

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რ. ხუციშვილი

*შოკოლადისა და კაკაოს წარმოების
ტექნოლოგია*

(ლექციების კურსი)

თბილისი - 2012

შოკოლადის წარმოების ტექნოლოგია

ზოგადი ცნებები. შოკოლადი საკონდიტრო ნაწარმია, გამოირჩევა ნაზი გემოთი და არომატით, მაღალი კვებითი ღირებულებით. ეს თვისებები განპირობებულია ძირითადი ნედლეულით, როგორცაა კაკაოს მარცვლები, შაქარი, რძის პროდუქტები, კაკალი, გემოვნებითი და არომატული ნივთიერებები. შოკოლადი ძვირფასი ნედლეულია (ნახევარფაბრიკატია) კამფეტის, კარამელის თუ სხვა საკონდიტრო ნაწარმისათვის. შოკოლადი მაღალკალორიული პროდუქტია, შეიცავს 55-60-% ნახშირწყლებს, 30-38% ცხიმსა და 6-8% ცილოვან ნივთიერებებს.

შოკოლადის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა შესაძლებელია დაიყოს სამ ძირითად სტადიად:

1. სრესილი კაკაოს მომზადება;
2. შოკოლადის მასის მომზადება;
3. შოკოლადის ფორმირება და გაცივება;

პირველი სტადია (სრესილი კაკაოს მომზადება) საერთოა შოკოლადისა და კაკაოს წარმოებისათვის. მისი დანიშნულებაა კაკაოს მარცვლების გათავისუფლება მინარევებისაგან, გემოვნებითი თვისებების ამაღლება ამ მარცვლების თერმული დამუშავებით და მისი გადაყვანა სრესილ კაკაოში.

მეორე სტადიის (შოკოლადის მასის მომზადება) დანიშნულებაა რეცეპტურით გათვალისწინებული კომპონენტების შერევა (როგორცაა: სრესილი კაკაო, შაქარი და კაკაოს ცხიმი) და მიღებული მასის დაქუცმაცება ერთგვაროვან მასამდე. დაქუცმაცების წინ შოკოლადის მასის კონსისტენცია თხევადია, ხოლო ლილვებიანი წისქვილიდან გამოსვლისას არის მშრალი, ფხვნილისებური. ეს გარდაქმნა მიმდინარეობს მყარი ნაწილაკების

ზედაპირის ფართის გადიდებით მისი დაწვრილმანებისას, რასაც მივყავართ ამ მასის ადსორბციული უნარის გადიდებასთან (კაკაოს ცხიმთან შედარებით). შოკოლადის მასის დაქუცმაცების პროცესში მას ემატება კაკაოს ცხიმი, რომლის შერევის შედეგად შოკოლადის მასა კვლავ ხდება დენადი და წარმოადგენს სუსპენზიას, რომლის თხევადი ფაზაა კაკაოს ცხიმი, ხოლო მყარი ფაზაა კაკაოს მარცვლის ნაწილაკები; კარგად შერეული შოკოლადის მასა იგზავნება ჩამოსხმაზე.

მესამე სტადიის დანიშნულებაა შოკოლადის მასის ჩამოსხმა, ფორმებში და ფორმირებული მასის გაცივება.

ამრიგად შოკოლადის ტექნოლოგიის სქემა შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ:

- 1) სრესილი კაკაოს მომზადება: კაკაოს მარცვლების გასუფთავება და დახარისხება → კაკაოს მარცვლების მოხალვა → კაკაოს მარცვლის ღერდილის მიღება და გარსაცმის მოცილება → ღერდილის დაფქვა → სრესილი კაკაოს მიღება;
- 2) შოკოლადის მასის მომზადება: სრესილ კაკაოში სხვა კომპონენტების შერევა (შაქარი, კაკაოს ცხიმი და სხვა) → შოკოლადის მასის დაქუცმაცება (I ვალცირება) → „დაწდომა“ → შოკოლადის მასის დაქუცმაცება (II ვალცირება) → განზავება → შოკოლადის მასის გამოყვანა;
- 3) შოკოლადის ფორმირება: შოკოლადის მასის ტემპერირება → დოზირება და ფორმირება შოკოლადის მასის → ფორმირებული შოკოლადის მასის დამუშავება → გაცივება გამაცივებელ კარადაში → შეხვევა - დაფასოება.

კაკაოს მარცვლის ხარისხები: ძირითადი ნედლეული შოკოლადის წარმოებისა - კაკაოს მარცვლები წარმოადგენენ კაკაოს ხის ნაყოფებს, რომე-

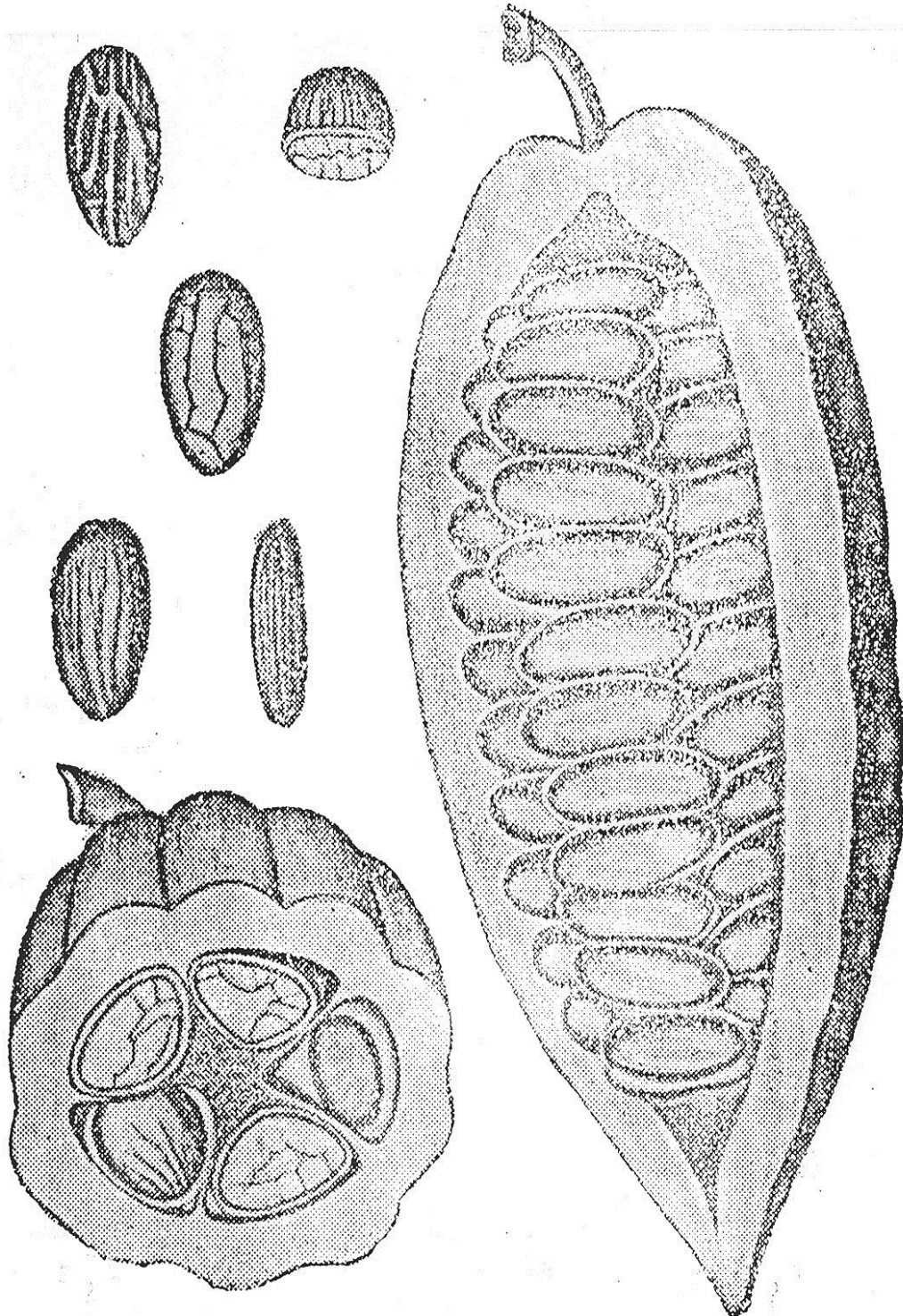
ლიც ხარობს დედამიწის ზედაპირის ტროპიკულ პოლუსზე. წარმოშობის მიხედვით არსებობს:

- 1) ამერიკული ($\approx 35\%$ მსოფლიოში, კუბა, ბაია, არიბა, გრენადა, ტრინიდადი, პუერტო, რიკო და სხვა).
- 2) აფრიკული (60%) (აკრა, კამერუნი და სხვა);
- 3) აზიური ($1,5\%$) (იავა, ცეილონი და სხვა).

კაკაოს მარცვლის ფერმენტაცია. კაკაოს ნაყოფი შედგება გარსაცმისაგან ($15-20$ მმ სისქის) და მოწითალო-მოყვითალო ფერის რბილობისაგან, რომლის სიღრმეშიც განლაგებულია ≈ 5 რიგად $25-40$ ცალი ნუშისებური ფორმის მარცვალი. რბილობისაგან მოცილებული მარცვალი ხასიათდება მკაფიოდ გამოხატული მომწარო-მოწკლარტე გემოთი და ნაცრისფერ-იის ფერით დაფქვისას. იმისთვის, რომ გაუმჯობესდეს მარცვლის გემო და გაადვილდეს მარცვლისა და რბილობის ერთმანეთისაგან განცალკევება, საჭიროა ფერმენტაციისა და შრობის პროცესის ჩატარება.

