბოლოო ჯამში – გაფუჭების ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს. პროცესს აჩქარებს ტენიანობის, ტემპერატურისა და ლიპაზის აქტიობის გაზრდა. ცხიმების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესებისა და კულინარული დამუშავების დროს.

ცხიმებისა და ზეთების ჰიდროლიზის სიჩქარე და სიღრმე ხასიათება მჟავეური რიცხვით.

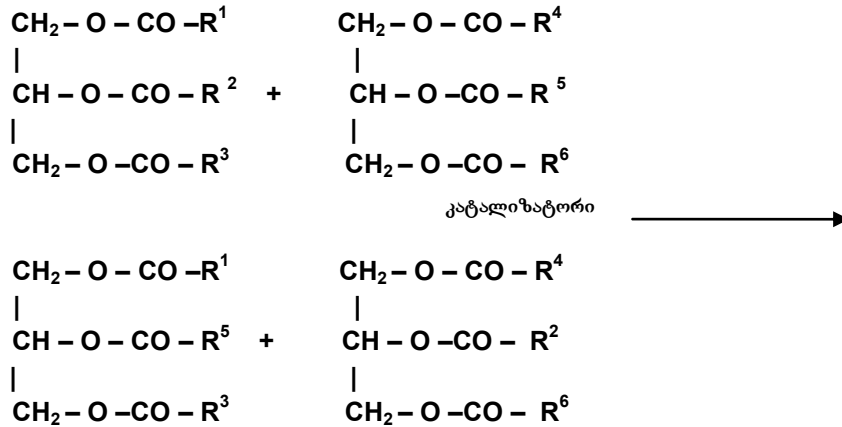
მჟავეური რიცხვი ეს არის 1 გ. ცხიმში შემავალი თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავეების გასანეიტრალებლად საჭირო კალიუმის ტუტის მილიგრამების რაოდენობა. მთელი რიგი საკვები პროდუქტების მჟავეური რიცხვი ნორმირდება სტანდარტით და წარმოადგენს მათი ხარისხის განმსაზღვრელ ძირითად მაჩვენებელს.

გადაეთერება

კატალიზატორების თანაობისას მიმდინარე რეაქციათა ჯგუფს, რომელთა დროსაც ადგილი აქვს გლიცერიდებში მჟავეური ჯგუფების მიმოცვლის საფუძველზე ახალი გლიცერიდების წარმოქმნას, გადაეთერების რეაქციები ეწოდებათ.

ტრიაცილგლიცერიდები, 80–90⁰C –ზე კატალიზატორების (ნატრიუმის ეთილატი ან მეთილატი, ალუმინოსილიკატები) თანაობისას მიმოცვლებიან მჟავეური ნაშთებით. ამასთან მჟავეური მიგრაცია შეიძლება განხორციელდეს, როგორც გლიცერიდის მოლეკულის შიგნით (შიგამოლეკულური გადაეთერება), ასევე მოლეკულებს შორის (მოლეკულათაშორისი გადაეთერება).

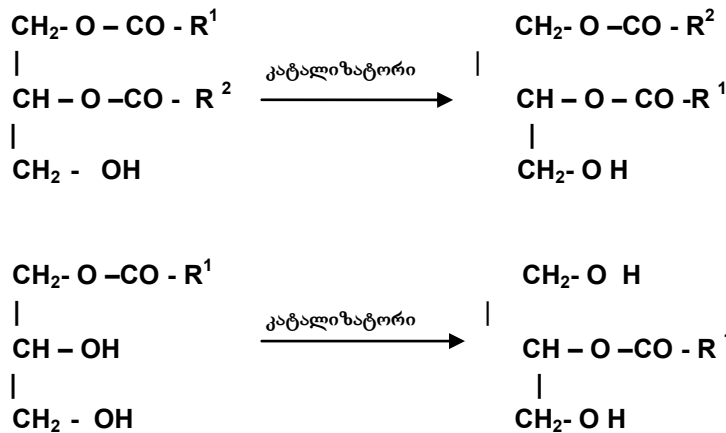
მოლეკულათაშორისი გადაეთერება ზოგადად შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ:



ტრიგლიცერიდების შიგამოლეკულური გადაეთერების პროცესი ზოგადად შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ:



შიგამოლეკულურ გადაეთერებას მიეკუთვნება დი- და მონოგლიცერიდებში მიმდინარე პროცესებიც



კატალიზატორების თანაობისას მიმდინარე გადაეთერების დროს ცხიმოვანი მჟავების საერთო შემადგენლობა უცვლელი რჩება. ადგილი აქვს მათ სტატისტიკურ გადანაწილებას ტრიგლიცერიდების მოლეკულების შემადგენლობაში, რასაც მიყვავართ ცხიმების ნარევის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ცვლილებასთან. ცხიმში, სხვადასხვა შემადგენლობის გლიცერიდული კომპონენტების ზრდა იწვევს ცხიმის პლასტიკურობის მატებას და ღვლის ტემპერატურისა და სიმკვრივის დაწევას.

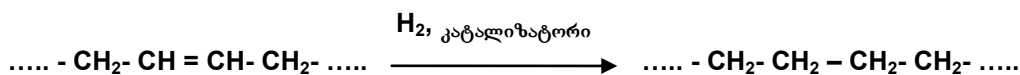
მაღალ ღვობადი ცხოველური და მცენარეული ცხიმებისა და თხევადი ზეთების გადაეთერება საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ პლასტიური საკვები ცხიმები ტრანს – იზომერული ცხიმოვანი მჟავების გარეშე და ლინოლის მჟავის მაღალი შემცველობით. მარგარინის ნაწარმისათვის განკუთვნილი გადაეთერებული ცხიმები ხასიათდებიან შემდეგი მაჩვენებლებით: 15^0C -ზე სიმკვრივე მერყეობს 30–130გ/სმ³

ფარგლებში, მყარი ტრიგლიცერიდების შემცველობა 20⁰C არ აღემატება 6–20%. სპეციალური დანიშნულების გადაეთერებული ცხიმები გამოიყენებიან პურ–ფუნთუშეულის, რძის ცხიმის ანალოგების, საკონდიტრო და კომბინირებული ცხიმების წარმოების დროს.

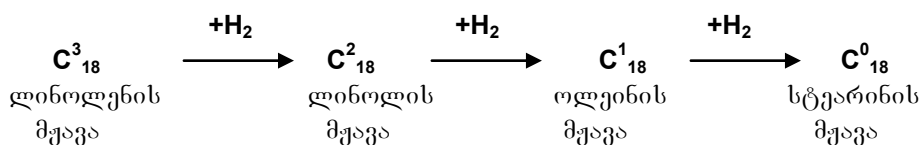
**ცხიმოვანი მჟავების რადიკალების მონაწილეობით
მიმდინარე რეაქციები
გლიცერიდების ჰიდროგენიზაცია**

გლიცერიდების ჰიდროგენიზაციის დროს უჯერი მჟავების ნაშთები იერთებენ წყალბადს, რაც საშუალებას იძლევა მიზანმიმართულად შევცვალოთ საწყისი ცხიმის მჟავური შემადგენლობა და მივიღოთ დნობის მაღალი ტემპერატურის მქონე მყარი ცხიმები.

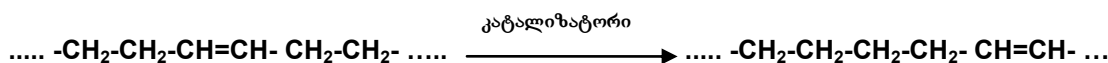
ცხიმებისა და ზეთების ჰიდროგენიზაცია მოლეკულური წყალბადით მიმდინარეობს ატმოსფერული წნევის პირობებში, 180–240⁰C ტემპერატურაზე, ნიკელის ან სპილენძ–ნიკელის კატალიზატორის თანაობისას. ჰიდროგენიზაციის დროს მიმდინარე ძირითადი ქიმიური რეაქცია სქემატურად შემდეგნაირად შეიძლება გამოვსახოთ:



რეაქციის პირობების შერჩევის საფუძველზე ეს პროცესი შეიძლება განვასორციელოთ საფეხურებრივად და სელექტიურად, რის შედეგადაც მივიღოთ წინასწარ განსაზღვრული თვისებების მქონე პროდუქტი, რომელსაც სალომასი ეწოდება.



ჰიდრირების სელექტიურობა აიხსნება იმ ფაქტით, რომ უნაჯერობის ხარისხის მატებასთან ერთად, მჟავების ჰიდრირების პროცესის სიჩქარე იზრდება. ჰიდრირება ჰეტეროგენული პროცესია და მიმდინარეობს გლიცერიდებისა და კატალიზატორის გამყოფ ზედაპირზე. აღსანიშნავია, რომ ჰიდრირების პროცესთან ერთად, პარალელურად მიმდინარეობს გეომეტრიული (ცის–ტრანს იზომერია) და სტრუქტურული იზომერების წარმოქმნაც, რაც არასასურველ პროცესს წარმოადგენს. ეს გარდაქმნები სქემატურად შემდეგნაირად შეიძლება გამოვსახოთ:



სტრუქტურული იზომერია



გეომეტრიული იზომერია

იზომერიზაციის რეაქციებიდან ერთ-ერთის უპირატესი წარმართვა დამოკიდებულია კატალიზატორის თვისებებსა და პროცესის პირობებზე.

გლიცერიდების ჟანგვა

ცხიმებისა და ცხიმშემცველი პროდუქტების დამამღების პროცესი, ლიპიდურ კომპლექსში მიმდინარე რთული ქიმიური და ბიოქიმიური პროცესების ერთობლიობაა. ანსხვავებენ ჟანგვით და ჰიდროლიტურ დამამღებას. თითოეული მათგანი, რეაქციის სიჩქარეზე მომქმედ ფაქტორებზე დამოკიდებულებით, შეიძლება დაიყოს ავტოკატალიზურ (არაფერმენტულ) და ფერმენტულ (ბიოქიმიურ) სახეობად.

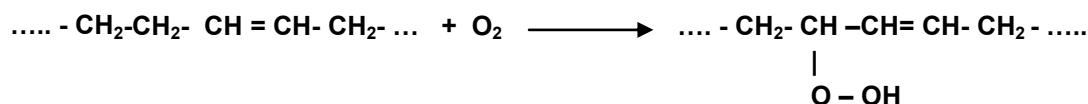
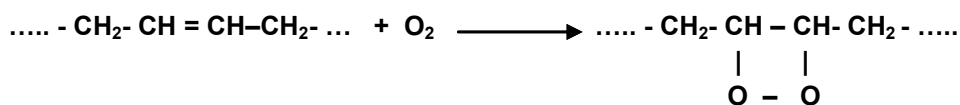
ფერმენტატიული ჟანგვითი დამამღება დამახასიათებელია ზეთოვანი კულტურების თესლების, მარცვლეულის და მათი გადამუშავების პროდუქტებისათვის (ფქვილი, ბურღული) შენახვის პროცესში. იგი მიმდინარეობს ფერმენტების – ლიპაზისა და ლიპოქსიგენაზის მონაწილეობით.

ლიპაზის მოქმედებით ადგილი აქვს გლიცერიდების ჰიდროლიზს. ხოლო ლიპოქსიგენაზა განაპირობებს უჯერი ცხიმოვანი მჟავების (ძირითადად ლინოლის და ლინოლენის) ჰიდროპეროქსიდების წარმოქმნას. აღსანიშნავია, რომ თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები იჟანგებიან ბევრად უფრო სწრაფად ანუ ცხიმოვანი მჟავების ჟანგვის სიჩქარე ბევრად აღემატება მათი ეთერების (ცხიმის) ჟანგვის სიჩქარეს.

ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში ამბავს, ცხიმშემცველი პროდუქტის ან ნედლეულის თავისებურებასა და გარემო პირობებზე დამოკიდებულებით, შეიძლება წარიმართოს ფერმენტული ან არა ფერმენტული მექანიზმით, ზოგ შემთხვევაში, კი შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ორივე ტიპის ამბავს.

ზეთები და ქონები, ასევე ცხიმშემცველი პროდუქტები (ზეთოვანი კულტურები, ფქვილი, ბურღული, საკონდიტრო ნაწარმი და სხვა) ჰაერის ჟანგბადის, შუქის, ტენის, და ფერმენტების გავლენით თანდათანობით იძენენ არასასიამოვნო სუნსა და გემოს. ზოგი მათგანი უფერულდება. მათში გროვდება ორგანიზმისათვის მავნე, ჟანგვის პროდუქტები, რის გამოც მცირდება მათი კვებითი და ფიზიოლოგიური ღირებულება, საბოლოო ჯამში ისინი შეიძლება საკვებად გამოუსადეგარნი გახდნენ.

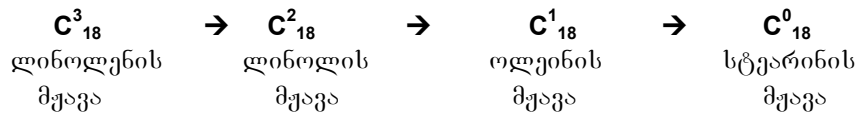
ჟანგვის პროცესი განსაკუთრებით ინტენსიურად მიმდინარეობს უჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველ ლიპიდებში. ჟანგვის პირველად პროდუქტებს წარმოადგენენ სხვადასხვა აღნაგობის მქონე პეროქსიდები და ჰიდროპეროქსიდები.



ძირითადად ჟანგვას განიცდის ორმაგი ბმის გვერდით მყოფი **-CH₂-** ჯგუფი, განსაკუთრებით სწრაფად კი ორი ორმაგი ბმის შუაში მყოფი ჯგუფი. ჟანგვის შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტები ძალიან არა მდგრადი ნაერთებია, ისინი, რთული გარდაქმნების შედეგად წარმოქმნიან ჟანგვის მეორად პროდუქტებს: ოქსი- და ეპოქსი ნაერთებს, სპირტებს, ალდეჰიდებს, კეტონებს, სხვადასხვა სიგრძის ნახშირბადოვანი ჯაჭვის მქონე მჟავებსა და მათ წარმოებულებს. ჟანგვის მეორადი პროდუქტები წარმოქმნას შეიძლება თან სდევდეს ჯაჭვის გაწყვეტაც.

გლიცერიდების ჟანგვა ჰაერის ჟანგბადით – ავტოკატალიზური პროცესია, რომელსაც საფუძვლად უდევს რადიკალური მექანიზმის მქონე, ჯაჭვური გარდაქმნები. წარმოქმნილი პროდუქტები ხასიათდებიან პოლიმერიზაციისა და პოლიკონდენსაციის უნარით.

დადგენილია, რომ ცხიმების ჟანგვის სიჩქარე, პირველ რიგში დამოკიდებულია გლიცერიდებში შემავალი კარბომჟავების უჯერობის ხარისხზე. რაც უფრო უჯერია ცხიმში შემავალი მჟავა, მით უფრო ჩქარა მიმდინარეობს ჟანგვითი პროცესი. ჟანგვის უნარის მიხედვით კარბომჟავები შეიძლება განვალაგოთ შემდეგი თანმიმდევრობით:



ლინოლენის, ლინოლის და ოლეინის მჟავების ეთერების ჟანგვის სიჩქარეები ისე შეეფარდება ერთმანეთს როგორც 77 : 27 : 1. ჟანგვის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს ტენისა და მეტალთა იონების შემცველობა.

ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების შემცველი გლიცერიდები ჩვეულებრივ პირობებში ჰაერის ჟანგბადით პრაქტიკულად არ იჟანგებიან.

ჟანგვის სიჩქარეზე დიდ გავლენას ახდენენ ანტიდამჟანგველები (ანტიოქსიდატები, ინჰიბიტორები) – ნივთიერებები, რომლებიც წყვეტენ ჟანგვითი პროცესის ჯაჭვებს.

ანტიოქსიდატებს შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ ფენოლური ბუნების ნაერთებს. ბუნებრივი ანტიდამჟანგველებიდან აღსანიშნავია ტოკოფეროლები (ვიტამინი **E**). ანტიოქსიდატების 0.01% დამატება ჟანგვის სიჩქარეს 10–15-ჯერ ამცირებს.

ანტიოქსიდატების აქტიურობა და მოქმედების სიჩქარე მკვეთრად მატულობს სინერგისტების თანაობისას. (ბერძნულად **synergos** ნიშნავს ერთად მოქმედებას). სინერგისტების მოქმედების მექანიზმი დაკავშირებულია მათ უნართან შებოჭონ ცვალებადი ვალენტობის მეტალები (**Pb, Cu, CO, Mn, Fe** და სხვა), რომლებიც ჟანგვის პროცესების კატალიზატორების როლს ასრულებენ. სინერგისტების როლს ასრულებენ ლიმონისა და ასკორბინის მჟავები, ფოსფოლიპიდები.

ცხიმების ჟანგვის სიჩქარე მკვეთრად კლებულობს გარემოში ჟანგბადის შემცველობის შემცირებით. ცხიმების ჟანგვითი პროცესი ჩქარდება მაღალი ტემპერატურისა და განათების გავლენით.

ლიპიდების ჟანგვის პროცესი შეიძლება მიმდინარეობდეს ბიოლოგიური კატალიზატორების – ფერმენტების, კერძოდ ლიპოქსიგენაზის მოქმედებითაც.

ფერმენტატიული ჟანგვითი დამძაღვა დამახასიათებელია ზეთოვანი კულტურების თესლების, ხორბლისა და მისი გადამუშავების პროდუქტების (ფქვილი, ბურღული) შენახვის დროს. ეს პროცესი მიმდინარეობს ფერმენტების – ლიპაზისა და ლიპოქსიგენაზის მოქმედებით.

ჟანგვის მეორადი პროდუქტები განაპირობებენ ცხიმის დამძაღვის დროს წარმოქმნილ არასასიამოვნო სუნსა და გემოს. ისინი ცვლიან ცხიმის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებსა და მანვენებლებს, ხელს უწყობენ ვიტამინების დაშლას, იწვევენ ორგანიზმზე ტოქსიურ მოქმედებას.

ამძაღვის პირველი ეტაპი – ტრიგლიცერიდების დაშლა თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნით წარმოადგენს ფერმენტატიული ჰიდროლიზური დამძაღვის მაგალითს.

არაჰიდროლიზური დამძაღვა შესაძლებელია მიმდინარეობდეს ფერმენტების მონაწილეობის გარეშე.

ცხიმების გაფუჭებას თან სდევს არამარტო გლიცერიდების, არამედ სხვა თანმხლები ნივთიერებების ცვლილებაც. მაგალითად ზეთების გაუფერულება გამოწვეულია კაროტინოიდების ჟანგვით, ხოლო ობით დაზიანებული თესლებიდან მიღებული ზეთის მუქი ფერი გამოწვეულია მოკოტოქსინების ჟანგვით. ბამბის ზეთის მუქ ფერს (ყავისფერიდან შავამდე) განაპირობებენ ჰოსიპოლის ჟანგვის პროდუქტები. ცხიმების გაფუჭებას თან ახლავს დესტრუქციისა და პოლიმერიზაციის პროცესები. ფოსფატილქოლინის დესტრუქციის შედეგად წარმოქმნილი ტრიმეთილამინი (**(CH₃)₃N**) განაპირობებს დამძაღვებული ზეთების თევზის სუნს.

ცხიმები და ცხიმშემცველი პროდუქტები ხასიათდებიან არაერთგვაროვანი შენახვის უნარიანობით, რაც აუცილებლად უნდა აისახოს მათ შეფუთვაში, შენახვის პირობებსა და ვადებში. განსაკუთრებით დაბალი შენახვის უნარიანობით ხასიათდებიან კარაქი, მარგარინი, კომბინირებული ცხიმები, ქათმის ცხიმი. ამის მიზეზია მათი მაღალი ტენიანობა, ცილოვანი და მინერალური ნივთიერებების არსებობა, რომლებიც ხელს უწყობენ მიკროფლორის განვითარებას და შესაბამისად ბიოქიმიური დამძაღვის პროცესების ინტენსიურ განვითარებას.

ფოსფოლოპიდების თვისებები

ფოსფოლოპიდების ქიმიური გარდაქმნები განპირობებულია მისი სტრუქტურული ელემენტების ბუნებით, აღნაგობით და ქიმიური ბმების სახეებით. მათთვის დამახასიათებელია მჟავა და ტუტე არეში პიდროლიზი. ბუნებრივი ობიექტებიდან გამოყოფილია, სხვადასხვა მოქმედების ხასიათის მქონე პიდროლაზები.

ფოსფოლოპიდების პოლარული ჯგუფები ურთიერთქმედებენ წყლის დიპოლტთან, ცილებისა და ნახშირწყლების პოლარულ ჯგუფებთან რთული კომპლექსების წარმოქმნით.

ფოსფოლოპიდების ნაწილი არ გამოიყოფა ან გამოიყოფა მხოლოდ პიდრატაციის სპეციალური მეთოდების გამოყენებით. მათ არაპიდრატირებადი ფოსფოლოპიდები ეწოდებათ. თანამედროვე წარმოდგენით ეს არის ჟანგვითი პროცესების კატალიზატორების თვისებების მქონე კომპლექსური ნივთიერებები – ფოსფოლოპიდების ნაერთები მეტალთა იონებთან (Ca^+ , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}), სტეროლებთან და ალიფატურ სპირტებთან.

ფერმენტული და ქიმიური მოდიფიცირების საფუძველზე, წარმოებაში დებულობენ სხვადასხვა სახის ფოსფოლოპიდებს (ლეციტინებს), რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან კვების მრეწველობაში.

3. ლიპიდების გარდაქმნები სასურსათო პროდუქტების წარმოების პროცესში

სასურსათო პროდუქტების საწყის ნედლეულში (მარცვლეული, ბურღული, ხორცი, რძე, ქონები და ზეთები, ხილი და ბოსტნეული და სხვა) შემაჯავალი ლიპიდები, როგორც წარმოების დროს, ასევე სახლის პირობებში განიცდიან სხვადასხვა სახის გარდაქმნებს. საკმაოდ დიდ ცვლილებებს აქვს ადგილი სასურსათო პროდუქტების შენახვის დროს. ეს გარდაქმნები ცვლიან პროდუქტების შემადგენლობას, და შესაბამისად მათ კვებით და ბიოლოგიურ ღირებულებას.

ამ გარდაქმნების ძირითადი მიმართულებებია: ლიპიდების პიდროლიზი, ჟანგვითი და ბიოქიმიური დამბადება. ამ პროცესების სიღრმე და ინტენსიურობა დამოკიდებულია ლიპიდების შემადგენლობაზე, თანაურ, დამატებულ და წარმოქმნილ ნივთიერებებზე, ტენიანობაზე, მიკროორგანიზმების თანაობაზე, ფერმენტთა აქტიობაზე, ჟანგბადთან კონტაქტზე, და პროდუქტის შეფუთვისა და სხვა ფაქტორებზე. ზემოთ აღნიშნულიდან ნათლად ჩანს, თუ რამდენად რთულია ლიპიდურ კომპლექსში მიმდინარე პროცესები. მაგალითად ზეთებში, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ პოლიუჯერ მჟავებს, ძირითადად მიმდინარეობს ავტოჟანგვის პროცესი ჰაერის ჟანგბადის მონაწილეობით.

ტენის დაბალი შემცველობის და მინერალური ნივთიერებების არ არსებობის გამო ლიპიდები არ წარმოადგენენ მიკროორგანიზმების გამრავლებისათვის სასურველ გარემოს და ხასიათდებიან შედარებით მაღალი შენახვისუნარიანობით.

ცხოველური ცხიმები (საქონლის, ღორის და ცხვრის ქონი) თითქმის არ შეიცავენ ანტიოქსიდატებს, რაც მათი შენახვის უნარიანობის შემცირებას იწვევს. შენახვის მიმართ შედარებით არამდგრადობით გამოირჩევიან კარაქი, მარგარინები და კომბინირებული ცხიმები. ეს გამოწვეულია მაღალი ტენიანობით, ცილოვანი და მინერალური ნივთიერებების თანაობით, რაც ამბადების ბიოქიმიური პროცესის ინტენსიფიკაციას იწვევს.

არა ნაკლებ რთული გარდაქმნები მიმდინარეობენ სასურსათო პროდუქტებისა და ნედლეულის ლიპიდურ კომპლექსში შენახვის დროს. მაგალითად ხორბლის ფქვილის შენახვისას ადგილი აქვს პიდროლიტურ და ჟანგვით დამბადებას, წარმოქმნილი პროდუქტები ურთიერთქმედებენ ცილებთან, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს ფქვილის პურსაცხობ თვისებებზე.

ჟანგვითი პროცესების განვითარების დროს ცხიმებსა და ცხიმშემცველ პროდუქტებში გროვდება ადამიანის ორგანიზმზე უარყოფითად მომქმედი ნივთიერებები, რის გამოც სასურსათო პროდუქტების შემცველ ლიპიდებში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესების თავიდან აცილება ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს.

4. ზეთებისა და ქონების კვებითი ღირებულება

ზეთები და ქონები წარმოადგენენ ადამიანის ორგანიზმის ენერგეტიკულ და პლასტიკურ მასალას, მთელი რიგი აუცილებელი ნივთიერებების (უპერი ცხიმოვანი მჟავების, ფოსფოლიპიდების, ცხიმშიხსნადი ვიტამინების, სტერინების) წყაროს, ანუ წარმოადგენენ საკვების აუცილებელ კომპონენტებს და განაპირობებენ მის ბიოლოგიურ ღირებულებას.

საკვებ რაციონში ცხიმის შემცველობის ოპტიმალური რაოდენობა შეადგენს 30-33%, სამხრეთის რაიონის მოსახლეობისათვის 27-28%, ჩრდილოეთის 38-40%.

ცხიმის ხანგრძლივი დროით შეზღუდვამ ან აუცილებელი კომპონენტების დაბალი შემცველობის ცხიმების ხანგრძლივმა მოხმარებამ უარყოფითად მოქმედებს ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე: ირღვევა ცენტრალური ნერვული სისტემის მუშაობა, მცირდება ორგანიზმის მდგრადობა სხვადასხვა ინფექციური დაავადებების მიმართ, მცირდება სიცოცხლის ხანგრძლიობა. ასევე მანებელია ცხიმების დიდი რაოდენობით მოხმარებაც, რომელიც სიმსუქნის, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების და ნაადრევი სიბერის მიზეზი შეიძლება გახდეს.

სასურსათო პროდუქტებში შემაჯავლი ცხიმები პირობითად იყოფა ხილულ (ზეთები, ქონები, კარაქი, მარგარინები, კულინარული ცხიმები) და უხილავ (ხორცისა და ხორცის პროდუქტების, თევზის, რძის და რძის პროდუქტების, ბურღულში, პურ-ფუნთუშეულსა და საკონდიტრო პროდუქტებში შემაჯავლი ცხიმი) ცხიმებად.

ცხრილში მოცემულია პროდუქტები, რომლებიც წარმოადგენენ ცხიმების ძირითად წყაროს საკვებ რაციონში.

ცხიმების შემცველობა საკვებ პროდუქტებში

პროდუქტები	ცხიმის შემცველობა %
რაფინირებული ზეთები	99.7 – 99.8
კარაქი	61.5 –82.5
მარგარინი	40 –82.2
კომბინირებული ცხიმები	50 –72
კულინარული ცხიმები	99.0
რძის პროდუქტები	3.5–30
შოკოლადი	35–40
კამფეტები (ზოგიერთი სორტი)	30–35
ნამცხვარი	10–11
წიწიბურის ბურღული	3.3
შერიის ბურღული	6.1
ყველი	25–50
ძეხვის ნაწარმი	10–23

ცხრილში მოყვანილი პროდუქტების ნაწილი წარმოადგენს მცენარეული, ნაწილი კი ცხოველური ცხიმის წყაროს.

კვების დროს მნიშვნელობა აქვს არა მარტო ცხიმის რაოდენობას, არამედ მის შემადგენლობასაც. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს პოლიუჯერი მჟავების შემცველობას, რომელთაც ესენციური ანუ შეუცვლადი მჟავები ეწოდებათ. მათ მიეკუთვნებათ ლინოლის, ლინოლენის და არაქიდონის მჟავები.

ლინოლისა და ლინოლენის მჟავები არ სინთეზირდებიან ადამიანის ორგანიზმში, არაქიდონის მჟავა სინთეზირდება ლინოლის მჟავიდან ვიტამინ **B6**-ის მონაწილეობით.

ლინოლენის მჟავა წარმოქმნის სხვა პოლიუჯერ მჟავებს. α - ლინოლენის მჟავა შედის ომეგა-3¹⁴ პოლიუჯერი მჟავების ოჯახის შემადგენლობაში. ლინოლის, γ -ლინოლენის და არქიდონის მჟავები შედიან ომეგა-6 ოჯახის¹⁵ შემადგენლობაში. დიეტოლოგების რეკომენდაციით ჯანმრთელი ადამიანის რაციონში ომეგა-6/ომეგა-3 უნდა შეადგენდეს 10:1, ხოლო სამკურნალო კვებისათვის ეს თანაფარდობა 3:1 დან 5:1-მდე ფარგლებში იცვლება.

XX საუკუნის 50-იან წლებში დადგენილ იქნა, პოლიუჯერი მჟავების აუცილებლობა ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. ისინი შედიან უჯრედის მემბრანების აღნაგობაში, მონაწილეობას ღებულობენ უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლაში, ხელს უწყობენ ჭარბი ქოლესტერინის გამოდევნას ორგანიზმიდან, რითაც ამცირებენ ათეროსკლეროზის წარმოქმნის საშიშროებას და ამადლებენ სისხლ-ძარღვების ელასტიურობას. მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ამ ფუნქციებს ასრულებენ პოლიუჯერი მჟავების მხოლოდ ცის-იზომერები. საკვებში ესენციალური მჟავების არ არსებობის დროს წყდება ორგანიზმის ზრდა-განვითარება და წარმოიქმნება სხვა მძიმე დაავადებები. ამ მჟავების ბიოლოგიური აქტიობა საკმაოდ განსხვავებულია, განსაკუთრებით მაღალი აქტიობით ხასიათდება არაქიდონის მჟავა, შემდეგ ლინოლის, ხოლო ლინოლენისა 8-10-ჯერ ნაკლებია ლინოლისაზე.

საკვებ პროდუქტებს შორის პოლიუჯერი მჟავებით მდიდარია ზეთები, განსაკუთრებით სიმინდის, მხესუმზირისა და სოიოს. მათში ლინოლენის შემცველობა 50-60%-ს აღწევს, შედარებით დაბალია მისი შემცველობა მარგარინში 20%-მდე, ხოლო ქონებში იგი ძალიან მცირე რაოდენობითაა, საქონლის ქონში - 0.6%. არაქიდონის მჟავის შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში საკმაოდ დაბალია, ზეთებში იგი პრაქტიკულად არ არის. შედარებით მაღალია მისი შემცველობა კვერცხში -0.5%, სუბპროდუქტებში 0.2-0.3%, ტენში 0.5%. ამჟამად თვლიან, რომ ლინოლის მჟავის სადღეღამისო ნორმა 6-10 გ. შეადგენს, მისი ჯამური შემცველობა საკვები რაციონის ცხიმში არ უნდა იყოს საერთო კალორიულობის 4%-ზე ნაკლები. ახალგაზრდა, ჯანმრთელი ორგანიზმის საკვები რაციონი დაბალანსირებული უნდა იყოს ცხიმოვანი მჟავების შემცველობის მიხედვით. იგი უნდა შეიცავდეს 10-12% პოლიუჯერ, 50-60% მონოუჯერ და 30% ნაჯერ ცხიმოვან მჟავებს, რაც მიიღწევა რაციონში 1/3 ზეთების და 2/3 ცხოველური ცხიმის არსებობით. ხანშიშესული ადამიანებისათვის პოლიუჯერი და ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავების თანაფარდობა უნდა იყოს 2 : 1 , ხოლო ლინოლისა და ლინოლენის მჟავების კი 10 : 1.

კვებაში, მნიშვნელოვანი ადგილი უკავიათ ფოსფოლიპიდებს, რომლებიც შედიან უჯრედის მემბრანების შემადგენლობაში და მონაწილეობას ღებულობენ ორგანიზმში ცხიმების ტრანსპორტირების პროცესში, ამავე დროს ისინი ხელს უშლიან ღვიძლში ცხიმის დაგროვებას. ფოსფოლიპიდების სადღეღამისო ნორმა 5-10 გ.-ს შეადგენს.

ქოლესტერინის ფიზიოლოგიური როლი ორგანიზმში საკმაოდ მნიშვნელოვანია, მაგრამ სისხლში მისი დონის მატება ხელს უწყობს ათეროსკლეროზის წარმოქმნასა და განვითარებას. მოზრდილი ადამიანისათვის, მისი სადღეღამისო ნორმა არ აღემატება 0.5 გ. საკვებ რაციონში ქოლესტერინის ძირითად წყაროს წარმოადგენს: კვერცხი (0.57%), კარაქი (0.2-0.3%), სუბპროდუქტები (0.2-0.3%).

აღსანიშნავია, რომ ზეთები წარმოადგენენ ვიტამინი **E**-სა და **β** - კაროტინის ერთადერთ წყაროს, ხოლო ქონები კი **A** და **B** ვიტამინების.

¹⁴ ომეგა -3 უჯერი მჟავების ოჯახს მიეკუთვნებიან პოლიუჯერი მჟავები, რომელთაც უჯერი ბმა აქვთ ომეგა-3 პოზიციაში, ანუ მესამე ნახშირბადთან ცხიმოვანი მჟავის ჯაჭვის მეთილის ბოლოდან..

¹⁵ ომეგა -6 უჯერი მჟავების ოჯახს მიეკუთვნებიან პოლიუჯერი მჟავები, რომელთაც უჯერი ბმა აქვთ ომეგა-6 პოზიციაში, ანუ მეექვსე ნახშირბადთან ცხიმოვანი მჟავის ჯაჭვის მეთილის ბოლოდან..

5. მინერალური ნივთიერებები

მინერალური ნივთიერებების როლი ადამიანის ორგანიზმისათვის

ელემენტების უმრავლესობა ცოცხალი მატერიის შემადგენლობაში შედის მინერალური მარილების, იონების, კომპლექსური და ორგანული ნაერთების სახით და აქედან გამომდინარე წარმოადგენენ შეუცვლად ნუტრიენტებს.

ადამიანის ორგანიზმში აღმოჩენილ იქნა პრაქტიკულად ყველა ქიმიური ელემენტი. მართლია მინერალური ნივთიერებები არ ხასიათდებიან ენერგეტიკული ღირებულებით, როგორც ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები, მაგრამ ისინი სიცოცხლისათვის აუცილებელ კომპონენტებს წარმოადგენენ.

მინერალური ნივთიერებები ორგანიზმში მრავალ ფუნქციას ასრულებენ, მათ შორის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია – პლასტიკური ფუნქცია. განსაკუთრებით დიდია მათი როლი ძვლოვანი და კბილის ქსოვილის წარმოქმნაში. გარდა ამისა, მინერალური ნივთიერებები განაპირობებენ სისხლისა და ქსოვილების სითხეების ოსმოსურ წნევას, ხელს უწყობენ ციტოპლაზმის კოლოიდური მდგომარეობის შენარჩუნებას, შედიან ფერმენტების, ჰორმონების და სხვა ორგანული ნივთიერებების შემადგენლობაში.

მინერალური ნივთიერებები, იონების სახით, მონაწილეობენ ნერვული იმპულსების გადაცემაში, განაპირობებენ სისხლის შედედებას და ორგანიზმში მიმდინარე სხვა ფიზიოლოგიური პროცესებს.

ადამიანის ორგანიზმსა და საკვებ პროდუქტებში შემავალი მინერალური ნივთიერებებს რაოდენობის მიხედვით ყოფენ: მაკრო- და მიკრო და ულტრამიკროელემენტებად. მაკროელემენტების შემცველობა ორგანიზმში $10^{-2}\%$ -ზე მაღალია, ხოლო მიკროელემენტებისა 10^{-3} – $10^{-5}\%$ -ის ფარგლებში მერყეობს. თუ ელემენტის შემცველობა $10^{-5}\%$ -ზე დაბალია, ის ულტრამიკროელემენტებს მიეკუთვნება.

მაკროელემენტებს მიეკუთვნება კალიუმი, ნატრიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, ქლორი და გოგირდი.

მიკროელემენტები პირობითად იყოფიან სასიცოცხლოდ აუცილებელ (კობალტი, რკინა, სპილენძი, მანგანუმი, თუთია, იოდი, ბრომი, ფტორი) და ე.წ. “ალბათ აუცილებელ” (ალუმინი, სტრონციუმი, მოლიბდენი, სელენი, ნიკელი, ვანადიუმი და სხვა) ელემენტებად.

სასიცოცხლოდ აუცილებელი ეწოდებათ ელემენტებს, რომელთა ნაკლებობის ან არ არსებობის დროს ირღვევა ორგანიზმის ნორმალური ცხოველქმედება. სასიცოცხლოდ აუცილებელი ელემენტის მინიმალური მიწოდების დროს ორგანიზმი ფუნქციონირებს არსებობის ზღვარზე. ეს მოვლენა ძირითადად აიხსნება იმ ფერმენტების აქტიობის შემცირებით, რომელთა შემადგენლობაში შედის აღნიშნული ელემენტი.

მიკროელემენტების განაწილება ორგანიზმში, ძალიან განსხვავებულია და პირველ რიგში დამოკიდებულია მათ ქიმიურ თვისებებზე.

თანამედროვე ადამიანის რაციონში განსაკუთრებით დეფიციტურ ელემენტებს მიეკუთვნება კალციუმი და რკინა, ხოლო ჭარბს – ნატრიუმი და ფოსფორი.

ამა თუ იმ ელემენტის ნაკლებობა ან სიჭარბე იწვევს ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლებისა და ვიტამინების ცვლის დარღვევას, რაც საბოლოო ჯამში მთელი რიგი დაავადებების განვითარების მიზეზი ხდება. ცხრილში მოყვანილია სხვადასხვა მინერალური ნივთიერებების დეფიციტის დროს განვითარებული დაავადებებისათვის დამახასიათებელი სიმპტომები

კალციუმისა და ფოსფორის თანაფარდობის დარღვევის დროს განსაკუთრებით ხშირად აღინიშნება კბილების კარიესი და ძვლების სისუსტე. წყალში ფტორის ნაკლებობა, პირველ რიგში კბილების ემალის დაშლის მიზეზი ხდება. წყალსა და საკვებში იოდის ნაკლებობა კი ფარისებური ჯირკვლის დაავადების მიზეზია. ამრიგად საკვებში მინერალური ნივთიერებების ოპტიმალური რაოდენობა, მრავალი დაავადების თავიდან აცილებისა და პროფილაქტიკის საშუალებაა.

მინერალური ნივთიერებების დეფიციტის დროს
განვითარებული დაავადებებისათვის დამახასიათებელი სიმპტომები

ელემენტი	დაავადების სიმპტომი
კალციუმი	ჩონჩხის ზრდის შეჩერება
მაგნიუმი	კუნთების სპაზმი
რკინა	იმუნური სისტემის დარღვევა, ანემია
თუთია	კანის ქსოვილების დაზიანება, ზრდის შეჩერება, სქესობრივი მომწიფების შეჩერება.
სპილენძი	ღვიძლის ფუნქციონირების დარღვევა, მეორადი ანემია.
მანგანუმი	უშვილობა, ჩონჩხის ზრდის შეჩერება
მოლიბდენი	უჯრედის ზრდის შეჩერება, მიდრეკილება კარიესისადმი
კობალტი	ავთვისებიანი ანემია
ნიკელი	დეპრესიები, დერმატიდი
ქრომი	დიაბეტის სიმპტომების განვითარება
სილიციუმი	ჩონჩხის ზრდის დარღვევა
ფტორი	კბილების კარიესი
იოდი	ფარისებრი ჯირკვლის მუშაობის დარღვევა, მეტაბოლიზმის შენელება
სელენი	გულის კუნთის შესუსტება

მინერალურ ნივთიერებათა ცვლის დარღვევა ორგანიზმში შესაძლებელია გამოწვეულ იქნას:

- არაბალანსირებული კვებით, რა გამოიხატება ცილების, ნახშირწყლებისა და ცხიმების ნაკლებობით ან სიჭარბით;
- სასურსათო პროდუქტების არასწორი კულისარული დამუშავებით. მაგალითად გაყინული ხორცის ან თევზის გაღებვა წყალში, მინერალური ნივთიერებებით მდიდარი ბოსტნეულისა და ხილის ნახარშის გადაღვრა;
- როდესაც არ ხდება, სხვადასხვა ფიზიოლოგიური მიზეზებით გამოწვეული მინერალური დისბალანსის კორექტირება, საკვები რაციონში შესაბამისი ცვლილებების შეტანით;
- საჭმლის მომწიფებელი სისტემის მიერ მინერალური ნივთიერებების შეწოვის პროცესის დარღვევა ან დიდი რაოდენობით სითხის დაკარგვა.

**ცალკეული მინერალური ელემენტის როლი
მაკროელემენტები
კალციუმი**

კალციუმი, ფოსფორმუჟავას მარილების სახით წარმოადგენს ძვლებისა და კბილების ძირითად სტრუქტურულ ელემენტს, შედის უჯრედის ბირთვის, უჯრედების და ქსოვილების სითხეების შემადგენლობაში, აუცილებელია სისხლის შედეგებისათვის, მინაწილეობას ღებულობს ნერვული

იმპულსების გადაცემაში, გულისა და ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვის პროცესში, წარმოადგენს მთელი რიგი ფერმენტების აქტიურობის საფუძველს.

კალციუმი მიეკუთვნება ძნელად ათვისებელ ელემენტთა რიცხვს. საკვებში შემავალი კალციუმის ნაერთები წყალში არ იხსნებიან. ასევე უარყოფითად მოქმედებს ამ ელემენტის შეწოვაზე, წვრილი ნაწლავების ტუბე არე. კალციუმის შეწოვა მხოლოდ ნაღვლის მუხავების მოქმედებით ხდება.

კალციუმის ასიმილაციაზე დიდ გავლენას ახდენს არა მარტო მისი შემცველობა სასურსათო პროდუქტებში, არამედ სხვა ნივთიერებებთან, პირველ რიგში, მისი თანაფარდობა ცხიმებთან, მაგნიუმთან, ფოსფორსა და ცილებთან. ცხიმების სიჭარბის, დროს ნაღვლის მუხავების კონკურენტული გამოყენების გამო კალციუმის მნიშვნელოვანი ნაწილი არ შეითვისება ორგანიზმის მიერ. კალციუმის შეწოვის დონეზე უარყოფით გავლენას ახდენს მაგნიუმის იონების სიჭარბეც.

თუ ფოსფორის შემცველობა საკვებში ორჯერ აღემატება კალციუმის შემცველობას, წარმოიქმნება ხსნადი მარილები, რომლებიც სისხლით გამოირეცხებიან ძვლოვანი ქსოვილიდან. კალციუმი, რომელიც ამ გზით ხვდება სისხლძარღვებში განაპირობებს მათ სიმყიფეს, ხოლო თირკმლის ქსოვილებში მოხვედრისას წარმოადგენს თირკმლის ქვების წარმოქმნის მიზეზს. მოზრდილი ადამიანისათვის ფოსფორისა და კალციუმის ოპტიმალური თანაფარდობა 1 : 1.5-ის ტოლია, რაც საკმაოდ რთული დასაცველია, იმ უბრალო მიზეზის გამო, რომ საკვები პროდუქტების უმრავლესობა ბევრად უფრო მდიდარია ფოსფორით.

კალციუმის შეთვისებაზე განსაკუთრებით უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეულ საკვებ პროდუქტებში შემავალი ფიტინი და მჟაუმჟავა, რომლებიც კალციუმთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნიან უხსნად მარილებს.

კალციუმის სადღეღამისო ნორმა მოზრდილი ადამიანისათვის 800 მგ. შეადგენს, ხოლო ბავშვებისა და მოზრდილთათვის კი 1000 მგ.-ს აღემატება.

კალციუმის ნაკლებობის ან მისი შეწოვის დარღვევის დროს წარმოიქმნება მისი დეფიციტი. მოზრდილ ადამიანებში იგი ძვლოვანი ქსოვილის დემინერალიზაციით – ოსტეოპოროზით გამოიხატება, ხოლო ბავშვებში – რაქიტით, რაც ჩონჩხის ჩამოყალიბების დარღვევით ხასიათდება.

კალციუმის საუკეთესო წყაროს (100–1000მგ/100 გ.პროდუქტზე) წარმოადგენენ: რძე და რძის პროდუქტები, მწვანე ხახვი, ოხრახუში, ლობიო. შედარებით მცირე რაოდენობითაა (20-40 მგ/ 100 გ.პროდუქტზე) იგი კვერცხში, ხორცში. თევზში, ბოსტნეულსა და კენკროვნებში.

მაგნიუმი

მაგნიუმი განაპირობებს ორგანიზმის მეტაბოლიტური პროცესების ძირითადი ფერმენტების აქტიობას. იგი მონაწილეობას ღებულობს ნერვული სისტემისა და გულის კუნთის ნორმალურ ფუნქციონირებაში. ხასიათდება სისხლძარღვების გამაფართოებელი ეფექტით, ააქტიურებს ნაღვლის გამოყოფასა და ნაწლავების მოტორულ ფუნქციას, რითაც ხელს უწყობს ორგანიზმიდან შლაკების გამოყოფას.

მაგნიუმის შეთვისებას ხელს უშლის საკვებში ფიტინის, ჭარბი ცხიმებისა და კალციუმის არსებობა. მოზრდილი ადამიანისათვის მაგნიუმის სადღეღამისო ნორმა 200–300 მგ. ფარგლებში მერყეობს.

მაგნიუმის ნაკლებობისას ირღვევა საკვების ათვისება, ჩერდება ზრდა, სისხლძარღვების კედლებზე ილექება კალციუმი, ვითარდება სხვა პათოლოგიური მოვლენები. თუ მაგნიუმის კონცენტრაცია სისხლის შრატში 0.1 მმოლ/ლ-ზე ნაკლებია ვითარდება ალკოჰოლური ციებ-ციხელების მსგავსი სინდრომი: ადამიანი იმყოფება ნახევრად კომატოზურ მდგომარეობაში, შეიმჩნევა კუნთების კანკალი და სპაზმი, მატულობს ნერვული აღგზნებადობა. ორგანიზმში მაგნიუმის შეყვანისთანავე აღნიშნული სიმპტომები იხსნება.

ძირითადად, მაგნიუმით მდიდარია მცენარეული წარმოშობის პროდუქტები. მისი მაღალი შემცველობით (40-200 მგ/ 100 გ.პროდუქტზე) ხასიათდება ქატო, ბურღულეული, პარკოსნები, ქიშიში, ჭერმისა და შავი ქლიავი ჩირი. დაბალია მაგნიუმის შემცველობა (20-40 მგ/ 100 გ.პროდუქტზე) რძის პროდუქტებში, ხორცში, თევზში, მაკარონის ნაწარმში, ხილისა და ბოსტნეულის უმრავლესობაში.

კალიუმი

კალიუმი, უჯრედშიგა ელემენტია, მისი 90%-ზე მეტი მოთავსებულია უჯრედში. იგი განაპირობებს ოსმოსური წნევის სიდიდეს, მონაწილეობას დებულობს ნერვული იმპულსების გადაცემაში, გულისა და სხვა ორგანოების მუშაობაში, მარილთა ცვლაში, ხელს უწყობს წყლისა და შლაკების გამოდევნას ორგანიზმიდან, არეგულირებს ორგანიზმში მჟავა-ტუტე წონასწორობას, აუცილებელია ზოგიერთი ფერმენტის ფუნქციონირებისათვის.

კალიუმი კარგად შეითვისება ნაწლავების მიერ, ხოლო მისი ჭარბი რაოდენობა გამოიყოფა ორგანიზმიდან შარდთან ერთად.

კალიუმის სადღეღამისო ნორმა მოზრდილი ადამიანისათვის, მერყეობს 2000–4000 მგ. ფარგლებში. მისი რაოდენობა მკვეთრად მატულობს გულისა და ღვიძლის დაავადებების, დიდი რაოდენობით ოფლის გამოყოფისა ან შარდმდენების მიღების დროს.

კალიუმი არ წარმოადგენს დეფიციტურ ელემენტს. ნორმალური კვების დროს მისი ნაკლებობა არ აღინიშნება. კალიუმის ძირითად რაოდენობას ორგანიზმი დებულობს მცენარეული საკვებიდან.

კალიუმით მდიდარია (100-600 მგ/ 100 გ.პროდუქტზე) ქიშმიში, ჭერმისა და შავი ქლიავის ჩირი, ზღვის კომბოსტო, ლობიო, ბარდა, კართოფილი და სხვა ხილ-ბოსტნეული. შედარებით დაბალია მისი შემცველობა არაქანში, ბრინჯში, უმაღლესი ხარისხის ფქვილიდან გამომცხვარ პურში.

ნატრიუმი

ნატრიუმი, ორგანიზმისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია. იგი შედის ორგანიზმის ყველა ქსოვილსა თუ ბიოლოგიურ სითხეში, მონაწილეობას დებულობს სისხლის და ქსოვილთა სითხეების ოსმოსური წნევის რეგულირებაში, ნერვული იმპულსების გადაცემაში, არეგულირებს ორგანიზმში მჟავა-ტუტე წონასწორობასა და მარილთა ცვლას, ამადლებს საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების აქტიობას.

ნატრიუმის იონი ადვილად შეიწოვება ნაწლავების მიერ, იგი განაპირობებს კოლოიდური ბუნების ქსოვილების გაჯიჯვებას, რითაც ხელს უშლის წყლის გამოყოფას ორგანიზმიდან. სხვადასხვა მექანიზმების საშუალებით თირკმელები მკაცრად არეგულირებენ ნატრიუმის შემცველობას ორგანიზმში. ნატრიუმის კონცენტრაციის ზრდა ააქტიურებს ჰიპოთილამუსის ცენტრში მოთავსებულ ოსმორეცეფტორებს, რაც იწვევს წყურვილის შეგრძნებას. ცხელი კლიმატისა და მძიმე ფიზიკური შრომის შედეგად ორგანიზმი ოფლთან ერთად კარგავს ნატრიუმის დიდ რაოდენობას.

ნატრიუმი არ ხასიათდება მომწამვლელი ეფექტით, ვინაიდან თირკმელებისა და კანის საშუალებით ადვილად ხდება მისი ჭარბი რაოდენობის გამოყოფა ორგანიზმიდან, მაგრამ ზოგიერთი დაავადების დროს მისი მიღება შეზღუდულია. იგი ხელს უწყობს წყლის შეკავებას ორგანიზმში, რაც თავის მხრივ ართულებს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მუშაობას და ზრდის არტერიულ წნევას.

ნატრიუმი შედის თითქმის ყველა საკვები პროდუქტის შემადგენლობაში, მაგრამ მის ძირითად წყაროს მაინც სუფრის მარილი (**NaCl**) წარმოადგენს.

მოზრდილი ადამიანი დღე-ღამეში მოიხმარს 15 გ.-მდე სუფრის მარილს, რაც ბევრად აღემატება მის ფიზიოლოგიურად აუცილებელ რაოდენობას (4-5 გ.) და ძირითადად განპირობებულია სუფრის მარილის საგემოვნო თვისებებით. ორგანიზმიდან ნატრიუმის ქლორიდის გამოყოფაზე და შესაბამისად მის მოხმარებაზე დიდ გავლენას ახდენენ კალიუმის მარილები. მცენარეული საკვები, განსაკუთრებით კართოფილი, რომელიც მდიდარია კალიუმით აძლიერებს ნატრიუმის გამოყოფას ორგანიზმიდან, შესაბამისად, ზრდის მასზე მოთხოვნილებას.

ფოსფორი

ფოსფორი შედის ორგანიზმის ყველა ქსოვილის, განსაკუთრებით კი ძვლების, კუნთებისა და ტვინის შემადგენლობაში. ეს ელემენტი მონაწილეობას დებულობს ორგანიზმის ყველა სასიცოცხლო პროცესში: სხვადასხვა ნივთიერებების სინთეზსა და დაშლაში, ნივთიერებათა ცვლის რეგულაციაში, შედის ნუკლეინის მჟავებისა და მთელი რიგი ფერმენტების შემადგენლობაში, აუცილებელია ატფ-ის სინთეზისათვის.

ორგანიზმის ქსოვილებში, ფოსფორი შედის ფოსფორმჟავისა და მისი ორგანული ნაერთების სახით. მისი ძირითადი მასა კონცენტრირებულია ძვლოვანი ქსოვილის შემადგენლობაში, დანარჩენი კი მოთავსებულია რბილ ქსოვილებსა და ბიოლოგიურ სითხეებში. ფოსფორის განსაკუთრებით ინტენსიური ცვლა მიმდინარეობს კუნთებში.

სისხლში ფოსფორის ორგანული ნაერთების შემცველობა საკმაოდ ფართო ფარგლებში იცვლება, ხოლო არაორგანული ფოსფორის რაოდენობა შედარებით მუდმივია.

ფოსფორის ხანგრძლივი დეფიციტის დროს, ორგანიზმი გამოიყენებს საკუთარი ძვლოვანი ქსოვილის ფოსფორს, ეს კი ძვლების დემინერალიზაციას იწვევს. ორგანიზმში ფოსფორის ნაკლებობისას აღინიშნება გონებრივი და ფიზიკური შრომისუნარიანობის დაქვეითება, მადის დაკარგვა და აპათია.

ფოსფორის სადღეღამისო ნორმა მოზრდილი ადამიანისათვის 1200 მგ.-ს შეადგენს, ეს რაოდენობა იზრდება დიდი ფიზიკური და გონებრივი დატვირთვების ან ზოგიერთი დაავადების დროს.