ახალ ნაყოფს აწყობენ ყუთებში და ფარავენ ბანანის ფოთლებით, იმისთვის, რომ შენარჩუნებულ იქნეს ფერმენტაციის დროს გამოყოფილი სითბო. მარცვალი - გარშემორტყმული რბილობით, შეიცავს შაქარს, რომელიც ადვილად ექვემდებარება დუღილს - მიმდინარეს საფუარის მოქმედებით, რომელიც ადვილად აღწევს მასში გარემომცველი ატმოსფეროდან. დუღილის შედეგად წარმოიქმნება სპირტი და CO_2 , ნაყოფის რბილობი თხევადდება და ადვილად სცილდება მარცვლებს. დუღილის შედეგად კაკაოს მარცვლებში მიმდინარეობს რთული ფერმენტული პროცესები, რომელიც განპირობებულია მარცვლებში ფერმენტების გავლენით; ეს ფერმენტებია დიასტაზა, კატალაზა პროტეაზა, რაფინოზა, ოქსიდაზა და პეროქსიდაზა. დაახლოებით ერთი დღის შემდეგ, როცა ტემპერატურა მიაღწევს $32-33^{\circ}C$ -ს, მარცვლებს გულმოდგინედ შეუნაცვლებენ ფენებს, თანაბარი ფერმენტაციის მისაღწევად. მეორე დღის ბოლოს, როცა ტემპერატურა უკვე მიაღწევს 37 -

38°C-ს, მას კვლავ შეუნაცვლებენ ფენებს, ხოლო მესამე დღის ბოლოს, როცა ტემპერატურა მიაღწევს 45-50°C-ს, სპირტის ბაქტერიალური ჟანგვის გამო, დუღილი გადადის ძმარმეჟავა დუღილში; მარცვლის ხარისხისაგან



ნახ.1. კაკაოს ნაყოფის ჭრილი

დამოკიდებულებით ფერმენტაცია მიმდინარეობს კიდევ ერთი-ორი დღე, რის შემდეგაც ხდება მარცვლების შრობა, ხშირ შემთხვევაში ბუნებრივად - მზის სხივებით. ამისათვის მარცვლებს თხელ ფენად გაშლიან და დროდადრო გულმოდგინედ ურევენ, რაც უზრუნველყოფს თანაბარ შრობას.

ფერმენტაციისას მიმდინარეობს მთელი რიგი ცვლილებები მარცვლების შემადგენლობასა და თვისებებში. მარცვლების ფერი იცვლება, ნაცრისფერ-თეთრი - იისფერიდან გადადის ყავისფერში ან ყავისფერ-მოწითალოში. მთრიმლავ ნივთიერებებს ურბილდება გარკვეულ წილად სიმწარე და სიმწკლარტე. ფერმენტაციის შემდგომ შეინიშნება დამახასიათებელი არომატი, მარცვლის გარსაცმი ხდება მყიფე და აქვს თვისება ადვილად მოშორდეს გულს შემდგომი გადამუშავების დროს. მარცვალში წარმოქმნილი წამონაზარდი - (ლივი) კარგავს შემდგომ სიცოცხლისუნარიანობას. ექსპერიმენტული მონაცემებით ცნობილია, რომ ფერმენტაციის შედეგად მცირდება სინესტე, მცირდება აზოტოვანი ნივთიერებებისა და ნახშირწყლების რაოდენობა, მთრიმლავი ნივთიერების რაოდენობა, იზრდება ორგანული მჟავების შემცველობა.

კაკაოს მარცვლის შემადგენელი ცალკეული ნაწილების დახასიათება -

თუ როგორ იცვლება კაკაოს მარცვლის ქიმიური შემადგენლობა ფერმენტაციის შედეგად, შედარებისთვის შეგვიძლია განვიხილოთ ცხრილი, საიდანაც ნათლად სჩანს, ფერმენტაციამდე და ფერმენტაციის შემდეგ კაკაოს მარცვლის ქიმიური შემადგენლობა: ფერმენტაციის შემდეგ მცირდება მისი სინესტე, აზოტოვანი ნივთიერებების შემცველობა, ნახშირწყლების შემცველობა, მცირდება მთრიმლავი ნივთიერებების შემცველობა, რაც მიმდინარეობს მარცვლის გემოსა და სიმწარის „შერბილებით“, იზრდება ორგანული მჟავების შემცველობა (ღვინის ქვის მჟავისა და ძმარმჟავასი).

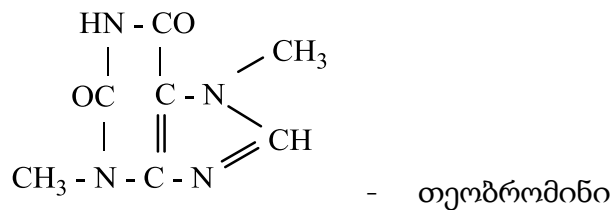
ფერმენტაციამდე და ფერმენტაციის შემდეგ კაკაოს მარცვლის ქიმიური შემადგენლობა:

კაკაოს მარცვლის შემადგენლობა	ფერმენტაციამდე	ფერმენტაციის შემდეგ
წყალი	37	3,6
ცილოვანი ნივთიერება	7	6,4
თეობრომინი	1,3	1,0
კოფეინი	0,2	0,05
ცხიმი	29,2	29,2
გლუკოზა	0,9	0,6
სახამებელი	3,7	3,2
მთრიმლავი ნივთიერებები	5,0	3,6
პექტინი	0,6	1,2
მღებავი ნივთიერებები	2,9	1,3
უჯრედისა	8,1	6,5
ღვინის ქვის მჟავა (თავისუფალი)	0,01	0,31
მმარმჟავა (თავისუფალი)	არა	0,5
ღვინის ქვიშის მჟავა (ბმული)	0,5	0,4
მინერალური ნივთიერებები	2,3	2,2

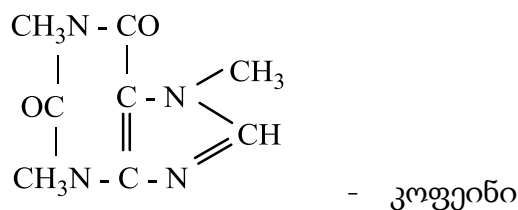
მნიშვნელოვანია ის, რომ კაკაოს ცხიმი 32°C-ზე განიცდის ლლობას, რაც ადამიანის სხეულის ტემპერატურაზე დაბალია, ამიტომაც, რომ იგი ნარჩენის გარეშე დნება პირის ღრუში მოხვედრისას. კაკაოს-ცხიმის მნიშვნელობა მაღალია იმიტაც, რომ იგი დიდხანს ინახება შესამჩნევი გამწარების კვალის გარეშე. ცნობილია, რომ კაკაოს ცხიმის გამწარება არ შეიმჩნეოდა მისი 5-6 დღით შენახვის დროსაც კი. დასაშვებია, რომ კაკაო-ცხიმი შეიცავს ანტიოქსიდანტს, რომელიც ამუხრუჭებს ცხიმების ჟანგვას და შესაბამისად გამწარებას. ეს ანტიოქსიდანტი შედის კაკაოს-ცხიმის გაუსაპნებელ

ფრაქციაში, (ცნობილია, რომ სპირტში გახსნისას კაკაოს ცხიმი სწრაფად იძენს გამწარებისაკენ სწრაფვას, ვიდრე საკონტროლო); გარდა ამისა გამყარების ტემპერატურასთან შედარებით უფრო დაბალ ტემპერატურაზე კაკაოს ცხიმის გაცივებისას, ხდება მისი მოცულობაში კლება, ეს თვისება კი წარმატებით გამოიყენება შოკოლადის ფორმირებისას, როცა ხდება ფორმირებული შოკოლადისა და ფორმის განცალკევება.

თეობრომინი - კაკაოს მარცვლის მახასიათებელი შემადგენელი ნაწილია, მისი შემცველობა აღწევს 1,5-1,7%-ს მარცვლის წონასთან შედარებით. თეობრომინი მიეკუთვნება ალკალოიდების ჯგუფს ($C_7H_8N_4O_2$). ქიმიურად თეობრომინი წარმოადგენს თეთრ ფხვნილისებრ ნივთიერებას, ოდნავ მომწარო გემოთი, კარგად იხსნება ცივ და ცხელ წყალში, იხსნება ცხელ და ცივ სპირტში, ცივ ქლოროფორმში, კარგად იხსნება ტეტრაქლორეთანში, ძმარმჟავაში (მდულარეში) მჟავებში, ტუტეებში, პეტროლეინის ეთერში, ოთხქლორიან ნახშირბადაში.



მრავალი თვისებებით, ახლოსაა კოფეინთან, რომელსაც შეიცავს ყავის მარცვლები; უმნიშვნელო რაოდენობით კოფეინი არის კაკაოს მარცვლებშიც (0,1%- კაკაოს მარცვლის მასასთან შედარებით); კოფეინი ($C_8H_{10}N_4O_2 \cdot H_2O$)



იგი წარმოადგენს თეთრ, ბრჭყვიალა, ღუნვად კრისტალებს, მწარე გემოთი, კარგად იხსნება ცხელ და ცივ წყალში, ცხელ ეთერში, ეს უკანასკნელი თვისება გამოიყენება მისი თეობრომინისაგან განსაცალკევებლად.

თეობრომინი და კოფეინი შესამჩნევად აწარმოებენ ადამიანის ორგანიზმზე ფიზიოლოგიურ ზემოქმედებას, დიდი რაოდენობით საწამლავია, მცირე რაოდენობით კი იწვევს ადგუნებადობას, რაც გულის ფუნქციონირებაზე ახდენს ზეგავლენას. თეობრომინი ამაღლებს გულის შესაძლებლობას, გაუძლოს დატვირთვას. თეობრომი და მისი ნაერთები იწვევენ სისხლის გამტარებელი ძარღვების გაფართოებას. თეობრომინის მისაღებ ნედლეულად ფართოდ გამოიყენება კაკაოს მარცვლების გარსაცმი, რომელიც წარმოების ნარჩენია (შეიცავს 0,5-1% გარსაცმის წონასთან შედარებით), გარდა ამისა შესაძლებელია თეობრომინის წარმოებისათვის გამოყენებულ იქნას ნედლეულად კაკაოს მარცვლები ან კაკაოს ფხვნილი.

ორგანული მჟავები - კაკაოს მარცვლის შედგენილობაშია ღვინის ქვისმჟავა, მჟაუნმჟავა, ვაშლის მჟავა, ზოგჯერ ლიმონის მჟავა. მათი საერთო შემადგენლობა 0,7 – 2,3%-ია (ღვინის ქვის მჟავაზე გადაანგარიშებით) (pH = 5,4 - 5,7).

ნახშირწყლები - კაკაოს მარცვლის გულში ნახშირწყლებიდან მნიშვნელოვანია სახამებელი ($\approx 7\%$), უჯრედისა (2,5%), პენტოზანები (1,5%), ხოლო გარსაცმში უჯრედისა ($\approx 16,5\%$), პენტოზანები ($\approx 6\%$).

ცილოვანი ნივთიერებები - ცილების უმრავლესობა ალბუმინები და გლობულინებია, მათი შემცველობა $\approx 10\%$ -ია გულში და $\approx 13,5\%$ გარსაცმში.

არომატული ნივთიერებები - კაკაოს მარცვლის არომატული ნივთიერებები შედგებიან ადვილად და ძნელად აქროლადი პროდუქტებისაგან, ადვილად აქროლადები იკარგებიან მარცვლების გადამუშავების, ძირითადად კი

მოხალვის პროცესში, ესენია არასასიამოვნო სუნის მქონე არომატული ნივთიერებები და მათი მოცილება დადებითად მოქმედებს მარცვლის გემოსა და არომატზე. მეტი ღირებულება აქვს არააქროლად ნივთიერებებს, რომლებიც იხსნებიან კაკაოს ცხიმში.

მინერალური ნივთიერებები - საშუალოდ კაკაოს მარცვალი შეიცავს 2,5-3% ნაცარს, ესენია ძირითადად K, P და Mg (K_2O -ს, P_2O_5 , MgO -ს სახით).

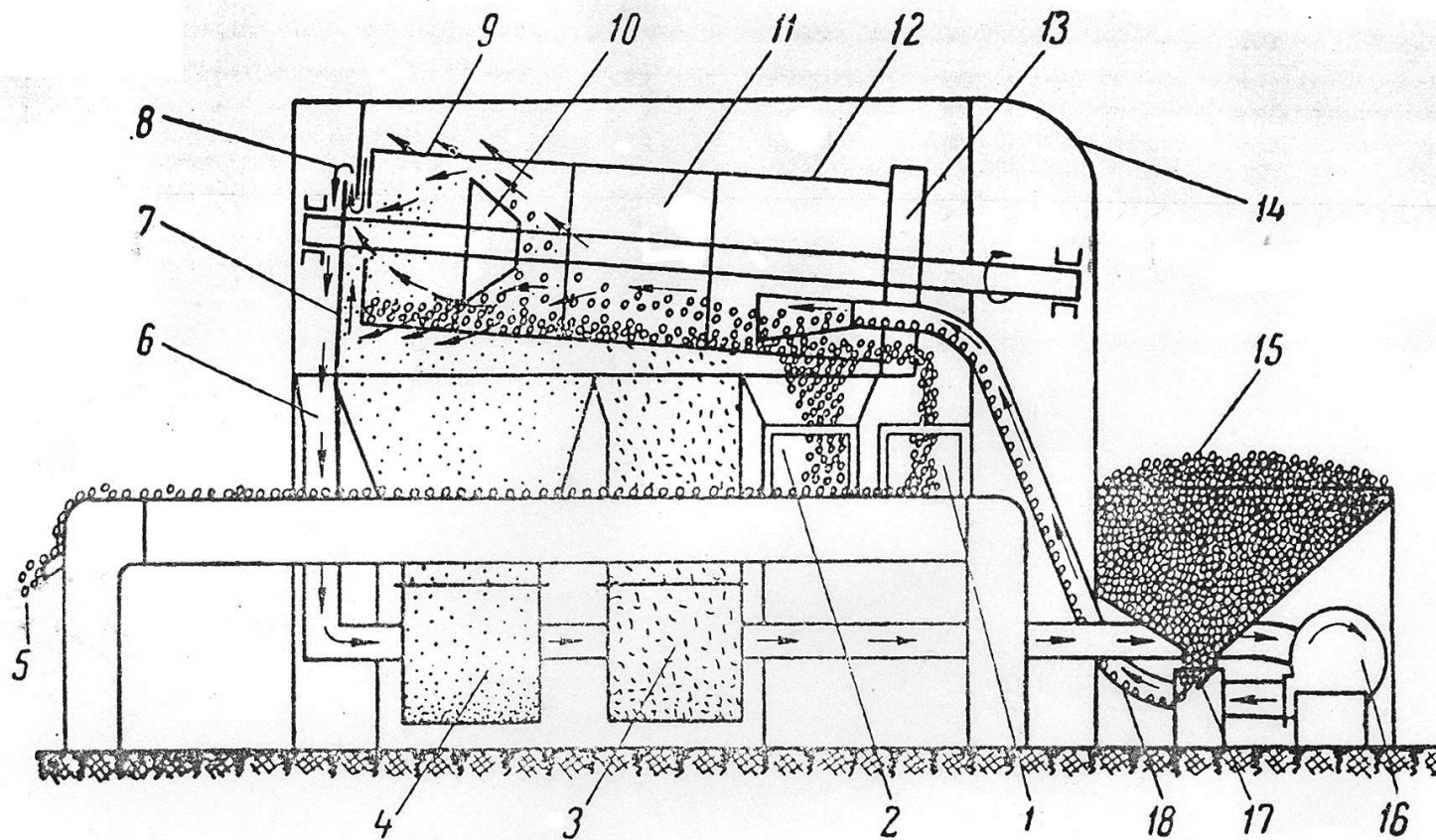
კაკაოს მარცვლის შენახვა: წარმოებაში შემოსული კაკაოს მარცვალი ინახება ნათელ, კარგად განიავებულ საწყობში, სადაც ფარდობითი ტენიანობა 70%-ია, ამაზე მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში, შეიძლება მოხდეს მისი დაობება. ყველა პარტიის კაკაოს მარცვალი, შემოსული წარმოებაში, მიღებისთანავე გაივლის თბურ დეზინფექციას ($60^{\circ}C$ -ზე 10 წთ-ს განმავლობაში), რათა ყველა ფორმა მავნებლებისა (პეპლები და სხვა) განადგურდეს, ამის შემდეგ ხდება მისი შენახვა საწყობში. პერიოდულად თვეში ერთხელ (ზაფხულსა და შემოდგომაზე) და ერთხელ 2-3 თვეში (ზამთრის პერიოდში) უნდა მოხდეს კაკაოს მარცვლების ანალიზი მავნებლებზე და დაცული იყოს მკაცრად შენახვის რეჟიმი.

პროცესები სრესილი კაკაოს მომზადებამდე - კაკაოს ცერცვის გასუფთავება და დახარისხება: შოკოლადის წარმოებაში შემოსული კაკაოს მარცვლები მეტ-ნაკლებად დაბინძურებულია. აქ შეიძლება შეგვხვდეს მიწა, ქვიშა, ქვები, ტომრების ნაგლეჯები, მეტალის ნატეხები და სხვა. გარდა ამისა მარცვლები არ არის ფორმითა და ზომით ერთნაირი. ამიტომ კაკაოს მარცვლები წარმოებაში შემოსვლისას იგზავნება დამხარისხებელ-გამასუფთავებელ მანქანაზე. ერთ-ერთი გამასუფთავებელ-დამახასიათებელი მანქანის სქემა მოცემულია (ნახ. 2). მანქანა შედგება ჩასატვირთავი ხვიმრისაგან -15, რომლის ქვედა ნაწილში დაყენებულია ვიბრაციული მექანიზმი -17 და ვენტილატორი -16, ჰაერის ნაკადით კაკაოს მარცვლები იწმინდება მტვრისაგან და

მილგაყვანილობით - 18 ხვედბა დახრილ ცილინდრში - 15, ცილინდრში სამი ბადეა შესაბამისი დიამეტრებით.

ცილინდრის ბრუნვისას კაკაოს მარცვლები ხარისხდება. ყველაზე წვრილი ფრაქცია და მსუბუქი ნაწილაკები შორდება საცერით -9 და გროვდება მიმღებში -4 (მოძრავი ყუთი). ნატეხი მარცვლები გაივლიან საცერს-11 და გროვდება მიმღებში - 3. ბოლო საცერი -12 განსაზღვრულია პატარა ზომის მარცვლებისათვის, ისინი გამოსასვლელიდან - 2 გროვდებიან მარცხენა ტრანსპორტიორზე, თავისი სვლით ცილინდრიდან მსხვილი მარცვლები გროვდება მარჯვენა ტრანსპორტიორზე, ორივე ტრანსპორტიორიდან კაკაოს მარცვლები გაივლიან მაგნიტურ სეპარატორს და გამოსასვლელიდან -5 გადმოიტვირთება.