განსაკუთრებით მდიდარია ფოსფორით ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები, აღსანიშნავია ღვიძლი, ხიზილადა. ასევე მაღალია ფოსფორის შემცველობა მარცვლეულსა და პარკოსნებში, მაგრამ მისი ათვისების უნარიანობა მკვეთრად ჩამორჩება ცხოველურ პროდუქტებს. ფოსფორის შემცველობა ამ ელემენტით მდიდარ პროდუქტებში 100-500 მგ./100 გ.-ზე მერყეობს.

გოგირდი

გოგირდის მნიშვნელობა ორგანიზმისათვის პირველ რიგში განისაზღვრება, იმით, რომ ეს ელემენტი შედის ცილების შემადგენლობაში გოგირდშემცველი ამინომჟავების – ცისტინისა და მეთიონინის სახით. გარდა ამისა გოგირდი წარმოადგენს ზოგიერთი ჰორმონისა და ვიტამინის შემადგენელ ნაწილს.

გოგირდი მონაწილეობას ღებულობს ცილოვანი ნივთიერებების ცვლის პროცესში, როგორც გოგირდშემცველი ამინომჟავების შემადგენელი კომპონენტი. მასზე მოთხოვნილება მკვეთრად მატულობს ფეხმძიმობისა და ანთებითი პროცესების დროს. თუთიასა და სილიციუმთან ერთად გოგირდი განაპირობებს კანისა და თმების მდგომარეობას.

გოგირდის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში მათში ცილის შემცველობის პროპორციულია. მისი რაოდენობა, ცხოველურ პროდუქტებში ბევრად აღემატება მცენარეულისას. გოგირდის სადღეღამისო ნორმა მოზრდილი ორგანიზმისათვის მერყეობს 400–600 მგ.-ის ფარგლებში.

ქლორი

ქლორი მონაწილეობას ღებულობს საჭმლის მომნელებელი წვენების წარმოქმნაში, პლაზმის ფორმირებაში და ააქტიურებს ზოგიერთ ფერმენტს. იგი ადვილად შეითვისება ნაწლავებში. საინტერესოა ქლორის თვისება, ჭარბი რაოდენობის დროს დაგროვდეს კანში და გამოიყოს ორგანიზმიდან ოფლთან ერთად.

ქლორის ცვლის დარღვევის დროს აღინიშნება შეშუპუპები, მომნელებელი წვენების არასაკმარისი სეკრეცია და სხვა. ორგანიზმში ქლორის შემცველობის მკვეთრმა შემცირებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს სიკვდილი.

ქლორის სადღეღამისო მოთხოვნილება მოზრდილი ადამიანისთვის 5000 მგ. შეადგენს. ორგანიზმში იგი ძირითადად საკვებში მარილის დამატების შედეგად ხვდება.

მიკროელემენტები

რკინა

რკინა აუცილებელია ორგანიზმის იმ ნივთიერებების სინთეზისათვის, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ სუნთქვასა და სისხლის წარმოქმნაში. იგი მონაწილეობას ღებულობს იმუნობიოლოგიურ და ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, შედის ციტოპლაზმის, უჯრედის ბირთვისა და მთელი რიგი ფერმენტების შემადგენლობაში.

რკინის შეთვისებას ხელს უშლის საკვებ პროდუქტებში ფიტინის, მჟაუმჟავას და ტანინების შემცველობა. ამ ელემენტის ათვისებისათვის აუცილებელია ვიტამინი **B₁₂**, მას ხელს უწყობს ვიტამინ **C** არსებობაც.

რკინის ნაკლებობამ შესაძლებელია გამოიწვიოს ანემია, ჩონჩხის კუნთების განღევა და ისეთი ფუნდამენტალური პროცესების მოშლა, როგორცაა უჯრედის სუნთქვა.

ორგანიზმის სადღეღამისო მოთხოვნილება რკინაზე (14 მგ.) უპრობლემოდ კმაყოფილდება ჩვეულებრივი საკვები რაციონით.

რკინა ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული ელემენტია. იგი შედის სუბპროდუქტების, ხორცის, კვერცხის, ღობიოს, ბოსტნეულისა და კენკროვნების შემადგენლობაში. მაგრამ ადვილად ასათვისებელი ფორმით რკინა შედის მხოლოდ ხორცის პროდუქტებში, ღვიძლსა და კვერცხის გულში.

სპილენძი

სპილენძი აუცილებელია ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლიზმის პროცესებისათვის. იგი დიდ როლს თამაშობს ერთროციდების, ცენტრალური ნერვული სისტემისა და შემაერთებელი ქსოვილების წარმოქმნაში. სპილენძი ძირითადად დაკავშირებულია ცილებთან. გამოყოფილია სპილენძის შემცველი რამდენიმე ფერმენტი, კერძოდ ციტოქრომოქსიდაზა, ასკორბინის მჟავის ოქსიდაზა და სხვა.

სპილენძი ფართოდაა გავრცელებული საკვებ პროდუქტებში, ამიტომაც მისი ნაკლებობა თითქმის არ გვხვდება.

სპილენძის მაღალი დოზები იწვევენ გაღიზიანებადობას, ცენტრალური ნერვული სისტემის აღზნებას, კაპილარების, ღვიძლისა და თირკმელების დაზიანებას. ამ ელემენტის სადღეღამისო მოთხოვნილება არ აღემატება 2 მგ. სპილენძით მდიდარია ისეთი საკვები პროდუქტები, როგორცაა ღვიძლი, კვერცხის გული, მწვანე ბოსტნეული.

იოდი

იოდი წარმოადგენს სიცოცხლისათვის აუცილებელ ელემენტს, იგი მონაწილეობს ღებულობს ჰორმონ ტიროქსინის წარმოქმნაში. იოდის ნაკლებობის დროს ვითარდება საკმაოდ მძიმე დაავადება – ჩიყვი.

იოდის მოხმარების სადღეღამისო ნორმა 100–150 მკგ-ის ფარგლებში მერყეობს. მისი შემცველობა საკვებ პროდუქტებში საკმაოდ დაბალია და არ აღემატება 4-15 მკგ%-ს. განსაკუთრებით მდიდარია იოდით ზღვის პროდუქტები, მაგრამ უნდა გაეთვალისწინოთ, რომ შენახვისა და სითბური დამუშავების დროს იკარგება იოდის მნიშვნელოვანი (20-60%) ნაწილი.

იოდის შემცველობა მცენარეებსა და ცხოველებში ბევრადაა დამოკიდებული მის შემცველობაზე ნიადაგში. იოდით ღარიბ რაიონებში, მოწვეულ საკვებ პროდუქტებში იოდის შემცველობა საშუალოზე 10–100-ჯერ დაბალია. ამიტომ, ასეთ რაიონებში, მოსახლეობის ჩიყვით დაავადებებისაგან დასაცავად სუფურის მარილში შეაქვთ კალიუმის იოდი (25 მგ. 1 კგ მარილზე). ასეთი მარილის შენახვის ვადა არ აღემატება 6 თვეს.

ფტორი

ფტორის ნაკლებობისას ადგილი აქვს კბილების ემალის დაშლას, მაგრამ ამ ელემენტის ჭარბი რაოდენობაც უარყოფითად მოქმედებს ორგანიზმზე, იგი გროვდება ძვლებში, იწვევს კბილების ფორმისა და ფერის ცვლილებას, ოსტეოხონდროსს, სახსრების გაუხეშებასა და ძვლოვანი წანაზარდების წარმოქმნას. ორგანიზმისათვის ფტორის სასარგებლო და მავნე რაოდენობას შორის განსხვავება ძალიან მცირეა.

წყალში არსებული ფტორი მთლიანად შეითვისება ორგანიზმის მიერ, ხოლო საკვებში შემავალი – აითვისება მხოლოდ ნაწილობრივ. ორგანიზმში მოხვედრისას ფტორი თანაბრად ნაწილდება. მისი ძირითადი ნაწილი რჩება ჩონჩხში და მხოლოდ მცირე ნაწილი გადადის კბილის ქსოვილში.

ფტორის მაღალმა დოზებმა შესაძლებელია გამოიწვიოს ნახშირწყლების, ლიპიდების, და ცილოვანი ნივთიერებების ცვლის მოშლა, ვიტამინების, ფერმენტებისა და მინერალური ნივთიერებების მეტაბოლიზმის დარღვევა. ფტორით მოწამვლის სიმპტომების დიდი ნაწილი დაკავშირებულია კალციუმთან ურთიერთქმედებასთან.

ჩონჩხის ქსოვილთან დაკავშირება და თირკმელებით გამოყოფა, ეს არის ორი მექანიზმი, რომელთა საშუალებითაც ხდება ორგანიზმში ფტორის ტოქსიური რაოდენობის დაგროვებიდან თავის დაცვა.

მოზრდილი ადამიანისათვის ფტორის სადღეღამისო ნორმა 0.2-3.1 მგ.-ის ფარგლებში მერყეობს. 1-დან 3 წლამდე ბავშვებისათვის კი იგი 0.5 მგ.-ის ტოლია.

პრაქტიკულად ყველა საკვები პროდუქტი შეიცავს ფტორის მიკრო რაოდენობას, მაგრამ თევზის, ჩაისა და ბოტნეულის ზოგიერთი სახეობა ხასიათდება ფტორის საკმაოდ მაღალი შემცველობით.

კბილის კარიესის მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის, სხვადასხვა კბილის პასტებში, ფხვნილებში, ელექსირებში, საღებავ რეზინებსა და სხვა მსგავს პროდუქტებში შეაქვთ ფტორის მარილი.

ქრომი

ქრომი მონაწილეობას ღებულობს ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემების მიერ ამინომჟავების უტილიზაციის პროცესსა და გლუკოზისა და ლიპიდების ცვლაში. გარდა ამისა ამ ელემენტს დიდ მნიშვნელობა ენიჭება დიაბეტისა და ათეროსკლეროზის მსუბუქი ფორმების პროფილაქტიკაში.

ქრომი შეიწოვება კუჭ-ნაწლავითა და სასუნთქი გზებით. შეწოვილი ქრომის რაოდენობა განსხვავებულია ამ სისტემებისათვის და დამოკიდებულია ქრომის ფორმაზე. სამვალენტო ქრომი ესენციალურია ადამიანის ორგანიზმისათვის, მაშინ როდესაც ექვსვალენტო ქრომი – ტოქსიური ეფექტით ხასიათდება.

ქრომის კონცენტრაცია ორგანიზმის ქსოვილებში საკმაოდ დაბალია და კლებულობს ასაკთან ერთად. შედარებით მაღალია მისი შემცველობა კაში, კუნთებში და ცხიმოვან ქსოვილში. ქრომი, შარდთან ერთად, საკმაოდ ნელა გამოდის ორგანიზმიდან.

ქრომის სადღეღამისო ნორმა მოზრდილი ადამიანისათვის 150 მგ.-ს შეადგენს. განსაკუთრებით აუცილებელია იგი ხანში შესული ადამიანებისათვის, რომელთა ორგანიზმი ცუდად ითვისებს ნახშირწყლებს.

ქრომის არარეგულური ფორმა ძალიან ძნელად შეითვისება, შედარებით ადვილად – ცოცხალ ორგანიზმში შემავალი ორგანული ნაერთებიდან.

სასურსათო პროდუქტებში ქრომის შემცველობა საკმაოდ ფართო ინტერვალში მერყეობს (20-550 მკგ/კგ). ქრომით მდიდარია ლუდის საფუარი და ღვიძლი, შედარებით მცირე რაოდენობითაა იგი კართოფილში, საქონლის ხორცში, ახალ ბოსტნეულში, რუხ პურში, ყველში.

მანგანუმი

მანგანუმი აუცილებელი ელემენტია ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმისათვის, მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ორგანიზმის მიერ, საკვების სახით მიღებული მანგანუმის მხოლოდ 3% შეითვისება.

მანგანუმი აუცილებელია, მთელი რიგი ფერმენტებისათვის, როგორც კოფაქტორი. იგი მონაწილეობას ღებულობს ქოლესტერინის, ჰემოგლობინის სინთეზსა და სხვა მეტაბოლისტურ პროცესებში.

იგი შეიწოვება კუჭ-ნაწლავისა და სასუნთქი გზების საშუალებით. მანგანუმის შეთვისების უნარიანობა მჭიდროდაა დაკავშირებული რკინის შეთვისებასთან. მანგანუმის გამოყვანა ორგანიზმიდან ხორციელდება ნაწლავების კედლების მეშვეობით.

მანგანუმის სადღეღამისო ნორმა შეადგენს 0.2-0.3 მგ.-ს სხეულის თითოეულ კგ-ზე. განსაკუთრებით მდიდარია მანგანუმით შტოში და ჩაი, შედარებით დაბალი შემცველობით ხასიათდება წაბლი, კაკაო, ბოსტნეული და ხილი.

ნიკელი

ნიკელის, როგორც სასიცოცხლოდ აუცილებელი მიკროელემენტის მნიშვნელობა შედარებით მცირე ხნის უკან გახდა ცნობილი. ამჟამად დადგენილია, რომ იგი წარმოადგენს რკინის მეტაბოლიზმის პროცესების კოფერმენტს. გარდა ამისა ნიკელი ხელს უწყობს ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი სისხლწარმოქმნელი ელემენტის – სპილენძის ათვისებას. ნიკელის პრეპარატების მოქმედების შესწავლისას დადგენილ იქნა, რომ ისინი მკვეთრად აჩქარებენ ერთროციდების რეგენერაციას და ზრდიან ჰემოგლობინის შემცველობას. ნატურალური პროდუქტებიდან გამოყოფილი ნიკელის ნაერთებისაგან განსხვავებით, სინთეზური ანალოგები კანცეროგენული ბუნებით ხასიათდებიან.

ნიკელი, მცირე რაოდენობით (1 მგ/კგ-ზე ნაკლები), შედის სასურსათო პროდუქტების უმრავლესობაში იგი ძირითადად წარმოდგენილია ფიტინის მუავასთან კომპლექსის სახით. ჩვეულებრივი კვებითი რაციონით ადამიანის ორგანიზმი დღეღამეში ღებულობს 400 მკგ-მდე ნიკელს.

თუთია

თუთია კოფერმენტის სახით, მონაწილეობას ღებულობს 70-მდე სახის ცილის ბიოსინთეზსა და ნუკლეინის მუავების მეტაბოლიზმში, დაკავშირებულია სისხლის წარმოშობის პროცესებთან.

მანგანუმთან ერთად თუთია წარმოადგენს სპეციფიურ მიკროელემენტს, რომელიც განაპირობებს სქესობრივი ჰორმონების აქტიობას.

თუთია გოგირდთან ერთად მონაწილეობას ღებულობს თმების და კანის ზრდასა და განახლებაში. მანგანუმთან და სპილენძთან ერთად მნიშვნელოვნად განაპირობებს გემოსა და სუნის აღქმას, შედის ინსულინის შემადგენლობაში. დიაბეტით დაავადების დროს, ორგანიზმში თუთიის შემცველობა კლებულობს.

თუთია წარმოადგენს ალკოჰოლდეჰიდროგენაზის კოფერმენტს, განაპირობებს ორგანიზმში ეთილის სპირტის მეტაბოლიზმს. ქრონიკული ალკოჰოლიზმის დროს თუთიის შეწოვის დონე მკვეთრად კლებულობს. თუთია მონაწილეობს რეტინოლის (ვიტამინი **A**) რეტინალად გარდაქმნაში. ამრიგად “ქათმის სიბრმავე” შესაძლებელია განვითარდეს არა მარტო ვიტამინ **A**-ს, არამედ თუთიის ნაკლებობის შემთხვევაშიც.

თუთია მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საჭმლის მონელებისა და საკვები ნივთიერებების შეთვისებაში.

B ჯგუფის ვიტამინებთან ერთად თუთია მონაწილეობას ღებულობს ცენტრალური ნერვული სისტემის რეგულირებაში. მისი დეფიციტის დროს აღინიშნება ემოციური დარღვევები, თავშეუკავებლობა, გაღიზიანებადობა, მძიმე შემთხვევებში შესაძლებელია ნათხემის ფუნქციის დარღვევა.

ბოლო დროს დაგროვდა საკმაოდ დიდი მასალა, რომელიც მიუთითებს თუთიის მონაწილეობაზე ლიმფოციტების მომწიფებასა და იმუნური რეაქციებში.

თუთიის დეფიციტის დროს ვითარდება ე.წ. ენტეროპათიური დერმატიდი. ეს დაავადება განსაკუთრებით დამახასიათებელია იმ ნაციონალური ჯგუფებისათვის, რომელთა ძირითად საკვებს უსაფუარო პური წარმოადგენს. ამ სახის პური შეიცავს ფიტატების (ფიტინის მუავის მარილები) დიდ რაოდენობას, რომლებიც ჩვეულებრივ საფუარიან პურში ფიტაზის მოქმედებით იშლებიან. ფიტატები საკვებში მყოფ თუთიასთან წარმოქმნიან უხსნად ნაერთებს.

სასურსათო პროდუქტები წარმოადგენენ თუთიის ძირითად წყაროს, მისი შემცველობა 150-25000 მკგ%-ის ფარგლებში მერყეობს. ხორცში, ღვიძლსა და პარკოსნებში თუთიის შემცველობა 3000-5000 მკგ%-ს აღწევს.

თუთიის სადღეღამისო მოთხოვნილება (8000-22000 მკგ%) მთლიანად კმაყოფილდება ჩვეულებრივი რაციონით. ხშირად თუთიის დეფიციტს განიცდიან ის ბავშვები და მოზარდები, რომელთა საკვები რაციონი ღარიბია ცხოველური პროდუქტებით.

სელენი

XX საუკუნის 50-იან წლებამდე სელენი არ განიხილებოდა, როგორც მიკროელემენტი. თვლიდნენ, რომ იგი კანცეროგენული თვისებებით ხასიათდებოდა.

60-იან წლებში დადგინდა, რომ ადამიანებსა და ცხოველებში, ენდემური კარდიომიოპათია ნიადაგში სელენის დეფიციტით იყო გამოწვეული.

ამჟამად, სელენის გაფლენა ადამიანის ორგანიზმზე ყოველმხრივ იქნა შესწავლილი. დადგენილია, რომ იგი აუცილებელია ორგანიზმის ანტიდამუანგველი სისტემის ძირითადი ფერმენტის – გლუტატიონპეროქსიდაზის აქტივაციისათვის. ეს ფერმენტი ხელს უშლის მემბრანების ლიპიდური კომპლექსის უნაგვას, რაც იწვევს უჯრედების მემბრანების სტრუქტურისა და ფუნქციონალური ერთიანობის რღვევას, ამცირებს უჯრედების სტრუქტურების მდგრადობას დაზიანების მიმართ. განსაკუთრებით ცუდად მოქმედებს სელენის ნაკლებობა გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე, რაც გამოიხატება ათეროსკლეროზის განვითარებასა და გულის კუნთის სისუსტეში. სელენის ქრონიკული დეფიციტის დროს ვითარდება კარდიომიოპათიის მძიმე ფორმა.

დადგენილ იქნა, რომ სელენი აუცილებელია ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების სინთეზისათვის. მისი ნაკლებობა აუარესებს იოდ-დეფიციტურ მდგომარეობას. ასეთ შემთხვევებში, მხოლოდ იოდის პრეპარატებით მკურნალობა ნაკლებ ეფექტურია.

უკანასკნელ წლებში, მეცნიერულად დადასტურდა ძველი ჩინური მედიცინის დაკვირვება, რომ სელენი ანელებს დაბერების პროცესს და ახანგრძლივებს ცხოვრების ხანგრძლიობას.

აღსანიშნავია, რომ იმპერატორის ჯამრთელობისა და სიცოცხლის გასახანგრძლივებლად მთიან პროვინციებში სპეციალურად მზადდებოდა მწვანე ჩაის სორტები, სადაც ნიადაგი, როგორც თანამედროვე გამოკვლევებით დადასტურდა, ხასიათდებოდა სელენის მაღალი შემცველობით.

სელენის, როგორც ბიოელემენტის აღმოჩენის შემდეგ დადგენილ იქნა, რომ ვიტამინი **E** და სელენი მოქმედებენ ერთიანივით პროცესის სხვადასხვა სტადიაზე და ავსებენ ერთმანეთს. მათი ანტიდამუანგველი თვისებები ერთდროული მოქმედებისას მკვეთრად მატულობს. ამ ორი ანტიდამუანგველის სინერგიზმი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, ანტიკანცეროგენული თვალსაზრისით.

ბოსტნეული და ხილი შეიცავს სელენის მცირე რაოდენობას. მარცვლეული, მათი გადაამუშავების პროდუქტები ხორცი, გასაკუთრებით სუბპროდუქტები, ზღვის პროდუქტები ხასიათდებიან სელენის მნიშვნელოვანი ოდენობით (0.2 -21 მგ/კგ ა.მ.ნ.).

მოლიბდენი

საშუალოდ მოლიბდენის შემცველობა მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში არ აღემატება 7 მგ. სისხლში მისი შემცველობა 0.5 მკგ/100 მლ.-ის ტოლია. მოლიბდენი შედის რამდენიმე მნიშვნელოვანი ფერმენტის შემადგენლობაში. ცნობილია, რომ იგი მკვეთრად ამუხრუჭებს კარიესის წარმოქმნასა და განვითარებას.

მოლიბდენის სადღეღამისო ნორმა 2 მკგ/კგ-ს წარმოადგენს. განსაკუთრებით მდიდარია ამ მიკროელემენტით პარკოსნები და ხორცის სუბპროდუქტები (ღვიძლი, ფილტვები, თირკმელები).

კობალტი

კობალტის, როგორც მიკროელემენტის მნიშვნელობა, ცნობილი გახდა 1948 წელს, როდესაც აღმოჩენილ იქნა, რომ ვიტამინი **B₁₂**-ის მოლეკულა შეიცავდა კობალტის ატომს. ორგანიზმის ქსოვილებში კობალტის მაქსიმალური კონცენტრაცია 100 მკგ/კგ.-ს შეადგენს. მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში მისი რაოდენობა 5 მგ.-ის ტოლია. ადამიანი ყოველდღიურად საკვებთან ერთად ღებულობს 5.63-7.94 მკგ. კობალტს, რომლისაგანაც შეითვისება 73-97% .

კობალტის საშუალო სადღეღამისო შეადგენს 60 მკგ. 1 კგ სხეულის მასაზე. ითვლება, რომ ადამიანის ორგანიზმს კობალტი სჭირდება მხოლოდ ვიტამინი **B₁₂**-ის სახით. ზოგიერთ ქვეყანაში კობალტის შენაერთებს უმატებდნენ ლუდს – ქაფის სტაბილიზაციისათვის, მაგრამ გაირკვა, რომ ამ დანამატის გამო ლუდის მოყვარულებში მკვეთრად იმატა გულის დაავადებებმა. ამჟამად აკრძალულია კობალტის შენაერთების საკვებ დანამატებად გამოყენება.

ტექნოლოგიური პროცესების გავლენა სასურსათო პროდუქტების მინერალურ შემადგენლობაზე

სასურსათო პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების დროს ადგილი აქვს მინერალური ნივთიერებების შემცველობის შემცირებას. გამონაკლისს წარმოადგენს სუფრის მარილი, რომლის დამატებაც ხდება სხვადასხვა პროდუქტის რეცეპტურის მიხედვით.

ფქვილისა და ბურღულეულის წარმოებისას, მიკრო და მაკრო ელემენტების შემცველობა, მარცვალთან შედარებით, კლებულობს. ამის მიზეზია ის, რომ მათი მნიშვნელოვანი რაოდენობა მიეყვება ჩანასახსა და გარსს. ცხრილში (ცხრილი 2) მოყვანილია მინერალური ნივთიერების შემცველობა მარცვალსა და უმაღლესი ხარისხის ფქვილში.

კართოფილისა და ბოსტნეულის გასუფთავების დროს იკარგება მინერალური ნივთიერებების 10-30%. თუე ს პროდუქტები განიცდიან კულინარულ დამუშავებასაც (ხარშვა, ჩაშუშვა) მაშინ ეს დანაკარგი კიდევ 5%-ით იზრდება.

ფრინველის, საქოლისა და თევზის ხორცი და პროდუქტები, ძვლების მოშორების შედეგად ძირითადად კარგავენ მაკროელემენტებს – კალციუმსა და ფოსფორს.

კულინარული და თერმული დამუშავებისას ხორცის მინერალური ნივთიერებების დანაკარგი 5-50%-ის ფარგლებში იცვლება. მაგრამ თუ დამუშავება მიმდინარეობს ძვლების თანაობისას, მაშინ კულინარული დამუშავების შემდეგ ხორცში კალციუმის შემცველობა მატულობს 20%-ით.

ცხრილი 2
მინერალური ნივთიერებების შემცველობა ხორბალსა და უმაღლესი ხარისხის ფქვილში

ელემენტები	შემცველობა მგ/100გ პროდუქტში	
	ხორბალი	უმ/ხ ფქვილი
Ca	41	16
P	372	87
Fe	3.3	0.8
K	370	95
Mg	60	16
Zn	3.5	0.07
Cu	1.00	0.32
Mo	0.14	0.02
Mn	3.2	0.83
Cr	0.014	0.002

დაბალი ხარისხის ან დაზიანებული მოწყობილობების გამოყენებისას შესაძლებელია საბოლოო პროდუქტში გადავიდეს მიკროელემენტების გარკვეული რაოდენობა, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს პროდუქტის ხარისხზე.

პურის წარმოებისას, დაზიანებულ მოწყობილობებზე ცომის მოზეღვის დროს, რკინის შემცველობა შესაძლებელია 30%-ით გაიზარდოს. რკინის გარდა ცომში გადადის შენადნობში არსებული მინარეგების ნაწილიც.

მეტალის კონსერვებში დამცველი საფარის დაზიანებისას პროდუქტში გადადის ისეთი მაღალტოქსიური ელემენტები, როგორიცაა ტყვია, კადმიუმი და კალა.

გასათვალისწინებელია, რომ მთელი რიგი მეტალები, მათ შორის რკინისა და სპილენძის იონების მცირე რაოდენობაც კი ხასიათდებიან კატალიზური ეფექტით და ახელს უწყობენ ჟანგვითი პროცესებს. განსაკუთრებით მკვეთრად ვლინდება მათი კატალიზური უნარი ცხიმებისა და მათი პროდუქტების

შემთხვევაში. მაგალითად, თუ კარაქსა და მარგარინის ნაწარმში, რკინისა და სპილენძის შემცველობა შესაბამისად 1.5 და 0.4 მგ/კგ-ის ტოლია, ისინი დაბალი შენახვის უნარიანობით ხასიათდებიან.

სასმელები, რომლებშიც რკინა და სპილენძი 5 მგ/ლ და 1 მგ/ლ-ს აღწევს ადვილად იმღვრებიან.

მინერალური ნივთიერებების განსაზღვრის მეთოდები

მინერალური ნივთიერებების განსაზღვრისათვის ძირითადად გამოიყენება ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები – ოპტიკური და ელექტროქიმიური. ყველა ეს მეთოდი მოითხოვს ნიმუშის სპეციალური დამუშავებას – მინერალიზაციას ანუ დანაცრებას, რომელიც შესაძლებელია ჩატარდეს ორი გზით: მშრალი და სველი დანაცრებით. მშრალი დანაცრება ითვალისწინებს ნიმუშის დანახშირებას, დაწვასა და შემდგომ გაფარვარებას. სველი დანაცრება, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა ითვალისწინებს ნიმუშის დამუშავებას კონცენტრირებული მჟავებით, განსაკუთრებით ხშირად გამოიყენება HNO_3 და

სპექტრალური მეთოდები

სასურსათო პროდუქტების კვლევის თანამედროვე ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს შორის სულ უფრო ფართო მნიშვნელობას იძენს სპექტრალური მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მივიღოთ ამომწურავი ინფორმაცია პროდუქტის შემადგენლობაზე.

სპექტრალური მეთოდები გამოიყენებიან ორგანული ნივთიერებებისა და მინერალური ელემენტების განსაზღვრისათვის, იმ შემთხვევაშიც კი, როცა მათი კონცენტრაცია მოთავსებულია 10^{-2} – 10^{-6} მოლის ფარგლებში.

სპექტრალური მეთოდები ხასიათდებიან მაღალი მგრძობიარობით, სიზუსტით, არ მოითხოვენ დროის, რეაქტივებისა და საკვლევი ნიმუშის დიდ რაოდენობას. ისინი ხასიათდებიან მაღალი წარმადობითა და ანალიზის პროცესის სრული ავტომატიზაციით, რაც ასეთი მნიშვნელოვანია თანამედროვე პირობებში.

სასურსათო პროდუქტების ხარისხის კვლევის დროს სპექტრალური ანალიზი საშუალებას იძლევა მოკლე დროში განისაზღვროს ნაცრის ელემენტარული შემადგენლობა. ამ მეთოდის საშუალებით შესაძლებელია სწრაფად დავადგინოთ მიკრო და მაკრო ელემენტების თვისობრივი და რაოდენობრივი შემადგენლობა.

ემისიური სპექტროსკოპიის არსი შემდეგში მდგომარეობს: საკვლევი პროდუქტის ნიმუში შეაქვთ გამოსხივების წყაროში, სადაც იგი ორთქლდება. მაღალი ტემპერატურის მოქმედების შედეგად ნივთიერების მოლეკულები დისოცირდებიან ატომებად, რომლების განიცდიან იონიზაციას და აღიზნებიან. ამ მდგომარეობაში ატომები იმყოფებიან 10^{-8} – 10^{10} წამის განმავლობაში, რის შემდეგაც ასხივებენ ენერგიას ფოტონის სახით და უბრუნდებიან სტაციონალურ მდგომარეობას. ამ გადასვლების შედეგად გამოსხივების სპექტრში ჩნდება სპექტრალური ხაზები.

ემისიური ანალიზის გამოსხივება შედგება გამოსხივების წყაროსა და საკვლევი ნივთიერების ატომების სპექტრისაგან.

ეს ჯამური გამოსხივება შეიცავს სხავდასხვა სიგრძის ტალღებს, რომელთა დასაყოფად გამოიყენება სპეციალური სპექტრალური ხელსაწყოები. მიღებული ემისიური სპექტრი რეგისტრირდება და იზომება შესაბამისი მოწყობილობების გამოყენებით. ამჟამად ძირითადად გამოიყენება სპექტრების ფოტოგრაფიული და ფოტოელექტრული რეგისტრაცია.

რაოდენობითი ანალიზის დროს სპექტრების რეგისტრაციის შემდეგ ხდება სპექტრალური ხაზების ტალღის სიგრძეებისა და საკვლევი ნიმუშის ელემენტარული შემადგენლობის დადგენა.

ემისიური ანალიზის შემაჯამებელ საფეხურს წარმოადგენს სპექტრალური ხაზების ინტენსიობის განსაზღვრა. სპექტრის ეს პარამეტრი საკვლევი ნიმუშში ელემენტების კონცენტრაციის პროპორციულია.

ელემენტების კონცენტრაციის განსაზღვრა სპექტრალური ხაზების აბსოლუტური ინტენსიობის მიხედვით ძალიან რთულია, ვინაიდან ფოტონების ნაკადის აბსოლუტური ინტენსიობა დამოკიდებულია

ბევრ ფაქტორზე. მათ შორის: გამოსხივების წყაროს ტემპერატურულ ცვლილებებზე, საკვლევი ნიმუშის შემადგენლობასა და სტრუქტურაზე, მისი მიწოდების მეთოდზე, სპექტრალური და მარეგისტრირებელი ხელსაწყოების მგრძობელობასა და სხვა მახასიათებლებზე, და ა.შ., ამიტომ რაოდენობრივი სპექტრალური განსაზღვრებისათვის სარგებლობენ არა აბსოლუტური, არამედ ფარდობითი ინტენსიობით ანუ საკვლევი ნიმუშის სპექტრალური ხაზის ინტენსიობის ფარდობით ეტალონის სპექტრის ხაზის ინტენსიობასთან.

ეტალონად გამოიყენება ცნობილი შემადგენლობის ნივთიერება, რომლის სპექტრის გადაღება ხდება საკვლევი ნიმუშთან ერთად.

სპექტრალური ანალიზი ტარდება სპეციალურ ხელსაწყოებზე – სპექტროსკოპებზე ან სპექტროგრაფებზე.

აბსორბციული სპექტროსკოპია, დაფუძნებულია ნივთიერების მიერ სპექტრის შთანთქმის უნარის შესწავლაზე. გამოსხივება თავდაპირველად გადის სპექტრალურ ხელსაწყოს, რომელიც გამოყოფს სპექტრის შედარებით ვიწრო უბანს, რის შემდეგაც გაფილტრული გამოსხივება გადის საკვლევი ნიმუშში. ამ დროს ადგილი აქვს სინათლი ნაკადის ნაწილობრივ არეკვლას, განბნევასა და შთანთქმას. ნიმუშიდან გამოსული გამოსხივება რეგისტრირდება და იზომება. სინათლის ნაკადის ინტენსიობის ცვლილების მიხედვით მსჯელობენ საკვლევი ნიმუშში შემავალი ნივთიერებების ბუნებასა და შემცველობაზე.

გამოსხივების მშთანთქმელი ნაწილაკების სახეზე დამოკიდებულებით აბსორბციული ანალიზი იყოფა:

– ატომურ-აბსორბციულ სპექტროსკოპიად, რომლის დროსაც გამოსხივების შთანთქმა ძირითადად ხდება არა ადგზნებული ატომების მიერ. ამ ტიპის ანალიზი ბოლო წლებში სულ უფრო დიდი პოპულარობით სარგებლობს;

– მოლეკულური-აბსორბციული სპექტროსკოპია, რომლის დროსაც გამოსხივება შთანთქმება არადისოცირებული მოლეკულების მიერ.

გამოყენებული სპექტრალური უბნის მიხედვით ანსხვავებენ:

– ულტრაიისფერ სპექტროსკოპიას, აბსორბციული ანალიზი ტარდება სპექტრის ულტრაიისფერ უბანში $\lambda=180-400$ ნმ;

– სპექტროსკოპია სპექტრის ხილულ უბანში, $\lambda=400-760$ ნმ;

– ინფრაწითელი სპექტროსკოპია (ИК – სპექტროსკოპია), როდესაც აბსორბციული ანალიზი ტარდება სპექტრის ინფრაწითელ უბანში $\lambda=0.8-15$ მკმ. ანალიზის ამ სახესხვაობამ რხევით-ბრუნვითი სპექტროსკოპიის სახელწოდება მიიღო.

გამოსხივების რეგისტრაციის ხასიათის, გაზომვების ტექნიკისა და გამოყენებული აპარატურის მიხედვით აბსორბციულ ანალიზში გამოყოფენ მეთოდთა შემდეგ ჯგუფებს:

– კოლორიმეტრული მეთოდები, მათი გამოყენების დროს საკვლევი ნივთიერების შეფერილ ხნარში ატარებენ გაუფილტრავ გამოსხივებას (დღის სინათლეს), რის შემდეგაც საზღვრავენ გამავალი სინათლის ნაკადის შესუსტების ხარისხს ეტალონთან შედარებით;

– ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდები, დაფუძნებულია საკვლევი და სტანდარტული ხსნარების მიერ გაფილტრული (მონოქრომატული) გამოსხივების შთანთქმაზე და ხსნარებში გასული სინათლის ნაკადის ფოტოელექტრულ რეგისტრაციაზე;

– სპექტროფოტომეტრული მეთოდები დაფუძნებულია საკვლევი და სტანდარტული ხსნარების მიერ გაფილტრული (მონოქრომატული) გამოსხივების შთანთქმაზე და ხსნარებში გასული სინათლის ნაკადის ფოტოელექტრულ რეგისტრაციასა და გაზომვაზე;

ელექტროქიმიური მეთოდები

სასურსათო პროდუქტების კვლევის ელექტროქიმიურ მეთოდები დაფუძნებულია საკვლევი პროდუქტსა და მასში გამავალი ელექტროდენის მოქმედების კანონზომიერებაზე.

იონომეტრია. ამ მეთოდით იონთა კონცენტრაციის განსაზღვრა დაფუძნებულია იონოსელექტიური ელექტროდების გამოყენებაზე, რომელთა მეშვეობით ატარებს მხოლოდ გარკვეული სახის იონებს. ეს

მეთოდი გამოიყენება იონების – NO_3^- , NO_2^- , Ag^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} და სხვათა კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის.

იონოსელექტიური ელექტროდის პოტენციალი დამოკიდებულია ელექტროდის ბუნებაზე, გარემოს ტემპერატურაზე, ხსნარის შემადგენლობასა და კონცენტრაციაზე, მისი გაზომვა შესაძლებელია წყვილი ელექტროდების გამოყენებით, ანუ სხვა ელექტროდთან შედარებით

პოლაროგრაფიული ანალიზი. სასურსათო პროდუქტების ხარისხის განსაზღვრისას პოლაროგრაფიული ანალიზის გამოყენება მიკრო და მაკრო ელემენტების, ვიტამინებისა და ამინომჟავების თვისებითი და რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის, ჟანგვითი და ჰიდროლიზური პროცესების კონტროლისა და ცილოვანი ნაერთების დენატურაციის სიღრმის განსაზღვრისათვის.

კვების პროდუქტების წარმოებებში გამოიყენება ავტომატური პოლაროგრაფები – კონცენტრატომერები.

პოლაროგრაფიული ანალიზი დაფუძნებულია საკვლევე ხსნარში გამავალი დენის ძალისა და ელექტროდებზე მოდებული მზარდი პოტენციალის დამოკიდებულების მრუდების – პოლაროგრამების მიღებასა და კვლევაზე.

მეთოდი ხასიათდება დიდი მგრძობელობით (10^{-4} – 10^{-8} მოლი/ლ) და სიზუსტით, აპარატურის სიმარტივით და ხელმისაწვდომობით. მეთოდი იძლევა საშუალებას ერთი და იგივე ნიმუშში განესაზღვროთ რამდენიმე სხვადასხვა ნივთიერება. აღსანიშნავია, რომ პოლაროგრაფიული ანალიზის დროს ერთდროულად ხდება, საკვლევე პროდუქტში შემაჯავალი ნივთიერებების, როგორც თვისობრივი ასევე რაოდენობრივი განსაზღვრა.

კლასიკურ მეთოდთან ერთად ამ უკანასკნელ დროს გამოიყენება ანალიზის ისეთი სახესხვაობები, როგორცაა დიფერენციალური, ოსცილოგრაფიული, ცვლად დენიანი და სხვა სახის პოლაროგრაფია.

6. ვიტამინები

ვიტამინები ეწოდებათ სხვადასხვა ქიმიური ბუნების მქონე დაბალმოლეკულურ ორგანულ ნაერთებს, რომლებიც წარმოადგენენ ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების ბიორეგულატორებს. მათი მცირე რაოდენობა მუდმივად აუცილებელია ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების სწორი წარმართვისათვის. ცილებთან, ცხიმებთან, ნახშირწყლებთან და მინერალურ ნივთიერებებთან ერთად ვიტამინები საკვები პროდუქტების აუცილებელ კომპონენტებს წარმოადგენენ.

ვიტამინები გავლენას ახდენენ ნივთიერებთა ცვლაზე, შედიან ფერმენტების, ჰორმონების და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობაში, სადაც ძირითადად ასრულებენ კოფერმენტების როლს. მათი სიმცირე იწვევს იწვევს ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების არასწორ წარმართვას ან დეფექტებს, რაც მრავალი დაავადებისა და ნაადრევი სიბერის მიზეზია.

ორგანიზმის მოთხოვნილება ვიტამინებზე მცირეა, არ აღემატება 20-100 მკ დღე-ღამეში, მაგრამ ვინაიდან ორგანიზმი არ ასინთეზირებს მათ საკმარის რაოდენობით, აუცილებელია მათი მუდმივი მიღება საკვებთან ერთად.

ორგანიზმში ამა თუ იმ ვიტამინის ნაკლებობა ან უქონლობა იწვევს ჰიპოვიტამინოზს (ავადმყოფობა, რომელიც გამოწვეულია ვიტამინების ხანგრძლივი უკმარისობით) და ავიტამინოზს (ავადმყოფობა, რომელიც გამოწვეულია ვიტამინების არ არსებობით).

ვიტამინების ჭარბი მიღებაც იწვევს ავადმყოფურ მდგომარეობას, რასაც ჰიპერვიტამინოზი ეწოდება. ვიტამინების მაგალითზე განსაკუთრებით მკაფიოდ ჩანს განსხვავება მათი არ არსებობის და მათი მცირე რაოდენობით მიღების დროს.

ამჟამად აღმოჩენილია 50-მდე ვიტამინი. ზოგიერთი მათგანი აუცილებელია ადამიანისთვის და სხვადასხვა ცხოველებისათვის, მეორენი კი მხოლოდ ცხოველების, ფრინველების, მწერების, მცენარეების ან მიკროორგანიზმებისთვის.

ანსხვავებენ საკუთრივ ვიტამინებს და ვიტამინისმაგვარ ნივთიერებებს. ზოგიერთი პროდუქტი შეიცავენ პროვიტამინებს. ეს უკანასკნელნი ორგანიზმში სხვადასხვა ფაქტორების მოქმედებით გარდაიქმნებიან ვიტამინებად. მაგალითად β -კაროტინი, რომელიც ორგანიზმში გარდაიქმნება **A** ვიტამინად

ცალკე ჯგუფად ვიტამინისმაგვარი ნივთიერებების გამოყოფის მიზეზია ის ფაქტი, რომ ფერმენტებთან კომპლექსების წარმოქმნისას ისინი როგორც ცილები, ნახშირწყლები, ცხიმები და მინერალური ნივთიერებები წარმოადგენენ პლასტიკურ მასალას ორგანიზმის უჯრედებისა და ქსოვილებისთვის.

ამ ჯგუფს მიეკუთვნება – ინოზიტი (ვიტამინი H_3), მეთილმეთინინი (ვიტამინი U), პანგამის მუავა (ვიტამინი B_{15}), ქოლინი (ვიტამინი B_4), პოლიუჯერი მუავები (ვიტამინი F).

ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესში ფერმენტები კარგავენ აქტივობას და ჰიდროლიზებიან ამინომუავების წარმოქმნით. ინაქტივირებული ფერმენტებიდან გამოყოფილი ვიტამინი კი ან იშლება ან გამოიყოფა ორგანიზმიდან. მისი აღდგენა ძირითადად მიმდინარეობს საკვებით მიღებული ვიტამინების ხარჯზე.

ვიტამინების ბიოლოგიური როლის შესწავლამ ხელი შეუწყო ე.წ. ანტივიტამინების აღმოჩენას, რომლებიც თავიანთი აღნაგობით ახლოს დგანან ვიტამინებთან, იკავებენ მათ ადგილს ფერმენტულ სისტემებში, მაგრამ ვერ ასრულებენ მათ როლს და ქმნიან ავიტამინოზის მდგომარეობას. ხშირ შემთხვევაში ისინი მომწამვლელ ნივთიერებებს წარმოადგენენ.

ვიტამინების რაოდენობა პროდუქტში იზომება მგ-ში ან მკგ-ში 1 გ პროდუქტში ან მგ%. ვიტამინებზე მოთხოვნილება დამოკიდებულია ასაკზე, ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე, ცხოვრების პირობებზე, საქმიანობის სახეზე, საკვების შემადგენლობაზე. ცხრილში მოცემულია მოზრდილი ადამიანის მოთხოვნილება ვიტამინებზე.

მოზრდილი ადამიანის მოთხოვნილება ვიტამინებზე

ვიტამინები	რეკომენდირებული ნორმა
------------	-----------------------

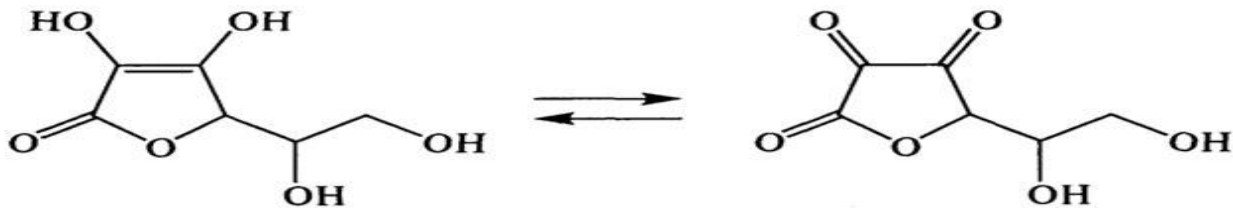
	ევროპ.ეკ.თანამეგ.	FAO
ვიტამინი A	800 მკგ.	900 მკგ.
ვიტამინი D	5 მკგ.	2.5 მკგ.
ვიტამინი E	10 მგ.	9 მგ.
ვიტამინი K	80 მკგ.	–
ვიტამინი B₁	1.4 მგ.	1.2-2.1 მგ.
ვიტამინი B₂	1.6 მგ.	1.5-2.4 მგ.
ვიტამინი B₆	2.0 მგ.	2.0 მგ.
ვიტამინი PP	18 მგ.	16-28 მგ.
ვიტამინი B₃	6 მგ.	–
ფოლის მჟავა	200 მკგ.	200 მკგ.
ვიტამინი B₁₂	1 მკგ.	3 მკგ.
ვიტამინი C	60 მგ.	70-100 მგ.
ბიოტინი	150 მკგ.	–

ვიტამინების კლასიფიკაცია

ვიტამინების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს მათი ხსნადობა წყალში ან ცხიმში. ამასთან დაკავშირებით მათ ყოფენ წყალში ხსნად და ცხიმში ხსნად ვიტამინებად. განვიხილოთ თითოეული ჯგუფის მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები.

წყალში ხსნადი ვიტამინები

ვიტამინი **C** (ასკორბინის მჟავა) – აუცილებელია ადამიანისათვის, იგი უზრუნველყოფს ნორმალურ ცხოველყოფელობას. მონაწილეობასღებულობს უანგვა-აღდგენითი პროცესებში;



L-ასკორბინოვანა კისლანა

L-დეჰიდროასკორბინოვანა კისლანა

ქიმიური თვალსაზრისით ვიტამინი **C** წარმადგენს γ –ლაქტონს 2,3-დეჰიდრო-4-გულონის მჟავას ვიტამინი **C** მონაწილეობასღებულობს უანგვა-აღდგენითი პროცესებში, სხვადახვა ტოქსიური ნივთიერებების გაუვნებელყოფაში, იგი თითქოსდა წარმადგენს ორგანიზმის “სასწრაფო დახმარებას” გაცივების დროს, ეს ვიტამინი განაპირობებს ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარს ვირუსების მიმართ, ძლიერი ნერვო-ფსიქოლოგიური დატვირთვების დროს. მის გარეშე თითქმის შეუძლებელია ჭრილობების, კუჭისა და ნაწლავების წყლულების შეხორცება, ანთებითი პროცესების ჩაქრობა.

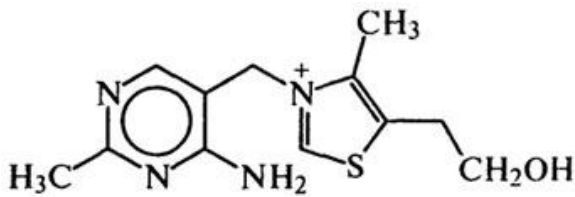
C ვიტამინი დადებითად მოქმედებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე, აძლიერებს ორგანიზმის წინააღმდეგობას ექსტრემალურ სიტუაციებში.

C ვიტამინის ნაკლებობის დროს შეიძნევა დაღლილობა, შრომისუნარიანობის დაქვეითება. **C** -ს ავიტამინოზი იწვევს მძიმე დაავადებას – ცინგას.

ორგანიზმისთვის საჭირო რაოდენობას 50-100 მგ. ადამიანი მთლიანადღებულობს საკვებით. **C** –ვიტამინის ძირითადი წყაროა მცენარეული საკვები **C** – ვიტამინით მდიდარია: ასკილი 300-2000მგ%, შავი მოცხარი 200-500მგ%, კომბოსტო 50-70მგ%, ახალი კარტოფილი 20–30 მგ.

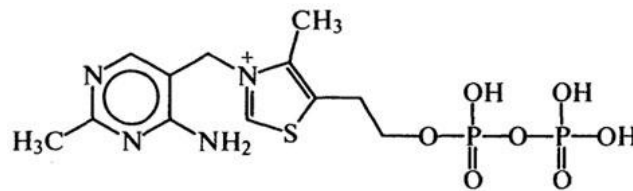
C ვიტამინი არამდგრადია, სინათლისა და ჰაერის უანგვადის გავლენით ადვილად იშლება. განსაკუთრებით სწრაფად მიდის ეს პროცესი რკინისა და სპილენძის იონების თანაობისას.

არამდგრადობის გამო მისი შემცველობა ხილსა და ბოსტნეულის შენახვის დროს მუდმივად კლებულობს. გამონაკლისს წარმოადგენენ ნედლი და დამჟავებული კომბოსტო. კულინარიული დამუშავების დროს იშლება C ვიტამინის 25-60%.



C ვიტამინი გამოიყენება, წვენების სასმელების, მშრალი საუზმის, რძის და სხვა პროდუქტების გასამდიდრებლად. იგი ემატება პურ-ფუნთუშეულს, როგორც საკვები დანამატი. ხორცის პროდუქტებს – ნიტრატებთან და ნიტრიტებთან ერთად უნარჩუნებს ფერს.

ვიტამინი B₁ (თიამინი) – მონაწილეობას ღებულობს ნახშირწყლების ცვლის რეგულირებაში. აუცილებელია ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემის ნორმალური ფუნქციონირებისთვის. მისი ნაკლებობისას ორგანიზმში, განსაკუთრებით ტვინსა და კუნთებში გროვდება ნახშირწყლების დაშლის საშუალოდ მჟავე პროდუქტებში, რომლებიც იწვევენ თავისა და კიდურების ნერვული დაზოლოებების ძლიერ ტკივილს, საჭმელის მომწელებელი და ნერვული სისტემის მუშაობის დარღვევას. ჩნდება დაავადება ბერი-ბერი ანუ პოლინევრიტი. ორგანიზმში ვიტამინი B₁ მოქმედ ფორმას წარმოადგენს მისი თიამინფოსფატი (კოკარბოქსილაზა)



კოკარბოქსილაზა

მისი სადღეღამისო ნორმაა 1.4-2.4 მგ. თიამინი მჟავე არეში მდგრადია სინათლის, ჟანგბადისა და მაღალი ტემპერატურის მოქმედების მიმართ. იგი ადვილად იშლება ტუტე არის გავლენით.

B₁ ვიტამინის ძირითადი წყაროებია : მარცვლეულის გადამუშავების პროდუქტები (ხორბლის და ჭვავის პური, ბურღულეული) 0.4-0.5 მგ%, პარკოსნები 0.5-0.8 მგ%, ხორცის პროდუქტები 0.6 მგ%.

B₁ ვიტამინი გამოიყენება ბრინჯის პროდუქტების, ბავშვთა კვების, რძისა და რძის პროდუქტების გასამდიდრებლად. იგი ადვილად იშლება ჟანგბადის, მჟავების, რედუცირებადი ნივთიერებების მოქმედებით, მაგრამ მდგრადია სინათლისა და ტემპერატურის მოქმედების მიმართ. B₁ ვიტამინი ადვილად იშლება ტუტე არეში, მაგალითად ცომში გამაფხვიერებლების – ნატრიუმისა და ამონიუმის ჰიდროკარბონატების დამატების შედეგად.

ვიტამინი B₂ (რიბოფლავინი) – წარმოადგენს ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში ელექტრონების გადატანის მაკატალიზატორებელი ფერმენტული სისტემების კოფერმენტს. შედის ქსოვილების სუნთქვის განმაპირობებელი ფერმენტების შემადგენლობაში. იგი ხელს უწყობს ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების წვის ბოლო სტადიაზე ენერჯის გამოთავისუფლებას, რომელიც სჭირდება ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციების შესრულებისას მიმდინარე ქიმიურ პროცესებს.

რიბოფლავინი აძლიერებს სინათლის აქტის და ფერების შეგრძნების უნარს. გავლენას ახდენს ჰემოგლობინის სინთეზზე. ვიტამინი B₂ -ის ნაკლებობის დროს შეიმჩნევა კუნთოვანი სისუსტე, პირის ღორწოვანი გარსის ანთება. ტუჩების კუთხეების დახეთქვა, მხედველობის დაქვეითება. ამ დროს ვითარდება სისხლძარღვთა სისტემისა და კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის დაავადებები. ვიტამინი B₂ -ის სადღეღამისო ნორმაა 1,5-3 მგ.

რიბოფლავინის მცირე რაოდენობა წარმოიქმნება ორგანიზმში ნაწლავების მიკროფლორის ცხოველყოფილობის შედეგად. ვიტამინი B₂ მდგრადია მაღალი ტემპერატურის მიმართ, მაგრამ იშლება სინათლის და ტუტე არის გავლენით.

ვიტამინი B₂-ის ძირითადი წყაროები (მგ%): რძე 0,15, ხაჭო 0,3, ყველი 0,4, ჭვავისა და ხორბლის პური 0,1, თევზი და ხორცი 0,1-0,2, ხილი და ბოსტნეული 0,01-0,06

ვიტამინი **B₂**-ის გარკვეული რაოდენობა წარმოიქმნება ნაწლავებში მიკლოფლორის ცხოველქმედების შედეგად.

ვიტამინი **B₃** (პანტოტენის მჟავა) – წარმოადგენს კონზინ A-ს ძირითად შემადგენელ ნაწილს, მონაწილეობას ღებულობს ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების ცვლაში. ვიტამინი **B₃** –ის ნაკლებობა იწვევს მოთენთილობას და ფეხის თითებში მგრძობიარობის დაქვეითებას, დერმატიტს, თმების ცვენას. პიპოვიტამინოზი იშვიათად შეინიშნება, რადგან ამ ვიტამინის სინთეზი ხდება ნაწლავებში.