მიღებული კაკაოს მარცვლების დამუშავების შემდგომი ეტაპია მათი თერმული დამუშავება. კაკაოს მარცვლის გამოსავალი პირველადი გაწმენდისა და დახარისხების შემდეგ $\approx 98\%$ -ია, დაწებებული და ნატეხი მარცვლების რაოდენობა $\approx 1\%$ -ია, ხოლო დანარჩენი $\approx 1\%$ დაუბრუნებელი დანაკარგია (მტვერი, გარეშე მინარევები და სხვა). დაწებებული და ნატეხი მარცვლებისათვის გათვალისწინებულია ცალკე მოხალვა და შემდგომ დახარისხებულ მარცვლებთან ერთად გაივლის დამუშავების შემდგომ პროცესს.



ნახ. 2. გამასუფთავებელ-დამახასიათებელი მანქანა

- 1- მსხვილი მარცვლების გამოსასვლელი; 2-პატარა მარცვლების გამოსასვლელი; 3-ნატეხი მარცვლების შემკრები; 4- მტვერის შემკრები; 5- დახარისხებული მარცვლების გამოსასვლელი; 6-ჰაერგამტარი; 7-უკანა შიდა კედელი; 8- ჩამკეტი; 9, 11, 12 - საცრები; 10- კონუსი; 13 - ცილინდრი; 14 - გარსაცმი; 15 - ჩასატვირთი ძაბრი; 16 - ვენტლატორი; 17 - ვიბრაციული მექანიზმი; 18 - მილი.

კაკაოს მარცვლების მოხალვა: დახარისხებული კაკაოს მარცვლები მიდის მოხალვაზე. მოხალვისას მასში მიმდინარეობს მთელი რიგი ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებები: ეცემა სინესტე, იკარგება მარცვლის შემადგენელი აქროლადი ნივთიერებები, მათ შორისაა არასასიამოვნო სუნისა და გემოს მატარებლები, როგორცაა, მაგ. ძმარმჟავა; რბილდება მნიშვნელოვან წილად კაკაოს მარცვლის მომწარო - მწკლარტე გემო, მთრიმლავი ნივთიერებების ცვალებადობის გამო. არომატი, ფერი და გემო ხდება უკეთესი. მარცვალი ხდება მყიფე და ადვილად ექვემდებარება შემდგომ დამუშავებას, ადვილად სცილდება კანი (გარსი) გულს. სინესტის შემცველობა მოუხალავი მარცვლისათვის მერყეობს 6-8% -ის ფარგლებში, მოხალულში კი 2-3%-ის ზღვრებშია;

შოკოლადის მასის მომზადების პროცესისათვის და შოკოლადის მასის ხარისხიანობისათვის ოპტიმალური სინესტე მოხალული მარცვლისა და სრესილი კაკაოსათვის უნდა იყოს $\approx 2\%$. 1%-ზე დაბალი სინესტისას სრესილი კაკაოს ტექნოლოგიური თვისებები უარესდება, მცირდება მისი დაფქვის ხარისხი და მცირდება კაკაო-ცხიმის გამოსავალი მისი დაწნევისას. კაკაოს მარცვლის კანი ადვილად სცილდება მოხალულ მარცვალს, მისგან მიღებული გული ადვილად შთანთქავს ნესტს გარემომცველი ატმოსფეროდან, და რაც უფრო მაღალია ატმოსფეროში ტენიანობა. მას მეტ ტენს ითვისებს იგი. ამიტომ შენახვისას მკაცრად უნდა იყოს დაცული რეჟიმი, უნდა ინახებოდეს საცავში ან სამქროში 65% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

როგორც აღვნიშნეთ, კაკაოს მარცვლები შეიცავენ აქროლად ნივთიერებებს, რომლებიც შოკოლადს ანიჭებენ არასასიამოვნო გემოსა და სუნს, რაც ადვილად შეინიშნება თუ ავხდით თავსახურს ჭურჭელს, სადაც გარკვეული დროით შენახული იყო კაკაოს მარცვლები. აქროლადი ნივთიერებების დაკარგვა ხდება მარცვლის მოხალვის პროცესში, მათი დაკარგვით მშრალი

ნივთიერებების დანაკარგი შეადგენს 0,1-0,2%-ს. შესაბამისად მცირდება ტიტრული მჟავიანობაც $\approx 0,2 - 0,3\%$ -ით.

ცნობილია, რომ არაფერმენტირებული კაკაოს მარცვლი შეიცავს კატეხინს 0,6-1%-მდე, ფერმენტაციისას მთელი მისი რაოდენობა გადადის მთრიმლავ ნივთიერებაში. ფერმენტირებულ კაკაოს მარცვალში კატეხინი არ არის აღმოჩენილი; ასე, რომ მთელი მთრიმლავი ნივთიერებები, რომელსაც შეიცავს კაკაოს მარცვალი, წარმოქმნილია კატეხინების კონდენსაციის პროცესით. მისი რაოდენობა დამოკიდებულია მარცვლის წარმოშობაზე და ხარისხზე. მთრიმლავი ნივთიერებების რაოდენობა მერყეობს 3-6%-მდე, ხოლო მოხალვის შემდეგ მათი შემცველობა ეცემა $\approx 2\%$ -მდე.

კაკაოს მარცვლების ფერის ცვალებადობა მორევისას, აიხსნება მთრიმლავი ნივთიერებების გადასვლით მუქად შეფერილ ფლობაფენებში, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ არა მარტო ფლობაფენები იწვევენ ფერის ცვლილებას კაკაოს მარცვლის მოხალვის პროცესში, არამედ მის შემადგენლობაში არსებული მღებავი ნივთიერებებიც. ეს მღებავი ნივთიერებები ეკუთვნიან ანტოციანინებს, რომლებიც გავრცელებულია მცენარეულ სამყაროში, ყვავილებში და ნაყოფებში.

ანტოციანინები - გლუკოზიდებია. დადგენილია, რომ ახალ არაფერმენტირებულ მარცვლებში ხასიათდება იისფერით, კარგად იხსნება სპირტში, მოხალვისას კი იცვლება მისი შემადგენლობა, რაც იწვევს ფერის ცვალებადობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოხალვისას, მარცვლის შემადგენელი სახამებელი გადადის არახსნადიდან ხსნად ფორმაში, ამავდროულად ხდება კაკაოს

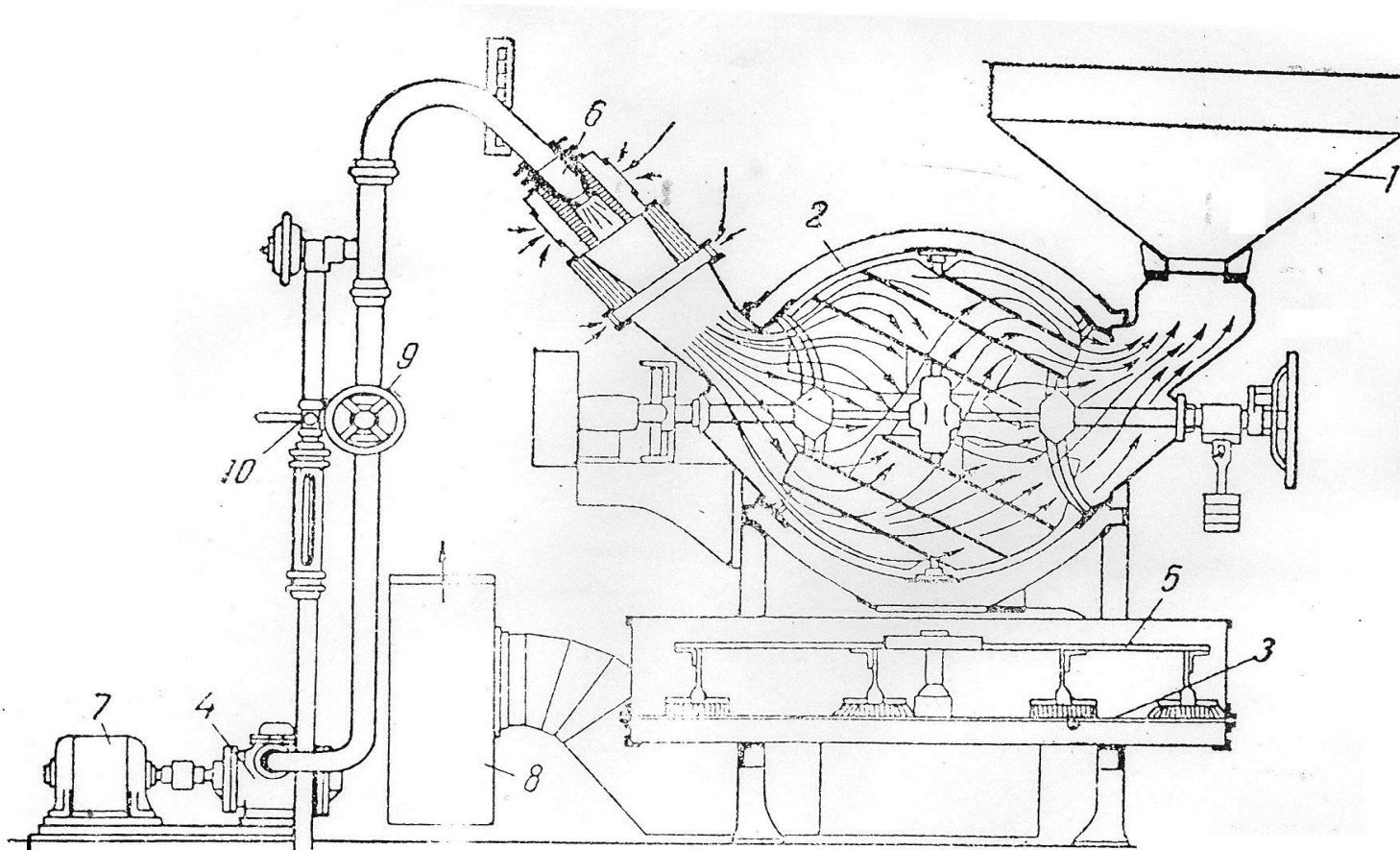
ცხიმის გადასვლა მარცვლიდან კანში ნაწილობრივ. მაღალ ტემპერატურაზე მოხალვისას გადასული ცხიმის რაოდენობა აღწევს 1,5%-ს.

ძირითადი ცვალებადობა, რომელიც მიმდინარეობს მარცვალში მოხალვისას, არის მისი დამახასიათებელი არომატის განვითარება.

კაკაოს მარცვლის მოხალვა ხდება სპეციალურ მოსახლელ აპარატებში, ეს აპარატები სხვადასხვა კონსტრუქციისა, როგორც პერიოდული ქმედების, ასევე უწყვეტი ქმედების.

განვიხილოთ ერთ-ერთი პერიოდული ქმედების მოსახლელი აპარატის სქემა (ნახ. 3). ბირთვული ტიპის მოსახალი აპარატი წარმოადგენს დიდ ბირთვის, მბრუნავს ღერძის გარშემო, აღჭურვილს სასურველი ფრთებით, მოხალვა ხდება ცხელი აირებით წარმოქმნილი კოქსისა ან აირის წვის შედეგად. ელექტორის საშუალებით მარცვლები იყრება მიმღებში -1, სარქველის გახსნით ისინი ხვდებიან ბირთვში, ვენტილატორის მეშვეობით ცხელი აირები ტემპერატურასთან ერთად (250-300°C) გაიწოვება, კაკაოს მარცვლები ცხელდება და სინესტეს გადასცემენ ცხელ აირებს, მოხალვა მიმდინარეობს 20-25 წთ. აპარატი აღჭურვილია ტემპერატურის მარეგულირებელით; ჰაერის ტემპერატურა, რომელიც გამოდის ბირთვიდან მოხალვის ბოლოს, 160-170°C-ია. მარცვლის ტემპერატურა კი არა უმეტეს 125°C, მოხალული მარცვლები შტურვალის შემობრუნებით იყრება „მაცივარში“, სადაც ცივდება ჰაერის გაწოვით 35-40°C-მდე. მოხალული მარცვლების სინესტე 2,5-3%-ია, აპარატის ჩართვა, გამორთვა და ნედლეულის გადმოყრა ხდება ავტომატურად.

მოხალვის დროს დანაკარგი აღწევს 4,5-5%-ს მარცვლის წონასთან შედარებით. მორევის დრო 12-15 წთ-ია. კაკაოს მარცვლის მოხალვის რბილი რეჟიმისათვის (სადაც არ არის მაღალი ტემპერატურა, რათა შენარჩუნებულ იქნეს ფერმენტები, რომლებსაც მიყავთ ჟანგვითი პროცესები;



ნახ. 3. მოსახალი აპარატი

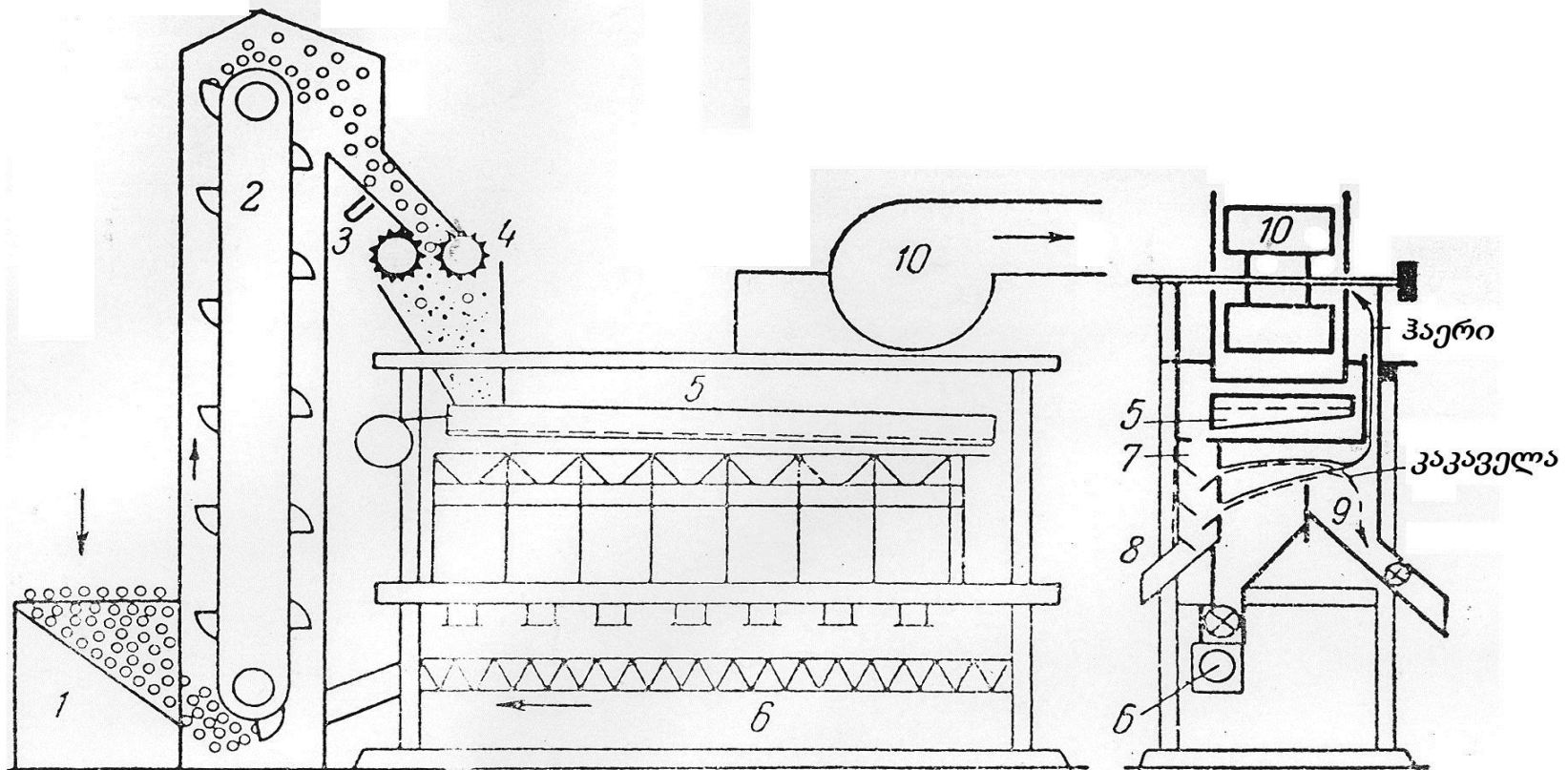
1-ჩასატვრითი ძაბრი; 2- მბრუნავი ბირთვი; 3-მაცივარი; 4-კომპრესორი ჰაერისათვის; 5-მარცვლების მოსარევი ფრთები; 6-საცეცხლე;
7-კომპრესორის ამრავი; 8 - გამაცივებელი ვენტილატორი; 9- ჰაერის გადამცემი მილი; 10-აირის გადასაცემი მილი

შოკოლადის წარმოებაში შეიძლება გამოყენებულ იქნას შახტური საშრობები, რომლებიც შედგებიან საშრობი საკნისაგან, ორთქლის კალორიფერებისაგან, ჩასატვირთი მექანიზმისაგან და ვენტილატორისაგან. შეიძლება მოხალვისას გამოყენებულ იქნეს ელექტროინდუქციული აპარატი და მოხალვა მიმდინარეობდეს ელექტროინდუქციური მეთოდით, ან მიმდინარეობდეს მაღალი სიხშირის დენით, როცა ელექტრული ველი, წარმოქმნილი მაღალი სიხშირის დანადგარით, იცვლის თავის მიმართულებას წამში რამოდენიმე მილიონჯერ, რამდენჯერაც იცვლიან ორიენტაციას მოლეკულები, ამის გამო მარცვალი შრება მთელ სისქეში თანაბრად.

25°C-მდე გაცივებული კაკაოს მარცვლების დამუშავების შემდგომი ეტაპია მისი გატარება სამსხვრევ-დამხარისხებელ მანქანაში. აქ ხდება მარცვლის დაღერღვა და გულის გამოთავისუფლება კაველისაგან (კანისაგან). ღერღილის გამოსავალი 88-89%-ია მოხალული მარცვლის მასასთან შედარებით, კავაველის გამოსავალი კი 11-12%-ია. დაღერღილი კაკაოს მარცვლის მისაღებად გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის სამსხვრევ დამხარისხებელი მანქანები.

განვიხილოთ ერთ-ერთი სამსხვრევ დამხარისხებელი მანქანის მუშაობის სქემა (ნახ. 4):

მოხალული და გაცივებული კაკაოს მარცვლები ჩასატვირთი ხვიმრიდან-1, ელევატორის -2 მეშვეობით გაივლიან მაგნიტურ აპარატს-3, რომელიც მოაცილებს მაგნიტურ მინარევებს, და ხვდებიან დამღერღავ დისკებზე-4. ვალცებს შორის სივრცე რეგულირებადია. დაღერღილი კაკაოს მარცვლები, რომლებიც შეიცავენ სხვადასხვა ზომის ღერღელსა და კაკაველას, იყრებიან დამრეც საცერზე -5, რომელიც ირხევა ჰორიზონტალურად, საცერს აქვს 6-7 სექცია თავისი ბადეებით, ზომით 0,75 მმ-დან 8 მმ-მდე, ხდება ნარევის დახარისხება ფრაქციებად, ზომების მიხედვით; თითოეული ფრაქცია ხვდება



ნახ. 4. სამსხვრევ-დამახარისხებელი მანქანა

- 1-ჩასატვირთი ხვიმირა; 2-ელევატორი; 3-მაგნიტური აპარატი; 4-დამღერლავი დისკები; 5- დამრევი საცერი;
 6- გამომტანი; 7- არხი (სადაც ხდება კაკაველისა და ღერლილის დაცილება); 8-ღერლილის გამომტანი,
 9-არხი(კაკაველის გამომტანი); 10-ვენტილატორი

არხში-7. სადაც ხდება კაკაველის მოცილება ჰაერის შებერვით 10-ვენტილატორის მეშვეობით. იგი აცილებს რა კაკაველას, გადაყავს იგი არხში-9. გაწმენდილი მასა, საკმაოდ მაღალი ხვედრითი წონით, ვიდრე კაკაველაა, ისევ გაივლის მაგნიტურ აპარატს და გამოდის სარქველიდან -8.