პანტოტენის მჟავა ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. მის ძირითად წყაროს წარმოადგენს (მგ%): ღვიძლი და თირკმელები 2.5-9, წიწიბურა 2.6, ბრინჯი 1.7-2.1, ქერი, კვერცხი 1.4-2.7.

ვიტამინი **B₃** –ის სადღეღამისო ნორმაა 5-10 მგ. კულინარიული დამუშავება არ იწვევს პანტოტენის მჟავას მნიშვნელოვან დაშლას. მგრძობიარება მჟავებისა და ტუტეების მოქმედების მიმართ. მისი 30% ხარშვის დროს გადადის ბულიონში. ვიტამინი **PP** (ნიცინი) ამ სახელწოდების ქვეშ აერთიანებენ ვიტამინური აქტიობის მქონე ორ ნივთიერებას – ნიკოტინის მჟავას და მის ამიდს-ნიკოტიამიდს. იგი მონაწილეობას ღებულობს უჯრედის ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში. წარმოადგენს ფერმენტთა დიდი ჯგუფის – დჰიდროგენაზების კოფერმენტს.

PP ვიტამინის ნაკლებობა იწვევს უძილობას. გულის ცემის აჩქარებას, ინფექციური დაავადებების მიმართ მდგრადობის შესუსტებას. ავიტამინოზი იწვევს პელაგრას, მძიმე დაავადებას, რომლის დროსაც ირღვევა ფსიქიკა. იგი ხელს უწყობს მცენარეული ცილების შეთვისებას, ამის გამო იგი განსაკუთრებით აუცილებელია ვეგეტარიანებისათვის ან მარხვის პერიოდში.

მისი სადღეღამისო ნორმაა 15-25მგ. **PP** ვიტამინის პროვიტამინია ტრიპტოფანი (60მგ-დან წარმოიქმნება 1მგ.) **PP** ვიტამინი მდგრადია შენახვის მიმართ. არ იშლება ტუტე არეში, ხარშვის დროს ადგილი აქვს მისი ნაწილის (25%) გადასვლას ბულიონში.

PP ვიტამინის ძირითადი წყაროებია (მგ%): ხორცის პროდუქტები, განსაკუთრებით ღვიძლი და თირკმელები 3-4,2, საქონლის ხორცი 4,7, ღორის ხორცი 2,6, ცხვრის ხორცი 3,8, თევზი 0,7-4. რძე, რძის პროდუქტები, კვერცხი ღარიბია ამ ვიტამინით. ასევე მცირეა მისი შემცველობა ბოსტნეულსა და პარკოსნებში.

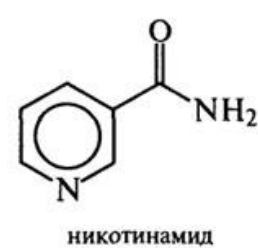
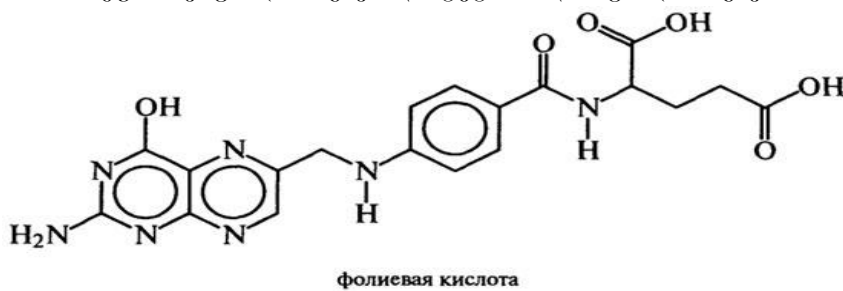
ვიტამინი **B₆** (პირიდოქსინი) – მონაწილეობას ღებულობს ამინო და ცხიმოვანი მჟავების სინთეზსა და მათ გარდაქმნაში. არეგულირებს **PP** ვიტამინის სინთეზს ტრიპტოფანიდან, ამიაკის გაუნებლობისა და გლიკოგენის დაშლის პროცესებს. აუცილებელია ნერვული სისტემის, სისხლმზადი ორგანოებისა და თირკმელების ნორმალური მუშაობისთვის. მისი ნაკლებობა იწვევს დერმატიტს, კუნთოვანი ქსოვილების სისუსტეს. ვიტამინი **B₆** სადღეღამისო ნორმაა 2-2,2მგ. მისი მცირე რაოდენობა წარმოიქმნება ორგანიზმში ნაწლავის მიკროფლორის ცხოველქმედების შედეგად.

ვიტამინი **B₆** ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში. მის ძირითად წყაროს წარმოადგენს (მგ%): ხორცის პროდუქტები 0.3-0.4, თევზი 0.1-0.2, სოიო და ღობიო, ბურღული, კარტოფილი.

პირიდოქსინი მდგრადია მაღალი ტემპერატურის, ტუტე და მჟავე არეების მოქმედების მიმართ, იშლება სინათლეზე.

ვიტამინი **B₆**, პირიდოქსინ პიდროქლორიდის სახით გამოიყენება ფქვილის, მარცვლეულის, რძის, ბავშვთა და სამკურნალო-პროფილაქტიკური პროდუქტების გასამდიდრებლად.

ვიტამინი **B₉** (ფოლის მჟავა) ამ სახელწოდების ქვეშ გაერთიანებულია ორი ვიტამინი: საკუთრივ ფოლის მჟავა და ტეტრაჰიდროფოლის მჟავა.



ვიტამინი **B₉** მონაწილეობას ღებულობს სისხლის წარმოქმნაში, ამინო და

ნუკლეინის მჟავების, პურინის და პირიმიდინის ფუძეების სინთეზში. ეს რთული ნივთიერებები ინტენსიურად სინთეზირდებიან ძვლის ტვინში, სადაც მუდმივად მიმდინარეობს სისხლის ფორმირების ელემენტების წარმოქმნის პროცესი. აქედან ნათლად ჩანს ის, რომ ამ ვიტამინის ნაკლებობა ორგანიზმში იწვევს სისხლის დაავადებებს – ერიტროციტებისა და ლეიკოციტების რაოდენობის მკვეთრ კლებას, სისხლის წარმოქმნისა და საჭმლის მომნელებელი სისტემების მუშაობის დარღვევას, ასუსტებს ორგანიზმის ბრძოლის უნარიანობას. იგი გამოიყენება სისხლმბადი სისტემების დაავადებების (ავთვისებიანი ანემია, სხივური დაავადებები, ლეიკოზები) სამკურნალოდ.

ფოლის მჟავის სადღეღამისო ნორმაა 0,15-0,2მგ. იგი ადვილად იშლება ტემპერატურისა და სინათლის მოქმედებით. მისი პასტერიზაციის დროს იშლება მისი 75%, ბოსტნეულის გადამუშავებისას 90%, სამაგიეროდ კვერცხისა და ხორცის პროდუქტების კულინარიული დამუშავებისას იგი მდგრადია.

ვიტამინი **B₉** –ის ძირითადი წყაროებია (მკგ%): ბოსტნეული 36-110, ღვიძლი 240, თირკმელები 80, დაბალია მისი შემცველობა რძეში 5.

ვიტამინი **B₁₂** (ციანკობალამინი) – მონაწილეობას ღებულობს ნუკლეინის მჟავების, ქოლინისა და ლეციტინის სინთეზში, ტვინის, ღვიძლისა და სისხლმბადი ორგანოების მუშაობაში, წარმოადგენს სისხლწარმოქმნელ ფაქტორს, ასტიმულირებს ერთროციტების მომწიფებას, ხელს უწყობს კაროტინის გარდაქმნას **A** ვიტამინად.

ციანკობალამინის ნაკლებობის დროს აღინიშნება საერთო სისუსტე, ეცემა მაღა, ვითარდება ავთვისებიანი ანემია, ირღვევა ნერვული სისტემის მოქმედება. ვიტამინი **B₁₂**–ის სადღეღამისო ნორმაა 2-3 მკგ. იგი იშლება სინათლის სხივების ხანგრძლივი მოქმედებით, ტუტე და მუავე არეში, მაგრამ მდგრადია ტემპერატურის მოქმედების მიმართ.

ვიტამინი **B₁₂** ნაწილობრივ სინთეზირდება კუჭ-ნაწლავის მიკროფლორით. მისი ძირითადი წყაროებია (მკგ.%): ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები, განსაკუთრებით მდიდარია ღვიძლი 50-100, თირკმელები 20-30, საკმაოდ მაღალია მისი შემცველობა საფუერის უჯრედებში 50-60.

ვიტამინი **H** (ბიოტინი) მონაწილეობას ღებულობს კარბოქსილირების და დეკარბოქსილირების რეაქციებში, ამინომჟავების, ლიპიდების, ნახშირწყლების და ნუკლეინის მჟავების ცვლაში. მისი ნაკლებობის დროს ირღვევა პიგმენტაცია და ნერვული სისტემის მუშაობა, წარმოიშვება დერმატიტი.

ორგანიზმის მოთხოვნილება ბიოტინზე კმაყოფილდება საკვებით, იგი ნაწილობრივ სინთეზირდება კუჭ-ნაწლავის მიკროფლორით. მისი სადღეღამისო ნორმაა 50-300 მკგ.

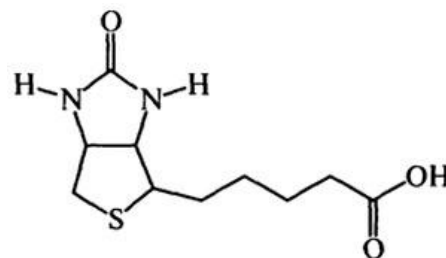
საკვები პროდუქტების კულინარიული დამუშავების დროს პრაქტიკულად არ იშლება. აღსანიშნავია, რომ ანტიბიოტიკების, სულფამილური პრეპარატების და უმი კვერცხის ხშირი მიღების დროს ამ ვიტამინის ათვისების უნარიანობა კვეთრად მცირდება, რადგან წარმოიქმნება კომპლექსები, რომელთა შეთვისებისუნარიანობა თითქმის ნულის ტოლია.

ბიოტინს შეიცავს საკვები პროდუქტების უმრავლესობა. მისი ძირითასი წყაროებია (მკგ%): ღვიძლი და თირკმელები 80-140, კვერცხი 28მ, რძე და ხორცი, მცენარეული პროდუქტები. ბიოტინით მდიდარია მარცვლეულის გადამუშავების პროდუქტები და პარკოსნები 20-60.

ცხიმში ხსნადი ვიტამინები

ვიტამინი **A** (რეტინოლი) მონაწილეობას ღებულობს უჯრედის მემბრანებში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში. შედის თვალის შუქ მგრძნობიარე ცილის, როდოსპინის შემადგენლობაში, მონაწილეობას ღებულობს ეპითელიუმისა და ლორწოვანი გარსის ფორმირებაში, იგი ასრულებს ნახშირწყლების გადამტანის როლს ლორწოვანი ნივთიერებების, კორტიკოსტეროიდული და სასქესო ჰორმონების სინთეზისას.

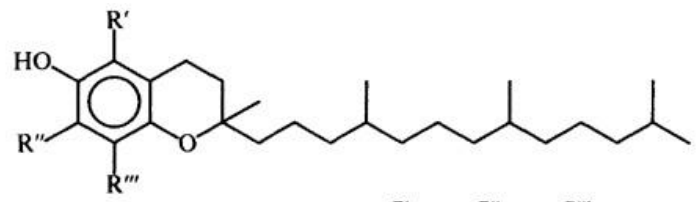
A ვიტამინის ნაკლებობის დროს ვითარდება ე.წ."ქათმის სიბრმავე", კანის გარქოვანება, წყდება ოფლისა და ცხიმის გამოყოფა, წარმოიქმნება გამონაყარი, ვიტამინის ნაკლებობა იწვევს ბავშვებში ზრდა-განვითარების შეჩერებას, მოზრდილებში კი ონკოლოგიური დაავადებების წარმოშობას.



A ვიტამინის სადღეღამისო ნორმაა 0,5-2,5 მგ. ჰაერის, ჟანგბადის, სინათლისა და კულინარული დამუშავების დროს იშლება მისი 30%.

ვიტამინი **A** შედის მხოლოდ ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში (მგ. %): თევზის ქონში 15, კარაქში 0,5, რძეში 0,025. ორგანიზმის მოთხოვნილება **A** ვიტამინზე შეიძლება დაკმაყოფილებულ იქნას მცენარეული საკვებით, რომელიც შეიცავს მის პროვიტამინს **β** -კაროტინს (ორი მოლეკულა - კაროტინიდან წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა **A** ვიტამინი) **β** - კაროტინით განსაკუთრებით მდიდარია სტაფილო 3მგ%, ტომატები 1მგ%.

ვიტამინი **D** (კალციფეროლი) ამ სახელწოდების ქვეშ იგულისხმება სტერინების ჯგუფის რამდენიმე ნაერთი, რომელთაგანაც განსაკუთრებული აქტიობით ხასიათდება ორი ნაერთი - ერგოკალციფეროლი (ვიტამინი **D₂**) და ქოლიკალციფეროლი (ვიტამინი **D₃**). პირველი წარმოადგენს მცენარეული, ხოლო მეორე ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებას.



	R'	R''	R'''
α	CH ₃	CH ₃	CH ₃
β	CH ₃	H	CH ₃
γ	H	CH ₃	CH ₃
σ	H	H	CH ₃
Токол	H	H	H

ვიტამინი **D** არეგულირებს კალციუმისა და ფოსფორის შემცველობას სისხლში, მონაწილეობას ღებულობს ძვლების მინერალიზაციაში. მისი ნაკლებობა იწვევს: ბავშვებში რაქიტს, მოზრდილებში ოსტეოპოროზს. ამ უკანასკნელის შედეგია ძვლების მსხვრევა და კბილების კარიესი. ბავშვებში და მოზრდილებში ვიტამინი **D** -ს ჭარბი რაოდენობის დროს ვითარდება ვიტამინური ინტოქსიკაცია.

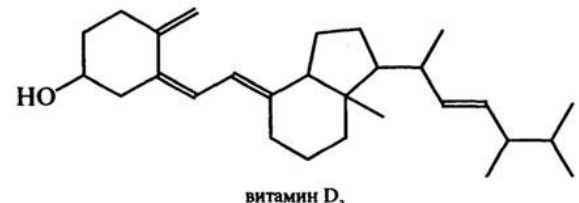
ვიტამინი **D** -ს სადღეღამისო ნორმაა 3.5-4.0 მკგ. იგი არ იშლება პროდუქტების კულინარული დამუშავების დროს, მაგრამ ძალიან მგრძობიარეა სინათლის, ჟანგბადისა და მეტალთა იონების მოქმედების მიმართ.

ამ ვიტამინზე მოთხოვნილება არ კმაყოფილდება საკვები პროდუქტების საშუალებით. მისი ძირითადი რაოდენობა წარმოიქმნება კანის ქსოვილებში ქოლესტერინიდან, ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით, წარმოქმნილი ვიტამინი **D** აქტივობა დეიდში. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობითაა საჭირო ეს ვიტამინი 3 წლამდე ბავშვების და ფეხმძიმე ქალებისათვის, მოზრდილები და საშუალო ასაკის ადამიანები ვიტამინი **D** -ს ნაკლებობას არ განიცდიან იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც მიმდინარეობს მოტეხილობის შეხორცება.

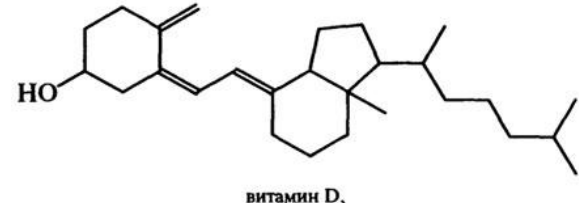
კალციფეროლის ძირითადი წყაროებია (მკგ%): ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები - თევზის ქონი 1,25, ძროხის ღვიძლი 2,5, კვერცხი 2,2, კარაქი 1,3-1,5, რძე 0,05.

ვიტამინი **E** (ტოკოფეროლი). ეს ვიტამინი აერთიანებს რამდენიმე ნივთიერებას, რომელთა შორის ყველაზე მაღალი ბიოლოგიური აქტიობით ხასიათდება **α** - ტოკოფეროლი.

ვიტამინი **E** არეგულირებს ცოცხალ უჯრედებში თავისუფალი რადიკალური რეაქციების ინტენსიობას, გავლენას ახდენს ფერმენტების სინთეზზე, ხელს უშლის უჯერი მჟავების ჟანგვას ლიპიდებში, უჯრედის ცხოველყოფილობის დროს წარმოქმნილი რადიკალების რეკომბინაციას.



ავიტამინოზის დროს ირღვევა გამრავლების, გულის-სისხლძარღვთა და ნერვული სისტემების ფუნქცია. ვიტამინი **E** ასრულებს არა მხოლოდ ვიტამინურ არამედ ანტიოქსიდატურ ფუნქციასაც, ამიტომ იგი გამოიყენება ორგანიზმზე რადიაციული და ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედების შემთხვევაში, როგორც ონკოლოგიური დაავადების პროფილაქტიკა.



ვიტამინი **E**-ს სადღეღამისო ნორმაა 20-30 მგ. იგი მდგრადია მაღალი ტემპერატურის მიმართ, მაგრამ სწრაფად იშლება ულტრაიისფერი სხივებისა და ჟანგბადის მოქმედებით. ტოკოფეროლის ძირითად

წყაროს წარმოდგენენ მცენარეული ზეთები (მგ%) სოიოს ზეთი 115, მხესუმზირის ზეთი 42, ბამბის ზეთი 99.

ვიტამინი **K** (ნაფტოქინონი) მონაწილეობას ღებულობს სისხლის შედედებისათვის საჭირო ცილოვანი ნივთიერებების სინთეზში, კუნთების მუშაობაში, ჭრილობების შეხორცებასა და საჭმლის მომნელებელი ორგანოების მუშაობაში. ქიმიური თვალსაზრისით ვიტამინი **K** წარმოდგენს ქინონს გვერდითი იზოპრენოიდული ჯაჭვით.

ამ ვიტამინის დეფიციტის დროს მკვეთრად მცირდება სისხლის შედედების უნარი, იზრდება კაპილარების მსხვერვალობა, წარმოიქმნება კანქვეშა და შინაგანი სისხლჩაქცევები.

დღე-ღამეში ადამიანის ორგანიზმში მოიხმარს 1მგ. ვიტამინ **K** -ს. ამ ვიტამინს ასინთეზირებს მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორა, სწორედ ამიტომ ანტიბიოტიკების ხანგრძლივი მიღება იწვევს ამ ვიტამინის ჰიპოვიტამინოზს.

ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები ღარბობა ვიტამინი **K** . მის ძირითად წყაროს მცენარეული პროდუქტები წარმოდგენენ. ისპანახი შეიცავს 40-60მკგ %, კომბოსტო 10-30მკგ %, ბურღულეული 0,4-1,0 მკგ %.

ვიტამინი **K** მდგრადია მაღალი ტემპერატურების მოქმედებისადმი, მაგრამ იშლება სინათლისა და ტუტე არის გავლენით.

ვიტამინისმაგვარი ნივთიერებები

როგორც ავლიწნეთ, ვიტამინისმაგვარი ნივთიერებები მიეკუთვნებიან ბიოლოგიურად აქტიურ ნაერთთა რიცხვს და ორგანიზმში ასრულებენ სხვადასხვა მნიშვნელოვან ფუნქციას. ისინი შესაძლებელია გავყოთ რამდენიმე ჯგუფად. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი.

ვიტამინი **P** (ბიოფლავონოიდები) – წარმოდგენს ნივთიერებების მთელ ჯგუფს, რომელიც აერთიანებს კატეხინებს, ანტოციანებს, რუტინს და სხვა. ვიტამინი **P** ხასიათდება კაპილარების კედლების გამაგრების უნარით, იგი ამცირებს სისხლძარღვთა კედლების გამტარობას, აძლიერებს შარდისა და ნაღვლის გამოყოფას. ეს ვიტამინი იცავს **C**-ვიტამინს დაშლისაგან. საინტერესოა, რომ სწორედ ეს ორი ვიტამინია წარმოდგენილი ერთად ხილ-კენკროვნებში.

ვიტამინი **B₄** (ქოლინი) მონაწილეობას ღებულობს ცხიმების ცვლაში. იგი აუცილებელია ნერვული ადგუნების გადამტანის –აცეტილქოლინისათვის. იგი დადებითად მოქმედებს ორგანიზმის ზრდის პროცესზე და აძლიერებს ორგანიზმის წინააღმდეგობას ინფექციების მიმართ.

ქოლინის უკმარისობა იწვევს ღვიძლის ცხიმოვან ინფილტრაციას¹⁶, ორგანიზმში ქოლესტერინის მომატებას, ჰიპერტონიას და დიაბეტს.

ქოლინის წყაროს წარმოდგენს ღვიძლი, ყველი, არა რაფინირებული ზეთები, ხაჭო, პარკოსნები, ზოგიერთი ბოსტნეული.

ვიტამინი **B₁₅** (პანგამის მჟავა) ეს ნივთიერება ფართოდ არის გავრცელებული სასურსათო პროდუქტებში. მისი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა განიხსაზღვრება ლიპოტროპული თვისებებით და მოძრავი მეთილის ჯგუფების მიწოდებით ნუკლეინის მჟავების, ფოსფოლიპიდების და სხვა მნიშვნელოვანი კომპონენტების სინთეზისათვის.

პანგამის მჟავა აუმჯობესებს ქსოვილურ სუნთქვას, ამაღლებს ქსოვილების მიერ ჟანგბადის გამოყენებას, მონაწილეობას ღებულობს ჟანგვით პროცესებში, რის გამოც გამოიყენება ქრონიკული და მწვავე მოწამვლების დროს.

პროდუქტების ვიტამინიზაცია

ვიტამინების დეფიციტის პროფილაქტიკის ყველაზე ეფექტული გზა კვების პროდუქტების ვიტამინებით გამდიდრებაა.

¹⁶ ინფილტრაცია - ქსოვილის ადგილობრივი გამკვრივება და მოცულობის მომატება ანთებითი პროდუქტებით, იმუნოკომპეტენტური უჯრედებით, სიმსივნური უჯრედებით ან ქიმიური ნივთიერებებით გაუღენტვის გამო

პროდუქტების ვიტამინებით გამდიდრება ამაღლებს მათ ხარისხს, ამცირებს მედიცინის ხარჯებს, უზრუნველყოფს მოსახლეობის სოციალურად დაუცველ ფენას ვიტამინებით. ამ მიზნის მისაღწევად აუცილებელია:

- ვიტამინიზაციისათვის შესაფერისი პროდუქტის შერჩევა;
- ვიტამინიზაციის დონის განსაზღვრა;
- კონტროლის სისტემის შემუშავება.

პროდუქტების ძირითადი ჯგუფები, რომელთა გამდიდრებაც ხდება ვიტამინებით:

- ფქვილი და პურ-ფუნთუშეული – **B** ჯგუფის ვიტამინები;
- ბავშვთა კვების პროდუქტები – ყველა ვიტამინები;
- სასმელები, მათ შორის მშრალი კონცენტრატები – ყველა ვიტამინები **A** და **D** გარდა;
- რძის პროდუქტები – ვიტამინები **A, D, E, C**;
- მარგარინი, მაიონეზი – ვიტამინები **A, D, E**;
- ხილის წვენები – ყველა ვიტამინები **A** და **D**-ს გარდა.

7. საკვები მჟავები

საკვები მჟავები წარმოადგენენ ორგანული და არაორგანული ბუნების, განსხვავებული თვისებების მქონე ნივთიერებათა ჯგუფს.

საკვები მჟავების ქიმიური აღნაგობის თავისებურება და შემადგენლობა საკმაოდ განსხვავებულია და დამოკიდებულია საკვები პროდუქტისა და მჟავის წარმოქმნის სპეციფიკაზე.

მცენარეული ობიექტების უმრავლესობაში აღმოჩენილია არა აქროლადი მონო- და ტრიკარბონის მჟავები, რომლებიც აღნაგობის მიხედვით შესაძლებელია იყვნენ, როგორც ნაჯერი ასევე უჯერი, ჰიდროქსი- ან ოქსიმჟავები.

ხილის გადამუშავების შედეგად დარჩენილ ნაწიხში აღმოჩენილია აქროლადი მჟავები – ჭიანჭველმჟავა და ძმარმჟავა.

რძისა და რძის პროდუქტების მჟავიანობა განისაზღვრება არა მარტო რძემჟავით, რომელიც წარმოიქმნება ლაქტოზის ბიოქიმიური გარდაქმნის შედეგად, არამედ რძეში შემავალი სხვა მჟავებისა და მჟავე მარილების ხარჯზე.

ცხრილში მოყვანილია მჟავები, რომლებიც განსაკუთრებით ხშირად გვხვდებიან სასურსათო პროდუქტებში.

ძირითადი საკვები მჟავების დასახელება და ფორმულები

მჟავის დასახელება	მჟავის იონური ფორმის დასახელება	ფორმულა
ასკორბინი	ასკორბატი	
ასპარაგინი	ასპარტატი	HOOC-CH₂-CH(NH₂)-COOH
ბენზონი	ბენზოატი	C₆H₅-COOH
ღვინის	ტარტრატი	HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH
გლიკოლის	გლიკოლატი	HOCH₂-COOH
გლიცერინის	გლიცერატი	HOCH₂-CH(OH)-COOH
გლუტამინის	გლუტამატი	HOOC-(CH₂)₂-CH(NH₂)-COOH
იზოლიმონის	იზოციტრატი	HOOC-CH(OH)-CH(COOH)-CH₂-COOH
ლიმონის	ციტრატი	(HOOC-CH₂)₂-C(OH)-COOH
რძის	ლაქტატი	CH₃-CH(OH)-COOH
ჭიანჭველის	ფორმატი	HCOOH
პიროყურძნის	პირუვატი	CH₃-C(O)-COOH
მარილის	ქლორიდი	HCL
გოგირდის	სულფატი	H₂SO₄
ძმრის	აცეტატი	CH₃COOH
ფოსფორის	ფოსფატი	H₃PO₄
ფუმარის	ფუმარატი	ტრანს- COOH-CH=CH-COOH
მჟაუნის	ოქსალატი	HCOO-COOH
ვაშლის	მალატი	HCOO-CH₂-CH(OH)-COOH
ქარვის	სუკცინატი	HOOC-CH₂-CH₂-COOH
ქინის	ქინატი	
შიკიმის	შიკიმატი	

ორგანული მჟავების ჯგუფს მიეკუთვნებიან ცილის შემადგენლობაში შემავალი ამინომჟავები და ლიპიდების სტრუქტურულ კომპონენტები – უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავები.

საკვებში შემავალი მჟავების ძირითადი მახასიათებლები

საკვები მჟავების ძირითად წყაროს მცენარეული ნედლეული და მათი გადამუშავების პროდუქტები წარმოადგენენ. ორგანული საკვები მჟავები წარმოადგენენ მცენარეული პროდუქტების – კენკროვნები, ხილი, ბოსტნეულის შემადგენელ ნაწილს. შაქრებთან და არომატულ ნივთიერებებთან ერთად უსუნი მონაწილეობას ღებულობენ ხილისა და მათი გადამუშავების პროდუქტების არომატის ჩამოყალიბებაში.

ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა მცენარეულ საკვებ ობიექტში შემავალი ძირითადი მჟავების დასახელება.

ხილსა და ბოსტნეულში შემავალი ძირითადი საკვები მჟავები

მცენარეული ობიექტი	ძირითადი მჟავები
ხილი და კენკრა	
ავოკადო	ღვინის
ალუბალი	ვაშლის, ლიმონის, ღვინის, ქარვის, შიკიმის, გლიცერინის, გლიკოლის, ქინის
ანანასი	ლიმონის, ვაშლის
ატამი	ვაშლის, ლიმონის
ბანანი	ვაშლის, ლიმონის, ღვინის, ძმრისა და ჭიანჭველმჟავა კვალი
გარგარი	ვაშლის ლიმონის
გრეიფრუტი	ლიმონის, ღვინის, ვაშლის, მჟაუმჟავა
ვაშლი	ვაშლის, ლიმონის, პიროყურძის, ფუმარის, რძის, ქარვის
კომში	ვაშლის
ლიმონი	ლიმონის, ვაშლის, ღვინის, მჟაუმჟავა
მარწყვი	ლიმონის, ვაშლის, შიკიმის, ქარვის, გლიცერინის, გლიკოლის, ასპარაგინის
მაყვავი	იზოლიმონის, ვაშლის, რძის, შიკიმის, ქინის, ლიმონისა და მჟაუმჟავის კვალი
მსხალი	ვაშლის, ლიმონის, ღვინის, მჟაუმჟავის
მოცვი	ლიმონის, ვაშლის, გლიცერინის, გლიკოლის, ქარვის, გლუკურონის, გალაქტურონის, გლუტამინის, ასპარაგინის
მოცხარი	ლიმონის, ღვინის, ვაშლის, ქარვის
ფორთოხალი	ლიმონის, ვაშლის, მჟაუმჟავა
ქლიაფი	ვაშლის, ღვინის, მჟაუმჟავა
ყურძენი	ვაშლის და ღვინის (3 : 2), ლიმონის, მჟაუმჟავა
ხურტკმელი	ლიმონის, ვაშლის, შიკიმის,
ბოსტნეული	
ბარდა	ვაშლის
ბროკოლი	ვაშლის და ლიმონის (3:2), მჟაუმჟავის, ქარვის
კარტოფილი	ვაშლის, ლიმონის, მჟაუმჟავა, ფოსფორის, პიროგლუტამინის
პარკოსნები	ლიმონის, ვაშლის, ქარვისა და ფუმარის კვალი
პომიდორი	ლიმონის, ვაშლის, მჟაუმჟავა, ქარვის, გლიკოლის, ღვინის, ფოსფორის, მარილის, გოგირდის, ფუმარის, გალაქტურონის
სოკო	კეტოსტეარინის, ფუმარის,
სტაფილო	ვაშლის, ლიმონის, იზოლიმონის, ქარვის, ფუმარის

ხილსა და კენკროვნებში განსაკუთრებით ხშირად ვხვდებით ლიმონისა და ვაშლის მჟავებს. სხვა მჟავებიდან კი – ქინის, ქარვისა და მჟაუმჟავას. საკმაოდ გავრცელებულია გლიკოლის, ფუმარის,

გლიცერინისა და ღვინის მჟავები. საკვები მჟავების კონცენტრაცია სხვადასხვა ნედლეულში საკმაოდ განსხვავებულია.

ციტრუსები ძირითადად შეიცავენ ლიმონის მჟავას და მცირე რაოდენობით ვაშლის მჟავას, მისი შემცველობა ფორთოხალში საერთო მჟავიანობის 10-25%, მანდარინში 20%-ზე ნაკლები, ლიმონში კი 5%-მდე.

ლიმონის მჟავის შემცველობა ანანასებში 85%-ს აღწევს, ვაშლისმჟავისა კი 10%-ს.

კურკოვან და თესლოვან ხილში დომინირებულ მჟავას ვაშლისმჟავა წარმოადგენს. მისი რაოდენობა 50-90%-ის ფარგლებში მერყეობს.

ვაშლის მჟავე ჯიშებში, ვაშლისმჟავა საერთო მჟავიანობის შემცველობა 90%-ს შეადგენს, ბალსა და ალუბალში 85-90%, ქლიავში (სორტზე დამოკიდებულებით) 35-90%.

ატამსა და გარგარში მჟავიანობის 90% მოდის ლიმონის, ვაშლისა და ქინის მჟავებზე. ამასთან ლიმონისა და ვაშლის მჟავების თანაფარდობა საკმაოდ დიდ საზღვრებში იცვლება და დამოკიდებულია სიმწიფის ხარისხზე. დადგენილია, რომ დამწიფების სტადიაში ატამში ვაშლის მჟავის შემცველობა მატულობს, ხოლო ლიმონისა კი კლებულობს.

სხვა ხილისაგან განსხვავებით, ყურძნის ძირითადი მჟავა ღვინის მჟავაა და იგი საერთო მჟავიანობის 50-65%-ს შეადგენს. დანარჩენი მოდის ვაშლისმჟავასა (25-30%) და ლიმონმჟავაზე (10%-მდე). დამწიფების პროცესში ვაშლისმჟავის შემცველობა ბევრად უფრო სწრაფად კლებულობს ვიდრე ღვინისმჟავისა.

კენკროვნების უმეტესობაში, ყურძნისაგან განსხვავებით, ჭარბობს ლიმონმჟავა. მაგალითად ტყის მარწყვში მისი რაოდენობა საერთო მჟავიანობის 70-90% შეადგენს, მოცხარში – 85-90%. მაცვალში 65-85% წარმოადგენილია იზოლიმონის მჟავა

ხილსა და ბოსტნეულში, მჟავების განსაზღვრული რაოდენობა შესაძლებელია იყოს მარილების სახით. სხვა ორგანული მჟავებისაგან განსხვავებით რძის მჟავა ხილსა და ბოსტნეულში ძირითადად წარმოიქმნება მიკრობიოლოგიური პროცესების შედეგად.

ბოსტნეულის მჟავიანობას განაპირობებენ ორგანული მჟავების საკმაოდ ფართო სპექტრი. ტომატების განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს მის შემადგენლობაში არაორგანული მჟავების – ფოსფორის, გოგირდისა და მარილმჟავის არსებობა.

რძესა და რძის პროდუქტების ძირითად ორგანულ მჟავას რძის მჟავა წარმოადგენს, რომელიც წარმოიქმნება ლაქტოზის (რძის შაქრის) ბიოქიმიური გარდაქმნის საფუძველზე.

საკვები მჟავები და პროდუქტების მჟავიანობა

საკვები პროდუქტების მჟავე გემოს განაპირობებს წყალბადის იონი, რომელიც წარმოიქმნება პროდუქტში შემავალი მჟავების ან მჟავე მარილების ელექტროლიტური დისოციაციის შედეგად. წყალბად იონთა აქტიურობა განისაზღვრება pH-ის მაჩვენებლით. ზოგიერთი პროდუქტის pH-ის მნიშვნელობა მოცემულია ცხრილში.

ზოგიერთი პროდუქტის pH-ის მნიშვნელობა

საკვები პროდუქტი	pH-ის მაჩვენებელი
ფორთოხლის წვენი	3.2-3.5
ანანასის წვენი	3.6
ყურძნის წვენი	3.2
გრეიფრუტის წვენი	3.1
ღუღი	4.2-4.6
მოუხდელი რძე	6.6-6.8
შედგებულ რძე	6.1-6.4
იოგურტი	4.0-4.3

პრაქტიკულად ყველა საკვები მჟავა სუსტი ელექტროლიტია და წყალხსნარებში მათი დისოციაციის მუდმივა არ აღემატება 3%. გარდა ამისა საკვები პროდუქტები ხშირად შეიცავენ ბუფერულ ნივთიერებებს, რომლებიც განაპირობებენ pH-ის მანქვენებლის მუდმივობას. ზემოდ აღნიშნულიდან გამომდინარე საკვები პროდუქტებში შემავალი მჟავე ბუნების ნივთიერებების ჯამური კონცენტრაცია განისაზღვრება პოტენციური, საერთო ან ტიტრული მჟავიანობის მანქვენებით. სხვადასხვა პროდუქტებისათვის ეს მანქვენებელი გამოიხატება სხვადასხვა ერთეულებში. მაგალითად წველებში საერთო მჟავიანობას საზღვრავენ გ/ლ, რძეში ტერნერის გრადუსებში და ა.შ.

საკვები მჟავების გავლენა პროდუქტის ხარისხზე

სასურსათო პროდუქტებში შემავალი საკვები მჟავები ასრულებენ სხვადასხვა ფუნქციებს. გემოსა და არომატის განმსაზღვრელი ნივთიერებების კომპლექსში საკვები მჟავები მონაწილეობენ სასურსათო პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ თვისებების ჩამოყალიბებაში. პროდუქტის გემო, სუნთან და გარეგან სახესთან უფრო მეტად განსაზღვრავს მომხმარებლის არჩევანს, ვიდრე მისი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულება. ხშირად, სასურსათო პროდუქტის გემოსა და არომატის ცვლილება, მისი ხარისხის გაუარესების მანქვენებელია.

სასურსათო პროდუქტების შემადგენლობაში შემავალი მჟავების ძირითადი გემოვანი შეგრძნება – მჟავე გემო წყალბად იონების (H^+) კონცენტრაციის პროპორციულია.

ორგანული მჟავების შემთხვევაში მჟავე გემოს შეგრძნებაზე გავლენას ახდენს არა მარტო H^+ იონი არამედ მჟავე ნაშთის ანიონიც, რომლის ბუნებაზე დამოკიდებულებით შესაძლებელია წარმოიქმნას კომბინირებული შეგრძნება. მაგალითად ლიმონმჟავა ხასიათდება მჟავე – მოტკბო გემოთი, პიკრინის მჟავა – მომჟავე მომწარო გემოთი. საგემოვნო შეგრძნებების ცვლილება ხდება ორგანული მჟავების მარილების თანაობისასაც. ამონიუმის მარილები პროდუქტს ანიჭებენ მარილიან გემოს.

ამგვარად, პროდუქტში რამდენიმე საკვები მჟავისა და სხვა კლასის ნივთიერებების თანა არსებობა განაპირობებს ორგანოლეპტიკურ გემოს ჩამოყალიბებას, რომელიც მხოლოდ ამ კონკრეტული პროდუქტისთვის არის დამახასიათებელი.

რძემჟავა პროდუქტების არომატწარმოქმნელ კომპლექსში შედიან რძის, ლიმონის, ძმრის, პროპიონისა და ჭიანჭველის მჟავები.

სასურსათო პროდუქტების ხარისხი ინტეგრალური სიდიდეა, გარდა ორგანოლეპტიკური მანქვენებლებისა მოიცავს პროდუქტის კოლოიდურ, ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ სტაბილურობას.

პროდუქტის ხარისხის ფორმირება ხორციელდება ტექნოლოგიური პროცესის ყველა ეტაპზე. ამასთან მრავალი ტექნოლოგიური მანქვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს მაღალხარისხიანი პროდუქციის მიღებას დამოკიდებულია სისტემის მჟავიანობაზე.

ზოგადად არის pH გავლენას ახდენს შემდეგ ტექნოლოგიურ პროცესებზე:

- პროდუქტისათვის დამახასიათებელი გემოსა და არომატის განმსაპირობებელი კომპონენტების წარმოქმნა;
- სასურსათო პროდუქტის პოლიდისპერსული სისტემის მდგრადობა;
- სასურსათო სისტემის თერმო და ბიოლოგიურ მდგრადობა;
- ფერმენტების აქტიობას;
- სასარგებლო მიკროფლორის ზრდა და მათი გავლენა პროდუქტის მომწიფებაზე.

საკვები მჟავები კვებაში

საკვები მჟავების მნიშვნელობა ორგანიზმისათვის განისაზღვრება მისი კალორიულობით და მონაწილეობით ნივთიერებათა ცვლაში. ძირითადად ისინი არ ქმნიან ორგანიზმში დამატებით მჟავიანობას და სწრაფად იჟანგებიან ნივთიერებათა ცვლის დროს.

საკვებში შემავალი ორგანული მჟავების ძირითადი ფუნქცია დაკავშირებულია მათ მონაწილეობასთან საჭმლის მონელების პროცესში. მათ ძირითად ფუნქციებს წარმოადგენენ:

- ნაწლავების პერესტალტიკის აქტივაცია;
- კუჭის წვენების სეკრეციის სტიმულაცია;
- არის pH-ის დაწვეით განსაზღვრული მიკროფლორის ფორმირებაზე ზემოქმედება;
- სწორ ნაწლავში ღპობის პროცესების შეჩერება.

ძირითადი საკვები მჟავების ენერგეტიკული ღირებულების კოეფიციენტების მნიშვნელობა

საკვები მჟავა	ენერგეტიკული ღირებულების კოეფიციენტი კკალ/გ
ლიმონმჟავა	2.5
ვაშლისმჟავა	2.4
რძისმჟავა	3.6

ზოგიერთი ორგანული მჟავისათვის აღმოჩენილია ზემოქმედების სხვა ეფექტებიც. მაგალითად ლიმონმჟავა ხელს უშლის ორგანიზმში კანცეროგენული ნიტროზოამინების წარმოქმნას, რითაც ამცირებს ონკოლოგიური დაავადებების წარმოქმნისა და განვითარების საშიშროებას. ლიმონმჟავა და შესაბამისად მისი მარილები ხელს უწყობენ კალციუმის შეთვისებას. ბენზონ მჟავა ხასიათდება ანტისეპტიკური თვისებებით.

ამავე დროს ცნობილია, რომ მჟაუმჟავა და მისი მარილები შესაძლებელია გახდნენ სახსრებსა და შარდსადენში ქვების წარმოქმნის მიზეზი. ღვინის მჟავა ორგანიზმის მიერ არ შეითვისება.

8. წყალი

წყალი საკვები პროდუქტების უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილია. იგი შედის ცხოველური და მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში, როგორც უჯრედშიგა და უჯრედგარე კომპონენტი, როგორც სადისპერსიო არე და გამხსნელი, იგი განაპირობებს პროდუქტის კონსისტენციასა და სტრუქტურას, გავლენას ახდენს პროდუქტის გარეგან სახეზე, გემოსა და შენახვისადმი მდგრადობაზე. მისი ფიზიკური ურთიერთქმედება ცილებთან, პოლისაქარიდებთან, ლიპიდებთან და მარილებთან ერთად მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს საკვების ტექსტურას.

წყალი არ წარმოადგენს საკვებ ნივთიერებას, მაგრამ სასიცოცხლოდ აუცილებელია ორგანიზმისათვის. წყალი არეგულირებს სხეულის ტემპერატურას, გადააქვს საკვები ნივთიერებები და საჭმლის მომნელებელი სისტემის ნარჩენები, წარმოადგენს სარეაქციო არეს ან რეაგენტს ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა ქიმიური და ბიოქიმიური გარდაქმნების დროს, გვევლინება ბიოპოლიმერების კონფორმაციის სტაბილიზატორად, აადვილებს მაკრომოლეკულების დინამიურ გარდაქმნებს, კატალიზურის ჩათვლით.

ტენის შემცველობა (%) საკვებ პროდუქტებში იცვლება ფართო საზღვრებში. ტენის შემცველობა დიდ გავლენას ახდენს პროდუქტების შენახვის უნარიანობაზე, პროდუქტში მიმდინარე ფიზიკურ, ბიოქიმიურ და მიკრობიოლოგიური პროცესების ინტენსიობაზე. ტენის შემცველობის მიხედვით პროდუქტები შეიძლება გაგყოთ ორ ძირითად ჯგუფად:

- პირველ ჯგუფში შედიან პროდუქტები, რომლებიც ხასიათდებიან ტენის მაღალი შემცველობით – ხილი, ბოსტნეული, ხორცი, რძე, და სხვა. გარდა წყლის დიდი რაოდენობისა ისინი შეიცავენ ცილებს, ნახშირწყლებს, მინერალურ ნივთიერებებსა და ვიტამინებს, რომლებიც ქმნიან ხელსაყრელ პირობებს მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის. ამ პროდუქტებში აქტიურად მიმდინარეობენ ბიოქიმიური და ქიმიური პროცესები;
- მეორე ჯგუფი აერთიანებს ტენის დაბალი შემცველობის მქონე პროდუქტებს – მარცვლეულს, ფქვილს, ბურღულეულს, შაქარს, ზეთებს და სხვებს. პროდუქტთა ამ ჯგუფისათვის დამახასიათებელია ფიზიკურ-ქიმიური და ქიმიური პროცესები, ისინი გამოირჩევიან კარგი შენახვის უნარიანობით;

ტენის შემცველობა (%) საკვებ პროდუქტებში

პროდუქტი	ტენის შემცველობა	პროდუქტი	ტენის შემცველობა
ხორცი	65-75	ფქვილი	12-14
რძე	87	ყავის მარცვლები	5
ხილ- ბოსტნეული	70-95	მშრალი რძე	4
პური	35	ლუდი, წვენები	87-90
თაფლი	20	ყველი	37
არაქი, მარგარინი	16-18	ჯემი	28

წყლისა და ყინულის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები

წყლის მოლეკულური მასა 18.02-ის ტოლია, იგი შეიძლება არსებობდეს თხევად, მყარ და აირად მდგომარეობაში. წყალი ხასიათდება დუდილისა და ღღობის მაღალი ტემპერატურით, რითაც მნიშვნელოვნად განსხვავდება პერიოდულ სისტემაში ჟანგბადთან ახლოს მდგომი სხვა ელემენტების ჰიდრიდებისაგან (CH_4 , NH_3 , HF , H_2S , HCl) წყალი ხასიათდება ანომალურად მაღალი სითბოტევადობით. ამ თვისებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ბუნებისათვის ღამის საათებში ან ზაფხულიდან

ზამთარში გარდამავალ პერიოდში წყალი ნელა ცივდება, ხოლო დღისით ან ზამთრიდან ზაფხულში გარდამავალ პერიოდში ნელა თბება. ამრიგად წყალი არეგულირებს ტემპერატურას დედამიწაზე.

ზოგიერთი ჰიდრიდის ფიზიკური თვისებები

ნივთიერება	ღვთის ტემპერატურა, °C	დუღილის ტემპერატურა, °C	ორთქლად ქცევის სითბო 100°C, კკალ/მოლ
CH₄	-184	-161	2.20
NH₃	-78	-33	5.55
H₂O	0	+100	9.70
HF	-92	+19	7.22

წყალი ხასიათდება კიდევ ერთი ანომალური თვისებით. ნებისმიერი ნივთიერების სიმკვრივე, თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას მატულობს 2-3%-ით. წყალი წარმოადგენს გამონაკლისს, მისი სიმკვრივე ყინულად გარდაქმნის დროს კლებულობს და ეს კლება 10%-ს აღწევს.

სხვა ანომალური თვისებებიდან აღსანიშნავია ზადაპირული დაჭიმულობის, დიელექტრიკული შედწევადობის მუდმივას და სითბოგამტარობის მაღალი მნიშვნელობები.

წყლის ანომალური თვისებები აიხსნება წყლის ცალკეულ მოლეკულებს შორის ურთიერთკავშირით.

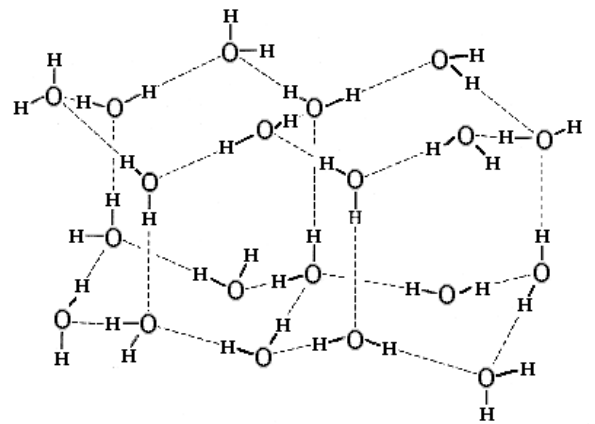
ჟანგბადის 6 სავალენტო ელექტრონი განაწილებულია ოთხ sp^3 ჰიბრიდიზირებულ იორბიტალზე, რომლებიც სივრცეში წარმოქმნიან ტეტრაედრს. ორი ჰიბრიდიზირებული იორბიტალი წარმოქმნის კოვალენტურ ბმას წყალბადთან (O-H), რომლებიც ჟანგბადის მაღალი ელექტროუარყოფითობის გამო ხასიათდება ნაწილობრივი (40%) იონიზაციით. ამრიგად წყლის მოლეკულას, ტეტრაედრის ბოლოებზე, გააჩნია ორი დადებითი და ორი უარყოფითი მუხტი, რის გამოც წყლის ყოველი მოლეკულა, წყალბადური ბმის საშუალებით დაკავშირებულია ოთხ სხვა მოლეკულასთან.

წყლის მოლეკულაში ერთდროულად ორი აქცეპტორისა და ორი დონორის არსებობა განაპირობებს წყალბადური ბმებით სტაბილიზირებულ სამ განზომილებიანი ბადის წარმოქმნას. სწორედ ეს ბადე, რომლის დაშლისთვისაც აუცილებელია დამატებითი ენერგია, განაპირობებს წყლის ანომალურ თვისებებს.

ქიმიური თვალსაზრისით წყალი მაღალი რეაქციის უნარიანი ნაერთია. სურსათის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესებში დიდ მნიშვნელობა ენიჭება ცილების, ლიპიდების, ნახშირწყლების გარდაქმნებს, რომლებიც წყლის მონაწილეობით მიმდინარეობენ.

**საკვებ პროდუქტებში შემავალი
თავისუფალი და ბმული წყალი**

სასურსათო პროდუქტის საერთო ტენიანობა გვიჩვენებს წყლის საერთო რაოდენობას, მაგრამ არ არ ახასიათებს მის როლს ქიმიურ, ბიოქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ პროცესებში. სასურსათო პროდუქტის შენახვისას მდგრადობას პირველ რიგში განაპირობებს თავისუფალი და ბმული წყლის თანაფარდობა.



ბმული წყალი ეს არის ასოცირებული წყალი, რომელიც მტკიცედ არის დაკავშირებული პროდუქტის კომპონენტებთან – ცილებთან, ცხიმებთან და ნახშირწყლებთან ქიმიური ბმით ან ფიზიკური ძალებით, რომლებიც პირველ რიგში დამოკიდებულია კომპონენტის ბუნებაზე, არის pH-ზე, ტემპერატურაზე და პროდუქტის სახეობაზე.

თავისუფალი წყალი ეს არის ტენის ნაწილი, რომელიც არ არის დაკავშირებული პოლიმერებთან და წარმოადგენს ბიოქიმიური, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური რეაქციების არეს.

მაგალითად ხორბლის 15-20% ტენიანობის პირობებში ბმული წყალი შეადგენს 10-15%. უფრო მაღალი ტენიანობის პირობებში წარმოიქმნება თავისუფალი წყალი, რომელიც ხელს უწყობს ბიოქიმიური პროცესების განვითარებას.

ხილისა და ბოსტნეულის ტენიანობა 75–95%. ძირითადად ეს თავისუფალი წყალია, მაგრამ მისი 5% მყარად არის დაკავშირებულია უჯრედის კოლოიდებთან. ამის გამო ხილი და ბოსტნეული ადვილად შეიძლება გამოვაშროთ 1–12%-მდე მაგრამ შემდგომში შრობა მოითხოვს სპეციალური მეთოდების გამოყენებას.

ცნებები “წყლის შებოჭვა” და “ჰიდრატაცია” ახასიათებენ წყლის უნარს დაუკავშირდეს სხვადასხვა ხასიათის ჰიდროფილურ ნივთიერებებს. “წყლის შებოჭვის” და “ჰიდრატაციის” ძალა და მნიშვნელობა დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორიც არის მეორე დაკავშირებული ნივთიერების ბუნება, მარილების შედგენლობა, pH, ტემპერატურა.

ბმული წყალი ხასიათდება შემდეგი თვისებებით:

- განსაზღვრავს ტენის წონასწორულ შემცველობას პროდუქტში მოცემულ ტემპერატურასა და დაბალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში;
- არ იყინება -40°C და უფრო დაბალ ტემპერატურაზე;
- არ წარმოადგენს დამატებული ნივთიერებების გამსხნელს;
- მაგნიტური რეზონანსის სპექტრში იძლევა დამახასიათებელ ხაზს;
- გადაადგილდება მაკრომოლეკულებთან ერთად სედიმენტაციისა და დიფუზიის პროცესში;
- მკვეთრად განსხვავდება თვისებებით წყლის დანარჩენი მასისაგან.

ბმული წყლის წარმოქმნის მიზეზები ისეთ რთულ სისტემებში, როგორიც სასურსათო პროდუქტებია სხვადასხვაა. განსაკუთრებით მტკიცე ბმას მიეკუთვნება ორგანულად დაკავშირებული წყალი. იგი წარმოადგენს წყლის ძალიან მცირე ნაწილს, მაგალითად ცილებსა და სხვადასხვა ჰიდრატების შემადგენლობაში შემავალი ტენი.

ბმული წყლის მეორე სახეს წარმოადგენს პოლიმერების (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები) ჰიდროფილურ ჯგუფებთან დაკავშირებული წყლის მონო შრე.

მონო შრის შემდეგ მდებარეობს ე.წ. მულტი შრე, რომელიც პოლიმერთან დაკავშირებულია მოლეკულური ადსორბციის ძალებით. მართალია ამ შრის წყალი ნაკლებად მტკიცეა და დაკავშირებული პოლიმერთან, მაგრამ მისი თვისებები მაინც მკვეთრად განსხვავდება სუფთა წყლის თვისებებისაგან. ამრიგად სასურსათო პროდუქტში არსებული ბმული წყალი შედგება ორგანულად დაკავშირებული, მონო- და მულტიშრის წყლისაგან.

გარდა ამისა, ზოგიერთ პროდუქტებში წყლის მცირე ნაწილის დაბალი ძვრადობა და ორთქლის წნევა გამოწვეულია მათი კაპილარებში არსებობით, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ხდება, როდესაც კაპილარების დიამეტრიც 0,1 μm -ზე ნაკლებია. სასურსათო პროდუქტების უმეტესობაში კაპილარების დიამეტრიც 10-დან 100 μm -მდე მერყეობს, რაც გამორიცხავს მათ მნიშვნელოვან გავლენას პროდუქტში შემავალი წლის თვისებებზე.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა ცალკე შესაძლებელია გამოვეყოთ სასურსათო პროდუქტების მაკრომოლეკულური მატრიცის მიერ დაკავშირებული წყალი. მაგალითად პექტინისა და სახამებლის ლაბები, მცენარეული და ცხოველური ქსოვილები, რომლებსაც შეუძლიათ ფიზიკურად შეაკავონ წყლის გარკვეული რაოდენობა.

მართალია ამ წყლის სტრუქტურა ჯერ-ჯერობით ბოლომდე გარკვეული არ არის, მაგრამ მისი თვისებები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ პროდუქციის ხარისხზე. ეს წყალი, ბმული წყლის მსგავსად არ გამოიყოფა პროდუქტიდან მექანიკური ზემოქმედების შედეგად. მეორე მხრივ ტექნოლოგიური პროცესების დროს იგი იქცევა, როგორც თავისუფალი წყალი. მისი მოცილება შესაძლებელია

გამოშრობით ან შესაძლებელია მისი გაყინვა თავისუფალი წყლის ანალოგიურ პირობებში. ამრიგად ამ წყლის თვისებები, როგორც თავისუფალის, საკმაოდ შეზღუდულია, იგი ხასიათდება იმავე თვისებებით, როგორც წყალი განზავებულ მარილთა ხსნარებში.

წყლის აქტიობა

ცნობილია, რომ არსებობს მჭიდრო კავშირი სასურსათო პროდუქტის ტენიანობასა და მის შენახვისადმი მდგრადობას შორის. მაგრამ ხშირად გვხვდება ერთნაირი ტენიანობის მქონე პროდუქტები, რომლებიც სხვადასხვა შენახვისუნარიანობით ხასიათდებიან. გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ ეს პირველ რიგში დამოკიდებულია პროდუქტში არსებული ბმული და თავისუფალი წყლის თანაფარდობაზე.

ამ ფაქტორის გასათვალისწინებლად შემოღებულ იქნა “წყლის აქტიობის” ცნება, რომელიც ბევრად უკეთესად ახასიათებს ტენიანობის გავლენას პროდუქციის შენახვისუნარიანობაზე, ვიდრე ტენის შემცველობა. არ შეიძლება დავივიწყოთ სხვა ფაქტორების (ქანგბადის კონცენტრაცია, არის pH, ტემპერატურა და ა.შ.) გავლენა სასურსათო პროდუქტის შენახვისუნარიანობაზე, მაგრამ წყლის აქტიობა კარგად ეთანადება მრავალი უარყოფითი პროცესის სინქარეს, იგი შესაძლებელია გაიზომოს და გამოყენებულ იქნას პროდუქტში წყლის მდგომარეობის შეფასებისას.

წყლის აქტიობა a_w წარმოადგენს პროდუქტის ზედაპირზე არსებული წყლის ორთქლის წნევის ფარდობას, სუფთა წყლის ზედაპირზე არსებულ წნევასთან იმავე ტემპერატურაზე.

$$a_w = \frac{P_w}{P_o} = \frac{POB}{100}$$

სადაც

P_w – პროდუქტის ზედაპირზე არსებული წყლის ორთქლის წნევა;

P_o – სუფთა წყლის ზედაპირზე არსებული წყლის ორთქლის წნევა;

POB – წონასწორული ფარდობითი ტენიანობა (%), რომლის დროსაც პროდუქტი არ ტენიანდება და არ შრება.

ეს თანაფარდობა შედის წყლისა და პროდუქტის ურთიერთქმედების ენერჯის განსასაზღვრელ ძირითად თერმოდინამიკურ განტოლებაში (რებინდერის განტოლება).

წყლის აქტიობის მიხედვით ანსხვავებენ:

- პროდუქტებს, როდესაც a_w იცვლება 1.0 – 0.9 ფარგლებში;
- შუალედური ტენიანობის პროდუქტებს, როდესაც a_w იცვლება 0.9–0.6 ფარგლებში;
- დაბალი ტენიანობის პროდუქტებს, როდესაც a_w იცვლება 0.6 – 0.0 ფარგლებში;

ცხრილში მოყვანილია წყლის აქტიობის მნიშვნელობები სხვადასხვა პროდუქტებში.

წყლის აქტიობა (a_w) სასურსათო პროდუქტებში

პროდუქტი	ტენიანობა %	a_w	პროდუქტი	ტენიანობა %	a_w
ხილი	90-95	0.97	ფქვილი	16-19	0.80
კვერცხი	70-80	0.97	თაფლი	10-15	0.75
ხორცი	60-70	0.97	კარამელი	7-8	0.65
ყველი	40	0.92-0.96	ნამცხვარი	6-9	0.60
ჯემი	30-35	0.82-0.94	შოკოლადი	5-7	0.40
პური	40-50	0.95	შაქარი	0-0.15	0.10

გარდა ქიმიურ რეაქციებსა და მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე გავლენისა, წყლის აქტიობა დიდ გავლენას ახდენს პროდუქტის ტექსტურაზე. მაგალითად მშრალ პროდუქტების დამახასიათებელი თვისებები უცვლელად ნარჩუნდება თუ წყლის აქტიობა იცვლება 0.35–0.5-ის ფარგლებში.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნათელია, რომ სასურსათო პროდუქტების ხარისხი მჭიდროდაა დაკავშირებული წყლის აქტიობის მნიშვნელობასთან.

დაბალი ტენიანობის მქონე პროდუქტებში შესაძლებელია წარმართოს ცხიმების ჟანგვა, არაფერმენტატიული გამუქება, ვიტამინების დაშლა, ფერმენტების მოქმედებით გამოწვეული გაფუჭება. ამ სახის პროდუქტებში მიკროორგანიზმების აქტიობა დათრგუნულია. შუალედური ტენიანობის მქონე პროდუქტებში შესაძლებელია წარმართოს სახადასხვა პროცესები, მათ შორის მიკრობიოლოგიურიც. მაღალი ტენიანობის მქონე პროდუქტებში ძირითადია მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის შედეგად გამოწვეული პროცესები.

სასურსათო პროდუქტებში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების უმეტესობისათვის რეაქციის მაქსიმალური სიჩქარე აღინიშნება შუალედური ტენიანობის მქონე პროდუქტებში, როცა a_w მოთავსებულია 0.7– 0.9-ის ფარგლებში. ქიმიური რეაქციების მინიმალური სიჩქარე აღინიშნება, როცა $a_w = 0.2–0.4$., რაც წყლის მონომოლეკულურ შრეს შეესაბამება. გამონაკლისია ლიპიდების ჟანგვის პროცესი, რომლის სიჩქარე ძირითადად არ არის დამოკიდებული პროდუქტის ტენიანობაზე.

ფერმენტატიული რეაქციების წარმართვისათვის აუცილებელია პროდუქტში თავისუფალი წყლის არსებობა, რომელიც სუბსტრატის გამსწვლად გვევლინება. გარდა ამისა ზოგ ფერმენტატიულ რეაქციებში წყალი თვითონ გვევლინება სუბსტრატად.

სასურსათო პროდუქტების შენახვისას წყლის აქტიობა მნიშვნელოვნად განაპირობებს მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობას. ბაქტერიების უმეტესობისათვის ცხოველმყოფელობისათვის აუცილებელია, რომ a_w არ უნდა იყოს 0.9-ზე ნაკლები.

შუალედური ტენიანობის პროდუქტების (საკონდიტრო ნაწარმი, ჯემები, ჩირი, ხორცი) გაფუჭებას ძირითადად საფუერები და ობის სოკოები იწვევენ.

მიკრობიოლოგიური გაფუჭების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია წყლის აქტიობის შემცირება, რისთვისაც მიმართავენ ისეთ ტექნოლოგიურ პროცესებს, როგორცაა შრობა, ღნობა, სხვადასხვა ნივთიერებების (შაქარი, მარილი და სხვა) დამატება ან გაყინვა.

გაყინვა კონსერვირების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მეთოდს წარმოადგენს. მართალია ამ დროს მკვეთრად კლებულობს წყლის აქტიობა, ყინულის წარმოქმნის გამო, მაგრამ აღინიშნება ორი მნიშვნელოვანი ეფექტი:

1. ხდება პროდუქტის თავისუფალ წყალში გახსნილი ნივთიერებების კონცენტრირება თხევად ფაზაში, რომელიც არსებობს გაყინულ პროდუქტებში ნებისმიერ ტემპერატურაზე;

2. ყინულად გარდაქმნილი წყლის მოცულობა მატულობს დაახლოებით 9%-ით.

გაყინულ პროდუქტში ნივთიერებების კონცენტრირების გამო იცვლება გაუყინავი ფაზის თვისებები – არის pH, ტიტრული მუავიანობა, იონური ძალა, სიბლანტე, გაყინვის ტემპერატურა, ზედაპირული დაჭიმულობა, ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი. მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის წყლის სტრუქტურა და ურთიერთქმედება “წყალი – გახსნილი ნივთიერება”.

ეს ფაქტორები პროდუქტის გაყინვისას იწვევენ ორ ურთიერთსაპირისპირო ზემოქმედებას მიმდინარე რეაქციების სიჩქარეზე: დაბალი ტემპერატურა ანელებს პროცესების მიმდინარეობას, ხოლო კომპონენტების კონცენტრირება გაუყინავ ფაზაში აჩქარებს მათ.

სასურსათო პროდუქტების შენახვისას აუცილებლად უნდა იქნას მხედველობაში მიღებული გაყინვისას პროდუქტში მიმდინარე სხვადასხვა რეაქციების სიჩქარის გაზრდის ეფექტი, რომელმაც შესაძლებელია უარყოფითად იმოქმედოს მის ხარისხზე. ცხრილში მოცემულია პროდუქტის გაყინვისას ზოგიერთი რეაქციის სიჩქარის გაზრდის მაგალითები.

პროდუქტის გაყინვისას ზოგიერთი რეაქციის სიჩქარის გაზრდის მაგალითები

		ტემპერატურა, რომელზეც
--	--	-----------------------

რეაქციის ტიპი	პროდუქტი	შენიშნება რეაქციის სინქარის გაზრდა C ⁰
გლიკოგენის დაშლა ან რძემჟავის აკუმულირება	თევზი, საქონლისა და ფრინველის ხორცი	-2.5-დან - 6-მდე
მაღალენერგიული ფოსფატების დეგრადაცია	თევზი, საქონლისა და ფრინველის ხორცი, ზეთები	-2-დან - 8-მდე
ფოსფოლიპიდების ჰიდროლიზი	თევზი	-4
ასკორბინის მჟავის ჟანგვა	მარწყვი	-6

9. ფერმენტები

ფერმენტებს ანუ ენზიმებს უწოდებენ ცილოვანი ბუნების რთულ ბიოლოგიურ კატალიზატორებს, რომლებიც ცვლიან რეაქციის სიჩქარეს. პრაქტიკულად ყველა ბიოქიმიური გარდაქმნა ცოცხალ მატერიაში ხორციელდება ფერმენტების საშუალებით რის გამოც მიმდინარეობს სწრაფად ($10^8 - 10^{20}$ -ჯერ) და ადვილად. ფერმენტები, ბუნებისა და დანიშნულების მიხედვით, შეიძლება იმყოფებოდნენ უჯრედში ან მის გარეთ.

გარდა იმისა, რომ ფერმენტები გადაიწყვეტ როლს თამაშობენ ცოცხალ ორგანიზმებში, ისინი დიდ როლს ასრულებენ სოფლის მეურნეობაში, სასურსათო საქონლის წარმოებასა და მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში.

ამჟამად სხვადასხვა ბიოლოგიური ობიექტებიდან გამოყოფილია 4000-მდე ფერმენტი. ვარაუდობენ, რომ ყოველი ცოცხალი უჯრედი შეიცავს 1000-მდე განსხვავებულ ფერმენტს, რომელთა მიერ კატალიზირებული რეაქციები მიმდინარეობენ დამოუკიდებლად, მაგრამ დაკავშირებულები არიან ერთმანეთთან საშუალოდ პროდუქტების წარმოქმნის რთული თანმიმდევრობით.

აღსანიშნავია, რომ სასურსათო პროდუქტების უმრავლესობის დამზადებისა და შენახვისას მიმდინარე პროცესების საფუძველს ფერმენტატული გარდაქმნები წარმოადგენენ. პურის, ყველის, ლუდის, ღვინის, ეთილის სპირიტს, ჩაის, თამბაქოსა და სხვა პროდუქტების წარმოება დაფუძნებულია ფერმენტების მოქმედებაზე. ფერმენტები მონაწილეობენ ხილისა და ბოსტნეულის დამწიფების, ღვინისა და სხვა ალკოჰოლური სასმელების დაძველების, ხორცისა და თევზის გაფუჭების, მარცვლეულის, ფქვილის, ბურღულისა და სხვა პროდუქტების შენახვის პროცესებში.

ფერმენტების მოქმედების მექანიზმის შესწავლა საშუალებას გვაძლევს ვმართოდ თითქმის ყველა სასურსათო პროდუქტის წარმოება, დავადგინოთ ამ პროდუქტების შენახვის ოპტიმალური პირობები და ვადგინოთ.

კვების მრეწველობაში გამოყენებული ფერმენტული პროცესები საკმაოდ მრავალფეროვანია. ისინი დამოკიდებულია ნედლეულის სახეზე, ტექნოლოგიურ პროცესებზე და მიღებულ პროდუქტზე.

ფერმენტების ქიმიური ბუნება

ფერმენტები დიდი მოლეკულური მასით ხასიათდებიან, მათი მოლეკულური მასა 10^5-10^7 დალტონის ფარგლებში მერყეობს. შემადგენლობის მიხედვით ისინი იყოფიან მარტივ და რთულ ფერმენტებად.

მარტივი ფერმენტები შედგებიან მხოლოდ ცილოვანი კომპონენტებისაგან, ხოლო რთული კი – ცილისა და მასთან დაკავშირებული არაცილოვანი ბუნების კომპონენტისაგან (პროსტეტური ჯგუფი).

ფერმენტის ცილოვანი ნაწილს აპოფერმენტი ეწოდება, იგი ერთი ან რამდენიმე პოლიპეპტიდის ჯაჭვისაგან შედგება. არაცილოვანი ნაწილს – კოფერმენტი ეწოდება. იგი ხასიათდება დაბალი მოლეკულური წონით, შეადგენს ფერმენტის მასის მხოლოდ 1%-ს და წარმოადგენს ფერმენტის აქტიურ ნაწილს. კოფერმენტის როლი შეიძლება შეასრულოს ვიტამინებმა ან მათმა წარმოებულებმა, ნუკლეოტიდებმა ან ლითონთა იონებმა. ერთი და იგივე კოფერმენტი შეიძლება შედიოდეს სხვადასხვა ფერმენტის შემადგენლობაში.

ფერმენტების ძირითადი თვისებები

ფერმენტებისათვის დამახასიათებელია რამდენიმე საერთო თვისება: მაღალი კატალიზური აქტიობა, სპეციფიურობა და აქტიობის სიდიდის დამოკიდებულება გარემო პირობებზე (ტემპერატურაზე, pH, წნევაზე), სპეციფიურ ნივთიერებებზე (აქტივატორებზე და ინჰიბიტორებზე).

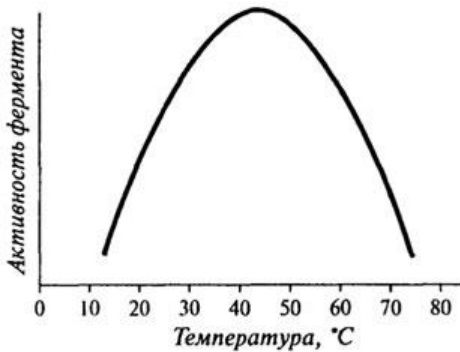
ფერმენტების კატალიზური აქტიობა მრავალჯერ აღემატება არაორგანული კატალიზატორებისას. მაგალითად ცილის ჰიდროლიზს ამინომჟავებამდე, არაორგანული კატალიზატორის თანაობისას 100°C -ის პირობებში სჭირდება რამდენიმე ათეული საათი. იგივე რეაქცია კი სპეციფიკური ფერმენტების მოქმედებით მიმდინარეობს $30-40^{\circ}\text{C}$ -ზე და მთავრდება საათზე ნაკლებ დროში. სახამებლის მჟავურ

ჰიდროლიზს, მაღალი ტემპერატურა და რამდენიმე საათი სჭირდება, მაშინ როდესაც ოთახის ტემპერატურაზე მიმდინარე ფერმენტატული პროცესი რამდენიმე წუთში მთავრდება. ცნობილია, რომ რკინის იონები აკატალიზირებენ წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქციას მაგრამ ფერმენტ კატალაზის შემადგენლობაში შემავალი რკინის ატომების აქტიობა 10^2 -ჯერ უფრო მაღალია. შესაბამისად, წყალბადის ზეჟანგის კატალიზური დაშლისას, ფერმენტში შემავალი 1 მგ. რკინას შეუძლია შეცვალოს 10 ტ. არაორგანული რკინა.

აღსანიშნავია, რომ ფერმენტების ძალიან მცირე დოზებით შესაძლებელია დიდი რაოდენობით სუბსტრატის გარდაქმნა. მაგალითად ერთი წილი საქარაზით შესაძლებელია 200 000 წილი შაქრის ჰიდროლიზი. ფერმენტები ინარჩუნებენ თავიანთ აქტიობას დიდი განზავების დროსაც. ჰიდროლაზა მოქმედებს 1 : 500 000 000 განზავების პირობებშიც. ნერწყვის ამილაზის აქტიობა ვლინდება 1 : 1000000 განზავების დროსაც, ხოლო პეროქსიდაზა აქტიურია 1 : 5000000 განზავების დროსაც.

ტემპერატურის გავლენა ფერმენტის აქტიობაზე

ფერმენტების თერმოლაბირულობა გამოიხატება მათი არამდგრადობით მაღალი ტემპერატურის პირობებში. როგორც ცხოველური ასევე მცენარეული წარმოშობის თითქმის ყველა ფერმენტი ინაქტივირდება $70-100^{\circ}\text{C}$ -ზე, ცილოვანი ნაწილის დენატურაციის გამო. ძირითადად, ფერმენტების აქტიობის ტემპერატურული ოპტიმუმი $30-45^{\circ}\text{C}$ -ის ფარგლებშია. 50°C -ზე ზევით აღინიშნება აქტიობის თანდათანობითი შემცირება, ხოლო 70°C -ზე ზევით იწყება ინაქტივაცია.



ნახ. ტემპერატურის გავლენა ფერმენტის აქტიობაზე

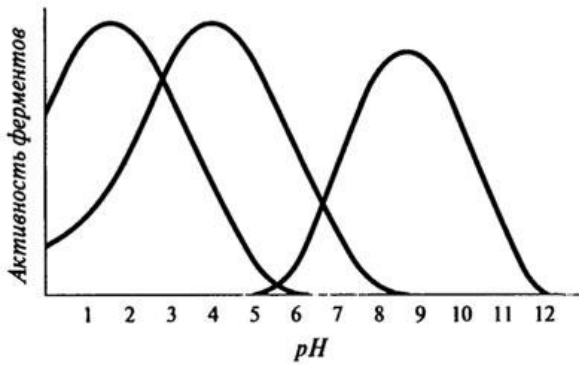
აღსანიშნავია, რომ არსებობს ფერმენტების მცირე ჯგუფი, რომელთა ტემპერატურული ოპტიმუმი მოთავსებულია ამ ფარგლებს ზევით. 0°C - მდე ტემპერატურის დაწვევაც მკვეთრად ამცირებს ფერმენტების აქტიობას. ეს ფაქტი გამოიყენება მაღაფუჭადი პროდუქტების (ხორცი, თევზი და სხვა) შენახვის დროს. ამ ტიპის პროდუქტებს ინახავენ გაცივებულ ან გაყინულ მდგომარეობაში. გაღებების შემდეგ, ფერმენტების აქტიობა აღდგება, ზოგ შემთხვევებში იგი თავდაპირველზე უფრო მაღალია. სწორედ ფერმენტების აქტივიზაციით არის გამოწვეული განაყინი პროდუქტების დაბალი შენახვისუნარიანობა.

ფერმენტების თერმოსტაბილურობას განაპირობებს ორი კრიტერიუმი: ტემპერატურის მნიშვნელობა და მისი მოქმედების ხანგრძლივობა. გარდა ამისა, სხვადასხვა ფერმენტების თერმოსტაბილობაზე გავლენას ახდენენ ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა არის **pH**, მარილების თანაობა და სუბსტრატის დამცველი მოქმედება.

პრაქტიკული თვალსაზრისით, ფერმენტების თერმოლაბირულობას, კვების მრეწველობაში ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს. მაგ. ჩაის ან თამბაქოს წარმოებისას, ფერმენტაციის სასურველი დონის მიღწევის შემდეგ, მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით ახდენენ ფერმენტების ინაქტივაციას.

pH გავლენა ფერმენტების აქტიობაზე

ყველა ფერმენტს გააჩნია მისთვის დამახასიათებელი **pH**-ის ვიწრო უბანი, რომელშიც იგი ამქლავნებს აქტიობის მაქსიმუმს. **pH**-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა სხვადასხვა ფერმენტებისათვის სხვადასხვაა. მაგალითად მალტოზისთვის იგი $6.7-7.2$ -ის ფარგლებშია, ხოლო პეპსინისათვის კი $1.5-2.0$ -ის.



pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობიდან მცირე გადახრასაც კი ფერმენტის აქტიობის შემცირებისაკენ მივყავართ. აღსანიშნავია, რომ პირდაპირი და შებრუნებული რეაქციების **pH**-ის მნიშვნელობა ხშირად სავსებით განსხვავებულია. ერთი და იგივე ფერმენტის სხვადასხვა სუბსტრატზე მოქმედებისას ოპტიმალური მნიშვნელობა შესაძლებელია განსხვავდებოდეს.

ნახ. **pH**-ის გავლენა ფერმენტების აქტიობაზე

გარდა **pH**-ის ოპტიუმისა, მნიშვნელოვანია “სტაბილური **pH**”-ის ცნებაც. ეს არის **pH** -ის ის დიაპაზონი, რომელშიც ფერმენტი ან ფერმენტული პრეპარატი ინარჩუნებს აქტიობას დროის გარკვეული პერიოდის განმავლობაში. სტაბილურობის **pH** დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე, რომელთა შორის გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, აღსანიშნავია ფერმენტული პრეპარატის ფორმა, მისი გაწმენდის ხარისხი და სხვა.

პროლუქტში ტენის შემცველობის გაზრდა ხელს უწყობს ფერმენტების მოქმედების გააქტიურებას. ამის მაგალითია, ტენიანი მარცვლეულის სუნთქვის მაღალი ინტენსიობა, მშრალთან შედარებით.

ფერმენტთა სპეციფიურობა

არაორგანული კატალიზატორებისაგან განსხვავებით ფერმენტები ხასიათდებიან მოქმედების დიდი სპეციფიურობით.

ფერმენტების სპეციფიურობა წარმოადგენს ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარე გარდაქმნების ერთ-ერთ თავისებურებას. არჩევნ ფერმენტთა სპეციფიურობის შემდეგ ძირითად ტიპებს:

- აბსოლუტური სპეციფიურობა. ამ შემთხვევაში ფერმენტი ააქტიურებს მხოლოდ ერთი სუბსტრატის გარდაქმნას, ე.ი. არსებობს ურთიერთცალსახა დამოკიდებულება ფერმენტი-სუბსტრატი;
- ჯგუფური სპეციფიურობა. ფერმენტი მოქმედებს სუბსტრატთა მთელ ჯგუფზე, რომლებიც შეიცავენ ატომთა ერთნაირ დაჯგუფებებს. მაგალითად ალკოჰოლდეჰიდროგენაზა ააქტიურებს ყველა იმ ნივთიერებების დაუნავას, რომლებიც შეიცავენ პირველად სპირტულ დაჯგუფებას **R-CH₂-OH**;
- სპეციფიურობა ბმების გარკვეული ტიპის მიმართ. ამ სახის სპეციფიურობის მქონე ფერმენტები ააქტიურებენ რეაქციის გარკვეულ ტიპს. ამ ჯგუფის ფერმენტების წარმომადგენელია ლიპაზა, რომელიც ააქტიურებს ნებისმიერ რთულ ეთეროვანი დაჯგუფების ჰიდროლიზს;
- სტერეოქიმიური სპეციფიურობა. ამ ტიპის სპეციფიურობის დროს ფერმენტი ააქტივებს მხოლოდ ერთი სტერეოქიმიური ფორმის გარდაქმნას. მაგალითად პროტეოლიზური ფერმენტები მოქმედებენ მხოლოდ **L**- ამინომჟავებისაგან წარმოქმნილ ცილოვან ნივთიერებებზე.

ენზიმოლოგიის მიერ დაგროვილი უდიდესი ექსპერიმენტული მასალა მოწმობს, რომ ფერმენტების მოქმედების სპეციფიურობა განისაზღვრება ფერმენტისა და სუბსტრატის აგებულების კომპლემენტარულობით, ანუ ფერმენტისა და სუბსტრატის მოლეკულების სტრუქტურული (გეომეტრიული) და ელექტრონული (ქიმიური) ურთიერთშეთავსებით. ფერმენტსა და სუბსტრატს შორის კონტაქტი ხორციელდება ე.წ. აქტიური ცენტრის მეშვეობით, რომლის როლი, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შეიძლება შეასრულოს ვიტამინებმა ან მათმა წარმოებულებმა, ნუკლეოტიდებმა ან ლითონთა იონებმა.

აქტივატორებისა და ინჰიბიტორების გავლენა

აქტივატორები ეწოდებათ ნივთიერებებს, რომლებიც ზრდიან ფერმენტის აქტიობას. ზოგიერთი ფერმენტის აქტივატორად მეტალთა იონები გვევლინებიან, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ ფერმენტის აქტიური ცენტრის ჩამოყალიბებაში.

ინჰიბიტორები, ეწოდებათ ნივთიერებებს, რომლებიც ამცირებენ ფერმენტთა აქტიობას. ზოგ შემთხვევაში ადგილი აქვს ფერმენტის აქტიობის სრულ დაკარგვას, რასაც ფერმენტის ინაქტივაცია ეწოდება. ინჰიბიტორების მოქმედების მექანიზმი მრავალგვარია, მაგრამ ყველაზე ხშირად ადგილი აქვს ინჰიბიტორსა და ფერმენტს შორის არა აქტიური კომპლექსის წარმოქმნას.

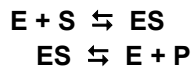
აქტივატორების, ინჰიბიტორებისა და ფერმენტების ურთიერთქმედების მექანიზმის შესწავლა საშუალებას გვაძლევს უკეთ გავიგოთ ფერმენტების სპეციფიურობის, აქტიური ცენტრის აგებულებისა და კატალიზური აქტიობის მექანიზმი.

ფერმენტატული რეაქციის მექანიზმი

ქიმიური კინეტიკის ღებულებებიდან გამომდინარე, ნებისმიერი რეაქციის სიჩქარე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მორეაგირე ნივთიერებების ქიმიურ ბუნებაზე. რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს იმ მინიმალურ ენერგიას, რომელიც უნდა ჰქონდეს სისტემას რათა წარიმართოს მოცემული რეაქცია. ამ ენერგიას აქტივაციის ენერგია ეწოდება. რაც უფრო მცირეა აქტივაციის ენერგია, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს პროცესი.

№1 სურათზე მოცემულია რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება აქტივაციის ენერგიის სიდიდეზე.

როგორც გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, ფერმენტის მიერ რეაქციის სიჩქარის გაზრდა დაფუძნებულია სისტემის აქტივაციის ენერგიის შემცირებაზე. რაც მიიღწევა ფერმენტისა და სუბსტრატის კომპლექსის წარმოქმნით, რომელიც ადვილად დისოცირდება თავისუფალი ფერმენტისა და საბოლოო პროდუქტის წარმოქმნით:



- სადაც **E** – ფერმენტი;
S – სუბსტრატი;
ES – ფერმენტ-სუბსტრატის კომპლექსი;
P – საბოლოო პროდუქტი.

როგორც ზემოდ იყო აღნიშნული სუბსტრატის კონცენტრაცია მრავალჯერ აღემატება ფერმენტის კონცენტრაციას, ამიტომ იგი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფერმენტატული რეაქციის სიჩქარეზე.

ხსნარში ფერმენტის არსებობაზე და მის აქტიობაზე მსჯელობენ მისი მოქმედების მიხედვით. მაგალითად ამილაზის არსებობაზე შეიძლება ვიმსჯელოთ სახამებლის დაშაქრების მიხედვით.

ნებისმიერი ფერმენტული პრეპარატი ხასიათდება აქტიობის მიხედვით. ფერმენტის სტანდარტულ ერთეულად მიღებულია მისი ის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს მოცემულ პირობებში, მოცემული სუბსტრატის ერთი მიკრომოლის გარდაქმნას ერთ წუთში. ფერმენტის სტანდარტული ერთეული აღინიშნება **E** ან **U** ასოებით.

ფერმენტის ხვედრითი აქტიობა ეს არის ფერმენტული პრეპარატში არსებული 1 მგ. ცილის აქტიობა, გამოხატული სტანდარტულ (**E** ან **U**) ერთეულებში. ფერმენტულ პრეპარატში ცილის განსაზღვრა შესაძლებელია ცილის განსაზღვრის ნებისმიერი მეთოდით.

ფერმენტების კლასიფიკაცია და ნომეკლატურა

ამჟამად ცნობილია 3 000 –მდე ფერმენტი, მათ კლასიფიკაციასა და ნომეკლატურას საფუძვლად უდევს ქიმიური რეაქცია, რომლის კატალიზირებასაც ახდენს ფერმენტი. ფერმენტების თანამედროვე კლასიფიკაცია შემუშავებულია საერთაშორისო ბიოქიმიური კომისიის მიერ. კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს სამი დებულება:

ფერმენტები იყოფა ექვს კლასად კატალიზირებული რეაქციების მიხედვით;

ყოველი ფერმენტი ღებულობს დასახელებას, რომელიც შეიცავს სუბსტრატის სახელწოდებასაც და დაბოლოებას “აზა”, გარდა ამისა კომისიამ შეინარჩუნა და დააკანონა ტრივიალური დასახელებებიც. ამრიგად წარმოიქმნა ფერმენტების დასახელების ორმაგი სისტემა;

ყოველ ფერმენტს მიკუთვნებული აქვს ოთხნიშნა კოდი, სადაც პირველი ციფრი აღნიშნავს ფერმენტის კლასს, მეორე ქვეკლასს, მესამე ქვექვე კლასს, ხოლო მეოთხე ფერმენტის რიგობრივ ნომერს ქვექვე კლასში.

მაგალითად: ალკოჰოლდეჰიდროგენაზა (1.1.1.1). პირველი ციფრი 1– ოქსირედუქტაზების კლასი, მეორე 1 დეჰიდროგენაზების ქვეკლასი, მესამე 1 – დეჰიდროგენაზები ქვექვე კლასი, ხოლო მეოთხე 1 კონკრეტულ ფერმენტს ალკოჰოლდეჰიდროგენაზა.

α-ამილაზა (3.2.1.1) პირველი ციფრი 3 ჰიდროლაზების კლასს, მეორე 2 კარბოჰიდრაზების ქვეკლასს, მესამე 1 პოლიაზების ქვექვე კლასს, ხოლო მეოთხე 1 კონკრეტულად **α-ამილაზას**.

თანამედროვე კლასიფიკაციით ფერმენტები იყოფა ექვს ძირითად კლასად:

ოქსირედუქტაზები ანუ ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტები. მათი მოქმედება შეიძლება სქემატურად შემდეგნაირად გამოვსახოთ:



ეს ფერმენტები მონაწილეობას ღებულობენ ბიოლოგიური ჟანგვისა და აღდგენის რეაქციებში, აკატალიზირებენ სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებების ჟანგვასა და აღდგენას. შესაბამისად დაკავშირებულები არიან სუნთქვისა და დუდილის პროცესებთან. ამ კლასში გაერთიანებულია 180–200 ფერმენტი. მისი ძირითადი წარმომადგენლებია: დეჰიდროგენაზები, ოქსირედუქტაზები, კატალაზა, პეროქსიდაზა, ლიპოქსიგენაზა და სხვა.

დეჰიდროგენაზები აკატალიზირებენ წყალბადის მოწყვეტასა და გადატანას ერთი ნივთიერებიდან მეორეზე, რაც სქემატურად შემდეგნაირად შეიძლება გამოვსახოთ



მრიგად, ადგილი აქვს **A** ნივთიერების ჟანგვას და **B** აღდგენას. ანსხვავებენ აერობულ და ანაერობულ დეჰიდროგენაზებს.

დეჰიდროგენაზების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია ოქსიდაზები, რომლებიც აკატალიზირებენ სუბსტრატის წყალბადის მოწყვეტას და მის მიერთებას ჰაერის ჟანგბადთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება წყალი ან წყალბადის ზეჟანგი.

ამ ჯგუფის უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია პოლიფენოლოქსიდაზა, რომელიც ჟანგავს პოლიფენოლებსა და მთრიმლავ ნივთიერებებს ჰაერის ჟანგბადით. პოლიფენოლოქსიდაზის მოქმედებით აიხსნება ვაშლის, კომშის, კარტოფილის გადანაჭერის გამუქება, ხილისა და ბოსტნეულის ფერის ცვლილება შრობის დროს.

ალკოჰოლდეჰიდროგენაზა აკატალიზირებს ძმარმჟავა აღდგენის აღდგენას ეთილის სპირტში და ამით დიდ როლს ასრულებს სპირტული დუდილის პროცესში;

ლიპოქსიგენაზა აკატალიზირებს უჯერი ცხიმოვანი მჟავებისა და მათი რთული ეთერების დაჟანგვას ჰაერის ჟანგბადით, მისი მოქმედების შედეგია შენახვისას ფქვილისა და ბურღულის გამწარება, მცენარეული წარმოშობის პროდუქტების შრობისა და შენახვის დროს კაროტინოიდების დაშლა.

მონოქსიგენაზა უანგავს ამინომჟავა თიროზინს მუქი ფერის მელანინების წარმოქმნით. ამ პროცესით აიხსნება ჭვავის პურის მუქი ფერი, მაკარონის ნაწარმის გამუქება შრობის დროს.

ტრანსფერაზები ამ ჯგუფის ფერმენტები აკატალიზირებენ სხვადასხვა ჯგუფის გადატანას ერთი მოლეკულიდან მეორეზე, მონაწილეობას დებულობენ უჯრედში მიმდინარე რთულ ბიოქიმიურ პროცესებში



ტრანსფერაზების მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ახალი ნივთიერებები. ამ ჯგუფის ფერმენტების სახელწოდება წარმოიქმნება იმ ატომთა დაჯგუფებებიდან რომელთა გადატანაც ისინი აკატალიზირებენ, მაგალითად ფოსფო-, გლუკოზო-, მეთილ- ტრანსფერაზები.

ჰიდროლაზები. ამ ჯგუფის ფერმენტები განსაკუთრებით დიდ როლს თამაშობენ კვების მრეწველობის ტექნოლოგიურ პროცესებში. სქემატურად მათი მოქმედება შემდეგნაირად გამოისახება:



ჰიდროლაზები აკატალიზირებენ რთული ნივთიერებების დაშლას წყლის მიერთების შედეგად.

ჰიდროლაზებს მიეკუთვნება:

პროტეოლიტიკური ფერმენტები, რომლებიც აკატალიზირებენ ცილებისა და პეპტიდების ჰიდროლიზს. მათი როლი განსაკუთრებით აღსანიშნავია პურის ცხობისა და ხორცის გადამუშავებისას. პროტეაზების მოქმედება ხასიათდება აბსოლუტური სპეციფიურობით. ისინი იყოფიან ორ ძირითად ჯგუფად:

– ეგზოპეპტიდაზებად, რომლებიც ახდენენ **N** და **C** ბოლოებთან დაკავშირებული ამინომჟავების მოწყვეტას;

– ენდოპეპტიდაზებად, რომლებიც არღვევენ პეპტიდურ ბმას ცილის მოლეკულის შიგნით. ენდოპეპტიდაზების ნაწილი ბმის გაწყვეტას ახდენს მხოლოდ გარკვეული ამინომჟავებს შორის, მაგალითად ტრიპსინი ახდენს ბმის გაწყვეტას ლიზინსა და არგინინს შორის, პეპსინი – ვალინსა და ლეიცინს შორის, ქემოტრიფსინი კი ტრიფტოფანსა და თიროზინს შორის. ამგვარად ცილის მოლეკულის სრული ჰიდროლიზისათვის აუცილებელია ფერმენტთა მთელი კომპლექსი.

კარბოჰიდრაზები აკატალიზირებენ პოლისაქარიდების ჰიდროლიზს. ფერმენტთა ეს ჯგუფი განსაკუთრებით დიდ როლს ასრულებს კვების მრეწველობაში. მათ გარეშე შეუძლებელია ისეთი ტექნოლოგიური პროცესების წარმოება, როგორცაა პურის ცხობა, სპირტისა და ლუდის წარმოება, შაქრისებური ნივთიერებების მიღება, წველების წარმოება. კარბოჰიდრაზებს შორის აღსანიშნავია:

- მალტაზა, აკატალიზირებს მალტოზის ჰიდროლიზს;
- ინვერტაზა (საქარაზა), შლის საქაროზას ფრუქტოზისა და გლუკოზის წარმოქმნით;
- ამილაზები, ფერმენტთა ამ ჯგუფის მოქმედებით ხდება სახამებლისა და გლიკოგენის ჰიდროლიზი სხვადასხვა მოლეკულური წონის მქონე დექსტრინების, მალტოზისა და გლუკოზის წარმოქმნით;
- ცელულაზები ახდენენ ცელულოზის ჰიდროლიზს;
- ჰემიცელულაზების გავლენით ხდება ჰემიცელულაზის ჰიდროლიზი;
- პექტინაზები ახორციელებენ პექტინური ნივთიერებების ჰიდროლიზს.
- ესტერაზები აკატალიზირებენ რთული ეთერების ჰიდროლიზს. ამ ჯგუფის ფერმენტების უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია ლიპაზა, მისი მოქმედებით, ხდება ცხიმების ჰიდროლიზი გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავის წარმოქმნით. ამ ფერმენტების მოქმედებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მარცვლეულისა და მისი გადამუშავების პროდუქტების, აგრეთვე მცენარეული და ცხოველური ცხიმების შენახვისა და გადამუშავების დროს.

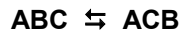
ლიაზები. ფერმენტთა ამ ჯგუფის მეშვეობით კატალიზირდება **C-C**, **C-O** და **C-N** ბმების დაშლა. მათი მოქმედება ზოგადად შემდეგნაირად გამოისახება:



ამ კლასის ფერმენტები აკატალიზირებენ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ქსოვილებში მიმდინარე არაჰიდროლიზური დაშლის პროცესებს, რითაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ორგანული

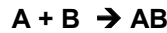
ნაერთების გარდაქმნაში. ფერმენტთა ამ ჯგუფს მიეკუთვნებათ დეკარბოქსილაზები, რომლებიც ორგანული მჟავებიდან ანთავისუფლებენ ნახშირორჟანგს.

იზომერაზები აკატალიზირებენ შიგამოლეკულურ სტრუქტურულ გადაადგილებებს



ეს ფერმენტები გამოიყენება გლუკოზა – ფრუქტოზის ვაჟინების მისაღებად.

ლიგაზები ანუ სინთეტაზები აკატალიზირებენ **C-C, C-O, C-S, C-N** ბმების წარმოქმნას, რაც ზოგადად შეიძლება შემდეგნაირად გამოესახოს



ამ ჯგუფის ფერმენტები მონაწილეობას ღებულობენ ამინომჟავების წარმოქმნისა და ცილის ჯაჭვის გაგრძელების რეაქციებში.

კვების მრეწველობაში გამოყენებული ფერმენტული პრეპარატები

ამჟამად საწარმოო პირობებში ღებულობენ მთელ რიგ ფერმენტულ პრეპარატებს, რომლებიც ახალი პროდუქტების მიღების ტექნოლოგიების სრულყოფის საშუალებას იძლევიან და მათი გამოყენება დაკავშირებულია დიდ ეკონომიკურ ეფექტებთან.

გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ბუნებრივ მდგომარეობაში მყოფ ფერმენტებთან შედარებით, გაწმენდილ ფერმენტებს ეცვლება მთელი რიგი თვისებები. როგორც წესი მცირდება ფერმენტის სტაბილურობა მაღალი ტემპერატურის მიმართ, ვიწროვდება ოპტიმალური **pH** დიაპაზონი, იცვლება კინეტიკური თვისებები და ზოგ შემთხვევებში სუბსტრატის სპეციფიკურობაც კი.

ფერმენტული პრეპარატები გარდა აქტიური ფერმენტისა შეიცავენ მთელ რიგ ნივთიერებებს, მათ შორის ცილებს და სხვა თანმხლებ ფერმენტებს ანუ წარმოდგენენ კომპლექსურ პრეპარატებს.

ფერმენტული პრეპარატის სახელწოდება წარმოიქმნება ძირითადი ფერმენტისა და მიკროორგანიზმ-პროდუცენტის სახელწოდებებიდან სუფუქს “ინ“-ის დამატებით. მაგალითად პრეპარატ ამილორიზინის ძირითადი ფერმენტია ამილაზა, პროდუცენტი – **Aspergillus oryzae**. გარდა ამისა, პრეპარატის სახელწოდება აუცილებლად ასახავს მიკროორგანიზმის კულტივირების მეთოდს (**I** – ღრმული, **II**–ზედაპირული) და გასუფთავების ხარისხს – **X** (**2X, 3X, 10X, 15X, 20X**).

კვების მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ტექნოლოგიური პროცესების ინტენსიფიკაცია, გავაუმჯობესოთ პროდუქციის ხარისხი და დავზოგოთ ნედლეული.

ფერმენტული პრეპარატები უნდა აკმაყოფილებდნენ კონკრეტული ტექნოლოგიური პროცესების მიერ წაყენებულ მოთხოვნებს არა მარტო კატალიზირებული რეაქციის ტიპის მიხედვით, არამედ მისი მოქმედების პირობების (**pH**, ტემპერატურა, სტაბილურობა, ინჰიბიტორებისა და აქტივიზატორების არსებობა) მიხედვითაც, რადგან სწორად ეს ფაქტორები განაპირობებენ პრეპარატის მოქმედების ეფექტურობას და იძლევიან ტექნოლოგიური პროცესების მართვის საშუალებას.

დანიშნულების მიხედვით, ფერმენტული პრეპარატები უნდა აკმაყოფილებდნენ გარკვეულ მოთხოვნებს შემადგენლობის, ოპტიმალური პირობების, გამოყენებული შემავსებლების, ფასის და სხვა პარამეტრების მიმართ.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფერმენტული პრეპარატების უვნებლობას, ამიტომ წარმოებაში გამოყენებამდე ისინი გადიან საგულდაგულო ქიმიურ, მიკრობიოლოგიურ და ტოქსიკოლოგიურ შემოწმებას. ამ მხრივ განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ გენმოდულირებული მიკროორგანიზმიებიდან მიღებულ ფერმენტულ პრეპარატებს.

ამჟამად მსოფლიოში იწარმოება ფერმენტული პრეპარატების საკმაოდ დიდი რაოდენობა, რომლებიც წარმატებით გამოიყენებიან კვების მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში.

ფქვილისა და პურფუნთუშეულის წარმოება

პურის ხარისხი განისაზღვრება ფქვილის ქიმიური შემადგენლობით და მისი ფერმენტული კომპლექსის აქტიურობით, ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ცომის აფუებისა და ცხობის პირობები. მაღალი ხარისხის პურის მისაღებად აუცილებელია ცომის მომზადების პროცესში ერთმანეთს ეთანადებოდეს მიკრობიოლოგიური პროცესებისა და ბიოქიმიური გარდაქმნების სიჩქარე. ფქვილის მაღალმოლეკულური კომპონენტების – ცილებისა და ნახშირწყლების ჰიდროლიზი, მნიშვნელოვნად განაპირობებს ამ გარდაქმნების ინტენსიფიკაციას და საბოლოო ჯამში დადებითად მოქმედებს პურის ხარისხზე.

უკანასკნელ წლებში, ცომის მომზადებისა და ცხობის დროს მიმდინარე ბიოკატალიზური რეაქციების რეგულირებისთვის სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ფერმენტული პრეპარატები. ამჟამად, პურის წარმოებაში ფართოდ გამოიყენება კომპლექსური ფერმენტული პრეპარატი ამილორიზინი **PI10X**, რომელიც ხასიათდება ამილოლიტური და პროტეოლიტური აქტიობითა და მაღალი დაშაქრების უნარით.

სახამებლისა და სახამებლის პროდუქტების წარმოება

სახამებლისა და ბადაგის თანამედროვე წარმოება, ტრადიციულ ნედლეულის – კარტოფილისა და სიმინდის გამოყენებით აწარმოებს ათამდე დასახელების სხვადასხვა პროდუქტს, რომლებიც გამოიყენება არა მარტო კვების მრეწველობაში (საკონდიტრო, პურსაცხობი, რძის, საკონსერვო, კონცენტრატების და სხვა) არამედ სხვა დარგებშიც, მაგალითად მედიცინის, საფეიქრო, პოლიგრაფიულსა და სხვა.

სახამებელ-ბადაგის წარმოების ძირითადი პროდუქტებია:

- მშრალი სახამებელი;
- მოდიფიცირებული სახამებლები: დახლეჩილი სახამებლები (დაქანგული და გაჯიჯკებადი); ჩანაცვლებული სახამებლები (აცილირებული, ფოსფატირებული, თანაპოლიმერები);
- დექსტრინები;
- სხვადასხვა სახის ბადაგი : კარამელის (38-44% **PB**), კარამელის დაბალ დაშაქრებული (30-34% **PB**), გლუკოზის მაღალ დაშაქრებული (44-60% **PB**), მალტოზის (არა ნაკლებ 60% **PB**);
- გლუკოზა (ტექნიკური, საკვები, კრისტალური);
- გლუკოზო-ფრუქტოზის ვაჟინი;

სახამებლის ჰიდროლიზის პროდუქტების წარმოების პირველ ტექნოლოგიურ ოპერაციას სახამებლის ჰიდროლიზი წარმოადგენს, იგი შესაძლებელია ჩატარდეს მჟავური, მჟავურ-ფერმენტატული ან ფერმენტატული მეთოდით. სამივე შემთხვევაში ჰიდროლიზის პროცესი ითვალისწინებს სახამებლის დაბუბოებას, სახამებლის ბუბკოს გათხევადებას და დაშაქრებას.

მჟავური ჰიდროლიზი ძირითადად ხორციელდება მარილმჟავით. ამ მეთოდით შესაძლებელია მივიღოთ დაშაქრების სხვადასხვა ხარისხის ჰიდროლიზატები. მაგრამ მიუხედავად სიიფისა და სისწრაფისა, მჟავური ჰიდროლიზი ხასიათდება მნიშვნელოვანი ნაკლით: მიღებული ჰიდროლიზატები დაბალი ხარისხისაა, მათში არსებული ცილის დეგრადაციის პროდუქტებისა და მინერალური მინარევების გამო.

მჟავურ-ფერმენტატული ჰიდროლიზის დროს სახამებლის სუპენზიას მაღალ ტემპერატურაზე (140⁰C) ამუშავებენ მარილმჟავით, ხოლო ნეიტრალიზაციისა და გაცივების შემდეგ უმატებენ ფერმენტულ პრეპარატს – ამილოსუბტილინი **Γ10X**. მიღებული ჰიდროლიზატების დაშაქრებისათვის უმატებენ ფერმენტულ პრეპარატს გლუკოზაფომარინ **Γ20X**.

ფერმენტული ჰიდროლიზი მიმდინარეობს მხოლოდ ფერმენტული პრეპარატების გამოყენებით. ჰიდროლიზის პროცესის გაჩერებისა და ფერმენტების ინაქტივაციისათვის მიღებულ ნარევს აცხელებენ 80⁰C-ზე 20 წთ. განმავლობაში. ამილაზების ფერმენტული პრეპარატები ფართოდ გამოიყენებიან სხვადასხვა სახის ბადაგებისა და გლუკოზის წარმოებაში.

გლუკოზო-ფრუქტოზის ვაჟინების მისაღებად სახამებლის ჰიდროლიზისა და დაშაქრების შედეგად მიღებულ ვაჟინებს უმატებენ გლუკოზოზომერაზის ფერმენტულ პრეპარატს. პროცესი მიმდინარეობს 20-24 საათი. ჰიდროლიზატში ფრუქტოზის შემცველობა 42%-ს აღწევს.

ფერმენტული იზომერიზაციით მიღებული გლუკოზო-ფრუქტოზის ვაჟინები ხასიათდებიან მაღალი სიტბოთი და ინვერტული შაქრების მსგავსი თვისებებით, რის გამოც ფართოდ გამოიყენებიან ბავშვთა და დიეტური კვების, უალკოჰოლო სასმელების, საკონდიტრო ნაწარმის, ნაყინის და სხვათა პროდუქტების წარმოებისას.

საკონდიტრო მრეწველობა

საკონდიტრო ნაწარმი გამოყენებული ნედლეულისა და ტექნოლოგიური პროცესების ტიპის მიხედვით იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: ფქვილოვანი და შაქროვანი ნაწარმად.

საკონდიტრო წარმოებაში, ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება განაპირობებულია ერთი მხრივ ნედლეულის სახითა და თვისებებით, მეორე მხრივ – ტექნოლოგიური აუცილებლობითა და მიზანშეწონილობით.

ამილაზებისა და პროტეაზების კომპლექსური პრეპარატები გამოიყენებიან ფქვილოვანი საკონდიტრო პროდუქტების წარმოების აფუების პროცესის დასაჩქარებლად, წებოგვარას ფიზიკური თვისებების კორექტირების, ცომის რეოლოგიური თვისებების გაუმჯობესებისა და “დამწიფების” დაჩქარებისათვის.

საფუერების გამოყენებით დამზადებული ფქვილოვანი საკონდიტრო პროდუქტების წარმოებისას, პროტეოლიტური და ამილოლიტური ფერმენტების კომპლექსური პრეპარატების დამატება, ამდიდრებს ცომს შაქრებითა და დაბალმოლეკულური აზოტოვანი ნივთიერებებით, მათი ნაწილი, რომელიც არ გამოიყენება საფუერების მიერ შედის მელანოიდების წარმოქმნის რეაქციებში, რაც თავის მხრივ განაპირობებს მიღებული პროდუქტის ინტენსიურ შეფერილობასა და სასიამოვნო არომატს.

გამაფხვიერებლების გამოყენებით წარმოებული დაყონებული ნამცხვრების დამზადებისას, დიდი ძალისხმევაა საჭირო წებოგვარას შესასუსტებლად. ამჟამად მექანიკური ზემოქმედების გარდა წებოგვარას ცილებზე მოქმედებენ პროტეოლიტური ფერმენტული პრეპარატებით, რომლებიც აუმჯობესებენ ტექნოლოგიური პროცესის პარამეტრებს და პროდუქტის ხარისხს.

კრეკერებისა და გაღებების მსგავსი ნაწარმის ცხობისას, პროტეოლიტური ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება, არ წარმოიქმნის დექსტრინიზაციის საშიშროებას, რადგან პრეპარატის თანმხლები α -ამილაზა საკმაოდ სწრაფად ინაქტივირდება, პროდუქტის თხელ ფენაში, მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელების გამო. კექსების წარმოებისას კომპლექსური პრეპარატების გამოყენებამ, რომლებიც ცხვება სქელ ფენაში დაბალ ტემპერატურაზე, შესაძლებელია გამოიწვიოს პროდუქტის გულის ჩაცომება.

მოხარშული თაფლაკვრების ცხობისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება წებოგვარას ცილების პროტეოლიზს, რაც ნაწარმის ხანგრძლივ შენახვის უნარიანობას განაპირობებს. ამ სახის პროდუქტების წარმოებისას მიზანშეწონილია კომპლექსური ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება, რომლებიც პროტეოლიზთან ერთად უზრუნველყოფენ დექსტრინების წარმოქმნასაც.

ბისკვიტის ნახევარფაბრიკატების წარმოების დროსაც კომპლექსური ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება განაპირობებს წებოგვარას ზომიერ შესუსტებას, რაც ცომის კარგ აფუებასა და ფოროვანი სტრუქტურის წარმოქმნას უწყობს ხელს. წარმოქმნილი დექსტრინები კი განაპირობებენ პროდუქტის მაღალ შენახვისუნარიანობას.

წარმატებით გამოიყენება პროტეაზებისა და α -ამილაზის შემცველი პრეპარატები ფენოვანი ცომის მომზადებისათვისაც. ისინი განაპირობებენ ცომის ელასტიური თვისებების გაუმჯობესებასა და თავიდან აცილებენ ნაწარმის ჩაცომების საფრთხეს. ვაფლის წარმოებისას, კი ამ პრეპარატების გამოყენება უზრუნველყოფს თხელი და მსხვრევადი ვაფლის ფურცლების მიღებას.

საკონდიტრო წარმოებაში, კერძოდ პომადის კამფეტებისა და ხილის გულსართების დამზადებისას, ფართოდ გამოიყენება ინვერტაზის პრეპარატები. მათი გამოყენება განაპირობებს შაქრის მაღალი კონცენტრაციის პირობებში (დუდილის თავიდან ასაცილებლად) ნახევრად რბილი ან თხევადი კონსისტენციის მიღებას. ინვერტაზის მოქმედების რეგულირება შესაძლებელია პრეპარატის

კონცენტრაციის, წყლის რაოდენობისა და ტემპერატურული რეჟიმის რეგულირებით. ფერმენტის აქტიობა 65°C-ზე 30 წთ.-ით გაცხელებისას კლებულობს 12%, ხოლო 60 წთ. – 24%. პომადის მასის დამზადებისას ინვერტაზის გამოყენება ზრდის ფრუქტოზის კონცენტრაციას, რაც ზრდის მასის წყლის შებოჭვის უნარს.