კაკაოს ღერდილის მიღებით პრაქტიკულად მთავრდება წარმოებისთვის ნედლეულის მომზადების სტადია. ამის შემდეგ ხდება ღერდილის დამუშავება საფქვავ განყოფილებაში და სრესილი კაკაოს (ნახევრად თხევადი კაკაოს მასის) მიღება.

სრესილი კაკაოს მიღება - დაღერდილი კაკაოს მარცვალი (კაკაველასაგან გათავისუფლებული) შემდგომი დამუშავების მიზნით გადადის საფქვავ განყოფილებაში. აქ დაღერდილი მარცვალი დაფქვის გზით გადადის ნახევრადთხევად მასში, ე.წ. სრესილი კაკაოს ან კაკაოს მასის მდგომარეობაში. დაფქვის მიზანია, რომ კაკაოს მარცვლის უჯრედოვანი ქსოვილი და უჯრედის კედლები გაიხლიჩოს და პირველ რიგში გამოთავისუფლებულ იქნას კაკაოს ცხიმი. რაც უფრო სრულყოფილად იქნება წარმოებული გახლეჩა, რაც უფრო ნაკლები დარჩება გაუხლეჩავი უჯრედები, მით მეტი იქნება კაკაოს ცხიმის რაოდენობა, მით ნაკლები ზომის იქნება მყარი ნაწილაკები და მით უფრო ეფექტური იქნება დაფქვის პროცესი.

რამდენადაც, დაფქვისას ხახუნის შედეგად კაკაოს მასის ტემპერატურა აღემატება მასში შემავალი კაკაოს-ცხიმის ლღობის ტემპერატურას, ამიტომ სრესილი კაკაო დაფქვისა და დაწვრილმანების შედეგად იღებს ნახევრად თხევად მდგომარეობას. ამდენად იგი წარმოადგენს სუსპენზიას, რომელშიც თხევადი ფაზა არის კაკაოს-ცხიმი, ხოლო მყარი ფაზა - უჯრედოვანი ქსოვილის ნაგლეჯები, სახამებლის მარცვლები და ცილები, ასეთი ნახევრადთხევადი მდგომარეობა კაკაოს მასისა ადვილად ექვემდებარება

შემდგომ ისეთ საწარმოო ოპერაციებს, როგორცაა შაქართან შერევა, აქროლადი ნივთიერებების დაკარგვა და სინესტის შემცირება.

საშუალო ქიმიური შედგენილობა სრესილი კაკაოს მასისა ასეთია:

წყალი -2%;

თეობრომინი - 1,5%;

ცხიმი - 55% ;

შაქარი - 1,0%;

ცილოვანი ნივთიერებები - 11%;

უჯრედისა - 2,7%;

სახამებელი - 6,2%;

პენტოზანები - 1,5%;

მთრიმლავი ნივთიერებები - 6%;

ორგანული მჟავები - 2,5%;

ნაცარი - 2,6%;

არააზოტოვანი ექსტრაქციული

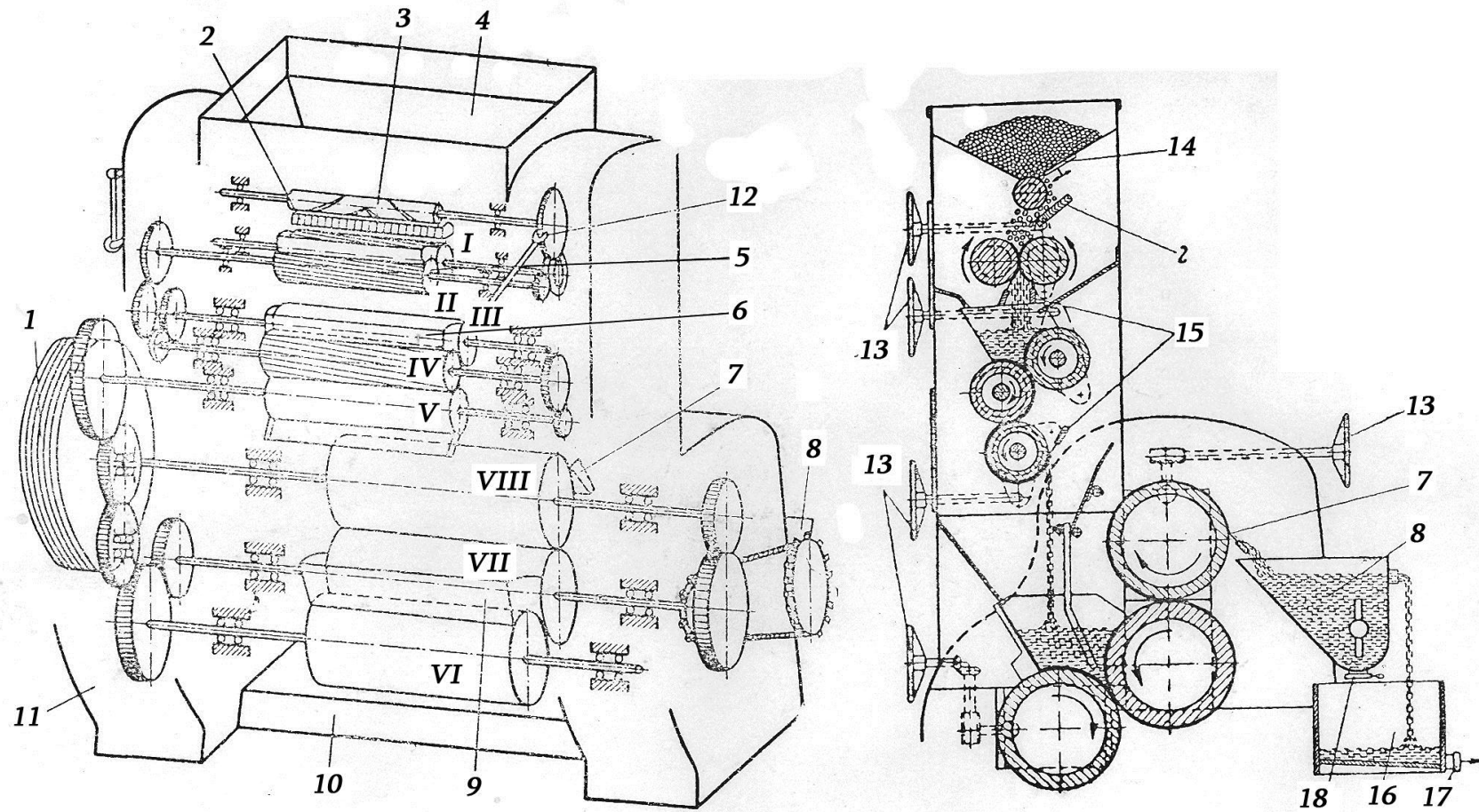
ნივთიერებების ნარჩენი - 7,7%.

სიბლანტე კაკაოს მასისა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მაჩვენებელია, მასის შემდგომი დამუშავებისა და ფორმირებისათვის. თუ სრესილი კაკაოს სინესტისას $\approx 2,5\%$ მნიშვნელობით, ჩავთვლით, რომ სიბლანტე 1 ერთეულია, მაშინ იგივე მასის სინესტისას $3,65\%$ მნიშვნელობით, სიბლანტე იქნება 1,4-1,5 ერთეული. რაც უფრო დაბალია სიბლანტე, მით ადვილად მიმდინარეობს შოკოლადის მომზადების პროცესი.

სრესილი კაკაოს მომზადება ხდება ლილვებიან წისქვილებზე. განვიხილოთ ერთ-ერთი რვალილვანი წისქვილის სქემა (ნახ. 5) . იგი შედგება ჰორიზონტალურად მდებარე ლილვების სისტემისაგან, სადაც მოსაზღვრე ლილვები ბრუნავენ სხვადასხვა სიჩქარით. ლილვებს შორის ღრეჩოში მოხვედრილი

უჯრედები არა მარტო იჭყლიტებიან, არამედ იგლიჯებიან და ისრისებიან კიდევ. თითოეული ლილვის ბრუნთა რიცხვი წინაზე მეტია. ჩასატვირთი ძაბრიდან ღერღილი მბრუნავ მკვებავში დაღარული ლილკავით წარიტაცება, საიდანაც ჯერ მაგნიტებში მოხვდება მაგნიტური მინარევების დასაჭერად, შემდეგ კი დაღარული ლილვაკების პირველ წყვილში, წინასწარი დაქუცმაცების მიზნით, აქედან გადადის სამლილევიან სისტემაში. აქ ორი ლილვი გლუვია, ერთი კი დაღარული, ბოლოს პროდუქტი ხვდება უკანსკნელ სისტემაში, რომელიც ასევე სამი ლილვისაგან შედგება. ხახუნის შედეგად გამთბარი სრესილი მასის $t=32-36^{\circ}\text{C}$ და ნახევრადთხევადი კონსტისცენციის მდგომარეობით ხვდება მიმღებში, რომელსაც აქვს გამაცხელებელი პერანგი. მიმღებს აქვს ფრთებიანი ლილვი, რომელიც ურევს სრესილ მასას და ხელს უშლის მკვრივი ფაზის დალექვას. მიმღებიდან ტუმბოთი სრესილი მასა გადაეცემა შემკრებს, იგი ცილინდრული ფორმისაა, ორმაგი კედლით $t=85-90^{\circ}\text{C}$. ცილინდრების შიგნით სარეველაა მასის უწყვეტი მორევისათვის.