საკონდიტრო პროდუქტების წარმოებისას ფართოდ გამოიყენება რძის ინგრედიენტები, რომლებიც მნიშვნელოვნად განაპირობებენ პროდუქტების არმატს, გემოსა და კვებით ღირებულებას. რძის შოკოლადის, კარამელის, ირისის და სხვა ნაწარმის არმატის ჩამოყალიბებაში სხვა ნივთიერებებთან ერთად მნიშვნელოვან როლს ცხიმოვანი მჟავებიც ასრულებენ, რომლებიც მიიღებიან სხვადასხვა წარმოშობის ლიპაზის პრეპარატების დამატებით.

ხილ-კენკრის წველების, უალკოჰოლო სასმელების და ღვინის წარმოება

ხილ-კენკრის წველების, უალკოჰოლო სასმელების და ღვინის წარმოებისას ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება განაპირობებს სასმელების გამოსავლიანობის გაზრდას, მათ დაწმენდასა და სტაბილიზაციას, წველებსა და ნედლეულში უანგვითი პროცესების თავიდან აცილებას, უალკოჰოლო სასმელებსა და ვაჟინებში საქაროზის ინვერსიას.

ხილ-კენკრის ნედლეულის თავისებურების გათვალისწინებით წველებისა და სასმელების დამზადების დროს გამოყენებული ფერმენტული პრეპარატები შესაძლებელია გავყოთ ექვს ძირითად ჯგუფად:

- პრეპარატები, რომლებიც გამოიხელება დაუწმენდავი წველების წარმოებისას გამოსავლისა და ექსტრაქტულობის გაზრდისათვის;
- პრეპარატები, რომლებიც გამოიყენება დაწმენდილი წველების წარმოებისას, გამოსავლისა და ექსტრაქტულობის გაზრდისათვის. მათი გამოყენება უზრუნველყოფს ცილოვანი და პექტინური ნივთიერებების სრულ ჰიდროლიზს;
- პრეპარატები, რომლებიც ხასიათდებიან მაცერირების ეფექტით, ზრდიან რბილობიანი წველების გამოსავალსა და ჰომოგენურობას;
- პრეპარატები, რომლებიც გამოიხელება დაწმენდილი ხილ-კენკრის ღვინომასალის მისაღებად, ზრდიან წველის გამოსავალს და ღვინომასალის ექსტრაქტულობას;
- პრეპარატები, რომლებიც ხელს უშლიან წველებში, ღვინოსა და უალკოჰოლო სასმელებში, უანგვითი პროცესებსა და ანაერობული მიკროორგანიზმების განვითარებას;
- პრეპარატები, რომლებიც აკატალიზირებენ შაქრის ვაჟინების ინვერსიას, უალკოჰოლო სასმელებისა და სასაქონლო ვაჟინების წარმოების დროს.

პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატების გამოყენებისას, ხილ-კენკრის დურდოსა და წვენში, პექტინური ნივთიერებების ჰიდროლიზთან ერთად მიმდინარეობს ცილების, ცელულოზის, პემიციტოლოზისა და ნედლეულის სხვა კომპონენტების გარდაქმნები, რომლებიც განაპირობებენ მიღებული წველების ოპალესცენციას და მიღებული პროდუქტების მდგრადობას.

ამჟამად მსოფლიოში აწარმოებენ პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატების ფართო სპექტრს.

ზოგიერთი ხილ-კენკრის წველები და ღვინოები, ცილოვანი ნივთიერებების არსებობის გამო, ძნელად იწმინდება და შენახვის დროს იმღვრევა. ცილოვანი სიმღვრივის მოცილება შესაძლებელია თერმული დამუშავებით და სხვადასხვა აღსორბენტების გამოყენებით. ეს მეთოდები აღარბევენ პროდუქტების ქიმიურ შემადგენლობას, რაც უარყოფითად მოქმედებს მათ ორგანოლექტიკურ თვისებებზე. ამ ნაკლის გამოსწორება შესაძლებელია პროტეაზების გამოყენებით, რომლებიც შედიან კომპლექსური პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატების შემადგენლობაში.

მაცერირებელი ფერმენტები. ხილ-კენკრის რბილობიანი წველების მისაღებისას ახდენენ ხილის ქსოვილების მექანიკურ დაქუცმაცებას. ნედლეულის უმრავლესობა მაქანიკურ დაქუცმაცებამდე განიცდის თერმულ დამუშავებას, რომელიც ახდენს პროტოპექტინის ჰიდროლიზს, არბილებს ქსოვილებს და აადვილებს მათ მექანიკურ გადამუშავებას. ეს ტექნოლოგიური პროცესები მკვეთრად ამცირებენ პროდუქტის ორგანოლექტიკურ თვისებებსა და კვებით ღირებულებას. ამ გზით მიღებული რბილობიანი წველები ხასიათდებიან არაჰომოგენური კონსისტენციით და ხშირად ილექებიან. ზემოდ აღნიშნული

ნაკლოვანების გამოსასწორებლად, რბილობიანი წველების წარმოებისას იყენებენ მაცერირებად ფერმენტებს, რომლებიც შლიან პროტოპექტინს მაგრამ არ ამცირებენ წველის სიბლანტეს.

რბილობიანი წველების მისაღებად პექტოლიტური ფერმენტული პრეპარატები არ გამოიყენებიან, რადგან ისინი მკვეთრად ამცირებენ წველების სიბლანტეს, რაც უარყოფითად მოქმედებს მათ ხარისხზე.

ტქსირდელუქტეზები. ხილ-კენკრის წველების, ღვინოებისა და უალკოჰოლო სასმელების ხარისხის გაუმჯობესებისა და სტაბილიზაციის მიზნით ხშირად იყენებენ გლუკოზოქსიდაზის ფერმენტულ პრეპარატს, რომელიც ხელს უშლის ჟანგვით პროცესებს და ანაერობული მიკროორგანიზმების მოქმედებით გამოწვეულ ხარისხის გაუარესებას.

ამ სახის პროდუქტების წარმოებისას გამოყენებას პოულობს ინვერტაზაც. იგი გამოიყენება უალკოჰოლო სასმელებისათვის განკუთვნილი შაქრის ვაჟინებში საქაროზის ჰიდროლიზისათვის.

ალკოჰოლიანი სასმელებისა და ლუდის წარმოება

სპირტის წარმოება. მთელ მსოფლიოში, ალკოჰოლიანი სასმელების წარმოებისათვის იყენებენ სახამებელშემცველ ნედლეულს. ევროპაში ძირითადი ნედლეულია კარტოფილი და ჭვავი, რუსეთში – კარტოფილი და ხორბალი, ამერიკაში – სიმინდი და ჭვავი, აღმოსავლეთის ქვეყნებში ბრინჯი და ბატატი, ტროპიკულ ქვეყნებში – ტაპიოკი.

ალკოჰოლიანი სასმელების ნედლეულში შემავალი სახამებლიდან ეთილის სპირტის მისაღებად საჭიროა მისი ჰიდროლიზი, რისთვისაც ძირითადად ფერმენტულ პრეპარატებს გამოიყენებენ.

სახამებლის დაშაქრებისათვის, ამილოლიტური ფერმენტების წყაროდ, ტრადიციულად იყენებდნენ ალაოს, რომელსაც სახამებლის სრული დაშაქრებისა და დადუღებისათვის 78 საათი სჭირდებოდა.

აღსანიშნავია, რომ ალაო წარმოადგენს არა მარტო ამილოლიტური ფერმენტების წყაროს, არამედ იგი შეიცავს საფუერებისათვის აუცილებელ ადვილად ასათვისებელ აზოტსაც, რომლებიც გროვებიან ალაოში პროტეაზების მოქმედების შედეგად. გარდა ზემოდ აღნიშნულისა ალაო ხასიათდება ციტოლიტური აქტიობითაც, რაც უზრუნველყოფს მცენარეული ნედლეულის უჯრედის კედლების ჰიდროლიზს.

მიუხედავად ამ სამი ძირითადი ფუნქციისა ალაოს გამოყენებისას სახამებლის ჰიდროლიზის დაბალი სინქარე არ იძლევა პროცესის ინტენსიფიკაციის საშუალებას. ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება საშუალებას იძლევა მკვეთრად გაეზარდოს პროცესის წარმართვისათვის აუცილებელი ფერმენტების კონცენტრაცია და უზრუნველყოს სახამებლის ღრმა ჰიდროლიზი შედარებით მოკლე დროში.

დაშაქრების სტადიის გარდა, ფერმენტული პრეპარატები, საშუალებას იძლევიან შევარბილოთ ჩახარშვის პროცესის პირობები.

ფერმენტული პრეპარატების გამოყენება ტკბილში საფუერების შეტანის სტადიაზე უზრუნველყოფს ცილების ინტენსიურ ჰიდროლიზს, რაც თავის მხრივ ამდიდრებს არეს საფუერებისათვის აუცილებელი აზოტოვანი ნივთიერებებით.

ამგვარად, სახამებელშემცველი ნედლეულის გადამუშავებისას გამოყენებული ფერმენტული პრეპარატები უნდა ხასიათდებოდნენ ამილოლიტური, პროტეოლიტური და ციტოლიტური აქტიობით.

მიკრობული ფერმენტული პრეპარატების გამოყენებისას აუცილებელია, რომ მიღებული სპირტი ხასიათდებოდეს მაღალი სადეგუსტაციო მანვენებლებით და არ შეიცავდეს მანვე მინარევებს.

ლუდის წარმოება. ლუდის წარმოების ტრადიციული მეთოდის დროს, ტექნოლოგიური პროცესისათვის აუცილებელი ფერმენტები წარმოიქმნებიან ალაოში.

ამ ფერმენტებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ:

- ამილოლიტურ ფერმენტებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ სახამებლის გათხელებასა და დაშაქრებას;
- პროტეოლიტურ ფერმენტებს, რომლებიც ახდენენ ქერის ცილების ჰიდროლიზს სხვადასხვა მოლეკულური მასის მქონე პეპტიდებამდე და თავისუფალ ამინომჟავებამდე;

- ციტოლიტურ ფერმენტებს, რომლებიც ახდენენ არაშეთვისებადი პოლისაქარიდების ჰიდროლიზს, ხსნიან მარცვლის ენდოსპერმის კედლებს, რითაც ხელს უწყობენ ამილაზებისა და პროტეაზების შეღწევას შესაბამის სუბსტრატთან.

ყოველი ფერმენტული პროცესი საჭიროა წავიდეს განსაზღვრულ დონემდე, რათა უზრუნველყოს ტექნოლოგიური პროცესების სწორი წარმართვა და მიღებული პროდუქტის შესაბამისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები (ქაფწარმოქმნა, გამჭვირვალობა, შენახვისადმი მდგრადობა) და ორგანოლეპტიკური მანკენებლები.

ალაოს მაგივრად, ფერმენტული პრეპარატებისა და არაალოჯებადი ნედლეულის გამოყენება საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ პროცესის ინტენსიფიკაცია, თავიდან ავიცილოთ ნედლეულის მნიშვნელოვანი კომპონენტების დანაკარგი (სუნთქვა ალაოს წარმოების დროს) და გავზარდოთ ლუდის წარმოების რენტაბელობა.

ამჟამად მსოფლიოში იწარმოება ლუდის წარმოებისათვის განკუთვნილი მიკრობული ფერმენტული პრეპარატების მრავალი სახეობა, რომელთა ფერმენტული კომპლექსი მთლიანად შეესაბამება ალაოს ფერმენტულ კომპლექსს, მაგრამ ბევრად აღემატება მის აქტიობას.

5. იმობილიზირებული ფერმენტები

კვების მრეწველობის სხვადასხვა ტექნოლოგიების დროს დიდი ხნის განმავლობაში გამოყენებული ფერმენტული პრეპარატების მოხმარების ვადა ერთ ტექნოლოგიურ ციკლს წარმოადგენდა. ფერმენტული პრეპარატების ოპტიმალური გამოყენების და მოქმედების გასახანგრძლივებლად უკანასკნელ ხანებში უპირატესობა ენიჭება ე.წ. იმობილიზირებულ ანუ მყარ მატარებელზე დამაგრებულ ფერმენტებს. დღეისათვის ცნობილია უხსნად ფორმაში გადაყვანილი რამდენიმე ათეული ფერმენტი.

არსებობს მყარ მატარებელზე დამაგრების ანუ იმობილიზაციის რამდენიმე ძირითადი მეთოდი:

- ფერმენტის ფიზიკური ადსორბცია უხსნად მასალაზე;
- ფერმენტის ელექტროსტატიკური დამაგრება მყარ მატარებელზე;
- ფერმენტის მოთავსება პოლიმერული გელის სტრუქტურაში;
- ფერმენტის, დამაგრება უხსნად მატარებელზე კოვალენტური ბმით;
- კაფსულირება, ანუ ფერმენტის მოთავსება ორგანულ ან არაორგანულ ნახევრად გამტარ მემბრანაში.

ფერმენტების იმობილიზაციისათვის გამოიყენებიან სხვადასხვა ბუნების ორგანული პოლიმერები, მაგალითად პოლიპეპტიდები, სტიროლის, მალეინისა და მეტ-აკრილის პოლიმერები, ცელულოზის წარმოებულები, ნეილონი, დექსტრინები და სხვა. გამოყენებული პოლიმერები, აუცილებლად უნდა აკმაყოფილებდნენ მთელ რიგ პირობებს:

- არ უნდა ახდენდნენ იმობილიზირებული ფერმენტის აქტიობის შემცირებას;
- უნდა ჰქონდეთ დაბალი ხსნადობა, ხასიათდებოდნენ გამძლეობით მექანიკური და ქიმიური ზემოქმედების მიმართ;
- არ უნდა წარმოადგენდეს სუბსტრატს იმობილიზირებული ფერმენტისათვის;
- უნდა გააჩნდეთ ჰიდროფილური ბუნება.

ფერმენტების იმობილიზაცია საშუალებას იძლევა გაიზარდოს მათი გამოყენების დიაპაზონი და ჯერადობა.

სითხეში ფერმენტული პროცესის დამთავრების შემდეგ, ხსნარი იფილტრება. იმობილიზირებული ფერმენტი მიიღება ნალექის სახით, რაც იძლევა მისი შემდგომში გამოყენების შესაძლებლობას. მიუხედავად იმობილიზირებული ფერმენტების გამოყენების დიდი შესაძლებლობებისა ამჟამად რეალიზირებულია მხოლოდ ზოგიერთი.

- განსაკუთრებული ფართო გამოყენება ჰპოვა იმობილიზირებულმა გლუკოამილაზამ, რომლის საშუალებითაც ხდება სახამებლის ჰიდროლიზი გლუკოზამდე;
- იმობილიზირებული პროტეაზები გამოიყენებიან ლუდის სტაბილიზაციისათვის, ხოლო იმობილიზირებული პროტეაზები – ხილის წვენებიდან ღვინის წარმოების დროს;

- ცელულოზაზე იმობილიზირებული გლუკოზომერაზა გამოიყენება გლუკოზო-ფრუქტოზის ვაჟინების მისაღებად;
- ყველის წარმოებისას იმობილიზირებული ფერმენტები გამოიყენება რძის სტაბილიზაციისა და რძის პროდუქტებიდან ლაქტოზის მოსაცილებლად.

სასურსათო პროდუქტების ფერმენტატული ანალიზის მეთოდები

სამეცნიერო კვლევების, სასურსათო პროდუქტების, სასურსათო ნედლეულისა და ბიოლოგიური მასალის ხარისხის საწარმოო და სასერტიფიკაციო კონტროლის პრაქტიკაში, ფერმენტატული ანალიზი წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად ანალიტიკურ ინსტრუმენტს.

ფერმენტატული ანალიზი წარმოადგენს ენზიმოლოგიისა და ანალიზური ქიმიის შემადგენელ ნაწილს. იგი გამოიყენება ნივთიერებების სპეციფიკური განსაზღვრისათვის მაღალი სისუფთავის ფერმენტული პრეპარატების მეშვეობით.

ფერმენტატული ანალიზის საფუძველს წარმოადგენს *in vitro* ნივთიერებათა ცვლის ბუნებრივი ბიოქიმიური პროცესები, რომლებშიც სუბსტრატის სახით წარმოდგენილია საკვლევი ნიმუშის საანალიზო ნივთიერება.

ფერმენტატული მეთოდების გამოყენების უპირატესობას სამეცნიერო კვლევების, სასურსათო პროდუქტების წარმოებისა და ბიოტექნოლოგიური პროცესების ახალი ტექნოლოგიების შემუშავების, სასურსათო პროდუქტების იდენტიფიკაციის, ფალსიფიკაციის გამოვლენისა და ხარისხის დადგენის დროს წარმოადგენს:

1. მიღებული შედეგების მაღალი სპეციფიურობა და უტყუარობა. ანალიზის მაღალსპეციფიური ფერმენტატული მეთოდები, როგორც წესი იძლევიან ბევრად უფრო უტყუარ შედეგებს ვიდრე სპეციფიური ქიმიური რეაქციები. ფერმენტების მოქმედების სპეციფიურობა, რომელიც დაფუძნებულია ფერმენტის აქტიური ცენტრისა და სუბსტრატრატის სივრცული კონფიგურაციაა წარმოადგენს ფერმენტატული მეთოდების უტყუარობის გარანტს, ისეთი რთული და მრავალკომპონენტური სისტემების კვლევის დროს, როგორცაა სასურსათო პროდუქტები.

ფერმენტატული მეთოდების შემუშავების და რეაგენტების შერჩევის დროს, პირველ რიგში არჩევენ იმ ფერმენტებს, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი სპეციფიურობით, შემდეგ კი მათთვის ხდება ანალიზის ოპტიმალური პირობების შერჩევა. გარდა ამისა ცალკეული კომპონენტების ფერმენტატული ანალიზის მეთოდების შემუშავების დროს, ჩვეულებრივ იყენებენ რამდენიმე ფერმენტულ პრეპარატს, რომლებიც თანმიმდევრულად მოქმედებენ მოცემულ სისტემაში.

2. ნიმუშის მომზადების მარტივი მეთოდები, რომლებიც გამორიცხავენ საკვლევი კომპონენტების დანაკარგს. ნიმუშის მომზადებისას ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა მაქსიმალურად შევინარჩუნოთ ანალიზისათვის საკვლევი კომპონენტი, როგორც რაოდენობრივად ასევე სტრუქტურულად. ზოგ შემთხვევაში შესაძლებელია ნიმუშის უშუალო ანალიზი, მისი წინასწარი მომზადების გარეშე. მაგალითად, როდესაც საჭმე გვაქვს ფერმენტის აბსოლიტურ სპეციფიურობასთან საკვლევი ნივთიერების მიმართ. ძირითადად ფერმენტატული ანალიზის დროს ნიმუშის მოსამზადებლად იყენებენ ისეთ მარტივ და ცნობილ მეთოდებს როგორცაა: განზავება, ფილტრაცია, ცენტრიფუგირება, ნეიტრალიზაცია ან შემუშავება, ექსტრაქცია, გაუცხიმონება, გაუფერულება. მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევებში, როდესაც საჭმე გვაქვს მყარ ნიმუშში არსებულ, წყალში უხსნად (ქოლესტერინი, ლეციტინი, სახამებელი) ან არასტაბილურ ნაერთებთან, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ნიმუშის მომზადების სპეციალური მეთოდები.

3. გაზომვის მარტივი და სწრაფი პროცედურები, რომლებიც გამორიცხავენ ძვირადღირებული აპარატურის გამოყენებას. ფერმენტატული მეთოდების უმრავლესობისათვის გამოიყენება მიღებული შედეგების გაზომვის ფოტომეტრული მეთოდები. ამ მიზნით ხელსაწყო ტესტური სისტემის ყველა კომპონენტი მაგალითად: ბუფერული ხსნარი, კოფერმენტი, აქტივატორი, დამხმარე ფერმენტები და ნიმუში

ერთად თავსდება ფოტომეტრულ კიუვეტაში, სადაც ხდება ნარევის საწყისი ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრა. განსაზღვრის შემდეგ ნარევის ემატება ფერმენტი, რომელიც მოქმედებს საკვლევ ნივთიერებასთან. ცდით განსაზღვრული დროის შემდეგ კვლავ ხდება ნარევის ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრა. ნარევის საწყის და საბოლოო ოპტიკური სიმკვრივების სხვაობის მიხედვით, ლამბერტ-ბერის კანონიდან გამოდინარე საკვლევ ნივთიერების კონცენტრაცია (C გ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$C = \frac{[(E_2 - E_1)_{\text{ცდის}} - (E_2 - E_1)_{\text{კონტროლი}}] \cdot V \cdot M \cdot F}{\varepsilon \cdot d \cdot V_1 \cdot 1000}$$

სადაც $(E_2 - E_1)_{\text{ცდის}}$ – საწყისი და საბოლოო ოპტიკური სიმკვრივის სხვაობა ნიმუშიან კიუვეტაში;
 $(E_2 - E_1)_{\text{კონტროლი}}$ – საწყისი და საბოლოო ოპტიკური სიმკვრივის სხვაობა კონტროლიან (უნიმუშო) კიუვეტაში;

- V – სარეაქციო არის საერთო მოცულობა მლ-ში ;
- M – საკვლევ ნივთიერების მოლური მასა, გ/მოლ.;
- F – ნიმუშის განზავება;
- ε – ექსტინციის მოლური კოეფიციენტი;
- d – კიუვეტის სისქე;
- V₁ – კიუვეტაში შეტანილი ნიმუშის მოცულობა;

ფერმენტატიული ანალიზის ჩასატარებლად გამოიყენება სტანდარტული მოწყობილობა: სპექტროფოტომეტრები ან ფოტომეტრები, რომელთა გაზომვის დიაპაზონი მოთავსებულია λ=325 – 800 ნმ. ფარგლებში საზომი პიპეტები და დოზატორები, სასწორი, ცენტრიფუგა, pH-მეტრები, თერმოსტატები, ვილტრები და სხვა.

4. მეთოდის მაღალი მგრძობელობა და შედეგების განმეორადობა. მეთოდის მაღალი მგრძობელობა საშუალებას იძლევა განესაზღვროთ ნივთიერებების კვალი საკვლევ პროდუქტებში. მაგალითად სასურსათო პროდუქტებში შეიძლება განისაზღვროს (გ/ლ): ეთანოლი – 0,001; აცეტალდეჰიდი – 0,001; ლიმონმუავა – 0,002; გლიცერინი – 0,001; D-გლუკოზა – 0,002; D-სორბიტი – 0,001; ლაქტოზა – 0,005; ნიტრატები – 0,001.

ფერმენტატიული ანალიზის დიდ უპირატესობას წარმოადგენს მისი გამოყენების უნივერსალობა და მდგრადობა შემშლელი ფაქტორების მიმართ, ანალიზის ჩასატარებლად საჭირო დაბალი დანახარჯები (დრო, მოწყობილობა, რეაქტივები) და რეაქტივების უსაფრთხოება.

ფერმენტატიული ანალიზის გამოყენების სფერო საკმაოდ ფართოა. იგი წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული: საწარმოო კონტროლის, მზა პროდუქციისა და ნედლეულის ხარისხის კონტროლისათვის, სასურსათო პროდუქციის იდენტიფიკაციის. ჰიგიენური სტატუსის დასადგენად და ფალსიფიკაციის გამოსაველენად.

ცხრილში მოცემულია სასურსათო პროდუქტების ჯგუფები და მათი შემადგენელი კომპონენტები, რომელთა განსაზღვრისათვის შემუშავებულ იქნა სპეციფიკური ფერმენტატიული რეაქციები.

ფერმენტული ანალიზის გამოყენება სასურსათო პროდუქტების
სხვადასხვა კომპონენტების განსაზღვრისათვის

სასურსათო პროდუქტების ჯგუფები	საანალიზო ნივთიერებები
ბავშვთა კვება, დიეტური პროდუქტები	საქაროზა, D-გლუკოზა, D-ფრუქტოზა, ლაქტოზა, მალტოზა, სახამებელი, L- ასკორბინის მჟავა, ლიმონმჟავა, D- და L- რძემჟავა, D-სორბიტი, ქსილიტი, ლეციტინი. ქოლინი.
ღუღი, ღვინო, ცქრიალა ღვინო	საქაროზა, D-გლუკოზა, D-ფრუქტოზა, გლუკოზის ვაჟინი, ეთანოლი, გლიცერინი, სულფიტები, ნიტრატები, L- ასკორბინის მჟავა, ლიმონმჟავა, ქარვისმჟავა, ძმარმჟავა, D- და L- რძემჟავა, D-სორბიტი.
პური, პურფუნთუშეული, შოკოლადი, ნაყინი და საკონდიტრო ნაწარმი.	საქაროზა, D-გლუკოზა, D-ფრუქტოზა, ლაქტოზა, მალტოზა, სახამებელი, ეთანოლი, გლიცერინი, D-სორბიტი, ქსილიტი, ქოლესტერინი, ლეციტინი
კვერცხი და კვერცხის პროდუქტები	ქარვის მჟავა, L- რძემჟავა, ქოლესტერინი, D-3-ჰიდროქსიერბოს მჟავა, ქოლესტერინი
წვენები, ხილის პროდუქტები, უალკოჰოლო სასმელები	საქაროზა, D-გლუკოზა, D-ფრუქტოზა, ლიმონმჟავა, D- იზოლიმონმჟავა, L- ასკორბინის მჟავა, D- და L- რძემჟავა, ეთანოლი, ძმარმჟავა, გლუკოზის ვაჟინი, მჟაუმჟავა, გლიცერინი, D- და L- ვაშლისმჟავა, ჭიანჭველმჟავა, D-სორბიტი, ნიტრატები, D-გლუკონის მჟავა.
ხორცი და ხორცის პროდუქტები	საქაროზა, ლაქტოზა, D-გლუკოზა, D-გალაქტოზა სახამებელი, ლიმონმჟავა, D-გლუკონის მჟავა, D- და L- რძემჟავა, L- გლუტამინის მჟავა, ჭიანჭველმჟავა, გლიცერინი, ამიაკი (შარდოვანა), კრეატინი, პიროფოსფატები, ქოლესტერინი.
რძე და რძის პროდუქტები	საქაროზა, ლაქტოზა, D-გლუკოზა, D-გალაქტოზა სახამებელი, ლიმონმჟავა, ძმარმჟავა, L-ვაშლისმჟავა, ქარვისმჟავა, D- და L- რძემჟავა, L- გლუტამინის მჟავა, ეთანოლი, აცეტალდეჰიდი, ტრიგლიცერიდები, შარდოვანა, ნიტრატები.
საკვები კონცენტრატები	კრეატინი, საქაროზა, სახამებელი, L- გლუტამინის მჟავა
შაქარი და შაქრის ნაწარმი	საქაროზა, D-გლუკოზა, D-ფრუქტოზა, რაფინოზა, ჭიანჭველმჟავა, ლიმონმჟავა, D- და L- რძემჟავა, D-სორბიტი, ეთანოლი

10. საკვები დანამატები

ძირითადი ცნებები და კლასიფიკაცია

საკვებ დანამატებს მიეკუთვნება სინთეზური და ბუნებრივი ნივთიერებების დიდი ჯგუფი, რომლებიც თავისთავად არ წარმოადგენენ საკვებ პროდუქტებს ან საკვების ჩვეულ კომპონენტებს.

საკვები დანამატები ემატება სასურსათო პროდუქტებს წარმოების, ტრანსპორტირებისა და შენახვის სხვადასხვა ეტაპზე საწარმოო პროცესის გაუმჯობესების ან გაადვილების მიზნით, სხვადასხვა სახის დაზიანებისადმი მდგრადობის გაზრდის, პროდუქტის სტრუქტურისა და გარეგანი სახის შენარჩუნების ან ორგანოლექტიკური თვისებების შეცვლის მიზნით. გამოყენებული დანამატები არ უნდა ნიღბავდნენ უხარისხო და გაფუჭებულ ნედლეულს ან ტექნოლოგიური პროცესების ანტისანიტარულ პირობებში ჩატარების შედეგებს.

საკვები დანამატების გამოყენება ნებადართულია მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როდესაც, მათი ხანგრძლივი მოხმარების დროსაც კი ისინი უარყოფითად არ იმოქმედებენ ადამიანის ჯამრთელობაზე.

საკვები დანამატების გამოყენების ძირითადი მიზნებია:

- სასურსათო ნედლეულის მომზადებისა და გადამუშავების, სასურსათო პროდუქტების წარმოების, დაფასების, ტრანსპორტირებისა და შენახვის ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფა;
- სასურსათო პროდუქტის ბუნებრივი თვისებების შენარჩუნება;
- სასურსათო პროდუქტების ორგანოლექტიკური თვისებების გაუმჯობესება და შენახვისას სტაბილურობის გაზრდა.

საკვებ დანამატები იყოფა რამდენიმე ჯგუფად:

- ნივთიერებები, რომლებიც აუმჯობესებენ სასურსათო პროდუქტების გარეგან სახეს (საღებავები, ფერის სტაბილიზატორები, მათეთრებლები);
- ნივთიერებები, რომლებიც არეგულირებენ პროდუქტის გემოსა და არომატს (არომატიზატორები, საგემოვნო დანამატები, ტკბილი ნივთიერებები, მჟავები და მჟავიანობის მარეგულირებლები);
- კონსისტენციის მარეგულირებელი და სტრუქტურის წარმომქმნელი ნივთიერებები (შემადგებლები, გელწარმომქმნელები, სტაბილიზატორები, ემულგატორები, გამაფხვიერებლები და სხვა);
- ნივთიერებები, რომლებიც ზრდიან პროდუქტების შენახვის უნარს და ვადებს (კონსერვანტები, ანტიდამჟანგველები და სხვა).

საკვებ დანამატებს არ მიეკუთვნება ნაერთები, რომლებიც ზრდიან პროდუქტების კვებით ღირებულებას და მიეკუთვნებიან ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, მაგალითად ვიტამინები, მიკროელემენტები, ამინომჟავები და სხვა.

საერთაშორისო განმარტების თანახმად “საკვებ დანამატებს მიეკუთვნება ბუნებრივი ან სინთეზური ნივთიერებები და მათი წარმოებულები, რომლებსაც სპეციალურად უმატებენ სასურსათო პროდუქტებს განსაზღვრული თვისებების მინიჭების და (ან) შენარჩუნების მიზნით”.

საკვები დანამატების (მარილი, პილპილი, მიხაკი, დარიჩინი და სხვ.) მოხმარებას მრავალი საუკუნის ისტორია აქვს, მაგრამ მათი ფართო გამოყენება დაიწყო XIX საუკუნის ბოლოს, რაც დაკავშირებული იყო მოსახლეობის ზრდით და მათი ქალაქებში მიგრაციით, რამაც თავის მხრივ გამოიწვია სასურსათო პროდუქტების წარმოების გაფართოება, ტრადიციული ტექნოლოგიების სრულყოფა ქიმიისა და ბიოტექნოლოგიის მიღწევების გამოყენებით.

ამჟამად შეიძლება გამოეყოთ საკვები დანამატების ფართო გამოყენების კიდევ რამდენიმე მიზეზი:

- ვაჭრობის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებამ, განაპირობა მალფუჭადი სასურსათო პროდუქტების დიდ მანძილებზე გადატანა და გამოიწვია კონსერვანტების გამოყენების აუცილებლობა;

- თანამედროვე მომხმარებლის სწრაფად ცვლადმა მოთხოვნებმა სასურსათო პროდუქტების ორგანოლექტიკურ თვისებებსა და დაბალ ფასზე. ასეთი მოთხოვნების დაკმაყოფილება დაკავშირებულია არომატიზატორების, საღებავებისა და სხვა საკვები დანამატების გამოყენებასთან;
- კვების თანამედროვე კონცეფციების შესაბამისი საკვები პროდუქტების (დაბალკალორიული პროდუქტები, ხორცის, თევზისა და რძის ანალოგები) შექმნა დაკავშირებულია კონსისტენციის მარეგულირებელი საკვები დანამატების გამოყენებასთან;
- ტრადიციული სასურსათო პროდუქტების წარმოების ტექნოლოგიების სრულყოფა და ახალი, მათ შორის ფუნქციონალური დანიშნულების კვების პროდუქტების შექმნა.

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში გამოყენებული საკვები დანამატების რიცხვი 500 აღწევს, ევროგაერთიანების ქვეყნებში კლასიფიცირებულია 300-მდე ნივთიერება, რომელთა გამოყენება ნებადართულია.

ევროგაერთიანების საბჭოს მიერ შემუშავებულია საკვები დანამატების კოდირების საერთაშორისო ციფრული სისტემა (**International Numbering System – INS**) E თავსართით, რომელიც შესულია კოდექს ალიმენტარიუსში (**Codex Alimentarius, Ed.2, V.1**). ყოველ საკვებ დანამატს მიკუთვნებული აქვს სამ ან ოთხ ციფრიანი ნომერი E თავსართით.

E თავსართი გაიგივებულია გერმანულ და ინგლისურ სიტყვებთან **absbar/edible**, რაც ქართულად საკვებად ვარგის ნიშნავს. საკვები დანამატისათვის E თავსართიანი იდენტიფიკაციური ნომრის მინიჭება ნიშნავს, რომ:

- მოცემული კონკრეტული ნივთიერება შემოწმებულია უსაფრთხოებაზე;
- ნივთიერება შესაძლებელია გამოყენებულ იყოს საკვებ პროდუქტში დადგენილი ნორმების დაცვით;
- ამ ნივთიერებისათვის დადგენილია სისუფთავის კრიტერიუმები.

ამგვარად საკვები დანამატები, რომელთაც მინიჭებული აქვთ საიდენტიფიკაციო ნომერი, უნდა აკმაყოფილებდნენ გარკვეულ მოთხოვნებს.

საკვები დანამატის ხარისხი – ეს არის მისი მახასიათებლების ერთობლიობა, რომლების განაპირობებენ მის ტექნოლოგიურ თვისებებს და უვნებლობას.

სასურსათო პროდუქტში დანამატის არსებობა უნდა აღინიშნოს ეტიკეტზე. საერთაშორისო შეთანხმებების მიხედვით დასაშვებია, როგორც ნივთიერების დასახელების, ასევე მისი ფუნქციონალური კლასის და კოდის მითითება. მაგალითად “ნატრიუმის ბენზოატი” ან “ კონსერვანტი E 211”.

საკვები დანამატების შესაბამისი კლასიფიკაცია ციფრული სისტემის კოდირების მიხედვით წარმოდგენილია ცხრილში

საკვები დანამატების ციფრული კოდირების სისტემა

№	ციფრული კოდები	დანიშნულება
1	E100-დან E 182-მდე	მღებავი ნივთიერებები
2	E 200-დან E 299-მდე	კონსერვანტები
3	E 300-დან E 399-ნდე	ანტიდამუანგველები (ანდიოქსიდატები)
4	E 400-დან E 449-მდე	კონსისტენციის სტაბილიზატორები
5	E 450-დან E 499-მდე და E 1000-დან	ემულგატორები
6	E 500-დან E 599-მდე	მჟავიანობის რეგულატორები, გამაფხვიერებლები
7	E 600-დან E 699-მდე	გემოსა და არომატის გამაძლიერებლები.
8	E 700-დან E 800-მდე	დანამატებითი ინდექსები სხვადასხვა შესაძლო ინფორმაციისათვის
9	E 900-დან E 999-მდე	მოსაჭიქი აგენტები, პურის ხარისხის გამაუმჯობესებლები

საკვები დანამატების ბევრი წარმომადგენელი ხასიათდება კომპლექსური ტექნოლოგიური ფუნქციებით, რომლებიც ვლინდებიან საკვები პროდუქტის თავისებურებაზე დამოკიდებულებით. მაგალითად საკვებმა დანამატმა E 339-მა (ნატრიუმის ფოსფატი), სხვადასხვა საკვებ პროდუქტში შესაძლებელია გამოავლინოს მქავეიანობის მარეგულირებელის, ემულგატორის, სტაბილიზატორის, კომპლექს წარმომქმნელისა და წყლის შემზოჭავი აგენტის თვისებები.

საკვები დანამატების გამოყენებისას დიდი ყურადღება ექცევა მის უვნებლობას. საკვები დანამატების მნიშვნელოვან მახასიათებლებს წარმოადგენენ **ზღკ** (ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია), **დღდ** (მგ/კგ სხეულის მასაზე) – დღიური დასაშვები დოზა და **დღმ** (მგ/დღე-ღამეში) – დღიური დასაშვები მოხმარება.

საკვები დანამატების უმრავლესობას არ გააჩნიათ კვებითი ღირებულება. როგორც სასურსათო პროდუქტებისათვის უცხო ინგრედიენტებს, საკვები დანამატების გამოყენება მკაცრ რეგლამენტირებასა და კონტროლს მოითხოვს.

საკვები დანამატების ტოქსიკო-ჰიგიენური გამოკვლევების ორგანიზაციისა და სისტემური მიდგომის მსოფლიო გამოცდილება განზოგადებულია მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის დოკუმენტში (1987/1991) – “სასურსათო პროდუქტების საკვები დანამატებისა და კონტამინანტების უვნებლობის შეფასების პრინციპები”.

ნივთიერებები, რომლებიც აუმჯობესებენ სასურსათო პროდუქტების გარეგან სახეს

საკვები საღებავები

ნივთიერებების ძირითად ჯგუფს, რომლებიც აუმჯობესებენ სასურსათო პროდუქტების გარეგან სახეს მიეკუთვნებიან საკვები საღებავები. სასურსათო პროდუქტების წამოებისას, რომელიც გულისხმობს სხვადასხვა სახის თერმულ დამუშავებას (დუღება, სტერილიზაცია, შეწვა და სხვ.) და შენახვას, პროდუქტების ხშირად იცვლიან ჩვეულ ფერს, ზოგჯერ კი ღებულობენ არაღამახასიათებელ შეფერილობას, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს მათ ორგანოლექტიკურ მახვენებლებზე და საბოლოო ჯამში კონკურენტუნარიანობაზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ხილისა და ბოსტნეულის ფერის ცვლილება დაკონსერვების პროცესში. როგორც წესი ეს დაკავშირებულია ქლოროფილის ფიოფიტინში გადასვლასთან ან ანტოციანების ფერის შეცვლასთან არის **pH**-ის გავლენით.

აღსანიშნავია, რომ საკვები საღებავები ხშირად გამოიყენებიან სასურსათო პროდუქტების ფალსიფიკაციისათვის. საღებავის საშუალებით შესაძლებელია შეინიღბოს სასურსათო პროდუქტის ხარისხის გაუარესება შენახვისას, რომელსაც თან სდევს ფერის ცვლილება. საღებავების გამოყენებით შესაძლებელია მომხმარებელი შევიყვანოთ შეცდომაში პროდუქტის ხარისხთან დაკავშირებით. ასე მაგალითად ყვითელი საღებავის ცომში დამატებით შესაძლებელია შეიქმნას შთაბეჭდილება კვერცხის მაღალი შემცველობის შესახებ, ხოლო ყავისფერი საღებავის დამატებით – კაკოს მაღალ შემცველობაზე შოკოლადის პროდუქტებში.

XX საუკუნის შუა წლებამდე სასურსათო პროდუქტების ფერს მხოლოდ ესტეტიკურ მნიშვნელობას ანიჭებდნენ, მარკეტინგული გამოკვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ მიმზიდველი შეფერილობის პროდუქტები, ფსიქოლოგიური ზემოქმედების გამო, უფრო ძვირად ფასობენ, ვიდრე შეუღებავი პროდუქტები. ჰიგიენური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია საღებავების შეზღუდვა ყოველდღიური მოხმარების პროდუქტებში

წამოშობის მიხედვით საკვები საღებავები იყოფიან სამ ძირითად ჯგუფად:

- მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნატურალური საღებავები;
- სინთეზირებული ორგანული საღებავები;
- არაორგანული წარმოშობის მინერალური საღებავები.

ცალკეული საღებავების მოხმარების წესით დადგენილია პროდუქტის სახეობა და კონკრეტულ პროდუქტში მისი მაქსიმალური დოზები.

უვნებლობის თვალსაზრისით განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სინთეზურ საღებავებს. ისინი აუცილებლად გადაიან ხანგრძლივად შემოწმებას, რომლის დროსაც ფასდება მათი ტოქსიკური, მუტაგენური და კანცეროგენული თვისებები. ბუნებრივი საღებავების შეფასების დროს მხედველობაში მიიღება მისი წარმოებისათვის გამოყენებული ნედლეული. მოდიფიცირებული ბუნებრივი საღებავები და არასასურსათო ნედლეულიდან გამოყოფილი საღებავები გადაიან სინთეზურის მსგავს ტოქსიკოლოგიურ გამოკვლევას.

საღებავები განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენება საკონდიტრო ნაწარმის, სასმელების, მარგარინის, ზოგიერთი სახის კონსერვის, მშრალი საუზმეების, მდნარი ყველისა და ნაყინის წარმოებისას.

ნატურალური (ბუნებრივი) საღებავები

ნატურალურ საღებავებს დებულობენ ბუნებრივი ნედლეულიდან (მცენარეული, ცხოველური) ქიმიურად განსხვავებული ნივთიერებების ნარევის სახით. მათი თანაფარდობა და საღებავის ხარისხი დამოკიდებულია პირობებზე, რომლებშიც ვითარდებოდა ნედლეული, მის სახეობასა და მიღების ტექნოლოგიაზე, რის გამოც გაძნელებულია იდენტური პროდუქციის მიღება.

ნატურალური საღებავები, როგორც წესი არატოქსიკურები არიან, ზოგიერთი მათგანი ხასიათდება ბიოლოგიური აქტივობით და ზრდის პროდუქტის კვებით ღირებულებას.

ნატურალური საკვები საღებავების ნედლეულს წარმოადგენენ ველური და კულტურული მცენარეები, მელნივობის, წვენიისა და კონსერვების წარმოების ნარჩენები, გარდა ამისა ზოგიერთი მათგანის მისაღებად გამოიყენება მიკრობიოლოგიური და ქიმიური სინთეზი.

ბუნებრივი საღებავები, მათ შორის მოდიფიცირებულებიც მგრძობიარენი არიან ჟანგბადის, მჟავებისა და ტუტეების, ტემპერატურის მოქმედების მიმართ. ზოგიერთი მათგანი მიკროორგანიზმების ზემოქმედების მიმართ.

კაროტინოიდები წარმოადგენენ იზოპრენის რიგის $C_{40}H_{56}$ ნახშირწყალბადებსა და მათ ჟანგბად წარმოებულებს. ეს მოწითალო – მოყვითალო პიგმენტებია, რომლებიც განაპირობებენ ბოსტნეულის, ხილის, ცხიმის, კვერცხის გულისა და მთელი რიგი სხვა პროდუქტების ფერს. კაროტინოიდების ინტენსიური შეფერილობა გამოწვეულია მათ შემადგენლობაში შეუღლებული ორმაგი ბმების არსებობით. ისინი წყალში უხსნადები არიან, იხსნებიან ცხიმებსა და ორგანულ გამხსნელებში. მდგრადები არიან არის pH-ისა და აღმდგენელების ზემოქმედების მიმართ, მაგრამ მაღალ ტემპერატურაზე ($100^{\circ}C$ ზევით) და მზის სხივების ზემოქმედებით ადვილად განიცდიან ჟანგვას. ამ ჯგუფის საღებავებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება β -კაროტინს, (რომლის სახელიც წარმოდგება **carota**-საგან რაც ლათინურად სტაფილოს ნიშნავს), ნატურალური კაროტინების ექსტრაქტს და ანნატოს.

β -კაროტინი E 160a დებულობენ სინთეზური, მიკრობიოლოგიური მეთოდით ან ბუნებრივი ნედლეულიდან გამოყოფის გზით. β -კაროტინი არა მარტო საღებავია, არამედ წარმოადგენს A ვიტამინის პროვიტამინს, ანტიოქსიდატს, ონკოლოგიური და გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების პროფილაქტიკურ საშუალებას, იცავს ორგანიზმს რადიაციის ზემოქმედებიდან. იგი გამოიყენება მარგარინების, მარცხის, საკონდიტრო ნაწარმის, პურ-ფუნთუშეულის და უაღკოშოლო სასმელების შესაღებად და ვიტამინიზაციისათვის.

ამ ჯგუფის პიგმენტებიდან აღსანიშნავია ლიკოპინი – **E 160d** და **Bixa orellana L.**-ისაგან მიღებული მოყვითალო-ნარინჯისფერი საღებავი ანნატო – **E 160b**, რომლებიც გამოიყენებიან მარგარინის, არომატიზირებული ყველის, მშრალი საუზმისა და კარაქის შესაღებად. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება წითელი წიწაკიდან **Capsicum annuum L.** მიღებული პაპრიკის ეთერ-ზეთები – **E 160c** რომლებიც ხასიათდებიან ცხარე გემოთი და მოყვითალო-ნარინჯისფერი შეფერილობით. ამ საღებავის ძირითად პიგმენტს წარმოადგენს კაროტინოიდი კაპსანტინი, იგი არ ხასიათდება A ვიტამინური აქტივობით, გამოიყენება შაშხეულის, კულინარული ნაწარმის, სოუსების და ყველის შესაღებად.

საკვები დანამატების დიდ ჯგუფს შეადგენენ კაროტინოიდების წარმოებულები: ფლავოქსანტინი – **E 161 a**, ლუტეინი – **E 161 b**, კრიპტოქსანტინი – **E 161c**, რუბიქსანტინი – **E 161 d**, ვიოლქსანტინი – **E 161 e**, როდოქსანტინი – **E 161 f** და კანტაქსანტინი – **E 161g**.

ქლოროფილი – ბუნებრივი პიგმენტი, რომელიც განაპირობებს ბოსტნეულისა და ხილის მწვანე შეფერილობას. ქლოროფილი შედგება ორი ნივთიერების მოციხფრო- მწვანე “ქლოროფილ ა”-სა და

მოყვითალო-მწვანე “ქლოროფილ ბ”-ს ნარევისაგან, სადაც მათი თანაფარდობა შესაბამისად 3:1 ტოლია. ქლოროფილის ექსტრაქციისათვის გამოიყენება პეტროლეინის ეთერისა და სპირტის ნარევი. მის საღებავად (E 140) გამოყენებას ხელს უშლის არამდგრადობა. მჟავე არეში ტემპერატურის მომატებით, ქლოროფილი იჟანგება ყვითელი ფოფიტინის წარმოქმნით. პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია ქლოროფილის სპილენძის კომპლექსს – E 141i და ქლოროფილის სპილენძის კომპლექსის ნატრიუმისა და კალიუმის მარილებს – E 141ii, რომელიც ხასიათდებიან მდგრადი ინტენსიური მწვანე ფერით. ქლოროფილი და მისი სპილენძის წარმოებულები წყალში ხსნადებია, ხოლო ქლოროფილი და მისი სპილენძის წარმოებულები – ცხიმში. ქლოროფილის პიგმენტს ღებულობენ ჭინჭრის, სტაფილოს ფონის და სხვ. გადამუშავებით.

ანტრაქინონურ საღებავებს მიეკუთვნება ალიზარინი, კარმინი, ალკანინი.

კარმინი E 120 წითელი საღებავია, მის ძირითად კომპონენტს კარმინის მჟავის კომპლექსური მარილები წარმოადგენენ. ამ საღებავს ღებულობენ სამხრეთ ამერიკისა და აფრიკაში გავრცელებულ კაკტუსებზე ბინადარი მწერების **Dactylopius coccus (Sacta)** გამშრალი და დაფქვილი ბუჯღენდის ექსტრაქციით. განსაკუთრებით მდიდარია კარმინით მღვდრი მწერები, ისინი შეიცავენ საღებავის 3%-ს. მიღებული საღებავი მდგრადია ტემპერატურის, ჟანგბადისა და სინათლის მიმართ. გამოიყენება საკონდიტრო ნაწარმის, უალკოჰოლო სასმელების, ხორცის პროდუქტების წარმოებისას. უკანასკნელ წლებში კარმინის ძირითად ნაწილს ღებულობენ სინთეზური გზით.

ალკანინი (ალკანეტი) E 103 ბორდოსფერი საღებავი, ცნობილია უხსოვარი დროიდან. ღებულობენ სამხრეთ და ცენტრალურ ევროპაში გავრცელებული მცენარის **Alkanna tinctoria**-ს ფესვებიდან. საღებავი ცხიმში ხსნადია, მაგრამ არ გამოიყენება მათ შესაღებად ცხიმებისათვის არადამახასიათებელი ფერის გამო.

კურკუმინი E 100i ყვითელი ფერის საღებავი, არ იხსნება წყალში. გამოიყენება სპირტხნარის სახით. ღებულობენ იმბირის ოჯახის მრავალწლიანი ბალახოვანი მცენარიდან – **Curcuma longa, L.**

ანტოციანური საღებავები. ამ ჯგუფის უმნიშვნელოვანესი წამომადგენლებია წყალში ხნადი ანტოციანები – E 163i ისინი წარმოადგენენ ფენოლური ბუნების გლიკოზიდებს, რომლებიც ჰიდროლიზის დროს იშლებიან ნახშირწყლების (გალაქტოზა, გლუკოზა, რამნოზა და სხვ.) და აგლიკონების –ანტოციანიდების (პელარგონიდინი, ციანიდინი, დელფინიდინი და სხვ.) წარმოქმნით. ანტოციანების შეფერილობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე – აგებულება, არის pH, მეტალთა კომპლექსები, პოლისაქარიდებზე ადსორბციის უნარი, ტემპერატურა, სინათლე. განსაკუთრებით მდგრად წითელ შეფერილობას ანტოციანები ღებულობენ მჟავე არეში pH 1,5-2,0; pH 3,4-5,0 დროს მათი შეფერილობა მეწამული ხდება. ტუტე არეში pH 6,7-8 – იცვლება ლურჯიდან, მომწვანო- ლურჯში, ხოლო pH 9-10 მწვანე შეფერილობა გადადის ყვითელში. ანტოციანების შეფერილობა იცვლება სხვადასხვა მეტალთან კომპლექსების წარმოქმნის დროსაც: მაგნიუმის და კალიუმის მარილები ლურჯი შეფერილობისაა, ხოლო კალიუმის – მოწითალო მეწამული.

ენოსაღებავები E 163ii მიიღებიან შავი ყურძნისა და ანწლიდან მუქი წითელი შეფერილობის ხსნარის სახით, წარმოადგენენ ანტოციანინებისა და კატეხინების ნარევეს. ენოსაღებავით შეღებილი პროდუქტის ფერი დამოკიდებულია არის pH-ზე. მჟავე არეში იგი წითელია, ხოლო ტუტე არეში პროდუქტი ღებულობს ცისფერ ელფერს. საკონდიტრო პროდუქტებში ენოსაღებავების გამოყენებისას, მჟავე არის შესაქმნელად, პროდუქტს ერთდროულად ემატება მჟავა.

ბოლო დროს წარმატებით გამოიყენება ყვითელი და ვარდისფერი შეფერილობის მქონე ანტოციანებისა და კატეხინების ნარევი – E163 iii, რომელსაც ღებულობენ შავი და წითელი მოცხარიდან, შინდიდან, შტოშიდან, მოცვიდან და ჩაის პიგმენტებიდან. ენოსაღებავებიდან აღსანიშნავია ჭარხლიდან მიღებული ჭარხლის წითელი – E162.

შაქრის კოლერი (კარამელი) E 150 შაქრების კარამელიზაციით მიღებული მუქი შეფერილობის საღებავი. მისი წყალხსნარები იძლევიან სასიამოვნო არამატის მქონე მუქ-ყავისფერ სითხეს. მიღების ტექნოლოგიის მიხედვით ანსხვავებენ:

- შაქრის კოლერი I, უბრალო კარამელი E 150a;
- შაქრის კოლერი II E 150b, მიღება “ტუტე-სულფიტური” ტექნოლოგიით;

- შაქრის კოლერი III **E 150c**, მიიღება “ამიაკური” ტექნოლოგიით;
- შაქრის კოლერი IV **E 150d**, მიიღება “ამიაკურ-სულფიტური ტექნოლოგიით.

მიღებული საღებავი წარმოადგენს დამახასიათებელი შეფერილობის მქონე სხვადასხვა ნივთიერებების რთულ ნარევს. გამოიყენება კულინარიაში, სასმელების, ქერის პურის, საკონდიტრო ნაწარმის, ჟელეებისა და ჯემების შესაღებად.

რიბოფლავინი E 101i და მისი ნატრიუმის მარილი E 101ii გამოიყენება ყვითელი ფერის საღებავად საკონდიტრო ნაწარმის, მაიონეზების და სხვა პროდუქტების შესაღებად.

სინთეზური საღებავები

სინთეზური საღებავები ბუნებრივთან შედარებით ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური უპირატესობით:

- მდგრადები არიან არის pH-ის და ტემპერატურის ცვლილების, სინათლის, დამჟანგველების, ფერმენტების და ქიმიური კონსერვანტების ზემოქმედების მიმართ;
- უზრუნველყოფენ პროდუქტის კარგ ხარისხს, მაღალ კონცენტრაციას და სისუფთავეს;
- ხასიათდებიან ძლიერი მღებავი თვისებებით და საჭიროების შემთხვევაში იძლევიან ბზინვარე ზედაპირს;
- ადვილად ექვემდებარებიან დოზირებას, რაც საჭიროების შემთხვევაში განაპირობებს ერთგვაროვანი ფერის მიღებას;
- უმრავლეს შემთხვევაში იაფი არიან ნატურალურ საღებავებთან შედარებით.
- სინთეზური საღებავების კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს:
- ქიმიური სტრუქტურა, რომლის მიხედვითაც არჩევენ: აზოსაღებავებს, დი და ტრი მეთილ არილებს, ინდიგო და ქინოლურ საღებავებს;
- ხსნადობა, რომლის მიხედვით იყოფიან წყალში, ცხიმში და ალკოჰოლში ხსნად საღებავებად;
- რეაქციის მიხედვით – მჟავა, ფუძე და ნეიტრალურ საღებავებად.

სინთეზური საკვები საღებავების უმრავლესობა მიეკუთვნება მჟავე ბუნების ნივთიერებებს. ისინი ხასიათდებიან ერთი ან რამდენიმე სულფო – SO_3H , ან კარბოქსილის ჯგუფის $-\text{COOH}$ არსებობით. ჰიდროფილური ჯგუფის არსებობის გამო ისინი წყალში ხსნადები არიან, განსაკუთრებით მაღალი ხსნადობით ხასიათდებიან ნატრიუმისა და კალიუმის მარილები.

ფუძე ბუნების საღებავების შემადგენლობაში შედის ერთი ან რამდენიმე თავისუფალი ან ჩანაცვლებული ამინოჯგუფი ($-\text{NH}_2$, $-\text{NHCH}_3$, $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$). დამახასიათებელია, რომ ფუძე ბუნების საღებავები არ შეიცავენ მჟავურ ჯგუფს.

ნეიტრალური ბუნების საღებავები არ შეიცავენ დამახასიათებელ დაჯგუფებებს, მათი უმრავლესობა არ იხსნება წყალში, მაგრამ კარგად იხსნება ცხიმში და ალკოჰოლში.

საღებავების სპეციფიკურ თვისებებს განაპირობებს, როგორც ძირითადი სტრუქტურა, ასევე ჩანაცვლებული ჯგუფები.

სარეალიზაციო სინთეზური საღებავები უმრავლეს შემთხვევაში განზავებულია განსაზღვრული დამხმარე ნივთიერებებით – შემავსებლებით, რომლებიც ისევე, როგორც ძირითადი ნივთიერება უნდა იყოს უვნებელი ადამიანის ორგანიზმისათვის. შემავსებლებად ძირითადად გამოიყენება: სუფრის მარილი, ნატრიუმის სულფატი, გლუკოზა, საქაროზა, დექსტრინები, სახამებელი, ეთილის სპირტი, საკვები ცხიმები, სორბიტი და წყალი.

კვების მრეკველობაში ფართოდ გამოიყენება არა მეტრო ინდივიდუალური საღებავები, არამედ მათი ნარევიც, რომლებიც საშუალებას იძლევიან მივიღოთ განსხვავებული ფერები.

საღებავების შერჩევისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ არა მარტო ფერი და მისი ინტენსიობა, არამედ საკვები პროდუქტის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მომზადების ტექნოლოგია.

არაორგანული წარმოშობის მინერალური საღებავები

არაორგანული მინერალური საღებავების გამოყენება საკმაოდ შეზღუდულია, მათ იყენებენ მხოლოდ განსაზღვრული მიზნებისათვის. მაგალითად, როგორც პიგმენტებს დრაჟეს ზედაპირის და სხვა საკონდიტრო ნაწარმის შესაღებად.

კალციუმის კარბონატი (CaCO_3), კალციუმის სულფატი (CaSO_4) და ტიტანის ორჟანგი (TiO_2) გამოიყენება, როგორც თეთრი პიგმენტი. რკინის ჟანგი და ჰიდროჟანგი, როგორც წითელი, ყვითელი ან შავი პიგმენტები, ალუმინი, როგორც ვერცხლისფერი პიგმენტი, ასევე გამოიყენება ოქრო და ვერცხლი.

კვების მრეწველობაში გამოყენებული, არაორგანული წარმოშობის მინერალური საღებავების კონცენტრაცია უვნებელია ადამიანის ჯამრთელობისათვის.

ფერის მაკორექტირებელი ნივთიერებები

საკვები პროდუქტის ფერის ცვლილება შესაძლებელია არა მარტო საღებავების დამატებით. ფერის მაკორექტირებელი ნივთიერებები ცვლიან ნედლეულისა და პროდუქტის ფერს მათ შემადგენლობაში შემავალ ნაერთებთან ურთიერთქმედების შედეგად. ზოგიერთი მათგანი წარმოქმნის შეფერილ ნაერთს, ზოგი, კი ხელს უშლის ბუნებრივი საღებავების დაშლას ან არასასურველი კომპლექსების წარმოქმნას ჰაერის, ტემპერატურის, სინათლის ან სხვა გარემო პირობების გავლენით.

ამ ჯგუფის ნივთიერებები ხშირად ხასიათდებიან დამაკონსერვებელი თვისებებით. ამ ჯგუფის ნაერთებიდან აღსანიშნავია:

გოგირდის დიოქსიდი E 220, გოგირდოვანი მჟავის ნატრიუმის E221 და კალციუმის E 222 მარილთა ხსნარები ხასიათდებიან მათეთრებელი და დამაკონსერვებელი მოქმედებით, ამუხრუჭებენ ახალი ბოსტნეულის, კარტოფილის და ხილის ფერმენტულ გამუქებასა და მელანოიდების წარმოქმნას. მაგრამ ამასთან ერთად შლიან B_1 ვიტამინს, ცილების დისულფიდურ ბმებს, რამაც შესაძლებელია არასასურველ შედეგებამდე მიგვიყვანოს. მიზანშეწონილია ამ დანამატების გამოყენების შეზღუდვა იმ პროდუქტებისათვის, რომლებიც წარმოადგენენ B_2 ვიტამინის მნიშვნელოვან წყაროს.

ნატრიუმის ნიტრატი E 251, ნატრიუმის ნიტრიტი E 249, კალიუმის ნიტრიტი E 250 გამოიყენებიან ხორცისა და მისი პროდუქტების დამუშავებისას წითელი ფერის შენარჩუნების მიზნით. ხორცის წითელი პიგმენტი – მიოგლობინი, ნიტრიტებთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნის წითელი შეფერილობის ნიტროზომიოგლობინს, რომელიც არ იცვლება დუღების დროს. ანალოგიური მოქმედებით ხასიათდებიან ნიტრატებიც, რომლებიც მიკროორგანიზმების მიერ პროდუცირებული ფერმენტ – ნიტრორედუქტაზის მოქმედებით გარდაიქმნიებიან ნიტრიტებში. ხორცის დამარილების დროს მარილწყალს უმატებენ მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობისთვის აუცილებელი საქაროზის მცირე რაოდენობას. სუფრის მარილის, ნიტრატებისა და ნიტრიტების ნარევი ხასიათდება დამაკონსერვებელი მოქმედებით. ვიტამინ C-ს დამატება აჩქარებს წითელი ფერის წარმოქმნას და საშუალებას იძლევა შევამციროთ ნიტრატებისა და ნიტრიტების გამოყენება. ამ დანამატების გამოყენება კვების მრეწველობაში საკმაოდ დიდ დავას იწვევს.

კალიუმის ბრომატი E 924 a გამოიყენება პურის ფქვილის გასათეთრებლად. მისი გამოყენების დროს ადგილი აქვს B_1 ვიტამინის, ნიკოტინამიდის (ვიტამინი PP) და მეთიონინის დაშლას, გარდა ამისა წარმოიქმნება სხვადასხვა ქიმიური ბუნების არასასურველი ნაერთები, რის გამოც საქართველოსა და სხვა ქვეყნებში ამ დანამატის გამოყენება აკრძალულია.

დანამატები, რომლებიც ცვლიან სასურსათო პროდუქტების სტრუქტურასა და ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს

საკვები დანამატების ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ნივთიერებები, რომლებიც ქმნიან ახალ ან ცვლიან სასურსათო პროდუქტების არსებულ რეოლოგიურ თვისებებს, ე.ი. არეგულირებენ პროდუქტის კონსისტენციას.

საკვები დანამატების ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან სხვადასხვა ფუნქციონალური კლასების ნივთიერებები:

- შემასქელებლები და ლაბის წარმომქმნელები (გელწარმომქმნელები);
- ფიზიკურ-ქიმიური მდგომარეობის სტაბილიზატორები;
- ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებები (ზან), კერძოდ ემულგატორები და ქაფწარმომქმნელები;
- გამაფხვიერებლები.

ამ ჯგუფის დანამატების ქიმიური ბუნება მრავალგვარია. მათი ნაწილი ბუნებრივი წარმოშობისაა, ნაწილი კი მიიღება სინთეზის გზით. კვების მრეწველობაში ისინი გამოიყენებიან ინდივიდუალური ნივთიერებების ან ნარეგების სახით.

ბოლო წლებში დიდი ყურადღება ეთმობა სისტემებს, რომლების ერთდროულად შეიცავენ სტაბილიზატორს, ემულგატორს და შემასქელებელს. ამ სისტემების შემადგენლობა და კომპონენტების თანაფარდობა დამოკიდებულია სასურსათო პროდუქტის სახეზე, მის კონსისტენციაზე, მიღების ტექნოლოგიაზე, შენახვის პირობებსა და რეალიზაციის მეთოდზე.

ამ დანამატების გამოყენება საშუალებას აძლევს თანამედროვე კვების მრეწველობას შექმნას ემულსიური (მარგარინები, მაიონეზი, პასტილა, ზეფირი და სხვ.), სტრუქტურული და ტექსტურირებული პროდუქტები.

შემასქელებლები და ლაბის წარმომქმნელები

საკვები დანამატების ეს ჯგუფი შეიცავს ორი ფუნქციონალური კლასის წარმომადგენლებს:

- შემასქელებლებს, ნივთიერებებს, რომლებიც ზრდიან პროდუქტის სიბლანტეს;
- ლაბის წარმომქმნელები, გელწარმომქმნელები, ნივთიერებები, რომლებიც ანიჭებენ პროდუქტს ლაბის თვისებებს.

შემასქელებლები და ლაბის წარმომქმნელები საკვებ პროდუქტის დამზადებისას თხევად სისტემაში შეყვანის დროს, იკავშირებენ წყალს, რის შედეგადაც კოლოიდური სისტემა კარგავს ძვრადობის უნარს და პროდუქტის კონსისტენცია იცვლება.

ქიმიური თვალსაზრისით ამ ჯგუფის დანამატები ძირითადად წარმოადგენენ პოლისაქარიდული ბუნების პოლიმერებს (გლიკანები) გამონაკლისია ცილოვანი ბუნების ექლატინი.

შემასქელებლებისა და ლაბის წარმომქმნელების მაკრომოლეკულებში თანაბრადაა განაწილებული ჰიდროფილური **-OH** ჯგუფები. სწორედ ეს ჯგუფები ურთიერთქმედებენ წყლის მოლეკულებთან. გარდა ამისა, მათ შეუძლიათ შევიდნენ მიმოცვლის რეაქციებში, რომლის დროსაც ძირითადად მიმოიცვლებიან წყალბადისა და მეტალთა იონები.

ამ ტიპის ნივთიერებების ძირითად თვისებას, რომელიც განაპირობებს მათ გამოყენებას კონკრეტული პროდუქტისათვის წარმოადგენს წყალში ხსნადობა, რომელიც იზრდება არეში კარბოქსილის ჯგუფების ან პოლისაქარიდის მოლეკულაში გვერდითი ჯაჭვის არსებობისას. აღსანიშნავია, რომ ხსნადობას ხელს უწყობს მექანიკური ზემოქმედება (მორევა) და შეთბობა. ამ დანამატების უმრავლესობა ხასიათდება სტაბილიზატორის თვისებითაც.

საკვები დანამატების ამ ჯგუფის ძირითადი წარმომადგენლებია – მოდიფიცირებული სახამებლები და ცელულოზა, პექტინები, ზღვის წყალმცენარეებიდან მიღებული პოლისაქარიდები და სხვა.

მოდიფიცირებული სახამებლები

სხვადასხვა ნედლეულიდან გამოყოფილი ბუნებრივი, ნატურალური სახამებლისაგან განსხვავებით, რომლებიც სასურსათო პროდუქტს წარმოადგენენ, მოდიფიცირებული სახამებლები (**E 1400 -E 1451**) მიეკუთვნებიან საკვებ დანამატებს.

საკვები დანამატების ამ ჯგუფში გაერთიანებულია მცენარეული სახამებლების ფრაქციონირების, დესტრუქციისა და სხვადასხვა მოდიფიკაციის შედეგად მიღებული პროდუქტები.

ამილოზისა და ამილოპექტინის აღნაგობა და თვისებები, აგრეთვე მათი თანაფარდობა დამოკიდებულია იმ მცენარეულ ნედლეულზე, საიდანაც მიიღება სახამებელი (კარტოფილი, ბრინჯი, სიმინდი და სხვ.). სწორედ ეს მახასიათებლები ძირითადად განსაზღვრავენ სახამებლის ტექნოლოგიურ თვისებებს.

აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე კონკურენტულ პირობებში ბუნებრივი სახამებლის ტექნოლოგიური თვისებები ხშირად ვერ აკმაყოფილებს მოთხოვნებს, რის გამოც მიმართვენ მათ დამუშავებას ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური მეთოდებით. სახამებელში მიმდინარე ცვლილებების მიხედვით არჩევენ მოდიფიცირების ოთხ ძირითად ტიპს:

გაჯირჯვებადი სახამებლები. ამ ჯგუფის სახამებლები აერთიანებენ ორ ქვეჯგუფს.

- ინსტანტ სახამებლები, ხასიათდებიან ცივ წყალში ხსნადობის უნარით. ისინი მიიღებიან ფიზიკური გარდაქმნების შედეგად, რომლებიც არ იწვევენ სახამებლის მარცვლების რღვევას. ამ ტიპის დანამატები გამოიყენებიან სწრაფი მომზადების პუდინგების წარმოების დროს;
- ცივ წყალში გაჯირჯვების უნარის მქონე სახამებლები მიიღებიან სიმინდის სახამებლის 70-90% ეთანოლის სუსპენზიის თერმული დამუშავებით 150-175⁰ C 1.5-2.0 საათის განმავლობაში. ამ გზით დამუშავებული სახამებლები გამოიყენებიან სხვადასხვა დესერტების და მარმელადის დასამზადებლად. მათ ხშირად იყენებენ ხილის შემცველი ეროზიული ნამცხვრების წარმოებისას.

გახლქნილი სახამებლები ქიმიური ან ფიზიკური ზემოქმედების შედეგად ხასიათდებიან შედარებით მოკლე მოლეკულური ჯაჭვით ვიდრე ბუნებრივი სახამებლები. ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან დექსტრინები, მჟავური ან ფერმენტული ჰიდროლიზის პროდუქტები, და დაჟანგული სახამებლები.

- დექსტრინები, მიიღებიან მშრალი სახამებლის თერმული დამუშავებით მჟავა კატალიზატორის თანაობით ან მის გარეშე. დამუშავების პირობების მიხედვით წარმოიქმნება თეთრი ან ყვითელი შეფერილობის დექსტრინები;
- ჰიდროლიზებული სახამებლები, მიიღებიან სახამებლის სუსპენზიის მჟავით ან ამილაზით დამუშავების შედეგად. ასეთი სახამებლების შემადგენლობა და თვისებები მთლიანად დამოკიდებულია ჰიდროლიზის პირობებზე. ისინი ძირითადად გამოიყენებიან საკონდიტრო მრეწველობაში პასტილებისა და უელეს, აგრეთვე საღებავი რეზინის წარმოებისას;
- დაჟანგული სახამებლების თვისებები კი პირველ რიგში დამოკიდებულია დამჟანგველზე, რომელიც შესაძლებელია იყოს H_2O_2 , $KMnO_4$, $HClO_3$, $KClO_4$ და სხვა. ისევე, როგორც მჟავებით დამუშავება, დამჟანგველების მოქმედებაც ამცირებს სახამებლის მოლეკულურ მასას. ამ ქვეჯგუფის სახამებლები გამოიყენებიან ნაყინის, მარმელადის, ლუკუმის წარმოებასა და პურისცხობის დროს. დაჟანგული სახამებლების განზავებული ხსნარები დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებენ გამჭვირვალობას, რის გამოც ფართოდ გამოიყენებიან სუპების წარმოებისას.

სტაბილიზირებული სახამებლები წარმოიქმნებიან სახამებლის მონოფუნქციონალური რეაგენტებით დამუშავებისას და შეიცავენ მარტივ ან რთულ ეთერულ დაჯგუფებებს. მიუხედავად იმისა, რომ ჩანაცვლების წილი არ აღემატება 0,002-0,2-ს ეს სახამებლები ხასიათდებიან ბევრად უფრო ნაკლები მოლეკულათაშორისი ასოციაციის უნარით ვიდრე ნატურალური სახამებლები. მათ მთავარ მახასიათებლებად შესაძლებელია ჩაითვალოს ლაბის გამჭვირვალობა და მდგრადობა, ემულგირებისა და სტაბილიზაციის უნარი, გარდა ამისა, აღსანიშნავია მათი მდგრადობა გაყინვა-გაღებობის ოპერაციების მიმართ.

შეკერილი სახამებლები. მოდიფიცირებული სახამებლების მნიშვნელოვანი ნაწილი სწორედ ამ ჯგუფის წარმომადგენლებს მიეკუთვნება. ისინი მიიღებიან სახამებლის მოლეკულების ურთიერთქმედებით ბიფუნქციონალურ ნაერთებთან. მოლეკულათაშორისი ბმა წარმოიქმნება ყოველ ათას გლუკოზის ნაშთზე, მაგრამ მაინც მკვეთრად ცვლის სახამებლის თვისებებს. ამ ჯგუფის სახამებლის ლაბები ხასიათდებიან მდგრადობით სხვადასხვა გარეშე ფაქტორების (მაღალი ტემპერატურა, ხანგრძლივი გაცხელება, დაბალი pH, მექანიკური დატვირთვა) მოქმედების მიმართ, რის გამოც მათ ხშირად იყენებენ ისეთი პროდუქტების წარმოებისას, რომლებიც განიცდიან სტერილიზაციას, ცხობას, ასევე ექსტრუდირებული პროდუქტების წარმოებისას.

ცელულოზა და მისი წარმოებულები

ცელულოზური ბუნების საკვებ დანამატებს (E 460 – E 467) მიეკუთვნებიან ნატურალური ცელულოზის მოდიფიკაციისა და დეპოლიმერიზაციის პროდუქტები.

ცელულოზის მოლეკულაში β – გლუკოზიდური ბმის არსებობა განაპირობებს კრისტალური და ამორფული უბნების ფორმირებას, რაც თავის მხრივ განაპირობებს მიღებული ბოჭკოების მექანიკურ მდგრადობას და ინერტულობას მრავალი გამსხნელი და რეაგენტის მიმართ.

საკუთრივ ცელულოზა საკვები დანამატის – E460 სახით გამოიყენება ორი მოდიფიკაციით:

- **E460i** მიკროკრისტალური ცელულოზა, რომელიც მიიღება ნატურალური ცელულოზის ამორფული უბნების მჭიდრო კიდროლიზით და შემდგომი დაფქვით. ამ სახის დანამატი ხასიათდება შედარებით მოკლე მოლეკულებით;
- **E460ii** ფხვნილისმაგვარი ცელულოზა, რომელიც გამოიყოფა მცენარეული ნედლეულიდან (მერქანი, ბამბა და ა.შ.) თანმხლები ნივთიერებების (ჰემიცელულოზა, ლიგნინი) მოცილებით და შემდგომი დაფქვით.

როგორც საკვები დანამატი, ცელულოზა ასრულებს შემდეგ ძირითად ტექნოლოგიურ ფუნქციებს: ემულგატორის, ტექსტურის წარმოქმნელის, გარდა ამისა იგი ხელს უშლის შეწებებასა და კოშტების წარმოქმნას.

საკვები დანამატის სტატუსი გააჩნია ცელულოზის 6 სხვადასხვა მოდიფიკაციას, რომლებიც წარმოდგენილია ცხრილში.

მოდიფიცირებული ცელულოზები და მათი ტექნოლოგიური ფუნქციები

კოდი	დასახელება	ჩამნაცვლებელი	ჩამნაცვლებელი	ტექნოლოგიური ფუნქცია
E 461	მეთილცელულოზა	- CH₃	-H	შემასქელებელი, სტაბილიზატორი, ემულგატორი;
E462	ეთილცელულოზა	-CH₂CH₃	-H	შემავსებელი, შემაკავშირებელი აგენტი;
E463	ჰიდროქსიპროპილ-ცელულოზა	-CH₂CH(OH)CH₃	-H	შემასქელებელი, სტაბილიზატორი, ემულგატორი;
E464	ჰიდროქსიპროპილ-მეთილცელულოზა	-CH₂CH(OH)CH₃	- CH₃	შემასქელებელი, სტაბილიზატორი, ემულგატორი;
E465	მეთილეთილცელულოზა	- CH₃	-CH₂CH₃	შემასქელებელი, სტაბილიზატორი, ემულგატორი;
E466	კარბოქსიმეთილ-ცელულოზა	-CH₂COONa	-H	შემასქელებელი, სტაბილიზატორი
E467	ეთილჰიდროქსი-ეთილცელულოზა	-CH₂CH₃	-CH₂CH₂OH	ემულგატორი, სტაბილიზატორი, შემასქელებელი

ცელულოზური ბუნების საკვები დანამატები უვნებელია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის, ვინაიდან არ განიცდიან ცვლილებებს კუჭ-ნაწლავში. ცელულოზის წარმოებულების სადღეღამისო ჯამური მიღება უნდა შეადგენდეს 0-25 მგ. /კგ-ს. ამ დანამატების დოზირება განისაზღვრება კონკრეტული ტექნოლოგიური მიზნებით.

ტრადიციულად ამ დანამატებს გამოიყენებენ პურ-ფუნთუშეულისა და საკონდიტრო ნაწარმის წარმოებისას. ბოლო დროს ისინი წარმატებით გამოიყენებიან უალკოჰოლო სასმელებში, სადაც სასმელის მრავალკომპონენტიან სისტემაში (სუსპენზიებისა ან ემულსიების) ასრულებენ სტაბილიზატორის ან ემულგატორის როლს.

პექტინები

პექტინები გალაქტომანანებთან ერთად წარმოადგენენ უმაღლესი მცენარეების ჰეტეროგლიკანებს. ამჟამად იწარმოება სხვადასხვა ნედლეულიდან გამოყოფილი, განსხვავებული სახის პექტინები (**E 440**), რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან შემადგენლობითა და ფუნქციონალური თვისებებით:

- მაღალეთერეფიცირებული პექტინები (ვაშლი, ციტრუსები);
- დაბალეთერეფიცირებული პექტინები (ჭარხლის, მხესუმხირის თავები);
- კომბინირებული პექტინები, რომლებიც მიიღებიან შერეული ნედლეულიდან და ხასიათდებიან ეთერეფიკაციის სხვადასხვა ხარისხით.

პექტინის მოლეკულის ქიმიური აღნაგობა, კერძოდ ეთერეფიკაციის ხარისხი, განსაზღვრავს მისი მოლეკულების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების თავისებურებას, კერძოდ ხსნადობას, გელწარმოქმნის უნარს, ცილებთან და კათიონებთან ურთიერთქმედებას.

ხსნადობა. პექტინების ხსნადობა მატულობს მათი ეთერეფიკაციის ხარისხის ზრდასთან და მოლეკულური მასის კლებასთან ერთად. პექტინის მჟავა, რომელიც არ შეიცავს ეთერეფიცირებულ კარბოქსილის ჯგუფებს წყალში არ იხსნება. პექტინის წყალხსნარების მაქსიმალური კონცენტრაცია 10%-ს შეადგენს.

გელის სტრუქტურის წარმოქმნა ხდება პექტინის მოლეკულების ურთიერთქმედების შედეგად. ამ პროცესზე გავლენას ახდენს ტემპერატურა, არის **pH** და დეჰიდრატაციის უნარის მქონე ნივთიერებების (საქაროზა) თანაობა.

გელის სივრცული სტრუქტურის ფორმირება შესაძლებელია მოხდეს ორი გზით:

- მჟავე არეში საქაროზის თანაობისას, პექტინის მოლეკულების ელექტროსტატიკური განზიდვის ძალების ცვლილების საფუძველზე;
- მეტალთა პოლივალენტური იონების გავლენით.

პექტინის მოლეკულების ასოციაციის ტიპი განისაზღვრება მათი ეთერეფიკაციის ხარისხით. მაღალეთერეფიცირებული პექტინები გელს წარმოქმნიან მჟავების (**pH 3.1-3.5**) და მშრალი ნივთიერების (საქაროზა) 65%-ის თანაობისას.

დაბალეთერეფიცირებული პექტინები გელს წარმოქმნიან, როგორც პირველი ტიპით, ასევე **pH**-ის ფართო დიაპაზონში (2.5-6.5), პოლივალენტური მეტალთა იონების თანაობისას (მაგალითად Ca^{2+}) არეში საქაროზის არსებობის მიუხედავად. გარდა ამისა აღსანიშნავია, რომ პექტინები, როგორც წყალში ხსნადი საკვები ბოჭკოები წარმოადგენენ მაღალი ფიზიოლოგიური აქტიობის მქონე საკვებ დანამატებს.

ზღვის მცენარეების პოლისაქარიდები

ამ ქვეჯგუფის საკვები დანამატები აერთიანებენ ზღვის წყალმცენარეებიდან გამოყოფილ პოლისაქარიდებს. კვების მრეწველობაში ფართოდ გამოიყენებიან ალგინატები, კარაგინანები და აგაროიდები

ალგინის მჟავა (E400) და მისი მარილები (E401-E405) წარმოადგენენ **Laminaria** და **Macrocystis** წყალმცენარეებიდან გამოყოფილ პოლისაქარიდებს.

ალგინის მჟავის ნატრიუმისა და კალიუმის მარილები ადვილად იხსნებიან წყალში მაღალი სიბლანტის ხსნარების წარმოქმნით. ორვალენტური კათიონების მარილები წარმოქმნიან გელებს და უხსნად ალგინატებს.

აგარი (აგარ-აგარი) – E 406 წარმოადგენს პოლისაქარიდების – აგაროზისა და აგაროპექტინის ნარეგს.

აგარ-აგარს ღებულობენ თეთრ ზღვაში, წყნარ და ატლანტიკის ოკეანეში გავრცელებული წითელი წყალმცენარეების (**Gracilaria, Gelidium, Ahnfeltia**) გადამუშავებით. გამოყოფილი პოლისაქარიდების შემადგენლობა დამოკიდებულია გამოყენებული წყალმცენარის სახეობაზე.

აგარი უმნიშვნელოდ იხსნება წყალში, მაგრამ ხასიათდება გაჯიჯვების უნარით. ცხელ წყალში წარმოქმნის კოლოიდურ ხსნარს, რომელიც გაცივებისას იძლევა მდგრად გელს. აგარის გელწარმოქმნის უნარი არ არის დამოკიდებული შაქრის, მჟავისა და კათიონების თანაობაზე, იგი 10-ჯერ მაღალია ვიდრე

ჟელატინის გელწარმოქმნის უნარი. მაღალ ტემპერატურაზე მჟავის თანაობისას აგარის გელწარმოქმნის უნარი მცირდება. ამ ტიპის გელები თერმოშექცევადები და მდგრადებია **pH 4.5-ზე** მაღლა.

კარაგინანები E407 ამ დანამატებს გამოყოფენ ზღვის წყალმცენარეებიდან – **Chondrus Crispis, Eucheuma Species, Gigartina Species** და სხვა. ისინი აგართან ერთად აერთიანებენ სულფატირებულ ჰექტროგლიკანებს, ჯაჭვის დისაქარიდული რგოლების მიხედვით ანსხვავებენ სამი ტიპის კარაგინანებს, რომელთა აღსანიშნავად გამოიყენება ბერძნული ასოები **Κ**(კაპა), **Ι**(იოტა) და **Λ**(ლამბა).

კარაგანების სამივე ტიპი იხსნება ცხელ წყალში, ხოლო ნატრიუმისა და კალიუმის მარილები ცივ წყალშიც ბლანტი ხსნარების წარმოქმნით. **Κ** და **Ι** კარაგანები წარმოადგენენ გელწარმოქმნელებს, ხოლო **Λ** კი შემასქელებელს. გელწარმოქმნელი კარაგინანების ხსნარები მყარდებიან 49-55⁰ C-ზე, 60-65⁰ C-ზე თხევადდებიან, და კვლავ იბრუნებენ მყარ კონსისტენციას გაცივებისას, არ ახასიათებთ სინერეზისის მოვლენა.

ჟელატინი

ჟელატინი წარმოადგენს ერთადერთ ცილოვან გელწარმოქმნელ ნივთიერებას, რომელიც ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობაში.

ჟელატინი წარმოადგენს სხვადასხვა მოლეკულური მასის ცილოვანი პოლიპეპტიდების ნარეგს, არ გააჩნია გემო და სუნი. მის შემადგენლობაში შედის 18 ამინომჟავას ნაშთი, მათ შორის გლიცინი (25-31%), პროლინი (15-18%), ჰიდროქსიპროლინი (13-15%), გლუტამინის მჟავა (11-12%), ასპარაგინის მჟავა (6-7%), ალანინი (8-11%), და არგინინი (8-9%).

ჟელატინი მიიღება ცხოველთა ძვლების, მყესებისა და ხრტილების მჟავა ან ტუტე ექსტრაქციით, რომლის დროსაც მათში შემავალი უხსნადი კოლაგენი გადადის ხსნად ჟელატინში.

40⁰C-ზე ჟელატინი იხსნება წყალში, რძეში, მარილების და შაქრის წყალხსნარებში. ჟელატინის წყალხსნარები ხასიათდებიან დაბალი სიბლანტით. პოლისაქარიდებიდან განსხვავებით ჟელატინის გელწარმოქმნა არ არის დამოკიდებული არის **pH-ზე** და არ საჭიროებს შაქრების, მარილებისა და ორვალენტური იონების თანაობას.

ემულგატორები

საკვები დანამატების ამ ჯგუფში შედიან ნივთიერებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ სასურსათო პროდუქტის ორი ან მეტი ერთმანეთში უხსნადი კომპონენტის მიერ ერთგვაროვანი დისპერსიის წარმოქმნასა და შენარჩუნებას. ეს თვისება დაკავშირებულია ამ ნივთიერებების ზედაპირულ-აქტიურ თვისებებთან.

პირველ ემულგატორებად გამოიყენებოდა ნატურალური ნივთიერებები საპონინები, ლეციტინი და სხვა. XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან ფართოდ გამოიყენება ჰპოვეს სინთეზურმა ან მოდიფიცირებულმა ემულგატორებმა.

ემულგატორებს გააჩნიათ დიფილური ბუნება ანუ შეიცავენ პოლარულ ჰიდროფილურ და არაპოლარულ ჰიდროფობურ ჯგუფებს. პირველი ჯგუფი განაპირობებს ამ ნივთიერების წყალში, ხოლო მეორე ცხიმში ხნადობას.

ემულგატორების კლასიფიკაცია ხდება სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით:

- ზედაპირულ-აქტიური ნაწილის მუხტის მიხედვით ემულგატორები იყოფიან: ანიონურ, კათიონურ, ამფოტერულ, ნეიტრალურ (ცვიტერ-იონურ) და არაიონოგენურ ნაერთებად;
- ჰიდროფილური და ჰიდროფობური ბალანსის მიხედვით: წყალი/ცხიმი და ცხიმი/წყალი ტიპის და შემასველებელ აგენტებად;
- ხსნადობის მიხედვით: წყალში ხსნად (ჰიდროფილები, ლიპოფობები) და ცხიმში ხსნად (ლიპოჰილები, ჰიდროფობები) ნაერთებად;
- ფუნქციონალური ჯგუფების მიხედვით: მჟავები, სპირტები, ეთერები.

საკვები ემულგატორები ძირითადად არაიონოგენურ ზან-ებს წარმოადგენენ. გამონაკლისებია ცვიტერ-იონური ლეციტინი და ანიონაქტიური ლაქტატები.

ქიმიური ბუნების მიხედვით საკვები დანამატების ეს ჯგუფი წარმოადგენს ერთატომიანი და მრავალატომიანი სპირტების, მონო- და დისაქარიდების წარმოებულებს, რომელთა სტრუქტურულ კომპონენტებად ხშირად გვევლინებიან სხვადასხვა აღნაგობის მუავების ნარჩენები.

ძირითადად კვების მრეწველობაში გამოყენებული ზან-ები მრავალკომპონენტიან ნარეგებს წარმოადგენენ, რომლებიც იწარმოება სხვადასხვა საფირმო დასახელებით.

ემულგატორები ქიმიური ბუნების თავისებურებიდან და საკვები პროდუქტის თვისებებიდან გამომდინარე ემულგატორებს შესაძლებელია ჰქონდეთ რამდენიმე ტექნოლოგიური ფუნქცია. მაგალითად სტაბილიზატორისა და ანტიოქსიდატის. მაგრამ ამ ჯგუფის საკვები დანამატების ძირითად განმასხვავებელ თავისებურებას – მათი ზედაპირულ აქტიური თვისებები წარმოადგენს.

ემულგატორების ძირითადი ჯგუფები

მონო-, დიგლიცერინები და მათი ნაწარმები (E 471, E 472 a-g) ემულგატორების ყველაზე მნიშვნელოვან ჯგუფს წარმოადგენენ. მათი საწარმოო გამოშვება ჯერ კიდევ XX საუკუნის 20-იან წლებში დაიწყო. დღეისათვის მათი წილი საკვები ემულგატორების წარმოების 60% შეადგენს.

საკვები დანამატების სახით გამოიყენება ამ ჯგუფის 7 ნაერთი (ცხრილი), პირველი სამი წარმომადგენელი მიეკუთვნება უვნებელ დანამატებს და მათი გამოყენება არ არის შეზღუდული, დანარჩენი ოთხისათვის დღიური დასაშვები დოზა მერყეობს 30-50 მგ/კგ სხეულის მასის ფარგლებში.

გლიცერიდული ბუნების საკვები დანამატები

კოდი	დასახელება	დღიური დასაშვები დოზა მგ/კგ ს.მ.
E 471	ცხიმოვანი მუავების მონო და დი-გლიცერიდები	არ არის შეზღუდული
E 472 a	ძმარმუავისა და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლიცერიდები	არ არის შეზღუდული
E 472 b	რძემუავისა და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლიცერიდები	არ არის შეზღუდული
E 472 c	ლიმონმუავისა და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლიცერიდები	არ არის შეზღუდული
E 472 d	ღვინისმუავისა და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლიცერიდები	0 -30
E 472 e	დიაცეტილ ღვინისმუავისა და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლი-ცერიდები	0 -50
E 472 f	ღვინისმუავის, ძმარმუავის და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლი-ცერიდები	0 -30
E 472 g	ქარვისმუავისა და ცხიმოვანი მუავების მონო და დიგლიცერიდები	0 -30

მონო და დიგლიცერიდების მოდიფიკაცია საკვები მუავებით საშუალებას გვაძლევს მიზანმიმართულად ვცვალოთ ამ ნაერთების ზედაპირულ აქტიური თვისებები.

ფოსფოლიპიდები. ამ ჯგუფის მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია ბუნებრივი ლეციტინები (E 322) და მათი სინთეზური ანალოგები ამონიუმის ფოსფატიდები (E 442).

საკვები დანამატების განმარტების თანახმად ბუნებრივი ლეციტინები წარმოადგენენ მცენარეული ან ცხოველური ნედლეულიდან გამოყოფილ ფოსფატიდების ნარეგს, რომელშიც საკუთრივ ფოსფატიდების

შემცველობა 56-60%-ის ფარგლებში მერყეობს. სხვა საკვები დანამატებისაგან განსხვავებით ფოსფორიპიდები ხასიათდებიან მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობით, რაც პირველ რიგში დაკავშირებულია მათ უნართან შეამცირონ სისხლში ქოლესტერინის შემცველობა, გააუმჯობესონ ღვიძლის ფუნქცია, ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემის მდგომარეობა, დაამუხრუჭონ ორგანიზმის დაბერების პროცესი და მოაწესრიგონ მისი იმუნოპოლოგიური რეაქციები. მართალია დიეტოლოგები არ მიაკუთვნებენ ფოსფორიპიდებს შეუცვლად ნუტრიენტებს, მაგრამ ისინი წარმოადგენენ საკვების ბიოლოგიურად აქტიურ კომპონენტებს. მათი სადღეღამისო ნორმა 5 გ. შეადგენს.

ამონიუმის ფოსფატიდები წარმოადგენენ ორთოფოსფორმეჯისა და აცილგლიცერიდების ურთიერთქმედების პროდუქტების ამონიუმის მარილებს. განსხვავებით ბუნებრივი ანალოგებისაგან ისინი არ ივლებიან სრულიად უვნებელ ნივთიერებად და შესაბამისად მათი პროდუქტებში შეტანის დოზა რეკლამენტირებულია შესაბამისი დოკუმენტებით.

სამრეწველო ლეციტინების წარმოების ძირითად წყაროს ზეთოვანი კულტურები (სოია, მზესუმზირა) წარმოადგენენ.

ფოსფორიპიდების დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს მათი უნარი წარმოქმნან მდგრადი ემულსიები, როგორც წყალი/ცხიმი ასევე ცხიმი/წყალი სისტემებში. შესაბამისად ფართოა მათი გამოყენების სფერო. ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნან, როგორც მაიონეზის, ასევე მარგარინების ტიპის პროდუქტებში.

საქაროხისა და სორბიტის ეთერები (E 473, E 491-496) წარმოადგენენ საქაროხის ან ექსატომიანი სპირტის (სორბიტის) და ბუნებრივი ცხიმოვანი მჟავების მონო- და დიგლიცერიდებს.

ამ ჯგუფის ემულგატორები ხასიათდებიან განსხვავებული პიდროფილური თვისებებით. ისინი ძირითადად გამოიყენებიან ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის, ყავისათვის განკუთვნილი ნაღების, მშრალი საფუარის და მარგარინის წარმოებაში.

რძემჟავის ეთერები (ლაქტილატები E481, E 482) წარმოადგენენ რძის მჟავისა და უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავის ნატრიუმის ან კალციუმის მარილებს. ეს ემულგატორები შესაძლებელია მივაკუთვნოთ ანიონოაქტიურ ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებს, გამოიყენებიან პურისა და პურფუნთუშეულის წარმოებისას, პუდინგების, ათქვეფილი ნაღებისა და სხვა პროდუქტების მოსამზადებლად.

სასურსათო პროდუქტების გემოსა და არომატზე მოქმედი ნივთიერებები

სასურსათო პროდუქტების შეფასებისას მომხმარებელი განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს მის გემოსა და არომატს, რაშიც განსაკუთრებულ როლს თამაშობენ ტრადიციები და ჩვევები. გარდა ამისა მნიშვნელოვანია, იმ ჰარმონიულობის შეგრძნება, რომელიც წარმოიქმნება ადამიანის ორგანიზმში ხასიათდებულ გემოსა და არომატის პროდუქტის მიღების დროს.

არასასიამოვნო და არატიპური გემო ხშირად ასოცირდება პროდუქტის დაბალ ხარისხთან. კვების ფიზიოლოგია საგემოვნო და არომატულ ნივთიერებებს განიხილავს, როგორც საკვების უმნიშვნელოვანეს კომპონენტებს, რომლებიც აუმჯობესებენ საკვების მონელებას, საჭმლის მომნელებელი ჯირკვლების სეკრეციის აქტივირების გამო, ამადლევენ იმ ფერმენტების აქტიობას, რომლებიც ხელს უწყობენ საჭმლის მონელებისა და ათვისების პროცესს. თანამედროვე წარმოდგენით ამ ჯგუფის ნივთიერებები აუმჯობესებენ კუჭ-ნაწლავის მიკროფლორას და ამცირებენ მოსახლეობის ცალკეულ ჯგუფებში დისბაქტერიოზის მოვლენას.

სასურსათო პროდუქტის გემოსა და არომატს განსაზღვრავს მრავალი ფაქტორი, რომელთა შორის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია:

- ნედლეულის შემადგენლობა;
- ტექნოლოგიური პროცესის დროს შეტანილი საგემოვნო დანამატები;
- პროდუქტის დამზადებისას, სხვადასხვა ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების გავლენით წარმოქმნილი ნივთიერებები;
- პროდუქტის შენახვისას სხვადასხვა ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების გავლენით წარმოქმნილი ნივთიერებები;

ამ ჯგუფის ნივთიერებებს მიეკუთვნებიან: ტკბილი ნივთიერებები, არომატიზატორები, გემოსა და არომატის გამაძლიერებლები და მჟავები.

ტკბილი ნივთიერებები

ტკბილი ნივთიერებები ფართოდ გამოიყენება კვების მრეწველობასა და კულინარიაში. ადამიანის მიერ გამოყენებულ დამატკბობლებს შორის პირველად შესაძლებელია ჩავთვალოთ თაფლი და ხილის წვენები. ამჟამად ყველაზე ხშირად გამოყენებულ ძირითად ტკბილ ნივთიერებას შაქარი წარმოადგენს.

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებით ინტენსიურად ვითარდება დაბალკალორიული პროდუქტების წარმოება, რომლებიც ძირითადად განკუთვნილია სხვადასხვა პრობლემების მქონე ადამიანებისათვის, პირველ რიგში დიაბეტით დაავადებულებისათვის. შესაბამისად გაფართოვდა შაქრის შემცველების (პოლიოლები) და დამატკბობლების, როგორც ბუნებრივი ასევე სინთეზურის, წარმოება. ისინი შესაძლებელია ხასიათდებოდნენ საქაროზის იდენტური, ასევე მასზე რამდენიმე ასეულჯერ მაღალი სიტკბოთი.

დამატკბობელ საკვებ დანამატებს (ფუნქციონალური კლასი 22) მიეკუთვნება არაშაქროვანი ბუნების ნივთიერებები, რომლებიც ანიჭებენ პროდუქტებს ტკბილ გემოს. არსებობს ამ ნივთიერებების რამდენიმე განსხვავებული კლასიფიკაცია:

- წარმოშობის მიხედვით (ბუნებრივი და სინთეზური);
- კალორიულობის მიხედვით (მაღალკალორიული, დაბალკალორიული და არაკალორიული);
- სიტკბოს ხარისხის მიხედვით (შაქრის დაბალი ან მაღალი ექვივალენტის მქონე);
- ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით და ა.შ.

ცხრილში მოცემულია ამ ჯგუფის საკვები დანამატების შედარებითი დახასიათება.

შაქრის შემცველებისა და დამატკბობლების შედარებითი დახასიათება

მანკენებელი	საქაროზა	დამატკბობლები	პოლიოლები
ენერგეტიკული ღირებულება, კკალ/გ	4,0	0	2,4
სიტკბოს კოეფიციენტი	1,0	30–3500	0,6-0,85
გავლენა ინსულინის დონეზე	ძლიერი	არ გააჩნია	სუსტი
მოქმედება საჭმლის მომნელებელ სისტემაზე	ნეიტრალური	არ მოქმედებს	შესაძლებელია გამოიწვიოს ფაღარათი
გავლენა კბილების ჯანმრთელობაზე	შესაძლებელია გამოიწვიოს კარიესი	არ მოქმედებს	არ მოქმედებს

როგორც ცხრილიდან ჩანს პოლიოლები და დამატკბობლები თვისებებით მკვეთრად განსხვავდებიან საქაროზისაგან.

აღსანიშნავია, რომ ფქვილოვან საკონდიტრო ნაწარმში შაქრის შეცვლა ძალიან ხშირად მთელ რიგ ტექნოლოგიურ სიძნელებთანაა დაკავშირებული, რადგან საქაროზა წარმოადგენს არა მარტო დამატკბობელს, არამედ გავლენას ახდენს ცომის სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე. ზღუდავს ფქვილის ცილების გაჯირჯვების უნარს, მოქმედებს პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ თვისებებსა და შენახვის ვადებზე.

ნატურალური ტკბილი ნივთიერებები

ბუნებრივ დამატკბობელებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავთ ცილის შემცველ დანამატებს. მათ მიმართ ინტერესი განსაკუთრებით გაიზარდა XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან, რაც პირველ რიგში გამოწვეული იყო მაღალი სატკბოთი, დაბალი კალორიულობით და უვნებლობით.

მირაკულინი თავისი ბუნებით გლიკოპროტეიდია. მისი ცილოვანი ნაწილი შედგება 18 ამინომჟავის 373 ნაშთისაგან. ნახშირწყლოვანი ნაწილი შეიცავს გლუკოზის, ფრუქტოზის, არაბინოზის, ქსილოზის და სხვა მონოზუბის ნაშთებს. ნედლეულს წარმოადგენს **Richazdela dulcifia**-ს (აფრიკა) ნაყოფი. მირაკულინი 100-ჯერ ტკბილია შაქარზე, თერმოდგრადია pH 3-12-ის ფარგლებში.

მონელინი –ცილაა, შედგება ორი პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან, რომლებშიც ამინომჟავათა ნაშთების რაოდენობა შესაბამისად 50 და 44-ის ტოლია. მის ნედლეულს წარმოადგენს აფრიკის კენკროვანი მცენარის **Dioscoreopyllum cumminsii**-ს ნაყოფი. იგი 1500-2000-ჯერ ტკბილია საქაროზასთან შედარებით. მდგრადია pH 2-9-ის ფარგლებში. გაცხელებისას, განსაკუთრებით არის სხვა მნიშვნელობის დროს თერმოლაბილურია, კარგავს სიტკბოს.

ტაუმატინი E 957 დამატკბობელი, გემოსა და არომატის გამაძლიერებელი წარმოადგენს ცილოვანი ბუნების ნივთიერებას. მიიღება **Thaumatococcus danielli**-ს (ჩრდილოეთ აფრიკა) ნაყოფის გადამუშავებით. ყველაზე ტკბილი ბუნებრივი დამატკბობელი, მისი სიტკბო 1600-2500-ჯერ აღემატება საქაროზის სიტკბოს. სიტკბოს განმსაზღვრელი ფაქტორია ცილის მეოთხეული სტრუქტურა. სიტკბოზე გავლენას ახდენს არის pH, მარილებისა და ჟანგბადის თანაობა. ტაუმატინის სიტკბოზე განსაკუთრებით დიდ გავლენას ახდენს ალუმინის იონი. კომპლექსი ტაუმატინი- Al^{3+} 3500-ჯერ ტკბილია შაქარზე.

ტაუმატინის სიტკბო არ აღიქმება მყისიერად, მაგრამ დიდხანს რჩება. ცხობის ან შეწვის დროს მისი სიტკბო მნიშვნელოვნად მცირდება, მაგრამ გემოსა და არომატის გამაძლიერებელი ეფექტი რჩება.

სტევიოზიდი კრისტალური გლიკოზიდი მიიღება **Stevia rebaudiana**-ს (პარაგვაი, ჩინეთი, იაპონია) ფოთლებიდან. კარგად იხსნება წყალში, თერმოლაბილურია, სიტკბო 300-ჯერ აღემატება საქაროზისას. მცირე რაოდენობის დროს ხასიათდება სასიამოვნო ტკბილი გემოთი, დიდი რაოდენობის დროს ტოვებს მწარე გემოს.

სტევია კარგად ხარობს დასავლეთ საქართველოში. მისი ფოთლებისა და ღეროს გამოყენებით შემუშავებულია საკონდიტრო ნაწარმის, მარმელადის და სხვა სახის კანფეტების დამზადების ტექნოლოგია.

გლიცირიზინი (ძირტკბილა) E 958 დამატკბობელი, გემოსა და არომატის გამაძლიერებელი. ევროპაში ცნობილი ერთ-ერთი ყველაზე ძველი ტკბილი ნივთიერება. დებულობენ სამხრეთ ევროპასა და შუა აზიაში გავრცელებული ტკბილი ხის (ძირტკბილა) ძირებიდან, რომელიც შეიცავს 6-14% გლიცირიზინს, სახამებელს, შაქარს, ცილას და ფლავონებს.

გლიცირიზინი უფრო კრისტალური ნივთიერებაა, არ იხსნება ცივ, მაგრამ კარგად იხსნება ცხელ წყალსა და ეთილის სპირტში. იგი 5—100-ჯერ ტკბილია შაქარზე, მაგრამ არ აქვს გამოსატყული ტკბილი გემო, ხასიათდება სპეციფიური გემოთი (ძირტკბილის გემო) და სუნით. საქაროზის თანაობისას ამჟღავნებს სინერგეტიკულ ეფექტს. ძირტკბილას ექსტრაქტი გამოიყენება საკონდიტრო ნაწარმში და თამბაქოს წარმოებისას.

ნეოჰესპერიდინ-დიჰიდროჰალოკონი E 959 მიიღება გრეიფრუტის კანისაგან გამოყოფილი ნარგინინის მოდიფიკაციით. ცუდად იხსნება წყალში, კარგად სპირტში. მისი სიტკბო 1800-2500-ჯერ აღემატება შაქრისას. სხვა დამატკბობელების თანაობისას მისი სიტკბო მკვეთრად იზრდება. არატოქსიურია. გამოიყენება ალკოჰოლის სასმელებისა (50 მგ/კგ) და საღებო რეზინის (20 მგ/კგ) დამზადებისას.

სინთეზური დამატკბობელები

ბოლო დროს განსაკუთრებულ ყურადღებას იძენენ სინთეზური ტკბილი ნივთიერებები.

კალიუმის აცესულფამი (სუნეტი) E 950 კრისტალური ნივთიერება, კარგად იხსნება წყალში, თერმო და ქიმიურად მდგრადია. არა ტოქსიურია, არ ხასიათდება მუტაგენური და კანცეროგენული თვისებებით.

არ აითვისება ადამიანის ორგანიზმის მიერ, არ განიცდის კუმულირებას და უცვლელად გამოიყოფა ორგანიზმიდან შარდთან ერთად. მისი სიტკბო 200-ჯერ აღემატება შაქრისას. გამოიყენება საკონდიტრო ნაწარმის, უაღკოპოლო სასმელების, დიეტური პურ-ფუნთუშეულისა და ნაყინის წარმოებაში. მისი მაქსიმალური კონცენტრაცია საკვებ პროდუქტებში მერყეობს 300-2000 მგ/კგ ფარგლებში.

ასპარტამი (სანეკტა, ნუტრასვიტი, სლადექსი) E 951 წარმოადგენს დიპეპტიდს, შედგება ასპარაგინის მჟავისა და ფენილალანინის ნაშთებისაგან, ხასიათდება გემოსა და არომატის გამაძლიერებელი ეფექტით. 200-ჯერ ტკბილია შაქარზე. გამოიყენება იმ პროდუქტების წარმოებისას, რომლებიც არ განიცდიან თერმულ დამუშავებას (კრემები, ნაყინი, წვენები, სასმელები) რადგან ტენის თანაობისას, მაღალ ტემპერატურაზე (150°C) გარდაიქმნება დიკეტოპიპერაზინად. ხანგრძლივი შემოწმებების შედეგად დადგინდა, რომ იგი არა ტოქსიურია და არ ხასიათდება კანცეროგენული მოქმედებით, მაგრამ უკუჩვენება აქვს ფენილკეტონურიით დაავადებულებისათვის. ასპარტამი ხანგრძლივი შენახვის დროს კარგავს სიტკბოს, ამის გამო მისი გამოყენება ხანგრძლივი შენახვის პროდუქტებისათვის არამიზანშეწონილია.

ციკლომის მჟავა, მისი ნატრიუმის, კალიუმის და კალციუმის მარილები E 952 სასიამოვნო მოტკბო გემოს ნივთიერებებია სიმწარის გარეშე, თერმოდგრადობის გამო გამოიყენებიან ხარშვისა და ცხობის დროს, კარგად იხსნებიან წყალში. მათი სიტკბო 30-ჯერ მეტია შაქრისაზე. მიეკუთვნებიან “ძველი თაობის” დამატებობელებს. გამოიყენებიან საკონდიტრო ნაწარმისა და სასმელების წარმოებისას. აუმჯობესებენ საქარინის გემოს (10 წილი ციკლომატი 1 წილ საქარინზე)

საქარინი, მისი ნატრიუმის, კალიუმის და კალციუმის მარილები E 954 “ძველი თაობის” დამატებობელი. თეთრი კრისტალური ნივთიერება, არ შეითვისება ორგანიზმის მიერ, მისი 98% გამოიყოფა უცვლელი სახით, ხასიათდება მცირე შარდმდენი ეფექტით, არ არის რეკომენდირებული ხშირად მიღება. ტოვებს მწარე გემოს, რომლის გამოსწორება შესაძლებელია ციკლომატებთან შერევით. 300–500-ჯერ ტკბილია შაქარზე. მჟავე არეში გაცხელებისას იშლება ორთო-სულფობენზოის მჟავის გამოყოფით, რომელიც ხასიათდება ფენოლის არასასიამოვნო გემოთი. გამოიყენება დიაბეტით დაავადებული ადამიანების საკვები პროდუქტების, სასმელების, საღებავი რეზინის და სხვ. დასამზადებლად.

სუკრალოზა (ტრიქლორგალაქტოსაქაროზა) E 955 წარმოადგენს “ახალი თაობის” დამატებობელს. ხანგრძლივი გამოკვლევების შედეგად იგი უვნებლად არის მიჩნეული.

შაქრისშემცველები

ამ ჯგუფის ტკბილ ნივთიერებებს მიეკუთვნებიან მრავალატომიანი სპირტები, ხოგჯერ მათ შაქრის სპირტებსაც უწოდებენ. ხასიათდებიან ფადარათის ეფექტით, რაც აუცილებლად უნდა იყოს მითითებული მათი გამოყენებით დამზადებულ პროდუქტებზე.