სრესილი კაკაოს დამუშავება ტუტის წყალხსნარით ან NaHCO_3 -ით ან MgCO_3 -ით, აუმჯობესებს არომატს და გემოს შოკოლადისას და კაკაოს ფხვნილისას, რამეთუ ხდება მჟავების განეიტრალება, ტუტის თანაობისას მიმდინარეობს მთრიმლავი ნივთიერებების ინტესიური ჟანგვა. NaHCO_3 -ის შეყვანა ხდება 0,75%-ის ოდენობით და MgCO_3 -ისა 0,12%-ის ოდენობით სრესილი კაკაოს მასასთან შედარებით. განეიტრალება ხდება შემკრებში; სრესილი კაკაო შემკრებიდან გადაიქაჩება შოკოლადის მასის მოსამზადებელ მანქანებში ან ჰიდრავლიკურ წნეებზე კაკაოს ზეთისა და კაკაოს ნაწნების (კოპტონის) მისაღებად.



ნახ.5. რევილიანი წისქვილი (I – VIII – ლილვები)

1-ამძრავი ბორბალი; 2-მაგნიტი; 3- მკვებავი ლილვი; 4- ჩასატვირთი ძაბრი; 5, 6, 9- შუალედური ბუნკერები;
 7- მზა მასის ჩამომღები დანა; 8- მიმღები სარქველათი; 10- ფუნდამენტი; 11- დგანი; 12-მკვებავი ლილვის ჩამრთველ-
 გამომრთველი; 13-მექანიზმი, რომელიც არეგულირებს ლილვებს შორის სივრცეს; 14- ჩასატვირთვის ჩამკეტი;
 15- დანები ლილვების გასასუფთავებლად; 16-შუალედური მიმღები; 17- ძრავის მისაერთებელი; 18 - გადმოსასხმელი სარქველი.

სრესილი კაკაოს კონსტანტები:

1) მოცულობითი წონა სრესილი კაკაოსი ≈ 1100 კგ/მ³ - 30°C ტემპერატურის დროს. ტემპერატურის ცვლილებასთან დაკავშირებით მოცულობითი წონა სრესილი კაკაოსი იცვლება და მისი გაზომვა ხდება შემდეგი თანაფარდობით:

$$V = 1115 - 0,5T$$

სადაც V - სრესილი კაკაოს მოცულობითი წონაა კგ/მ³,

T - ტემპერატურა სრესილი კაკაოსი.

ფორმულა გამოიყენება ტემპერატურის 30-100°C-ის ინტერვალში.

2) თბოგამტარობა სრესილიკაკაოსი $\approx 1,13$ კკალ/მ.სთ.გრად. 30°C-ის ტემპერატურისას. T -ის ცვლილებასთან დაკავშირებით თბოგამტარობა სრესილი კაკაოსი იცვლება და მისი განსაზღვრისათვის რეკომენდირებულია შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\lambda = 0,325 - 0,00045T \text{ კკალ. მ.სთ.გრად}$$

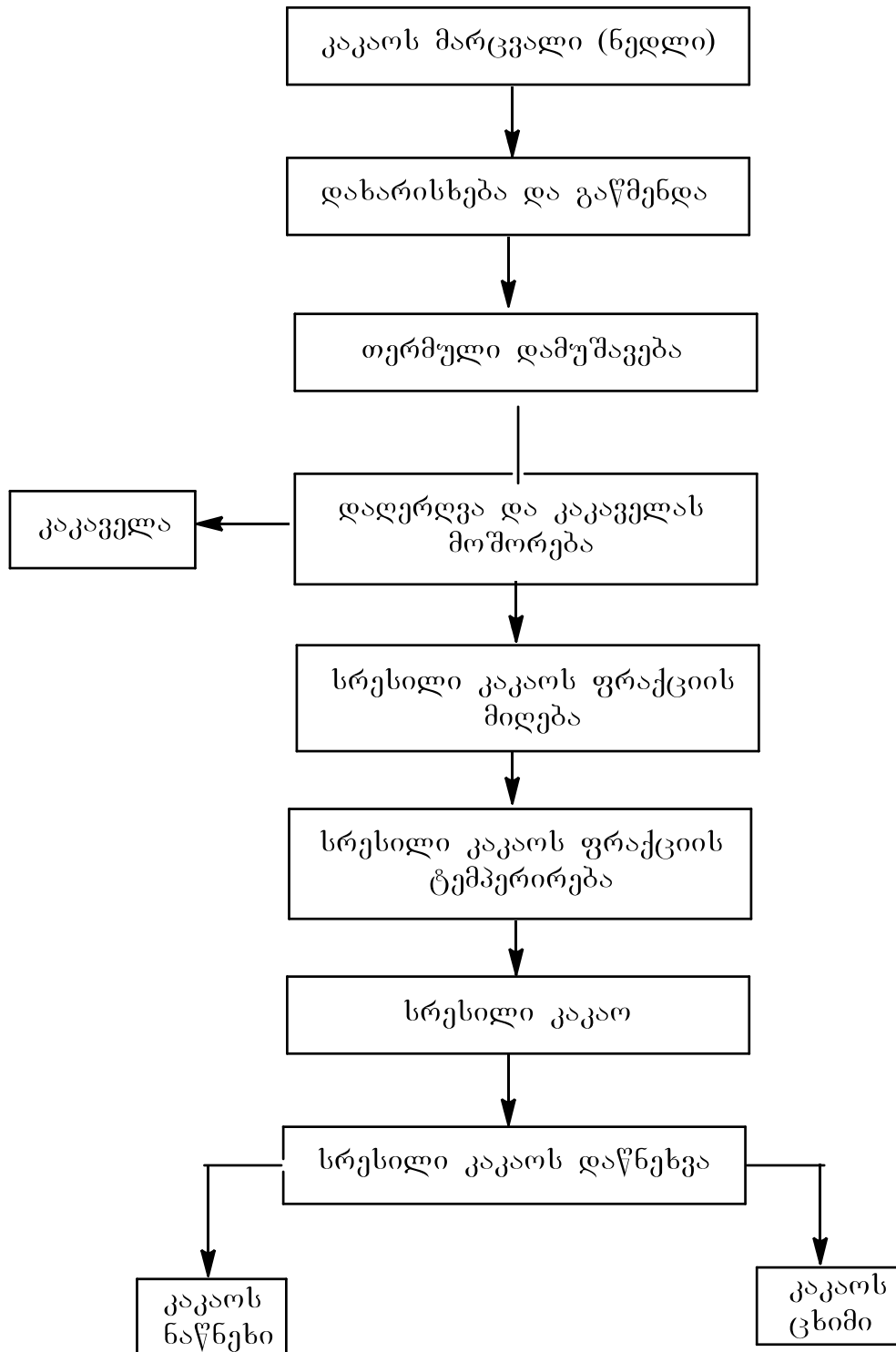
ფორმულა გამოიყენება ტემპერატურის 30-100°C-ის ზღვრებში.

3) ტემპერატურის გადაცემა ტოლია $4,5 \cdot 10^{-4}$ მ²/სთ, 30°C-ზე. ტემპერატურის ცვალებადობისას იგი იცვლება და მისი განსაზღვრისათვის რეკომენდირებულია შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\alpha = (4,7 - 0,007 T) \cdot 10^{-4} \text{ მ}^2/\text{სთ.}$$

4) სითბოტევადობა სრესილი კაკაოსი = 0,63. 30-100°C-ის ზღვრებში T -ის ცვალებადობისას სითბოტევადობის მაჩვენებელი არ იცვლება.

განვიხილოთ კაკაოს მარცვლის ნახევარფაბრიკატად
გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემა



შოკოლადის მასის მომზადება

შოკოლადის ნაწარმის კლასიფიკაცია - შოკოლადის ნაწარმი შესაძლებელია დაიყოს შემდეგ ძირითად სახეობად:

- ა) შოკოლადის ფილა, აბები;
- ბ) შოკოლადი - ფიგურული;
- გ) შოკოლადი - ჭიქური

შოკოლადი - ფილა წარმოადგენს სხვადასხვა ზომის და წონის ბრტყელ ფილებს, გახვეული წყალგაუმტარ და ცხიმგაუმტარ ქაღალდში.

შოკოლადი - აბები - განსხვავდება ფილებისაგან, ზომითა და წონით.

შოკოლადი - ფიგურული - წარმოადგენს შოკოლადის მასისაგან დამზადებულ სხვადასხვა ფიგურებს: ფრინველების, ცხოველებს და სხვა.

შოკოლადი - ჭიქური გამოიყენება კამფეტისა და კარამელის წარმოებაში, ფქვილოვან საკონდიტრო ნაწარმში, მოსართავად, მოსაჭიქურებლად;

შედგენილობის მიხედვით არსებობს გულსართიანი და გულსართის გარეშე: გულსართის გარეშე შოკოლადი შეიძლება იყოს დანამატებით, როგორცაა მაგ: შოკოლადი რძიანი - რძის ან რძის პროდუქტების დანამატით;

შოკოლადი - თხილიანი - თხილის ან არაქისის დამატებით.

შოკოლადი - ყავიანი - ნატურალური ყავის ან მისი ექსტრაქტის დამატებით:

შოკოლადი ხილის - ხილის დამატებით - ცუკატების სახით, მშრალი ხილის ან ხილის ცედრას სახით.