ქსილიტი E 967 თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა, კარგად იხსნება წყალში. მისი სიტკბო შაქრის მხოლოდ 0,85% შეადგენს. ხასიათდება ტენშემბოჭველი ეფექტით, წარმოადგენს სტაბილიზატორს და გააჩნია ემულგატორის თვისებები. ქსილიტი თითქმის მთლიანად შეითვისება ორგანიზმის მიერ, არ ახდენს უარყოფით გავლენას კბილების მდგომარეობაზე, აძლიერებს კუჭისა და ნაღვლის წვენების გამოყოფას. არ ახდენს გავლენას სისხლში შაქრის შემცველობაზე. გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაში, პურის, უაღკოპოლო გაზირებული სასმელების და სხვა დიეტური და დიაბეტური დანიშნულების პროდუქტების წარმოებაში.

სორბიტი E 420 თეთრი ფერი წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერებაა. ისევე, როგორც ქსილიტი, სორბიტიც მთლიანად შეითვისება ადამიანის ორგანიზმის მიერ და არ ახდენს გავლენას სისხლში შაქრის შემცველობაზე. მისი სიტკბო შაქრის სიტკბოს მხოლოდ 0,6%-ს შეადგენს. გამოიყენება დიეტური და დიაბეტური პროდუქტების წარმოებისას. სორბიტს და სორბიტის ვაჟინს ხშირად მიაკუთვნებენ არა საკვებ დანამატებს, არამედ საკვები პროდუქტების ახალ სახეობას.

ლაქტიტი E 966 მიიღება ლაქტოზის (რძის შაქარი) ჰიდრირებით. მისი სიტკბო შაქრის 0,4% შეადგენს. კარგად იხსნება წყალში. ხასიათდება სუფთა გემოთი და არ ტოვებს სიმწარეს. მისი კალორიულობა 2-ჯერ ნაკლებია შაქრის კალორიულობაზე, არ იწვევს კბილების კარიესს. გამოიყენება

დიაბეტური პროდუქტების დასამზადებლად. ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით ახლოა საქაროზასთან, რის გამოც ფქვილოვანი ნაწარმის დამზადებისას არ მოითხოვს ცვლილებებს ტექნოლოგიაში.

მრავალატომიანი სპირტების შემცველი პროდუქტების ეტიკეტებზე აღნიშნულ უნდა იქნას, რომ მათი 15-20 გ. მეტი რაოდენობით მოხმარებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს დიარეა.

ტკბილი ნივთიერებების ნარეგები

უკანასკნელ წლებში დიდი ყურადღება ეთმობა ე.წ. “ტკბილ ნარეგებს”, რომლებიც სხვადასხვა ტკბილი ნივთიერებების ნარეგს წარმოადგენენ. ნარეგების შედგენის დროს ყურადღება ექცევა ისეთ მახასიათებლებს, როგორცაა ნარეგის სიტკბო, გემოს გაუმჯობესება, სიტკბოს შეგრძნების ხანგრძლივობა, სინერგეტიკული ეფექტი, შემადგენელი ნივთიერებების ტექნოლოგიური მახასიათებლები, შესაცვლელი შაქრის რაოდენობა, ნარეგის ფასი. ნარეგების რაოდენობა წლიდან წლამდე იზრდება, რაც სხვადასხვა ეკონომიკური მოსახრებებითაა გამოწვეული .

არომატული ნივთიერებები

არომატული ნივთიერებები თამაშობენ ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს როლს სასურსათო პროდუქტების ორგანოლექტიკური შეფასებისას. ჯერ კიდევ პირველყოფილი ადამიანისათვის, პროდუქტის სუნი წარმოადგენდა უმნიშვნელოვანეს მახასიათებელს, რომლითაც იგი ერთმანეთისაგან არჩევდა საჭმელად ვარგის და უვარგის საკვებს.

მიუხედავად იმისა, რომ არომატული ნივთიერებები არ ხასიათდებიან კვებითი ღირებულებით, ისინი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავენ სასურსათო პროდუქტის ხარისხს. მაგალითად რაც არ უნდა მაღალი კვებითი ღირებულებით ხასიათდებოდეს უჩვეულო არომატის მქონე საკვები პროდუქტი იგი არ ისარგებლებს მომხმარებლების მოთხოვნით. ცნობილია, რომ არომატული ნივთიერებები ასტიმულირებენ სანერწყვე და კუჭის ჯირკვლების მუშაობას, რითაც ხელს უწყობენ საჭმლის მომწელებელი ორგანოების მუშაობას.

არომატული ნივთიერებები საკვებ პროდუქტებში შესაძლებელია წარმოიქმნან:

- სპეციფიური ბუნებრივი პროცესების შედეგად. მაგალითად ხილის დამწიფების დროს;
- მიკრობიოლოგიური პროცესების შედეგად. მაგალითად ყველის წარმოების დროს;
- ტექნოლოგიური დამუშავების პროცესში. პურის ცხობის, ყავის მარცვლების მოხალვის ან ხორცის შეწვის დროს.

მზა საკვები პროდუქტის გემოსა და არომატზე მოქმედებს მრავალი ფაქტორი: ნედლეულის შემადგენლობა, მისი ხასიათი და მასში არსებული არომატწარმოქმნელი ნივთიერებების რაოდენობა, ტექნოლოგიური პროცესების თავისებურება – ხანგრძლიობა, ტემპერატურა, ფემენტების აქტიობა.

მზა პროდუქტის პროდუქტის არომატი და გემო ფასდება სენსორული ანალიზის საფუძველზე. შენახვისა და ზოგიერთი ტექნოლოგიური ოპერაციების დროს ადგილი აქვს პროდუქტის არომატისა და გემოს დაკარგვას, რისთვისაც ხშირ შემთხვევებში აუცილებელი ხდება არომატიზატორების შეტანა.

არომატიზატორები ეწოდებათ საკვებ დანამატებს, რომლებიც წარმოადგენენ არომატული ნივთიერებების ნარეგებს ან ინდივიდუალურ ნივთიერებებს, გამსხნელის ან შემავსებლით ან მათ გარეშე, რომლებიც ემატება პროდუქტს არომატისა და გემოს გასაუმჯობესებლად. ეს ნივთიერებები პროდუქტს ანიჭებენ მისთვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ გემოსა და არომატს.

არომატიზატორებს არ მიეკუთვნება: წვენები, ვაჟინები, ღვინო, სუნელები და ა.შ. მიუხედავად იმისა, რომ მათმა დამატებამ შესაძლებელია გავლენა იქონიოს პროდუქტის გემოსა და არომატზე.

საკვები არომატიზატორები იყოფიან ნატურალურ, ნატურალურის იდენტურ და სინთეზურ არომატიზატორებად. ისინი განსაკუთრებით ფართოდ გამოიყენებიან უალკოჰოლო სასმელების, ნაყინის, ლიქიორ-არყის ნაწარმის, საღებავი რეზინის და საკონდიტრო ნაწარმის დამზადების დროს.

არომატიზატორების ფართო ასორტიმენტი, მათი განსხვავებული ბუნება, ქიმიური შემადგენლობა (არომატიზატორების უმრავლესობა წარმოადგენს ნარეგს) ართულებს მათ ჰიგიენურ შეფასებასა და

უვნებლობის განსაზღვრას. არომატიზატორები არ არიან შეყვანილი საკვები დანამატების კლასიფიკატორში და მათ არ ენიჭებათ E ინდექსი.

არომატიზატორების გამოყენების აუცილებლობა დგინდება ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის საშუალებით და თანხმდება ჯანმრთელობის სამინისტროს შესაბამის სამსახურებთან.

არომატიზატორების წყაროს წარმოადგენენ ეთერ-ზეთები და ნაყენები, სუნელები და მათი გადამუშავების პროდუქტები, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური სინთეზი. სინთეზური არომატიზატორები მიიღებიან ორგანული სინთეზის ან სხვა არატრადიციული მეთოდებით. მათი მიღების მეთოდები და ბუნება ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ისინი შეიძლება ეკუთვნოდნენ ეთერზეთებს, ალდეჰიდებს, სპირტებს, რთულ და მარტივ ეთერებს და სხვა.

არომატიზატორების წარმოადგენს ნარევეს, მხოლოდ იშვიათ შემთხვევაში ინდივიდუალურ ნივთიერებას.

ეთერ-ზეთები წარმოადგენენ აქროლელი ორგანული ნივთიერებების ნარევეს, რომლებსაც გამოიმუშავენ მცენარეები და რომლებიც განაპირობებენ მათ სუნს. მათი შემცველობა საკმაოდ ფართო ინტერვალში მერყეობს – 0.1%-დან (ვარდის ფურცლები) 20%-მდე (მიხაკის თესლი). ეთერზეთები მრავალკომპონენტური ნარევებია, მათგან გამოყოფილი ნივთიერებების რაოდენობა ათასს აღწევს.

ეთერზეთების ქიმიური შემადგენლობა ძალიან ცვალებადია და დამოკიდებულია ადგილზე, კლიმატურ თავისებურებებზე, ვეგეტაციის სტადიასა და ადების ვადებზე, ადების შემდგომ დამუშავების თავისებურებებზე, შენახვის პირობებსა და ვადებზე, მიღებისა და გადამუშავების ტექნოლოგიაზე.

ეთერზეთებში შემავალი ნივთიერებების ქიმიური ბუნება ძალიან განსხვავებულია და მოიცავს სხვადასხვა კლასების ნაერთებს: ნახშირწყლებს, სპირტებს, ფენოლებს და მათ ნაწარმებს, მუავებს, მარტივ და რთულ ეთერებს, მაგრამ მათ ძირითად შემადგენელ ნაწილს ტერპენები და მათი უანგბადნაერთები წარმოადგენენ.

ეთერზეთების მიღება შესაძლებელია შემდეგი ხერხების გამოყენებით:

- ორთქლით გადაღებით;
- ცივი დაწნეხვით;
- ორგანული გამხსნელებით ექსტრაქცია და მათი შემდგომი გადაღებით ;
- ცხიმით გამოწვილვა;
- CO₂-ით ექსტრაქცია.

მეთოდის შერჩევა ხდება ნედლეულის თავისებურების გათვალისწინებით. ნედლეულად შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ახლად აღებული, დამჭკნარი, გამშრალი ან ფერმენტირებული მასალა.

ეთერ-ზეთები უფრო ან შეფერილი (მწვანე, ყვითელი, წაბლისფერი) სითხეებია. ისინი არ ან ცუდად იხსნებიან წყალში, კარგად იხსნებიან არაპოლარულ ორგანულ გამხსნელებში. ჰაერზე სინათლის მოქმედებით ადვილად იუანგებიან.

XX საუკუნეში ორგანული ქიმიის და ქიმიური სინთეზის განვითარებამ საშუალება მოგვცა გვეწარმოებინა ბუნებრივის იდენტური სინთეზური ეთერზეთები, სინთეზური ანალოგები ხასიათდებიან მრავალკომპონენტურობითა და მრავალგვარობით.

ნატურალურის იდენტური საკვები არომატიზატორები წარმოადგენენ სურნელოვანი ნივთიერებების (ბუნებრივი, სინთეზური) კომპოზიციას შესაბამის გამხსნელში ან მყარ მატარებელზე (სახამეველი, ლაქტოზა, ცილა, მარილი და ა.შ.).

მხოლოდ ნატურალური არომატიზატორების გამოყენება არაკონომიურია, რადგან საჭიროებენ დიდი რაოდენობით ნედლეულსა და ხასიათდებიან არომატის არასტაბილურობით.

სინთეზური არომატიზატორები, მათ შორის ისეთებიც, რომლებსაც არ გააჩნიათ ბუნებრივი ანალოგები, გადიან ხანგრძლივ ჰიგიენურ შემოწმებას, გამოირჩევიან მაღალი სტაბილურობით, ინტენსიური არომატით, დაბალი ფასით. მეტი სხვადასხვა კომბინაციით შესაძლებელია ნებისმიერი ხილის დამახასიათებელი არომატის მიღება.

სინთეზური არომატიზატორებიდან აღსანიშნავია ვანილი, ციტრალი, დიაცეტილი და სხვა. ინფორმაცია არომატიზატორების შეტანის შესახებ აუცილებლად უნდა იყოს მითითებული ეტიკეტზე.

გემოსა და არომატის გამაძლიერებელი ნივთიერებები

საკვები დანამატები, რომლებიც აძლიერებენ ან მოდიფიკაციას უკეთებენ საკვები პროდუქტის გემოსა და არომატს მიეკუთვნებიან მე-12 ფუნქციონალურ კლასს, მათ ხშირად “გემოს გამაძლიერებელი” დანამატებსაც უწოდებენ. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ნივთიერებების შედარებით მცირე რაოდენობა, რომლებიც წარმოადგენენ გლუტამინს, გუანილისა და ინოზინის მჟავის ნაწარმებს, რიბონუკლეოტიდებისა და მალტოლის წარმოებულებს.

ამ ჯგუფის ნაერთების საკვებში შეტანა, ტექნოლოგიური პროცესების ან უშუალოდ მოხმარების წინ, ადადგენს პროდუქტის ბუნებრივ საგემოვნო თვისებებს, რომლებიც შესაძლებელია ნაწილობრივ მცირდება წარმოების ან კულინარული დამუშავების პროცესში. ზოგიერთი მათგანი ხასიათდება დამაკონსერვებელი თვისებებითაც.

გლუტამინის მჟავა და მისი მარილები E 620 - E 625 ზემოქმედებენ საგემოვნო რეცეპტორების დაბოლოებებზე და იწვევენ “დაკმაყოფილების” გრძნობას, რაც “გლუტამინის ეფექტის” სახელწოდებით არის ცნობილი.

“გლუტამინის ეფექტით” ხასიათდება ახალი ხილი და ბოსტნეული, ახალი ხორცი. შენახვისა და გადამუშავების დროს გლუტამინის მჟავისა და მისი წარმოებულების შემცველობა კლებულობს, რაც ვლინდება გემოს ცვლილებაში. გლუტამინის მჟავის და განსაკუთრებით ნატრიუმის მარილის შეტანა ადადგენს დაკარგულ გემოსა და არომატს. ამ დანამატების ოპტიმალური მოქმედება ვლინდება pH 4-6.5 ფარგლებში არის pH-ის შემდგომი შემცირებისას “გლუტამინის ეფექტი” ქრება.

გლუტამინის მჟავა და მისი წარმოებულები ამცირებენ ცხიმების ჟანგვის სიჩქარეს ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებსა და მარგარინის ნაწარმში. ამ დანამატებს უმატებენ კონცენტრატებსა და კონსერვებს, კულინარულ ნაწარმს და მზა კერძებს. ეს დანამატები დადებითად მოქმედებენ ტვინის სისხლძარღვების ათეროსკლეროზის მკურნალობისას. მათი შეტანა ბავშვთა კვების პროდუქტებში აკრძალულია.

გუანილის მჟავა და მისი მარილები E 626-E629 ხასიათდებიან ბევრად უფრო ძლიერი საგემოვნო მოქმედებით, ვიდრე გლუტამინის მჟავა და მისი მარილები. გამოიყენებიან კონსერვების, სუნელებისა და სანელებლების წარმოების დროს.

ინოზინის მჟავა და მისი მარილები E 630 – E 633 ხასიათდებიან გემოს გაძლიერებისა და მოდიფიკაციის თვისებით. მათი მოქმედება ცხოველური პროდუქტების ექსტრაქტიული ნივთიერებების ეფექტის მზგავსია.

მზგავსი თვისებებით ხასიათდებიან რიბონუკლეოტიდებიც (**E 634 – E635**).

მალტოლი და ეთილმალტოლი (**E 636 –E637**), არა მარტო აძლიერებენ გემოსა და არომატს, არამედ წარმოადგენენ არომატიზატორებს. მალტოლი ერთ-ერთი პირველი არომატიზატორია, რომელიც აღმოჩენილ იქნა პურში. იგი ფართოდ გამოიყენება პურისა და ფქვილოვანი საკონდიტრო ნაწარმის ცხობის დროს.

დანარჩენი ნაერთები : გლიცინი, ლეიცინი, ლიზინი და ბენზოის ფისის გამოყენება ჯერ-ჯერობით შეზღუდულია.

სასურსათო სისტემების მჟავიანობის რეგულატორები

სასურსათო პროდუქტში საკვები მჟავების არსებობა შესაძლებელია გამოწვეული იყოს მათი სისტემაში ხელოვნურად შეტანით. ამ შემთხვევაში საკვები მჟავები გამოიყენებიან, როგორც ტექნოლოგიური დანამატები. შესაძლებელია გამოვეყოთ პროდუქტში, მჟავების შეტანის სამი ძირითადი მიზანი:

- ორგანოლეპტიკური თვისებების ჩამოყალიბებისათვის;
- კონსისტენციის ფორმირებისათვის;

- სტაბილურობის და შენახვის უნარიანობის გასაზრდელად.

ძმარმჟავა (ყინულოვანი) E 460 წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ საკვებ მჟავას. იგი მზადდება ესენციის სახით, რომელშიც ძმარმჟავის შემცველობა 70-80%-ს აღწევს. ყოფაცხოვრებაში გამოიყენება მისი განზაგებული ხსნარი, რომელმაც სუფრის ძმრის სახელწოდება მიიღო.

ძმრის გამოყენება სასურსათო პროდუქტების შენახვისათვის, კონსერვირების ერთ-ერთ ყველაზე ძველი მეთოდია.

ძმარი მიიღება ძმარმჟავა დუდილის შედეგად. ძმრის მისაღებად გამოყენებული ნედლეულის მიხედვით არჩევენ ღვინის, ხილის, ვაშლის, სპირტის და სინთეზურ ძმარს. ძმარმჟავა მარილებსა და ეთერებს აცეტატები ეწოდებათ. კალიუმისა და ნატრიუმის აცეტატები (**E 461**, **E 462**) გამოიყენებიან საკვები დანამატების სახით.

ძმარმჟავასა და აცეტატებთან ერთად კვების მრეწველობაში გამოიყენებენ ნატრიუმისა და კალიუმის დიაცეტატები, რომლებიც აცეტატებისა და ძმარმჟავის (1:1) მოლარული ხსნარების ნარევის წარმოადგენენ.

ძმარმჟავის მოქმედება ძირითადად დაფუძნებულია დასაკონსერვებელი პროდუქტის **pH**-ის დაწვევაზე და მიმართულია ბაქტერიების საწინააღმდეგოდ. გამოყენების ძირითადი სფეროა ბოსტნეულის კონსერვების და მარინადები.

ძმარმჟავა გამოიყენება მაიონეზების და სოუზების დასამზადებლად, თევზის, ბოსტნეულისა და ხილის დასამარინადებლად. იგი ფართოდ გამოიყენება, როგორც საგემოვნო დანამატი.

რძემჟავა E 270 გამოდის ორი ფორმით, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან კონცენტრაციის მიხედვით: 40%-იანი და 70%. რძემჟავას მარილებსა და ეთერებს ლაქტატები ეწოდებათ. დანამატის სახით იგი გამოიყენება კარამელის მასის, უალკოჰოლო სასმელებისა და რძემჟავა პროდუქტების წარმოებისას. ბავშვთა კვების პროდუქტებში რძემჟავის გამოყენება შეზღუდულია.

ლიმონმჟავა E 330 წარმოადგენს შაქრების ლიმონმჟავა დუდილის პროდუქტს. ხასიათდება უფრო რბილი გემოთი, სხვა საკვებ მჟავებთან შედარებით და არ აღიზიანებს კუჭნაწლავის ლორწოვან გარსს. ლიმონმჟავას მარილებსა და ეთერებს ციტრატები ეწოდებათ. გამოიყენება საკონდიტრო წარმოებაში, უალკოჰოლო სასმელებისა და ზოგიერთი სახეობის თევზის კონსერვების დასამზადებლად.

ვაშლის მჟავა E 296 ხასიათდება ძმარმჟავასა და ლიმონმჟავაზე ნაკლები მჟავე გემოთი. საწარმოო გამოყენებისათვის ვაშლის მჟავის მიღება ხდება სინთეზური გზით მალეინის მჟავისაგან, რის გამოც მისი სისუფთავე დგინდება მალეინის მჟავის მინარევების შემცველობის მიხედვით. ვაშლისმჟავა ოქსიმჟავას წარმოადგენს მის მარილებს და ეთერებს მალატები ეწოდებათ. 100°C-ზე გაცხელებისას იგი გარდაიქმნება ანჰიდრიდად.

ვაშლისმჟავა გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობასა და უალკოჰოლო სასმელების წარმოებაში.

ღვინის მჟავა E 334 წარმოადგენს მელვინობის ნარჩენების (ღვინის საფუერები და ღვინის ქვა) გადამუშავების პროდუქტს. არ წარმოადგენს კუჭ-ნაწლავის ლორწოვანი გარსის გამაღიზიანებელს, მისი 80% იშლება ნაწლავებში ბაქტერიების ზემოქმედების შედეგად. ღვინისმჟავის მარილებსა და ეთერებს ტარტრატები ეწოდებათ. გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობასა და უალკოჰოლო სასმელების წარმოებაში.

ადიპინის მჟავა E 355 მრეწველობაში მიიღება ციკლოჰექსანის ორსაფეხურიანი ჟანგით. ხასიათდება კარბონის მჟავებისათვის დამახასიათებელი ყველა თვისებით, წარმოქმნის წყალში ხსნად მარილებს. ადვილად შედის ეთერიფიცირების რეაქციებში მონო- და დიეთერების წარმოქმნით. ადიპინის მჟავის მარილები და ეთერები ადიპინატებად იწოდებიან. გამოიყენება უალკოჰოლო სასმელებისათვის მჟავე გემოს მისაცემად.

ქარვის მჟავა E 363 წარმოადგენს ადიპინის მჟავის წარმოების თანაურ პროდუქტს. ცნობილია მისი ქარვის ნარჩენებიდან გამოყოფის მეთოდით. ხასიათდება დიკარბონის მჟავის თვისებებით, მის მარილებს და ეთერებს სუკცინატები ეწოდებათ. 235°C-ზე ქარვის მჟავა კარგავს წყალს და გარდაიქმნება ანჰიდრიდად. გამოიყენება კვების მრეწველობაში არის **pH**-ის რეგულირებისათვის.

ფუმარის მჟავა E 397 შედის მრავალი მცენარისა და სოკოს შემადგენლობაში, წარმოიქმნება ნახშირწყლების დუდილის დროს მიკროორგანიზმ **Aspergillus fumaricus**-ის თანაობისას. საწარმოო მეთოდი დაფუძნებულია, მარილმჟავის თანაობისას მალეინის მჟავის იზომერიზაციაში. მის მარილებს და

ეთერებს ფუძარატები ეწოდებათ. კვების მრეწველობაში ფუძარის მჟავა გამოიყენება ლიმონისა და ღვინის მჟავის შემცველად. ხასიათდება ტოქსიური ეფექტით, რის გამოც მისი გამოყენება შეზღუდულია.

გლუკონი-დელტა-ლაქტონი E 575 წარმოადგენს **β-D-გლუკოზის** ანაერობული ჟანგვის პროდუქტს. წყალხსნარები გლუკონო-დელტა-ლაქტონი ჰიდროლიზირდება გლუკონის მჟავის წარმოქმნით, რაც დაკავშირებულია ხსნარის pH-ის ცვლილებასთან. იგი გამოიყენება, როგორც მჟავიანობის რეგულატორი და გამაფხვიერებელი სადესერტო ნარეგებსა და ხორცის ფარშზე დამზადებულ პროდუქტებში.

ფოსფორმჟავა და მისი მარილები (კალიუმი, ნატრიუმი, კალციუმი) E 339-341 ხშირად შედიან სასურსათო ნადღულსა და მისი გადამუშავების პროდუქტებში. ისინი დიდი რაოდენობით შედიან რძის, ხორცის და თევზის პროდუქტებში, ზოგიერთი სახის მარცვლეულსა და კაკლოვნებში. ფოსფატები გამოიყენებიან უალკოჰოლო სასმელებისა და საკონდიტრო ნაწარმის დამზადებისას. მისი გამოყენება შეზღუდულია, რადგან მაღალმა დოზებმა შესაძლებელია გამოიწვიონ კალციუმისა და ფოსფორის დისბალანსი.

ნივთიერებები, რომლებიც ზრდიან პროდუქტების შენახვის უნარს და ვადებს

შენახვის დროს სასურსათო პროდუქტებისა და ნედლეულის გაფუჭება წარმოადგენს რთული ფიზიკურ-ქიმიური (ჰიდროლიტური, ჟანგვითი) და მიკრობიოლოგიური (მიკრობული ფლორის განვითარება) ერთობლიობას. ეს პროცესები ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია, მათი წარმოქმნის შესაძლებლობები და სინქარე განისაზღვრება მრავალი ფაქტორით: საკვები პროდუქტის შემადგენლობა და მდგომარეობა, ტენიანობა, არის pH, ფერმენტების აქტიობა, ნედლეულის გადამუშავებისა და შენახვის ტექნოლოგიის თავისებურება, ანტიმიკრობული, ანტიდამუხანგველი და დამაკონსერვებელი ნივთიერებების არსებობა.

საკვები პროდუქტების გაფუჭება იწვევს მისი ხარისხისა და ორგანოლექტიკური თვისებების გაუარესებას, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე, საშიში ნივთიერებების დაგროვებას, რის შედეგადაც საკვები პროდუქტი საკვებად გამოუსდგარი ხდება.

მიკროორგანიზმებით დასენიანებული საკვები პროდუქტების გამოყენებამ, რომლებშიც შესაძლებელია იყოს ტოქსინები, შესაძლებელია გამოიწვიოს მძიმე მოწამელები და სიკვდილი.

შენახვისას საკვები ნედლეულისა და პროდუქტების გაფუჭება დაკავშირებულია დიდ ეკონომიკურ დანაკარგებთან.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, საკვები პროდუქტების ხარისხისა და უვნებლობის უზრუნველყოფა, მათი შენახვის ვადების გახანგრძლივება, დანაკარგების შემცირება დიდი სოციალური და ეკონომიკური პრობლემაა ნებისმიერი ქვეყნისათვის.

საუკუნეების მანძილზე ადამიანები ცდილობდნენ გაეზარდად სასურსათო პროდუქტების შენახვის ვადები შრობით, დამარილებით, სხვადასხვა სანელებლების, ძმრის, ზეთების, თაფლის და სხვ. გამოყენებით.

XIX საუკუნის დასასრულისა და XX საუკუნის დასაწყისში ქიმიის განვითარებამ ხელი შეუწყო ქიმიური კონსერვანტების – ბენზონის, მისი წარმოებულებისა და სალიცილის მჟავების გამოყენების დანერგვას. კონსერვანტებმა განსაკუთრებით ფართო გამოყენება XX საუკუნის დასასრულისათვის მიიღეს.

მეორე მნიშვნელოვანი მიმართულებაა, საკვები პროდუქტების ცხიმოვან ფრაქციაში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესების შეჩერება ანტიოქსიდანტების მეშვეობით.

1. კონსერვანტები

კონსერვანტებს მიეკუთვნებიან საკვები დანამატები, რომლებიც ახანგრძლივებენ საკვები პროდუქტის შენახვის ვადებს მათში მიკროორგანიზმების (ბაქტერიები, ობის სოკოები, საფუერები) განვითარების დათრგუნვის ან განადგურების ხარჯზე. ეს ნივთიერებები გაერთიანებული არიან მე-18 ფუნქციონალურ ჯგუფში.

ანტიმიკრობულ ნივთიერებებს შესაძლებელია ჰქონდეთ:

- ბაქტერიოციდული (ბაქტერიების განადგურება) ან ბაქტერიოსტატიკური (ბაქტერიების ზრდისა და გამრავლების შეჩერება) მოქმედება;
- ფუნგოციდული (სოკოების განადგურება) ან ფუნგოსტატიკური (სოკოების ზრდისა და გამრავლების შეჩერება) მოქმედება;

კონსერვანტების ეფექტურობა დამოკიდებულია მათ ქიმიურ ბუნებაზე, კონცენტრაციაზე და ხშირად არის pH-ზე. კონკრეტული კონსერვანტის ანტიმიკრობული მოქმედება განსხვავებულია, რაც ნათლად ჩანს ცხრილიდან

კონსერვანტების ეფექტურობა მიკროორგანიზმების მიმართ

ონსერვანტი	ბაქტერი- ები	საფუე- რები	ობის სოკოები
იტრიტები	++	-	-
შულფიტები	++	++	+
ჭიანჭველმჟავა	+	++	++
პროპიონმჟავა	+	++	++
სორბინისმჟავა	++	+++	+++
ბენზომჟავა	++	+++	+++
პ-ოქსიბენზოატები	++	+++	+++
იფენილი	-	++	++

შენიშვნა: “-” არაეფექტურია, “+” მცირე ეფექტურობა; “++” საშუალო ეფექტურობა; “+++” მაღალი ეფექტურობა.

სხვადასხვა მიკროორგანიზმების მიმართ კონსერვანტების ეფექტურობის გათვალისწინებით მიზანშეწონილია მათი ნარევის გამოყენება. პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს ბენზოის, სორბინის და გოჯირდოვანი მჟავების ნარევი, რომელიც წარმატებით გამოიყენება მცენარეული წარმოშობის პროდუქტების შენახვის ვადის გასახანგრძლივებლად. აუცილებელია გაითვალისწინოთ, რომ არ არსებობენ უნივერსალური კონსერვანტები. ხშირია შემთხვევები, როდესაც კონსერვანტებთან ერთად იყენებენ დაკონსერვების ფიზიკურ მეთოდებსაც.

უნდა აღინიშნოს, რომ დაუშვებელია კონსერვანტების გამოყენება საწარმოს ჰიგიენური მდგომარეობის დარღვევის ან ანტისანიტარულ პირობებში წარმოებული პროდუქციის შემთხვევაში.

კონსერვანტის არჩევისას აუცილებელია შემდეგი ზოგადი წესების გათვალისწინება.

კონსერვანტს უნდა ახასიათებდეს:

- მოქმედების ფართო სპექტრი;
- ეფექტურობა მოცემული სასურსათო პროდუქტისათვის დამახასიათებელი მიკროორგანიზმების მიმართ;
- უცვლელად იყოს პროდუქტში შენახვის მთელი ვადის განმავლობაში;
- ხელი შეუშალოს ტოქსინების წარმოქმნას;
- არ იმოქმედოს პროდუქტის ორგანოლექტიკურ თვისებებზე;
- იყოს ტექნოლოგიურად ადვილად მოსახმარი და იაფი;

კონსერვანტი არ უნდა:

- იყოს ფიზიოლოგიურად საშიში;
- ახასიათებდეს მინევა;
- ურთიერთქმედებდეს საკვები პროდუქტის კომპონენტებთან;
- ქმნიდეს ეკოლოგიურ და ტოქსიკოლოგიურ პრობლემებს წარმოების პროცესში;
- მოქმედებდეს ტექნოლოგიური რეგლამენტით გათვალისწინებულ ტექნოლოგიურ პროცესებზე.

ძირითადი კონსერვანტები

გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, გოგირდოვანი მჟავის მარილები, სულფიტები (E 220 - E 228) გოგირდოვანი ანჰიდრიდი მკვეთრი სუნის მქონე წყალში კარგად ხნადი უფერო გაზია, გოგირდოვანი ანჰიდრიდი და გოგირდოვანი მჟავის მარილები ანტიბაქტერიული თვისებებით ხასიათდებიან. მათი მოქმედება საფუერებსა და ობის სოკოებზე შედარებით ნაკლებად არის გამოხატული. გამოიყენებიან ხილ-კენკრის პროდუქტების წარმოებისას, როგორც საშუალოდ კონსერვანტი, რომელსაც აშორებენ შემდგომი გაცხელების ან ვაკუუმირების დროს.

სულფიტები დეჰიდროგენაზების ინჰიბიტორებია. სულფიტები – თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერებებია, გამონაკლისს კალციუმის სულფიტი წარმოადგენს. გამოიყენებიან, როგორც მათეთრებელი აგენტები. ისინი შლიან B_1 (თიამინი) ვიტამინსა და ბიოტინს, რის გამოც მათი გამოყენება მთელ რიგ პროდუქტებში შეზღუდულია. დასაშვები დღიური დოზა – 0,35 მგ.-ის ტოლია.

სორბინის მჟავა და მისი მარილები (სორბატები) (E 200 - E 203) სორბინის მჟავა სუსტი სუნის მქონე თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა. ცუდად იხსნება წყალში, კარგად ეთილის სპირტში. სორბინის მჟავის მარილები – სორბატები, კარგად იხსნებიან წყალში, გამონაკლისია კალციუმის სორბატი.

სორბინის მჟავა და მისი მარილები ავლენენ ფუნგოსტატიკურ მოქმედებას, თრგუნავენ საფუერებისა და ობის სოკოების განვითარებას, მათ შორის აფლატოქსინის წარმოქმნელებსაც.

სორბინის მჟავა და მისი კალიუმის, ნატრიუმის და კალციუმის მარილები გამოიყენებიან ხილის, ბოსტნეულის, თევზისა და ხორცის პროდუქტების, მარგარინების, უალკოჰოლო სასმელებისა და ხილის წვენების წარმოებისას. ამ კონსერვანტების ეფექტურობა არ არის დამოკიდებული არის pH-ზე. ხშირად გამოიყენებიან შესაფუთი მასალის დასამუშავებლად.

ბენზოის მჟავა და მისი მარილები (ბენზოატები) (E 210 - E 213) წამოადგენენ უფერო კრისტალებს ან თეთრ ფხვნილებს. ბენზოის მჟავის წყალში ხსნადობა შეზღუდულია, მაშინ როდესაც ბენზოატები წყალში კარგად ხსნად ნივთიერებებს წარმოადგენენ.

ბენზოის მჟავა და მისი მარილები შედიან ზოგიერთი ნაყოფის შემადგენლობაში და წარმოადგენენ ბუნებრივ კონსერვანტებს.

ბენზოის მჟავა გამოიყენება ხილ-კენკრის ნაწარმის დამზადებისას, ბენზოატები კი – თევზის კონსერვების, მარგარინების და სასმელების.

მათი ანტიმიკრობული მოქმედება ძირითადად მიმართულია საფუერებისა და ობის სოკოების მიმართ. ცილის მაღალი შემცველობა ამცირებს ბენზოის მჟავის აქტიობას, ხოლო ქლორიდებისა და ფოსფატების ზრდის.

პ-ჰიდროქსიბენზოის მჟავის ნაწარმები (პარაბენები) (E 209, E213 - E219) ამ ჯგუფში გაერთიანებულია შვიდი კონსერვანტი, რომლებიც შედიან მცენარეული ალკალოიდებისა და პიგმენტების შემადგენლობაში. პ-ჰიდროქსიბენზოის მჟავის ეთერები ბაქტერიოციდული თვისებებით ბევრად აღემატებიან ბენზოის მჟავას. ისინი არ წარმოადგენენ ელექტროლიტებს, ამიტომ მათი ანტიმიკრობული მოქმედება არ არის დამოკიდებული არის pH-ზე. ცვლიან პროდუქტის გემოს და ხასიათდებიან გამოხატული სპაზმოლიტიკური თვისებებით.

ჭიანჭველმჟავა და მისი მარილები (ფორმატები) (E 236 - E 238) გარდა ანტიმიკრობული მოქმედებისა ხასიათდებიან საგემოვნო თვისებებით. ჭიანჭველმჟავის დამაკონსერვებელი თვისებები ცნობილი იყო ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში. დასაკონსერვებლად გამოიყენება ჭიანჭველმჟავისა და მისი მარილების წყალხსნარები. დისოციაციის მაღალი ხარისხის გამო ისინი გამოიყენებიან მხოლოდ მაღალი მჟავიანობის (pH 3.5) მქონე პროდუქტებში. ამ ჯგუფის კონსერვანტების გამოყენება მკვეთრად შეზღუდულია.

ძმარმჟავა და მისი მარილები (აცეტატები) (E 260 - E 262) ძმრის გამოყენება საკვები პროდუქტების დასაკონსერვებლად – დაკონსერვების ერთ-ერთი უძველესი მეთოდია. ნედლეულზე დამოკიდებულებით არჩევენ : ღვინის, ხილის, ვაშლის, სპირტის და სინთეზურ ძმარმჟავას.

ძმარმჟავის გამოყენება არ იზღუდება კანონით. მისი მოქმედება დაფუძნებულია პროდუქტის მჟავიანობის გაზრდაზე, და ძირითადად მიმართულია ბაქტერიების საწინააღმდეგოდ. ძმარმჟავა ფართოდ

გამოიყენება მაიონეზების, სოუსების, თევზისა და ბოსტნეულის მარინადების, ხილისა და კენკრის ნაწარმის დამზადებისას.

პროპიონის მჟავა და მისი მარილები (პროპიონატები) (E 280 - E 282) კვების მრეწველობაში ძირითადად გამოიყენებიან პროპიონატები. ამ ჯგუფის კონსერვანტების ანტიმიკრობული ეფექტურობა საკმაოდ დაბალია, მათი მოქმედება დამოკიდებულია არის pH-ზე. გამოიყენებიან ყველისა და პურის წარმოებაში.

ჟოტროპინი (E 239) გამოიყენება სასურსათო პროდუქტების შეზღუდული რაოდენობის კონსერვირებისათვის. ძირითადად ორაგულის ხიზილალისათვის

ლიფენილი (E 230) ხასიათდება მაღალი ფუნგოსტატიკური მოქმედებით. გამოიყენება ციტრუსების შენახვისას.

ანტიბიოტიკები

სასურსათო პროდუქტების გაფუჭების თავიდან აცილება შესაძლებელია ანტიბიოტიკების გამოყენებითაც, რომლებიც გაერთიანებულია საკვები დანამატების ცალკე ჯგუფში. მართალია მათი გამოყენება საშუალებას იძლევა 2-3-ჯერ გავზარდოთ საკვები პროდუქტების შენახვის ვადა, მაგრამ შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს არასასურველ შედეგებს, მაგალითად კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მიკროფლორის დაზიანებას, ალერგიულ რეაქციებს და ა.შ.

აღსანიშნავია, რომ აკრძალულია მედიცინაში დაშვებული ანტიბიოტიკების გამოყენება საკვები პროდუქტებისა და ნახევარფაბრიკატების წარმოებისას. კვების მრეწველობაში ძირითადად გამოიყენება ორი ანტიბიოტიკი ნიზინი და პიმარიცინი.

ანტიბიოტიკები გამოიყენებიან ახალი მაღფუჭადი პროდუქტების – ხოცისა და თევზის დამუშავებისას, რაც შესაძლებელია განხორციელდეს სხვადასხვა კონცენტრაციის ხნართ პროდუქტის ზედაპირის დამუშავებით, დაკვლის წინ ცხოველში შეყვანით და ა.შ.

ნიზინი (E 234) წარმოადგენს პოლიპეპტიდური ბუნების ანტიბიოტს. კარგად ინახება გამშრალი სახით. მგრძობიარეა პროტეოლიზური ფერმენტების, ნერწყვისა და კუჭნაწლავის ფერმენტების მიმართ. ეს ანტიბიოტიკი ხასიათდება მოქმედების ვიწრო სპექტრით, იგი ეფექტურია გრამ-დადებითი ბაქტერიების, სტრეპტოკოკების, ბაცილების და ზოგიერთი ანაერობული ბაქტერიის მიმართ, ამცირებს ტერმოსტაბილური ბაქტერიების მდგრადობას თერმული ზემოქმედებისადმი, რითაც საშუალებას იძლევა შევამციროთ სტერილიზაციის ტემპერატურა და გავზარდოთ პროდუქციის ხარისხი. გამოიყენება ყველის წარმოებაში, ხილისა და ბოსტნეულის დაკონსერვებისას, გასტერილებული რძის შენახვის ვადის გასაგრძელებლად.

პიმარიცინი (E 235) გამოდის ნატამიციინისა და მიტრომიციინის სახელწოდებითაც. ხასიათდება Candida-ს გვარის საფუვრების, ობის სოკოების წინააღმდეგ ანტიმიკრობული მოქმედებით. არ მოქმედებს ბაქტერიებზე, ვირუსებსა და აქტინომიცეტებზე. გამოიყენება ყველის ზედაპირის დასაფარად და ძეხვის წარმოებაში.

ანტიდამჟანგველები

ანტიდამჟანგველებს მიეკუთვნება ნივთიერებები, რომლებიც ანელებენ ლიპიდებში შემავალი უჯერი ცხიმოვანი მჟავების ჟანგვას. საკვები დანამატების ეს კლასი აერთიანებს სამ ქვეკლასს: ანტიდამჟანგველებს, ანტიდამჟანგველების სინერგისტებს და კომპლექსწარმოქმნელებს.

ანტიდამჟანგველების გამოყენება საშუალებას იძლევა დავიცვათ სასურსათო პროდუქტები ჰაერის ჟანგბადით გამოწვეული ჟანგვითი პროცესებისაგან, მათი უმრავლესობის მოქმედება დაფუძნებულია უნარზე წარმოქმნან დაბალაქტიური რადიკალები და შეწყვიტონ ჟანგვის რეაქცია.

სინერგისტები თვითონ არ ხასიათდებიან ანტიდამჟანგველი თვისებებით, ისინი მხოლოდ აძლიერებენ მათ მოქმედებას. სინერგისტებს მიეკუთვნება ნივთიერებები, რომლებიც მძიმე მეტალთა იონებთან წარმოქმნიან არააქტიურ კომპლექსებს.

ანტიდამჟანგველი თვისებებით ხასიათდება ზოგიერთი სანელებელი და მისი ექსტრაქტი, მაგალითად ილი, ქინძი, კამა, წითელი წიწაკა და სხვა. ზოგიერთი მათგანი ორჯერ-სამჯერ ზრდის ცხიმების მდგრადობას.

ტოკოფეროლები (E 306 - E 309) ისინი ბუნებრივი იზომერების ნარევის სახით არის ზეთებში, ქონებში მათი შემცველობა უმნიშვნელოა. ტოკოფეროლები კარგად იხსნებიან ცხიმებში, მათი დანაკარგები ნელეულის ტექნოლოგიური გადამუშავების დროს უმნიშვნელოა.

ასკორბინის მჟავა, მისი ნატრიუმის კალციუმისა და კალიუმის მარილები (E 300 - E 303) გამოიყენებიან სხვადასხვა სასურსათო პროდუქტებში. აღსანიშნავია მათი გამოყენება ცხიმოვან პროდუქტებში, კერძოდ მარგარინში სადაც იგი წარმოადგენს ანტიოქსიდანტსაც და ამავე დროს სინერგისტსაც აღადგენს ფენოლურ ნაერთებს და ბოჭავს მეტალებს. მისი შეყვანით სასურსათო პროდუქტებში მალდება მათი კვებითი ღირებულება.

11. სასურსათო პროდუქტებში შემავალი მავნე ნივთიერებები

სასურსათო პროდუქტების უვნებლობა – თანამედროვეობის ერთ - ერთი უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა, რომლის აქტუალობა წლითი-წლობით იზრდება, რადგან სწორედ სასურსათო პროდუქტებისა და ნედლეულის უვნებლობა წარმოადგენს იმ უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს, რომელიც განსაზღვრავს მოსახლეობის ჯანმრთელობასა და გენოფონდის შენარჩუნებას.

საკვები შეიძლება იყოს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საშიში მრავალი ქიმიური ნივთიერების მატარებელი. საკვებით ადამიანი ღებულობს ქიმიური ნაერთების 70%-ს და მხოლოდ 30%-ს წყლისა და ჰაერის საშუალებით. ქიმიური ნივთიერებების საკვებ პროდუქტებში მოხვედრა შესაძლებელია სხვადასხვა გზით: დაგროვება ბიოლოგიური ჯაჭვის სხვადასხვა რგოლში, წარმოების, ტრანსპორტირების, შენახვისა და რეალიზაციის დროს.

ჩვენ დროში, განუწყვეტლივ ფართოვდება სასურსათო პროდუქტების ასორტიმენტი, იცვლება კვების ხასიათი, ხდება წარმოების, შენახვისა და რეალიზაციის ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვა, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია გამოყენებული ქიმიური ნაერთების რაოდენობის მკვეთრ ზრდასთან. სასურსათო პროდუქტებში მავნე, ადამიანის ორგანიზმისათვის საშიში ნაერთების მოხვედრის მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს წარმოებისა და სოფლის მეურნეობის ნარჩენებით დაბინძურებული გარემო.

სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის საკითხის გადაჭრისათვის, უპირველეს ყოვლისა უნდა გადაიჭრას ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეულის წარმოების საკითხი. ეს გლობალური ამოცანაა და მისი გადაჭრისათვის საჭიროა არა მარტო დრო, არამედ – ფინანსებიც.

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში ჩატარებული გამოკვლევების შედეგები ნათლად მეტყველებენ თუ რაოდენ მაღალია საკვები პროდუქტების დაბინძურება ტოქსიური ქიმიური ნივთიერებებით, რადიონუკლიდებით, ბიოლოგიური აგენტებით და მიკროორგანიზმებით. FAO-ს მონაცემებით 1986 წლიდან დღემდე რადიონუკლიდების შემცველობა საკვებ პროდუქტებში 5–20-ჯერ გაიზარდა, ნიტრატების 5-ჯერ.

სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის ძირითადი გარანტია მათი სერტიფიკაციის და სტანდარტიზაციის მკაფიოდ ჩამოყალიბებული სისტემაა. კვების მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში ძირითადად ხდება საბოლოო პროდუქციის სერტიფიკაცია. მომხმარებლის უფლებების დაცვისათვის აუცილებელია, მოხდეს არა მარტო საბოლოო პროდუქტის არამედ წარმოების სერტიფიკაცია, რაც საშუალებას მისცემს კომპეტენტურ ორგანოებს მკაცრად აკონტროლონ სასურსათო პროდუქციის ხარისხი, მისი წარმოების ყველა ეტაპზე, დაწყებული ნედლეულიდან – საბოლოო პროდუქტით დამთავრებული.

XX საუკუნის 70 წლებში შემუშავებულ იქნა ”საშიში ფაქტორის ანალიზისას კრიტიკული საკონტროლო წერტილის გამოვლენის კონცეფცია”. ამ კონცეფციის მიხედვით სასურსათო პროდუქტების უვნებლობის უზრუნველსაყოფად არ არის საკმარისი საბოლოო პროდუქტის ხარისხისა და უვნებლობის კონტროლი, აუცილებელია ვაწარმოოთ “კრიტიკული წერტილების” მონიტორინგი პროდუქციის წარმოების მთელი პროცესის განმავლობაში დაწყებული ნედლეულიდან – მზა პროდუქტამდე. ამ კონცეფციის მიხედვით სასურსათო პროდუქტების წარმოებისას კრიტიკული წერტილების გამოვლენაზე პასუხისმგებლობა მთლიანად ეკისრებათ მწარმოებლებს, რაც საშუალებას აძლევთ მათ აამაღლონ პროდუქციის უვნებლობის კონტროლის ეფექტურობა.

კრიტიკული წერტილების გამოვლენა შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან.

I. საშიში ფაქტორების გამოვლენა და მათი კონტროლის ღონისძიებების შემუშავება, რისთვისაც აუცილებელია შესწავლილ იქნას შემდეგი გარემოებები:

- ნედლეულისა და სხვა დამხმარე მასალების შემადგენლობის, აგრეთვე პროდუქტის უვნებლობასა და მდგრადობაზე მოქმედი პარამეტრების შესწავლა;
- წარმოების პროცესებისა და პარამეტრების შესწავლა, რომლების მოქმედებენ საშიშ ფაქტორებზე ან იწვევენ მათ წარმოქმნას;
- პროდუქციის მეორადი დატუქვიანების შესაძლებლობა ქიმიური ნივთიერებებით და მიკროორგანიზმებით;

- რისკის ჯგუფები (საზოგადოების სისტემა, ბავშვები, მოხუცები, დაქვეითებული იმუნური სისტემის მქონე პირები, ავადმყოფების სხვადასხვა კატეგორია).

II. კრიტიკული საკონტროლო წერტილების დადგენა, რისთვისაც ყოველი საშიში ფაქტორის ყოველ სტადიაზე შესწავლილ უნდა იქნას:

- როდის შეიძლება წარმოიქმნას საშიში ფაქტორი პროდუქტში – ნედლეულში თუ გადამუშავების დროს;
- მოქმედებს თუ არა ნედლეულის შემადგენლობა ან რეცეპტურა პროდუქტის უვნებლობაზე;
- ამცირებს თუ არა ტექნოლოგიური პროცესი საბოლოო პროდუქტის უვნებლობას საშიში ფაქტორების დონის შემცირების ხარჯზე.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ორი ძირითადი ამოცანისა, კონცეფცია მოიცავს მონიტორინგის სისტემას, ნაკლოვანი მხარეების თავიდან აცილებისა და შემოწმების სისტემებს.

ბოლო 15 წლის განმავლობაში კონცეფციამ განიცადა მნიშვნელოვანი ცვლილებები რაც აისახა Codex Alimentarius-ის მიერ გამოქვეყნებულ დოკუმენტში “ საფრთხის ანალიზის და კრიტიკული საკონტროლო წერტილების სისტემა (HACCP)”.

სურსათისათვის უცხო ნივთიერებების კლასიფიკაცია და მათი პროდუქტში მოხვედრის გზები

გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ სასურსათო პროდუქტების დაბინძურება ქსენობიოტიკებით ძირითადად ხდება შემდეგი გზებით:

- მემცენარეობასა და მეცხოველეობაში, სასუქების, პესტიციდების, სარწყავის, ანტიბიოტიკების, საკვები დანამატების, ზრდის სტიმულატორებისა და სხვათა არა სწორი გამოყენების შედეგად;
- ტოქსიური ნაერთების გადმოსვლა პროდუქტში – ჰაერიდან, წყალსაცავებისგან, ნიადაგიდან და სხვა;
- წარმოებისა და შენახვისას სანიტარული მოთხოვნების დაუცველობის შედეგად ბაქტერიალური ტოქსინების წარმოქმნა;
- ახალი, არატადიციული ტექნოლოგიებისა და აკრძალული ან არადაშვებული საკვები დანამატების (საღებავები, კონსერვანტები, ანტიოქსიდატები და სხვა) გამოყენება;
- დაზიანებული ტექნოლოგიური მოწყობილებიდან, ჭურჭლიდან, ინვენტერიდან, შესაფუთი და მეტალური მასალიდან ტოქსიური ნივთიერებების გადასვლა;
- ტოქსიური ნივთიერებების წარმოქმნა სხვადასხვა ტექნოლოგიური ოპერაციების (სითბური ზემოქმედება, დუღილი, შებოღვა, დასხივება, შეწვა და სხვა) შედეგად.

ტოქსიური ნივთიერებების რაოდენობრივი დახასიათება საკმაოდ რთული ამოცანაა.

არსებობს ტოქსიურობის ორი ძირითადი მახასიათებელი **LD50** და **LD100** ანუ დოზა რომლის მიღებისას იღუპება ექსპერიმენტული ცხოველების 50 ან 100%. ტოქსიურად ითვლება ყველა ნივთიერება, რომლისათვისაც **LD** მცირეა.

10.5 ახასიათებს ტოქსინის ან მისი გარდაქმნის პროდუქტის ორგანიზმიდან ნახევრად გამოყვანის დროს. იგი შეიძლება მერყეობდეს რამდენიმე საათიდან ათეულ წლებამდე.

აუცილებელია გავითვალისწინოთ სხვადასხვა ნივთიერებების ურთიერთქმედებაც ორგანიზმში ერთად ან თანმიმდევრობით მოხვედრის დროს. არჩევნ ორ ძირითად ეფექტს:

- ანტაგონიზმი, როდესაც ორი ან რამდენიმე ნივთიერება ამცირებს ერთმანეთის მავნე ზემოქმედებას;
- სინერგიზმი, როდესაც ზემოქმედების ეფექტი აღემატება თითოეული ნივთიერების მოქმედების ჯამს.

მავნე ნივთიერებების ქრონიკული ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს შემდგომ ზემოქმედებას:

- კანცეროგენული – ავთვისებიანი სიმსივნეების წარმოქმნა;

- მუტაგენური, უჯრედის გენეტიკური აპარატის რადიკალიზაცია და თვისობრივი ცვლილება;
- ტერატოგენური, ანომალიები ნაყოფის განვითარების დროს.

ტოქსიკოლოგიური კრიტერიუმების გათვალისწინებით საერთაშორისო ორგანიზაციების (გაერო, FAO), მიერ მავნე ნივთიერებებისათვის შემოღებულია შემდეგი მაჩვენებლები:

ზღკ – ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია;

დღდ – დღიური დასაშვები დოზა;

დღმ – დღიური დასაშვები მოხმარება.

ტოქსიური ელემენტები

ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედ ნივთიერებებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავთ დამატუქციანებლებს გარემოდან. ისინი წარმოადგენენ ყველაზე დიდ პოტენციურ საშიშროებას ადამიანის ჯამრთელობისათვის. დამატუქციანებლები გარემოდან ქიმიურად მდგრადები არიან და აქვთ საკვებ პროდუქტებში დაგროვების უნარი. სასურსათო პროდუქტების ქიმიური ელემენტებით დატუქციანების ძირითად მიზეზს წარმოების ნარჩენები, ტრანსპორტის გამონაბოლქვი და სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება წარმოადგენს.

ყოველწლიურად მსოფლიოში, საწარმოების მიერ, მდინარეებში, ტბებსა და ზღვებში ასობით მილიონი კუბომეტრი გადამუშავებული წყალი ჩაედინება. მართალია სანიტარული ნორმები ითვალისწინებენ მათ მექანიკურ და ბიოლოგიურ გაწმენდას, მაგრამ ისინი საკმაოდ ხშირად ირღვევა.

ჯამრთელობის საერთაშორისო ორგანიზაციის კომისიის გადაწყვეტილებით სასურსათო პროდუქტებით საერთაშორისო ვაჭრობის დროს მკაცრად კონტროლირდება შემდეგი ელემენტების შემცველობა საკვებ პროდუქტებში – ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, ტყვია, დარიშხანი, სპილენძი, სტრონციუმი, თუთია, რკინა. ამჟამად ამ ელემენტების სია ფართოვდება. მედიკო-ბიოლოგიური ნორმატივებით განსაზღვრულია ამ ელემენტების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები სასურსათო პროდუქტებში.

ტყვია ერთ-ერთი ყველაზე საშიში ტოქსიკანტია. ამჟამად ინტენსიურად ხდება ამ ელემენტით ბიოსფეროს დატუქციანება. დატუქციანების ძირითად წყაროს მრავალი საწარმოს მტვრისებური, ორთქლისებური ან თხევადი ნარჩენები წარმოადგენენ, მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს სხვადასხვა სახის საწვავის წვისას წარმოქმნილ პროდუქტებს, ტრანსპორტის გამონაბოლქვს, რომელთა საწვავში დეტონაციის რიცხვის გასაზრდელად 1% ტეტრაეთილტყვიას უმატებენ.

ავტომაგისტრალების გასწვრივ ნიადაგის სახნავ ფენაში ტყვიის შემცველობა 100-1000 მგ/კგ აღწევს. სასურსათო პროდუქტების ტყვიით დატუქციანება შეიძლება მოხდეს სხვა და სხვა ჭურჭლიდან, რომელიც მინარევის სახით შეიცავს ტყვიას. ძირითად წყაროს თუნუქის კონსერვის ქილები წარმოადგენენ.

ტყვიით დატუქციანებულ ნიადაგზე მოყვანილ მარცვლეულსა და ბოსტნეულში ამ ელემენტის შემცველობა 1 მგ/კგ აღწევს.

FAO-ს მონაცემებით მოზრდილი ადამიანი ყოველდღიურად საკვებით 0.2-0.3 მგ, ხოლო წყლით 0.02 მგ. ტყვიას ღებულობს.

ტყვიის ტოქსიური მოქმედება გამოწვეულია ცილების **NH-** ჯგუფების ბლოკირებაში, რაც ბევრი, სასიცოცხლო მნიშვნელობის ფერმენტის ინაქტივაციის მიზეზია. ტყვია ძირითადად მოქმედებს სისხლმბად, ნერვულ და საჭმლისმომწელებელ სისტემებსა და თირკმელზე.

კადმიუმი საკვების, ერთ-ერთი ყველაზე საშიში მეტალური დამატუქციანებელია. ბუნებაში იგი თუთიის თანმხლები ელემენტია. ნიადაგში მისი საშუალო კონცენტრაცია 0.5 მგ/კგ შეადგენს. მეცნიერების აზრით, ბოლო წლებში მეცნარეებში, შეინიშნება კადმიუმის შემცველობის ზრდის ტენდენცია, რაც ამ მეტალით ბიოსფეროს დატუქციანებით შეიძლება ავსხნათ.

ადამიანის ორგანიზმში კადმიუმის 80% საკვების საშუალებით ხვდება, ხოლო 20% კი დატუქციანებული ჰაერით ან მოწვეის დროს. საკვებით, საშუალოდ მოზრდილი ადამიანი დღე-ღამეში ღებულობს 30-60 მკგ, იშვიათად 100-120მკგ კადმიუმს. როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, ევროპელებისათვის ეს რიცხვი 30-60 მკგ-ს შეადგენს. ადამიანის ორგანიზმში საკვებით მოხვედრილი კადმიუმიდან 22.8% მოდის მარცვლეულზე, 20.2% – კართოფილსა და ბოსტნეულზე, ხილზე – 10.3%.

ყოველი ღერი სიგარეტი შეიცავს 1.56-1.96 მკგ, კადმიუმს არ შეიძლება არ ავლნიშნოთ, რომ მწვევლი ადამიანის სისხლში კადმიუმის შემცველობა 1.5-ჯერ, ხოლო თირკმელებში 2-ჯერ უფრო მაღალია არამწვევლთან შედარებით.

კადმიუმი ერთ-ერთი ძლიერი მომწამვლელი ნივთიერებაა. მისი სასიკვდილო დოზა 150 მგ/კგ შეადგენს. მისი ტოქსიური მოქმედება დამყარებულია ფერმენტების –SH ჯგუფების ბლოკირებით. ამის გარდა მისი ტოქსიური ეფექტი გამოწვეულია ფიზიოლოგიურ ანტაგონიზმით, თუთიის, კობალტისა და სელენის მიმართ. იგი კონკურენციას უწევს მათ სასიცოცხლო მნიშვნელობის მეტალოფერმენტებში, იკავებს რა აქცეპტორის ადგილებს. კადმიუმი არღვევს რკინისა და კალციუმის ცვლას. კადნიუმი მწვავე მოწამვლა ვითარდება, როცა საკვებ პროდუქტებში მისი შემცველობა 14-15 მგ/კგ შეადგენს.

დარიშხანი ძლიერ შხამიან ნივთიერებებს მიეკუთვნება. გარემოს ძირითად დამბინძურებლებს წარმოადგენენ ელექტროსადგურების, მეტალურგიული ქარხნებისა და სპილენძის გადამამუშავებელი წარმოებების გამონაბოლქვი და დარიშხანის შემცველი პესტიციდები.

მოზრდილი ადამიანი საშუალოდ დღე-ღამეში 0.007მგ/კგ დარიშხანს ღებულობს. ეს სიდიდე მნიშვნელოვნად იზრდება იმ შემთხვევაში, როცა რაციონი მდიდარია ზღვის პროდუქტებით ან მაღალია მისი შემცველობა სასმელ წყალში.

მცენარეული პროდუქტებიდან დარიშხანის დაბალი შემცველობით ხასიათდება ბოსტნეული და ხილი 0.01–0.2 მგ/კგ, შედარებით მაღალია მისი შემცველობა მარცვლეულში – 0.006–1.2 მგ/კგ. ზღვის პროდუქტებიდან დარიშხანის მაღალი შემცველობით ხასიათდება გველთევზა 34.7 მგ/კგ, შედარებით ნაკლებით კიბორჩხალა 4.38 მგ/კგ და ხამანწკა 6.5 მგ/კგ.

დარიშხანის ტოქსიური მოქმედების მექანიზმი დამყარებულია უმნიშვნელოვანესი ფერმენტების თიო-ჯგუფების ბლოკირებაზე, რაც ქსოვილების სუნთქვისა და უჯრედების დაყოფის მოშლას იწვევს. დარიშხანია სასიკვდილო დოზა 60-200 მგ-ია, ხოლო ძლიერი ტოქსიური ეფექტი შეინიშნება 10-50 მგ. მიღებისას.

ვერცხლისწყალი მიეკუთვნება საშიშ, ძლიერტოქსიურ ნივთიერებათა რიცხვს, რომელსაც უნარი აქვს დაგროვდეს ორგანიზმში. ვერცხლისწყალი და მისი ნაერთები აქროლადებია, რაც მისი გავრცელების ძირითადი მიზეზია. ვერცხლისწყლის ინდუსტიალურ დამაჭუჭყიანებლებს მიეკუთვნება სათბობის წვა, ელექტრო და ცელულოზური მრეწველობა, კაუსტიკური სოდის წარმოება, ვერცხლისწყლის შემცველი ფუნგიციდების გამოყენება, ბუნებრივი წყაროებიდან აღსანიშნავია ვულკანის ამოფრქვევა, მთის ქანები, ვერცხლისწყლის საბადოები.

სასურსათო პროდუქტებიდან ვერცხლისწყლის მაღალი შემცველობით ხასიათდებიან თევზები და წყლის სხვა ორგანიზმები. ვერცხლისწყლის შემცველოა ოკეანის ღია წყლებში საშუალოდ 0.02-0.03 მკგ/ლ, ხოლო ხმელთაშუა ზღვის დაბინძურებულ წყლებში – 2.9-3.7 მკგ/ლ.

ნიადაგში, ვერცხლისწყლის 2.5 მგ/კგ შემცველობისას მცენარეებში არ ხდება მისი ადამიანისათვის საშიში კონცენტრაციით დაგროვება. როგორც წესი, სასოფლო სამეურნეო კულტურების საკვებ ნაწილებში ვერცხლისწყლის შემცველობა 2-20 მკგ/კგ ფარგლებშია, იშვიათად აღწევს 50 მკგ/კგ, მაქსიმუმ 200მკგ/კგ. ბოსტნეულში საშუალოდ 3-59 მკგ/კგ-ია, ხილში 10-124 მკგ/კგ, პარკოსნებში 8-16 მკგ/კგ, მარცვლეულში 10-103 მკგ/კგ. განსაკუთრებით დიდია მისი შემცველობა სოკოში – 447 მკგ/კგ. აღსანიშნავია, რომ თუ თევზისა და ხორცის ხარშვის დროს ვერცხლისწყლის შემცველობა მკვეთრად კლებულობს, სოკოს მოხარშვის დროს მისი კონცენტრაცია არ იცვლება. ეს განსხვავება გამოწვეულია იმით, რომ სოკოში ვერცხლისწყალი დაკავშირებულია აზოტშემცველი ნივთიერებების ამინოჯგუფთან, ხოლო თევზსა და ხორცში კი გოგირდშემცველ ამინომჟავებთან.

ვერცხლისწყლის ტოქსიური ეფექტი ძირითადად გამოწვეულია მისი ურთიერთქმედებით ცილების - NH ჯგუფთან. მათი ბლოკირების შედეგად იცვლება ქსოვილების ცილოვანი ნივთიერებების თვისებები და ინაქტივირდება ჰიდროლიტური და ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების მთელი რიგი. ვერცხლისწყალი უარყოფითად მოქმედებს საკვები ნივთიერებების ცვლაზე. ირღვევა ვიტამინი C-ს, კალციუმის, სპილენძის, თუთიის, და ცილოვანი ნივთიერებების ცვლა.

სპილენძი მონაწილეობას იღებს ქსოვილურ სუნთქვასა და სისხლმზად პროცესებში, აუცილებელია მრავალი ფიზიოლოგიური პროცესის სწორი წარმართვისათვის. მოზრდილი ადამიანისათვის მისი სადღეღამისო ნორმა შეადგენს 2.0-2.5 მგ, რაც სხეულის მასაზე გადაანგარიშებით შეადგენს 35-40 მკგ/კგ.

საშუალოდ სპილენძის შემცველობა ნიადაგში 20მგ/კგ, მტკნარ წყალში – 0.001-0.2 მგ/ლ, ზღვის წყალში 0.02-0.045 მგ/ლ შეადგენს.

მცენარეულ პროდუქტებში სპილენძის შემცველობა ძირითადად 1.0-10მგ/კგ-ის ფარგლებშია. სპილენძშემცველი სასუქების გამოყენებისას სპილენძის შემცველობა მცენარეებში 2-4-ჯერ იზრდება. სპილენძშემცველი პესტიციდების გამოყენებამ შეიძლება მნიშვნელოვნად დააჭუჭყიანოს ღვინო სპილენძით.

სპილენძით სასურსათო პროდუქტების ძირითად დამაჭუჭყიანებელს სპილენძისაგან დამზადებული მოწვობილობა წარმოადგენს. საერთოდ სპილენძი ნაკლებ ტოქსიურია, მაგრამ ერთჯერადად 10-20 მგ/კგ მიღებისას, აღინიშნება ძლიერი ინტოქსიკაციის ნიშნები. დადგენილია, რომ სპილენძის სადღეღამისო ნორმა საშუალოდ არ უნდა იყოს 0.5 მგ/კგ –ზე მაღალი, მოლიბდენისა და თუთიის ნორმალური შემცველობის პირობებში.

თუთია წარმოადგენს ბიომიკროელემენტს, იგი შედის 80-მდე ფერმენტის შემადგენლობაში. მარცვლეული და ბოსტნეულის უმრავლესობა შეიცავს ფიტინს, რომელიც ბოჭავს თუთიას, ამიტომ ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში შემავალი თუთია უფრო ათვისება ორგანიზმის მიერ. შერეული რაციონის დროს თუთიის ათვისება არ აღემატება 25%. ზემოდ აღნიშნულიდან გამომდინარე მოზრდილი ადამიანის სადღეღამისო ნორმა 15 მგ. შეადგენს.

ხილსა და ბოსტნეულში თუთიის საშუალო შემცველობა 5მგ/კგ, კარტოფილში და სტაფილოში 10 მგ/კგ-მდე. ბოსტნეულის ხარშვისას თუთიის შემცველობა 30-70%-ით კლებულობს, კაკლოვნებსა და მარცვლეულში – 25-30 მგ/კგ, უმაღლესი ხარისხის ფქვილში 5-8 მგ/კგ.

თუთიის ნაერთები მცირედტოქსიურია. ადამიანისათვის უსაფრთხოთ ითვლება 40 მგ/კგ კონცენტრაცია. მაგრამ, საკმაოდ ხშირია საკვებით მოწამვლის შემთხვევები, რომელიც 4-48 საათის განმავლობაში ინახებოდა მოთუთიებულ რკინის ჭურჭელში. ეს ძირითადად ეხება მჭავე თხევად საკვებს, მაგალითად კომპოტებს, ბურახს, ლუდს, დამარილებულ ან დამჭავებულ ბოსტნეულს და სხვა. პროდუქტებში, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიონ ინტოქსიკაცია თუთიის შემცველობა 200-600მგ/კგ, ზოგჯერ კი 2500მგ/კგ აღწევს. მოწამვლის სიმპტომები წარმოიშვება საკვების მიღებიდან 3-4 საათის შემდეგ, და გრძელდება 12-24 საათის განმავლობაში. მოწამვლის პროფილაქტიკის მიზნით აკრძალულია მოთუთიებული ჭურჭლის გამოყენება საკვების შესანახად.

2. რადიაქტიური ნივთიერებები

რადიაქტიური ნივთიერებები სასურსათო პროდუქტებში – დაჭუჭყიანების ერთ-ერთი ყველაზე სახიფათო სახეა. რადიაქტიური ნივთიერებებით გარემოს დაჭუჭყიანების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ბირთვული იარაღის გამოცდა, ურანის საბადოების მოპოვება და გადამუშავება, ბირთვული რეაქტორების მუშაობა, ბირთვული სათბობის გადამუშავება, რადიაქტიული ნარჩენების სამარხების არასწორი ექსპლუატაცია და რასაკვირველია ავარიები ატომურ ელექტროსადგურებზე.

მომატებული რადიაქტიური ფონის მქონე ტერიტორიების მოსახლეობა საკვებთან ერთად ღებულობს რადიონუკლიდების დიდ რაოდენობას, რაც ძალიან დიდ საფრთხეს უქმნის არა მარტო მათ ჯამრთელობას, არამედ სიცოცხლესაც კი.

რადიონუკლიდების მოხვედრა ადამიანის ორგანიზმში შესაძლებელია სამი გზით:

- რადიაქტიური ნივთიერებებით დაჭუჭყიანებული ჰაერის ჩასუნთქვით;
- საკვებითა და სასმელით;
- კანით.

რადიაციის მოქმედების ეფექტი ორგანიზმზე შესაძლებელია განვიხილოთ შემდეგი ჯაჭვის “ბიომოლეკულა – უჯრედი – ქსოვილი – ორგანო – ორგანიზმი” მთელ სიგრძეზე განსაკუთრებით საშიშ ხელოვნურ რადიონუკლიდებს მიეკუთვნებათ ⁹⁹Sr, ¹³⁷Cs და ¹³¹I.

დადგენილია, რომ რადიონუკლიდების შემცველობა მეცხოველეობის პროდუქტებში 1000-ჯერ მცირეა ვიდრე მცენარეულ პროდუქტებში. შეუთვისებაელი ნახშირწყლები – უჯრედანა, პექტინური ნივთიერებები და β- კაროტინი ხასიათდებიან პროფილაქტიკური და სამკურნალო თვისებებით.

ლიოქსინები

ლიოქსინები წარმოადგენენ მაღალტოქსიურ ნივთიერებებს. ისინი ხასიათდებიან კანცეროგენული, მუტაგენური და ტერატოგენური ეფექტით და შესაძლებელია დააჭუჭყიანონ არა მარტო სურსათი, არამედ წყალიც.

ლიოქსინები წარმოადგენენ პლასმასების, პესტიციდების, ქაღალდისა და დეფოლიანტების წარმოების თანაურ პროდუქტს. ისინი შედიან მეტალურგიის, ხე-ტყის გადამამუშავებელი და ცელულოზო-ქაღალდის წარმოების ნარჩენებში. წარმოიქმნიან ნაგვის დაწვის შედეგად, თბოელექტროსადგურების მუშაობისას, სინთეზური მასალებისა და ზეთების წვისას ე.ი. პრაქტიკულად ყველგან, სადაც შესაძლებელია ქლორის იონის, ნახშირბადისა და ჟანგბადის ურთიერთშეხება. შესაბამისად ლიოქსინების პრობლემა გლობალურ ხასიათს ატარებს.

ლიოქსინებისათვის არ არსებობს **ზღკ**, ეს ნივთიერებები მიეკუთვნებიან სუპერტოქსიკანტებს ისინი ხასიათდებიან ტოქსიური ეფექტით ნებისმიერი კონცენტრაციის დროს. ლიოქსინების სინერგისტებს წარმოადგენენ: რადიაცია, ტყვია, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი, ნიტრატები, ქლორფენოლები, გოგირდის (II) ნაერთები.

უკანასკნელ წლებში მსოფლიოში აღინიშნება დადებითი შედეგები ლიოქსინებით დაბინძურების შემცირების საქმეში.

პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები

პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები წარმოადგენენ ერთ-ერთ ყველაზე ძლიერ კანცეროგენებს. ეს ჯგუფი აერთიანებს 200-მდე სხვადასხვა ნაერთს. მათ შორის სასურსათო პროდუქტებში ყველაზე ხშირად გვხვდება ბენზ(ა)პირენი.

იგი შესაძლებელია მოხვდეს ადამიანის ორგანიზმში, ისეთი პროდუქტებიდან, როგორცაა პური, ბოსტნეული, ხილი, მარგარინი, ზეთები, მოხალული ყავა, ხორცის პროდუქტები და შებოლილი ნაწარმი. კანცეროგენული ნახშირწყალბადების წარმოქმნა ბევრად არის დამოკიდებული საკვები პროდუქტის თერმული დამუშავების სწორ წარმართვაზე.

სასურსათო პროდუქტების დაჭუჭყიანება კანცეროგენული ნახშირწყალბადებით შესაძლებელია მოხდეს შესაფუთი მასალიდან.

ნიტრატები, ნიტრიტები და სხვა აზოტშემცველი სასუქები

სხვადასხვა სასოფლო სამეურნეო კულტურების მოყვანისას აუცილებელია ნიადაგში საკვები ნივთიერებების შეტანა. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ აზოტშემცველ ნაერთებს, ვინაიდან, ნიადაგში, ამ გზით შეტანილი აზოტი მცენარეების მიერ გარდაიქმნება ცილოვან ნაერთებად, რაც ხელს უწყობს მოსავლიანობის გაზრდას. მაგალითად ერთ ჰექტარზე 40-60 კგ. აზოტის შეტანა იწვევს მოსავლიანობის გაზრდას, ნიადაგის ტიპის მიხედვით, 36-80%-ით. ამასთან აზოტოვანმა კვებამ შეიძლება უარყოფითი გავლენა მოახდინოს, არა მარტო სასურსათო პროდუქტების კვებით ღირებულებაზე, არამედ მათ უვნებლობაზეც.

აგროქიმიური რეგლამენტების დარღვევება ხშირად ხდება, ნიადაგში, შემდეგ კი მცენარეში ტოქსიური ქიმიური ნივთიერებების დაგროვების მიზეზი, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ მათ საკვებ ღირებულებაზე და ტექნოლოგიურ თვისებებზე

ნიტრატების, ნიტრიტების და სხვა აზოტშემცველი სასუქების არასწორმა გამოყენებამ შეიძლება სავალალო შედეგებამდე მიგვიყვანოს.

როგორც წესი, ნიტრიტების შემცველობა მცენარეულ ნედლეულში 3-4-ჯერ ნაკლებია ვიდრე ნიტრატების. აღსანიშნავია, რომ ხილი და კენკროვნები პრაქტიკულად არ შეიცავს ნიტრიტებს. ბოსტნეულში ნიტრიტების ზღვრული შემცველობა არ აღემატება 1-2 მგ/კგ. სისხლში მოხვედრისას ისინი ურთიერთქმედებენ რა ჰემოგლობინთან, წარმოქმნიან მეტჰემოგლობინს, რომელსაც აღარ გააჩნია ჟანგბადის გადატანის უნარი. ჯანმრთელი ადამიანის სისხლში მეტჰემოგლობინის შემცველობა 2%-ს არ აღემატება. ორგანიზმში, ნიტრიტების 30%-მდე დაგროვებისას, ჩნდება ინტოკსიკაციის სიმპტომები –

ქოშინი, სისუსტე, თავის ტკივილი და ა.შ., ხოლო 50%-მდე დაგროვების შემთხვევაში წარმოიქმნება სიკვდილის საშიშროება.

ნიტრატები, ნიტრიტებისაგან განსხვავებით არ წარმოქმნიან მეტემპოგლობინს. მწვავე მოწამვლა ვითარდება 1 - 4 გ. მიღების შემთხვევაში, ამ რაოდენობის 8 გ-მდე გაზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს სიკვდილი. მეცნიერების განსაკუთრებულ ყურადღებას იწვევს ნიტრატების კანცეროგენული მოქმედება. უნგრეთსა და ჩილეში ჩატარებული გამოკვლევებით დაგენილია, რომ არსებობს პირდაპირი კავშირი რევინონში, აზოტ შემცველი სასუქების გამოყენებასა და კუჭის კიბოთი დაავადებულთა რაოდენობას შორის.

სხვადასხვა კულტურები ერთიდაიგივე პირობებში ხასიათდებიან ნიტრატების დაგროვების სხვადასხვა უნარით. მაგალითად ნიადაგში ნიტრატების 80 მგ/კგ შემცველობისას, მათი რაოდენობა იყო: ბალჩეულ კულტურებში 100-140 მგ/კგ, ტომატებში 115 მგ/კგ, კიტრში 120 მგ/კგ, კომბოსტოში 280 მგ/კგ, ჭარხალში 420 მგ/კგ. შედარებით მცირე რაოდენობით გროვდება ნიტრატები მარცვლეულში, ხილში, კენკრაში, ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში. აქედან გამომდინარე, ნიტრატების ძირითად წყაროს ბოსტნეული წარმოადგენს. აღსანიშნავია, რომ სათბურში მოყვანილ ბოსტნეულში მათი შემცველობა გაცილებით მაღალია.

ჯამრთელობის სამინისტროს რეკომენდაციით ნიტრატ-იონის მაქსიმალური რაოდენობა შემდეგია : კარტოფილი 80 მგ/კგ, თეთრთავა კომბოსტო 300 მგ/კგ, სტაფილო 300 მგ/კგ, ტომატები 60 მგ/კგ, კიტრი 150 მგ/კგ, ჭარხალი 400 მგ/კგ, ხახვი 60 მგ/კგ, ნესვი 45 მგ/კგ, საზამთრო 45 მგ/კგ.

კულინარული დამუშავება მნიშვნელოვნად ამცირებს ნიტრატების შემცველობას პროდუქტებში. ასე მაგალითად სტაფილოს 15 წუთიანი ხარშვის შედეგად ნიტრატების შემცველობა 48.8%-ით კლებულობს, ნიახურში კი 59.5%-ით. შესაბამისად თუ ნიტრატების რაოდენობა 2-ჯერ აღემატება ნორმას, ბოსტნეულის მოხმარება შესაძლებელია მხოლოდ კულინარული დამუშავების შემდეგ.

ამჟამად სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება, მცენარეთა დაცვის და ზრდის მარეგულირებელი ქიმიური ნაერთების ფართო ასორტიმენტი.

პესტიციდები

სოფლის მეურნეობისა და მრეწველობის ინტენსიურმა განვითარებამ, ტექნიკური ნარჩენებით გარემოს დაბინძურებამდე მიგვიყვანა. ამჟამად სოფლის მეურნეობაში გამოიყენებული ქიმიური და ბიოლოგიური წარმოშობის პესტიციდების რაოდენობა რამდენიმე ასეულს აღწევს, ისინი ხშირად კვალის სახით შედიან სასურსათო პროდუქტებში. აშშ-ს ნაციონალური მეცნიერებათა აკადემიის მონაცემებით, გამოყენებული ფუნგიციდების 90%, პერბიციდების 60% და ინსექტიციდების 30% კანცეროგენული თვისებებით ხასიათდება. სოფლის მეურნეობაში გამოიყენებული 400 პესტიციდიდან 262 მუტაგენური თვისებების მატარებელია.

პესტიციდები, სასურსათო პროდუქტების დაჭუჭყიანების თვალსაზრისით ყველაზე დიდ საშიშროებას წარმოადგენენ. ქიმიურ ბუნებაზე დამოკიდებულებით არჩევენ ქლორორგანულ, ფოსფორორგანულ და ვერცხლისწყლის შემცველ ორგანულ ნაერთებს, კარბონატებს, დარიშხანშემცველ და სხვა ქიმიური ჯგუფების პესტიციდებს.

სასურსათო პროდუქტებში პესტიციდები ხვდებიან, მათი მოხმარების შედეგად დაბინძურებული ნიადაგიდან, წყლიდან და ატმოსფერული ჰაერიდან. პესტიციდების დიდი ნაწილი ცხოველთა ორგანიზმში მოხვედრისას გამოიყოფა რძესთან ერთად, გროვდება ცხიმოვან ან კუნთოვან ქსოვილებში, შინაგან ორგანოებში და ა.შ.

უკანასკნელი წლების მონიტორინგმა გვიჩვენა პესტიციდების დაგროვების ზრდის ტენდენცია, როგორც მცენარეულ ასევე ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებში. ეს განსაკუთრებით ეხება ისეთ პროდუქტებს, როგორცაა კარტოფილი, ხახვი, კომბოსტო, ტომატები, კიტრი, სტაფილო, ჭარხალი, ვაშლი, ყურძენი, ხორბალი, წყალსაცავების თევზი, რძე.

პესტიციდები იწვევენ მწვავე და ქრონიკულ მოწამვლებს. ქრონიკული მოწამვლები ვითარდება მათი სისტემატური მიღების დროს. ქლორორგანული პესტიციდებით მოწამვლა ვითარდება ჰეპატიტის, გასტრიტის, მომატებული დადლილობის, თავის ტკივილების და პოლინევრიტების სახით. ფოსფორორგანული პესტიციდებით მოწამვლისას აღინიშნება თავბრუსხვევა, ძილის მოშლილობა,

მეხსიერების გაუარესება. მედიკო – ბიოლოგიური მოთხოვნებში განსაზღვრულია პესტიციდების ზღვრული დასაშვები ნორმები.

ანტიბიოტიკები

ანტიბიოტიკების შემცველობამ საკვებ პროდუქტებში საკმაოდ დიდი მასშტაბები მიიღო, რაც სოფლის მეურნეობაში მათი არა სწორი გამოყენებითაა გამოწვეული. ანტიბიოტიკების მავნე მოქმედება პირველ რიგში გამოიხატება ორგანიზმის ალერგიულ რეაქციებში. ანტიბიოტიკების მცირე დოზები, რომლებიც ორგანიზმში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ხვდება, განაპირობებენ მიკროორგანიზმების მდგრადი ფორმების წარმოქმნას, რაც ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით საკმაოდ საფრთხეს წარმოადგენს.

ამჟამად სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება 60-მდე დასახელების სხვადასხვა ანტიბიოტიკი, რომლებიც მოხმარების წესების დარღვევის ან უკონტროლო გამოყენების დროს გადადიან და გროვებიან ცხოველთა რძეში, ხორცში, ფრინველთა კვერცხში. განსაკუთრებით ძლიერ ალერგენებს მიეკუთვნება პენიცილინი, ტილოზინი და სტრეპტომიცინი.

სასურსათო პროდუქტებში ანტიბიოტიკების არსებობა ხშირად ხელს უშლის პათოგენური მიკროფლორის აღმოჩენას. ეს კი შეიძლება არაკეთილხარისხოვანი პროდუქციის წარმოების მიზეზი გახდეს. მედიკო–ბიოლოგიური მოთხოვნებით დაუშვებელია ხორცსა და ხორცის პროდუქტებში, კვერცხში, რძესა და რძის პროდუქტებში პენიცილინისა და ნიზინის არსებობა

საკვები დანამატები

საკვები დანამატები განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებენ, ნივთიერებათა ამ ჯგუფს მიეკუთვნებიან საღებავები, კონსერვანტები, სტაბილიზატორები, ემულგატორები, ტკბილი ნივთიერებები და სხვა. მათი რაოდენობა ყოველ წელს მატულობს. ამჟამად ევროპაში სასურსათო პროდუქტების წარმოების დროს გამოიყენებენ დაახლოებით 300-მდე საკვებ დანამატს, არომატული ნივთიერებებისა და დამხმარე მასალების გარეშე.

სასურსათო პროდუქტებში შეიძლება გამოყენებულ იქნას მხოლოდ შემოწმებული ნივთიერებები. წლების განმავლობაში ჩატარებული კვლევების შედეგად რამდენიმე ათასი ნივთიერებიდან ამორჩეულ და დაშვებულ იქნა საკვებ პროდუქტებში შესატანად მხოლოდ მათი მცირე ნაწილი. ამ ნივთიერებებს მიეკუთვნა **E** ნიშანი (**Essebar/Edible** – საკვები). საკვები დანამატების საკმაოდ დიდი ნაწილი ბუნებაში არ გვხვდება ისინი სინთეზის გზით არიან მიღებული. მიუხედავად ჩატარებული კვლევებისა, ეს ნივთიერებები ხშირად უარყოფითად მოქმედებენ ადამიანის ორგანიზმზე. ასე მაგალითად, ამ ნივთიერებების საკმაოდ დიდ ნაწილს ახასიათებს ალერგიული მოქმედება, მათ მიეკუთვნება ბენზოატები **E 210- E 219** აზოსაღებავები – **E 102, E 110, E 123**, ანტიოქსიდატები **E 320, E 321** და სხვა.

საკვები დანამატების საკმაოდ დიდი რაოდენობა გამოიყენება საკონდიტრო პროდუქტების დამზადებისას, სწრაფი დამზადების კერძებში, კულინარულ პროდუქციაში, საღებუ რეზინებში, დაბალკალორიულ და დიაბეტურ პროდუქტებში.

მრავალი ქვეყნის კანონმდებლობით, გათვალისწინებულია, რომ პროდუქციის ეტიკეტზე მითითებული იყოს გამოყენებული საკვები დანამატის სახეობა და რაოდენობა, რათა მომხმარებელს საშუალება მიეცეს თავიდან აიცილოს მისთვის არასასურველი ნივთიერებების მიღება.

პათოგენური მიკროორგანიზმები

პათოგენური მიკროორგანიზმები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ სასურსათო პროდუქტების უსაფრთხოებაზე. ისინი იწვევენ სხვადასხვა დაავადებებს, რომლებიც ორ ძირითად ჯგუფად შეიძლება გავყოთ: საკვები მოწამვლები და საკვები ინფექციები.

საკვები მოწამვლები ანუ საკვები ინტოქსიკაციები გამოწვეულია მიკროორგანიზმების მიერ პროდუცირებული ტოქსინებით. მათ მიეკუთვნება სტაფილიკოკური მოწამვლა და ბოტულიზმი.

ბოტულიზმი – უმძიმესი დაავადებაა, რომელსაც იწვევს ძლიერმოქმედი ცილოვანი ნეიროტოქსინი. ბოტულიზმის ჩხირი საკმაოდ გავრცელებულია, იგი არის ნიადაგში, ცხოველებისა და თევზების ნაწლავებში, ხილსა და ბოსტნეულზე. იგი ანაერობულ მიკროორგანიზმებს მიეკუთვნება. ამიტომ ბოტულიზმით მოწამვლა ძირითადად სახლის პირობებში დამზადებულ ჰერმეტიკულ კონსერვებთანაა დაკავშირებული.

სტაფილოკოკურ ინტოქსიკაციებს პირველი ადგილი უკავიათ ბაქტერიულ მოწამვლებს შორის. ისინი წარმოიქმნიან სახსრებით განსხვავებული პროდუქტების მოხმარების შედეგად. განსაკუთრებით ხშირად სტაფილოკოკური მოწამვლები დაკავშირებულია მასტიტით დაავადებული ცხოველების რძის გამოყენებასთან. სასურსათო პროდუქტების დასენიანების მიზეზი შეიძლება გახდეს კვების საწარმოს მუშაკი, რომელიც დაავადებულია ფურუნკულოზით ან ეკზემით, ან აქვს დაზიანებული ჭრილობები.

საკვებ ინფექციას იწვევს პროდუქტში არსებული მიკროორგანიზმი. ყველაზე გავრცელებულ პათოგენურ მიკროორგანიზმებს მიეკუთვნება სალმონელა. სალმონელოზით დაავადების 85% მოდის ხორცსა და ხორცის პროდუქტებზე. ამ დაავადების წყაროს შეიძლება წარმოადგენდნენ თევზი და თევზის პროდუქტები, კერძები, რომლებიც არ გადიან თერმულ დამუშავებას და დიდხანს ინახებიან ოთახის ტემპერატურაზე.

საკვები ტოქსიკოინფექციების მიზეზს შეიძლება წარმოადგენდნენ ნაწლავის და პარანაწლავის ჩხირები.

მწვავე ნაწლავური დაავადებები (ცისტიტი, ოტიტი) წარმოიქმნიან *Proteus* გვარის მიკროორგანიზმების მოქმედების შედეგად, ისინი ლაბობის ბაქტერიებს მიეკუთვნებიან, ამიტომ კარგად ვითარდებიან ცილოვანი ნივთიერებებით მდიდარ არეებზე. მათი აღმოჩენა საკმაოდ ადვილია – პროდუქტის ზედაპირზე წარმოიქმნება ვაშლის ოდნავ შესამჩნევი სუნი.

მიკოტოქსინები

ობის სოკოები გამოიმუშავენ ბიოლოგიურად აქტიურ მეორად მეტაბოლიტებს. ზოგიერთი მათთაგანი მნიშვნელოვან ანტიბიოტიკს წარმოადგენს. მიკოტოქსინები ეწოდებათ ობის სოკოების მეტაბოლიტებს, რომლებიც ხასიათდებიან ტოქსიკური მოქმედებით ადამიანებსა და ცხოველებზე (*mikos* – ბერძნულად სოკოს ნიშნავს). მიკოტოქსინებიდან აღსანიშნავია აფლატოქსინი, ზაარალენონი და მისი წარმოებულები, პატულინი და სხვა.

აფლატოქსინებით დატუჭყიანებული საკვები პროდუქტები წარმოადგენენ თანამედროვეობის მნიშვნელოვან პრობლემას. მიკოტოქსინების მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე იწვევს ენცეფალოპათიას და შინაგანი ორგანოების ცხიმოვან გადაგვარებას. აფლატოქსინებით დასენიანებული სიმინდის მოხმარების შედეგად მოწამვლის ერთ-ერთი ყველაზე მსხვილი შემთხვევა აღინიშნა ინდოეთის რამდენიმე სოფელში 1975 წელს, 400 ადამიანი დაავადდა და 100 გარდაიცვალა.

აფლატოქსინების აღმოჩენისა და განსაზღვრის სირთულე დაკავშირებულია იმ ფაქტთან, რომ დასენიანებას ლოკალური ხასიათი აქვს, გამონაკლის წარმოადგენენ სასმელები. ობის არსებობა საკვებ პროდუქტზე შეიძლება არ იყოს მასში აფლატოქსინების არსებობის დამადასტურებელი. აფლატოქსინები შესაძლებელია აღმოჩენილ იქნა პროდუქტებში, რომელთაც არ აღენიშნებათ ობის თვალსაჩინო ზრდა.

აფლატოქსინები პირველად აღმოჩენილი იქნა მიწის თხილში, თხილში, სიმინდში ბამბის თესლში და სხვ. პროდუქტების აფლატოქსინებით დასენიანებას ადგილი აქვს ობის სოკოების გამრავლების ხელისშემწყობ პირობებში. დადგენილია, რომ მოსავალი შესაძლოა დასენიანდეს მცენარის ზრდის, შრობის და შენახვის არახელსაყრელი პირობების დროს. ეს პრობლემები განსაკუთრებით მწვავედ დგას ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონებში, სადაც კლიმატი ხელს უწყობს ობის სოკოების განვითარებას.

კვების ანტილიმენტარული ფაქტორები¹⁷

ზოგიერთი სასურსათო პროდუქტი, მასში ბუნებრივად შემავალი ნივთიერებების გამო თავად ამჟღავნებს ტოქსიურ ბუნებას, მაგრამ მათი უმრავლესობა ზომიერი მოხმარების დროს არ არის საშიში ადამიანის ჯამრთელობისათვის.

საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების ინჰიბიტორები. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ცილოვანი ბუნების ნივთიერებები რომლებიც ბლოკირებას უკეთებენ საჭმლის მომნელებელ ფერმენტებს (ტრიპსინი, პეპსინი, ქიმოტრიპსინი α -ამილაზა). ეს ნაერთები აღმოჩენილია პარკოსნების თესლებში (სოიო, ლობიო და სხვა), მარცვლეულში (ხორბალი, ქერი) კარტოფილში, კვერცხის ცილაში და სხვა პროდუქტებში.

ამ ნივთიერებების მოქმედების მექანიზმი დაფუძნებულია მდგრადი კომპლექსის “ფერმენტი-ინჰიბიტორი” წარმოქმნაში. საჭმლისმომნელებელი ფერმენტების აქტივობის დათრგუნვაში, რაც იწვევს ცილოვანი ნივთიერებისა და სხვა მაკრონუტრიენტების შეთვისების შემცირებას.

აღსანიშნავია, რომ ცილოვანი ინჰიბიტორები ხასიათდებიან მაღალი თერმოსტაბილურობით. მაგალითად სოიოს ტრიფსინის ინჰიბიტორის სრული დაშლა ხდება სოიოს მარცვლების ავტოკლავირებით 115°C 20 წუთით ან 2-3 საათის დუღებით. აქედან გამომდინარე პარკოსანთა გამოყენება ცხოველთა ან ადამიანთა საკვებად შესაძლებელია მხოლოდ შესაბამისი დამუშავების შემდეგ.

ციანოგენური გლიკოზიდები – ზოგიერთი ციანოგენური ალდეჰიდისა და კეტონის გლიკოზიდი, რომლებიც ფერმენტული ან მქაფური ჰიდროლიზის დროს გამოყოფენ ციანწყალბად მჟავას.

ამ ჯგუფის გლიკოზიდებიდან აღსანიშნავია თეთრ ლობიოში შემავალი ლიმარინი და ამიგდალინი რომელიც შედის მწარე ნუშის (8%-მდე) და კურკოვანი ხილის გულში (4-6%). 100 გ. მწარე ნუშმა შეიძლება სიკვდილი გამოიწვიოს. კურკოვანი ხილის მურაბის მოხმარება არ არის საშიში, რადგან ტემპერატურის გავლენით, ფერმენტი კარგავს აქტივობას და ციანმჟავის წარმოქმნას ადვილი არ აქვს.

ბიოგენური ამიდები ამ ჯგუფის ნაერთებს მიეკუთვნებიან სეროტინი (ბოსტნეული და ხილი), ტირამინი (ფერმენტირებული პროდუქტები) და ჰისტამინი (ფერმენტირებული პროდუქტები). შესაძლებელია გამოიწვიონ წნევის მომატება, ალერგიულ რეაქციები, შეშუპება.

სტეროიდულ ალკალოიდებს მიეკუთვნება სოლანინი და ჩაკონინი. საშუალო ტოქსიკურობის მქონე ნივთიერებები. სოლანინი წარმოიქმნება კარტოფილის ბოლქვების გამწვანების დროს (500მგ/კგ) აძლევს მწარე გემოს და იწვევს მოწამვლის ტიპურ სურათს. ჩაკონინს შეიცავს ბადრიჯანი, ტომატები, თამბაქო.

ანტივიტამინები მათ მიეკუთვნება ნივთიერებების ორი ჯგუფი:

- ნივთიერებები, რომლებიც წარმოადგენენ ვიტამინების ანალოგებს, რომლებსაც რომელიმე ფუნქციონალური ჯგუფი ჩანაცვლებული აქვთ არა აქტიურ რადიკალზე;
- ნივთიერებები, რომლებიც ახდენენ ვიტამინების ინაქტივაციას ან ბიოლოგიური აქტივობის შეზღუდვას.

ანტივიტამინების ტიპურ მაგალითს წარმოადგენს ლეიცილინი, რომელიც არღვევს ტრიპტოფანის ცვლას და შესაბამისად მისგან **PP** ვიტამინის წარმოქმნას. ინდოლმარმჟავა და აცეტილპირიდინი ასევე წარმოადგევენ **PP** ანტივიტამინს.

ასკორბატოქსიდაზა და ზოგიერთი დამჟანგველი ფერმენტი ხასიათდება **C** ანტივიტამინური აქტივობით. განსაკუთრებით მაღალია ასკორბატოქსიდაზის აქტივობა კიტრში, ყაბაყში, სტაფილოში, ჭარხალში. ამ ბოსტნეულის დაჭრისას 6 საათში იშლება **C** ვიტამინის ნახევარზე მეტი.

ავიდინი – კვერცხის ცილაში შემავალი ცილოვანი ფრაქცია, რომელიც იწვევს ბიოტინის (**H** ვიტამინი) დეფიციტს. ჰიდროგენირებული ცხიმები იწვევენ რეტინოლის (**A** ვიტამინის) დაშლას.

ფაქტორები, რომლებიც ამცირებენ მინერალური ნივთიერებების შეწოვას. ამ ფაქტორებს უპირველეს ყოვლისა მიეკუთვნება მჟაუმჟავა და მისი მარილები (ოქსალატები), ფიტინი და ტანინები.

მჟაუმჟავა და მისი მარილები საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში. მათი საკმაოდ მაღალი შემცველობით (0,2-1,3%), ხასიათდება რევანდი, მჟაუნა, ისპანახი,

¹⁷ ანტილიმენტარული ფაქტორებს მიეკუთვნებიან ბუნებრივი ნივთიერებები, რომლებიც შედიან ნატურალურ საკვებ პროდუქტებში, არ ხასიათდებიან საერთო ტოქსიკურობით, მაგრამ შერჩევითად აუარესებენ ან ბლოკავენ ნუტრიენტების შეთვისებას

ჭარხლის ფოთლები, კაკოს მარცვლები. შედარებით ნაკლებია მათი შემცველობა ბოლოკში, სტაფილოში, ცერცვში და ლობიოში. ოქსალატების ტოქსიკურობა გამოიხატება კუჭნაწლავის ლორწოვანი ქსოვილების დაშლაში, თირკმელების დაავადებასა და მათში ქვების წამოქმნაში. მათი ტოქსიკურობა მკვეთრად ვლინდება **D** ვიტამინის დეფიციტის ფონზე.

ფიტინი ადვილად წარმოქმნის უხსნად მარილებს, კალციუმთან, მაგნიუმთან, რკინასთან, თუთიასა და სპილენძთან. ფიტინის საკმაოდ მაღალი შემცველობით ხასითდებიან მარცვლეული და პარკოსნები, მისი ძირითადი ნაწილი თავმოყრილია ალეირონის შრეში. უმაღლესი ხარისხის ფქვილისაგან გამომცხვარი პური ფაქტიურად არ შეიცავს ფიტინს. ჭვავის პურში მისი შემცველობა მინიმალურია ფიტაზის მოქმედების გამო.

ალკალოიდები არააზოტოვანი ნივთიერებები რომლებიც შედიან ზოგიერთი მცენარის შემადგენლობაში და ხასიათდებიან როგორც სამკურნალო ასევე ტოქსიური თვისებებით. აღსანიშნავია ალკალოიდების მნიშვნელობა ნერეული, გულის, სისხლძარღვების და სხვა დაავადებების მკურნალობის დროს. ალკალოიდშემცველი პროდუქტები ხასიათდებიან მატონიზირებელი ეფექტით. ამის მაგალითია კოფეინის შემცველი პროდუქტები, რომელთაგან აღსანიშნავია – ჩაი, ყავა, კაკაო, თამბაქო.

ზოგიერთი ალკალოიდი ხასიათდება ძლიერ მომწამვლელი ეფექტით, მას მიეკუთვნება თამბაქოში არსებული ალკალოიდი ნიკოტინი, რომლის შემცველობა თამბაქოს სახეობისა და სორტის მიხედვით მერყეობს 2-5% ფარგლებში. სუფთა სახით ნიკოტინი ძლიერ მომწამვლელი ნივთიერებაა, მისი სასიკვდილო დოზა – 40 მგ.

ობიუმის ყაყაჩოს მოუმწიფებელი თავები შეიცავენ ობიუმს, რომელიც 20-მდე სხვადასხვა ალკალოიდისაგან შედგება, მათგან აღსანიშნავია მორფინი, ნარკოტინი, პაპავერინი, ტებაინი. მორფინი – ძლიერი ტკივილ დამაყუჩებელი ნივთიერება, რომელიც იმავდროულად ხასიათდება ძლიერი ნარკოტიკული მოქმედებით.

ცხოველური წამოშობის ტოქსინები

ცხოველური წამოშობის პროდუქტების გამოყენებით გამოწვეული მოწამვლებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია თევზის, მოლუსკების და სხვა წყლის ცხოველების გამოყენებით გამოწვეული ტოქსიკოზები. ისინი მრავალი წელია ცნობილია და წარმოადგენენ სერიოზულ საშიშროებას ადამიანისათვის და რაც მნიშვნელოვანია ამ ტოქსინების უმეტესობისათვის ანტიდოტი არ არის ცნობილი.

განსაკუთრებით ხშირია ზღვის პროდუქტებით მოწამვლა, რომლის უმეტესობა გამოწვეულია თევზეულის არასწორი შენახვის შედეგად განვითარებული მიკროორგანიზმების მიერ გამოყოფილი ტოქსინებით. ამ ტიპის მოწამვლას სკომბროიდული მოწამვლა ეწოდება. იგი ძალიან ჩამოგავს ალერგიულ რეაქციას ჰისტამინზე, რაც გამოიხატება სახის გაწითლებაში, თავის ძლიერ ტკივილში, ღებინებასა და ტკივილით მუცლის არეში. ამ სახის მოწამვლა იშვიათად იწვევს სიკვდილს.

აღსანიშნავია მოლუსკების ტოქსიკურობა, რომლებიც უმრავლეს შემთხვევაში გამოწვეულია ნეიროტოქსინით. ეს უკანასკნელი მოლუსკებში გადადის ფიტოპლანქტონიდან, რომლებიც გამოიმუშავენ საქსიტოქსინსა და მის ანალოგებს. ეს ტოქსინები არ მოქმედებენ მოლუსკებსა და კიბობზე, მაგრამ დამღუპველია წყლის სხვა ბინადართათვის.

ნეიროტოქსინის მიღებულ დოზაზე დამოკიდებულებით ვითარდება სხვადასხვა ხარისხის ინტოქსიკაცია. ძლიერი მოწამვლის დროს კუნთების დამბლის გამო ადამიანი 24 საათში იღუპება.

თევზეულით მოწამვლის ერთ-ერთი მიზეზი შესაძლებელია გახდეს ტეტროდოქსინი. ამ ტოქსინის შემცველი თევზი – ფუგუ იაპონიაში დელიკატესადაა მიჩნეული. მომწამვლელ ნივთიერებას შეიცავს ამ თევზის ქვირითი, ღვიძლი, ნაკლებად კანი და ნაწლავები. XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან იაპონიაში ყოველწლიურად რეგისტრირებულია მოწამვლის 100-მდე შემთხვევა, რომელთაგანაც 60-70% სიკვდილით მთავრდება. იაპონიის ჯანმრთელობის ორგანოების გადაწყვეტილებით ფუგუს დამუშავების უფლება მხოლოდ სპეციალური სერტიფიკატის მქონე პირებს ეძლევათ.

თევზების ზოგიერთი სახეობის (კეფალი, “მძინარა თევზი”) მიერ გამოწვეულ მოწამვლას თან ახლავს ჰალუცინაციები. ჰალუცინოგენური ტოქსინით მოწამვლის პირველი შემთხვევა აღწერილი იყო 1927 წელს. დადგენილ იქნა რომ ტოქსინი ძირითადად ლოკალიზებულია თევზის თავში. ინტოქსიკაციის პირველი სიმპტომები ჩნდება 0,5-2 საათის შემდეგ. მოწამვლის დონეზე დამოკიდებულებით 12-24 საათის შემდეგ ადამიანი თავს ჯანმრთელად გრძნობს.

განსაკუთრებულ ჯგუფში შესაძლებელია გაავართიანოთ ტოქსიური ნივთიერებები, რომლებიც ლოკალიზებულია სხვადასხვა სახეობის თევზის ქვირითში, კანის ჯირკვლებსა და სისხლში. ამ

ტოქსინებით მოწამვლის დროს აღინიშნება ღებინება, არითმია, კუნთებისა და სასუნთქი სისტემის დამბლა. ძლიერი ინტოქსიკაციის დროს ადამიანი იღუპება.

სიგუატერა – ეს არის კვებითი მოწამვლის სახეობა, რომელსაც იწვევენ ტროპიკული და სუბტროპიკული ზონის თევზები. პირველად ეს მოწამვლა აღწერილი იყო 1787 წელს. ამჟამად ცნობილია ამ სახის ინტოქსიკაციის გამომწვევი 400-მდე სახეობის თევზი. მოწამვლების დაახლოებით 15% საკვდილით თავდება.

მოწამვლის ტიპური სიმპტომები საწყის სტადიაზე გამოხატება ტკივილით მუცლის არეში, ღებინებით, დიარეით. ამ სტადიის შემდეგ იწყება ნევროლოგიური სტადია, რომლის დროსაც აღინიშნება ტუნებში, ენასა და კუდურებში მგრძობელობის დაკარგვა, კოორდინაციის დარღვევა, სითბოსა და სიცვიის შეგრძნების დარღვევა. ხშირ შემთხვევებში ეს სიმპტომები რამდენიმე საათიდან რამდენიმე კვირამდე გრძელდება. მძიმე შემთხვევებში კი შესაძლებელია გავრძელდეს 20-25 წელი.

XX საუკუნის 50 წლებიდან მოწამვლის ცალკე სახეობად გამოიყო ქაშაყისებრთა ოჯახის თევზების – ქაშაყის, ანჩოუსის და მათი მსგავსი სახეობების მიერ გამოწვეული მოწამვლები. როგორც სიგუატერას ასევე ამ შემთხვევაშიც არ არის დადგენილი მომწამვლისა მექანიზმი და გამომწვევი ნივთიერება. მოწამვლის დროს პირში წარმოიქმნება მეტალური გემო, ტკივილი მუცლის არეში, ძლიერი მოწამვლის დროს ვითარდება კომა და ადამიანი იღუპება. მომწამვლელი ნივთიერება იმდენად სწრაფად მოქმედებს, რომ ადამიანი ვერ ასწრებს ღუკმის გადაყლაპვას. ძლიერი მოწამვლის 40% სიკვდილით მთავრდება. საბედნიეროდ ეს საკმაოდ იშვიათი მოვლენაა.

ცალკე ჯგუფში შესაძლებელია გავაერთიანოთ წყალმცენარეების ტოქსინები. მათ შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია წყალმცენარე **Cyanophyta**, რომლის მტკნარი წყლების წყალსატევებში მასიური გამრავლება იწვევს ე.წ. “წყლის ყვავილობას”. მართალია ეს ეკოლოგიური ხასიათის მოვლენაა, მაგრამ ხასიათდება მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური და სამედიცინო მნიშვნელობით. ამ წყალმცენარეების ტოქსიკური მოქმედება გამოწვეულია მათში არსებული ალგოტოქსინებით – ანატოქსინი, ნეოსაქსიტოქსინი, საქსიტოქსინი, მიკროცისტინი.

ამ ტოქსინების სასმელი წყლის სისტემაში მოხვედრამ შესაძლებელია გამოიწვიოს ტოქსიკური გასტროენტერიტის ეპიდემია, რომელიც დიზინტერიისა ან ქოლერის მსგავსი სიმპტომებით მიმდინარეობს. მოწამვლა შესაძლებელია კანის ალერგიის ფორმითაც ჩამოყალიბდეს, რომლისთვისაც დამახასიათებელია დერმატიტი, ქავილი, კონიუქტივიტი, ზოგ შემთხვევებში ადგილი აქვს სასუნთქი გზების ბრონქიალური ასტმის ტიპის გაღიზიანებას.

ცალკე ტიპად გამოყოფენ წყალმცენარეებით ინფიცირებული თევზების საკვებად გამოყენების შედეგად განვითარებულ მოწამვლებს. თევზის თერმიული დამუშავება არ ამცირებს ტოქსინის მომწამვლელ თვისებებს. ძლიერი მოწამვლის დროს შესაძლებელია ადამიანი დაიღუპოს სუნთქვის კუნთების დამბლის გამო.

ალგოტოქსინებით მოწამვლილი წყალი ხასიათდება ძლიერი თევზის სუნით. წყალმცენარის ტოქსინებით მოწამვლის პროფილაქტიკური ღონისძიებაა – წყლის ოზონირება. ამ სახის მოწამვლების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია სასმელი წყლის ჰიდრობიოლოგიური მონიტორინგი.