შოკოლადი გრილიაჟით - დაღერლილი, მოხალული თხილისა და შაქრის ნარევიტ და სხვა.

შოკოლადის სახეობისაგან დამოკიდებულებით მასში სრესილი კაკაოსა და შაქრის წონითი თანაფარდობა სხვადასხვა, ზოგადად კი მათი თანაფარდობა უნდა იყოს \approx ასეთი: 2 წილი შაქარი : 1 წილი სრესილი კაკაო.

მიუხედავად იმისა, რომ სრესილი კაკაო შეიცავს ცხიმს, რომელიც გადადის შოკოლადში, შოკოლადის მასის დამატებით ემატება კაკაო-ცხიმის გარკვეული რაოდენობა. ამით უმჯობესდება შოკოლადის ტექნოლოგიური და გემოვნებითი ისეთი თვისებები, როგორცაა სასიამოვნო, ნაზი გემო, და პირის ღრუში „დნობა“.

თუ გვაქვს თხილიანი ან ნუშიანი შოკოლადის წარმოება, მაშინ წინასწარ ხდება ნუშის, თხილის ან მისი მსგავსი ნაყოფის დამუშავება: დახარისხება მოხალვა გარე კანისაგან გათავისუფლება, ლილვიან წისქვილებზე მისი დაფქვა - მიღებული მასის შერევა შოკოლადის მასის სხვა კომპონენტებთან და მიღებული მასა დამატება ფორმირებისათვის მზა შოკოლადის მასაზე, 15 წთ-იანი მორევის შემდეგ კი ხდება ამ მასის ფორმირება;

ამრიგად, სრესილი კაკაოს მიღების შემდეგ ტექნოლოგიური ფაზაა კაკაოს მასის, შაქრისა და დანარჩენი კომპონენტების შერევა და მისი შემდგომი სრესვა-დამუშავება, რაც გვამღებს შოკოლადის მასას.

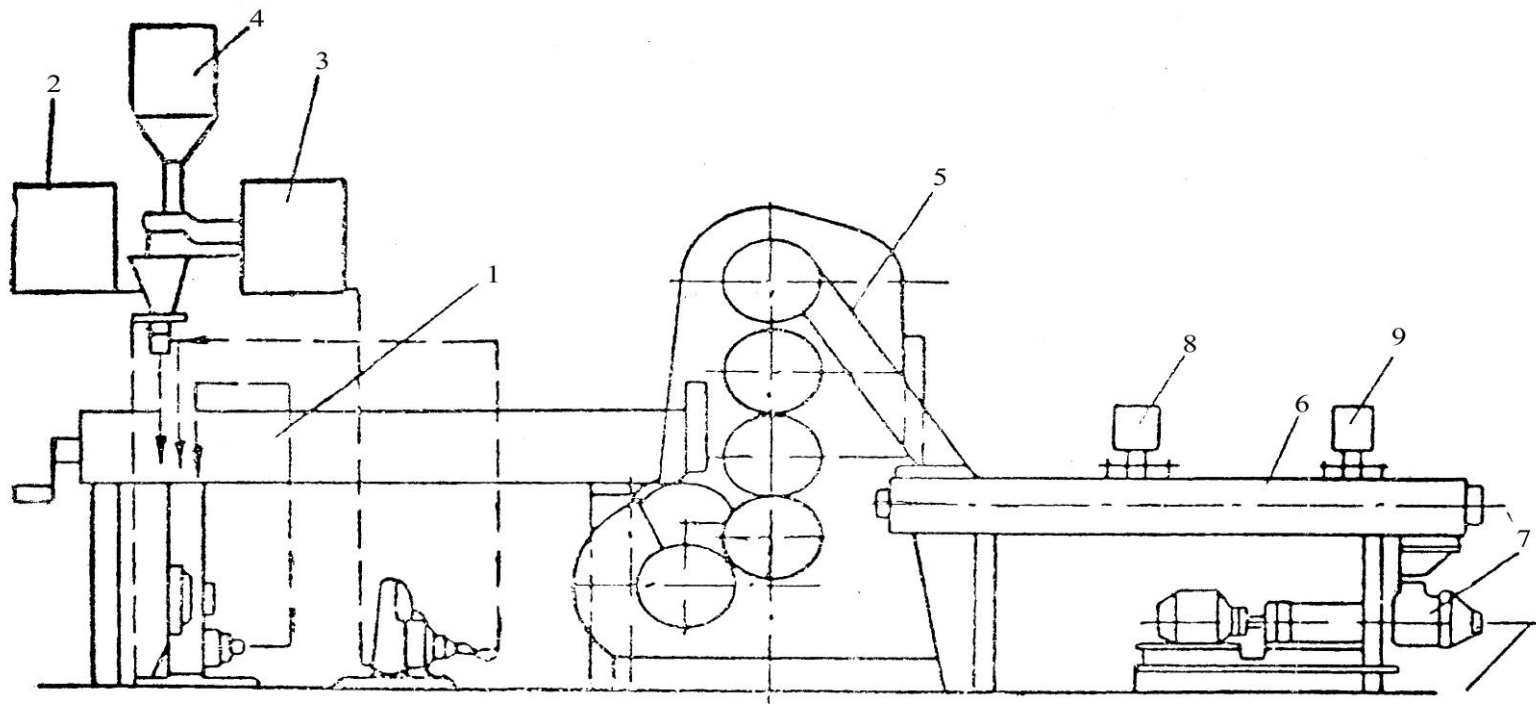
წარმოებაში ხდება შაქრის ფხვნილის დაწილადება წინასწარ, შაქრის ფქვილის სახით, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური მანქანები, სხვადასხვა კონსტრუქციის, დეზინტეგრატორები, მიკრო-წისქვილები და სხვა საფქვავიდან გამოსული შაქრის ფქვილის ნაწილაკების დაფქვის ხარისხი სხვადასხვაა, არის სხვადასხვა ფრაქციები, ამიტომ ხდება მათი გამოყოფა სპეციალურ დანადგარში, საიდანაც მსხვილი ფრაქცია მიდის მეორედ დაფქვაზე, ხოლო წვრილი ფრაქცია შოკოლადის მასის მოსამზადებლად. საჭიროა რომ შაქრის ფქვილი მიღებისთანავე იქნეს გამოყენებული, რამეთუ შენახვისას ხდება მისი შეკვრა მსხვილ მარცვლებად. რაც უფრო მშრალია შაქარი, მით მეტია წვრილი ფრაქციის გამოსავალი;

შოკოლადის მასის მომზადება იწყება სრესილი კაკაოს, შაქრის ფქვილისა და სხვა კომპონენტების შერევით. პროცესი შერევისა უფრო ეფექტურად მიმდინარეობს, როცა სრესილი კაკაო და ცხიმი არის თხევად მდგომარეობაში. წონითი თანაფარდობა სრესილი კაკაოსი და კაკაოს ცხიმისა განისაზღვრება მოცემული ასორტიმენტისათვის მზა შოკოლადში კაკაოს ცხიმის რაოდენობითა და სრესილ კაკაოში კაკაოს-ცხიმის შემცველობით.

განვიხილოთ შოკოლადის მასის მოსამზადებელი ხაზი, რომელიც შედგება ორი შემრევისაგან - 1, 6, ხუთლილცვიანი მანქანისაგან - 5 და ემულგატორისაგან - 7 (ნახ. 6).

შემრევი გათვალისწინებულია შოკოლადის მასის რეცეპტურული ნარევის დასამზადებლად, იგი აღჭურვილია დოზატორებით 2,3 და 4 სრესილი კაკაოს, კაკაოს ცხიმისა და შაქრისათვის.

სრესილი კაკაო და კაკაოს ცხიმი, გამთბარი 75-80°C-მდე ტუმბოები მიეწოდება მიმღებს, სადაც მას ემატება დოზატორით შაქარი. შემრევაში არევა ხდება ნიჩბებით. აქ მიიღება ნარევი 27% ცხიმის შემცველობით. ეს მასა მიეწოდება 5-ლილვიან მანქანის ხვიმრას, პირველი არევა მიმდინარეობს 20-25 წთ. ხუთლილვიანი წისქვილიდან შოკოლადის მასა უწყვეტად მიეწოდება მეორე შემრევს, სადაც დოზატორებით 8 და 9 ემატება რეცეპტურით გათვალისწინებული კაკაოს ცხიმის ნაწილი და 55-60°C-ზე გამთბარი გამთხევადებლები (1 : 1), ესენცია, მორევა გრძელდება 20-25 წთ. T = 50-60°C. შემრევიდან მასა უწყვეტი ქმედების ემულგატორში (7) ხვდება. აქ დისკოს დიდი სიჩქარით ბრუნვის (1400 ბრუნი/წთ) შედეგად ხდება შოკოლადის მასის სტრუქტურის რღვევა, მცირდება სიბლანტე. მზა შოკოლადის მასა იმისდა მიუხედავად, როგორი შოკოლადი მზადდება, გადადის დამფორმებელში;



ნახ. 6. შოკილადის მასის დასამზადებელი მექანიზირებული ხაზის სქემა
 1.6 -შემრევეები; 2, 3, 4 - დოზატორები; 6 - ხუთლილვიანი მანქანა; 8,9 -დოზატორები; 7-ემულსატორი

შოკოლადის მასის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება მისი დამუშავებისას - შოკოლადის მასის დამუშავებისას ადგილი აქვს მისი ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების ცვალებადობას, იცვლება სიბლანტე, სინესტე, სიმტკიცე მყარი ფაზის დისპერსულობა. ეს ცვლილებები ძირითადად ხდება შოკოლადის მასის დამუშავებისას ლილვიან მანქანებზე.

შოკოლადის მასაში სინესტის შემცირება იწვევს სიბლანტის შემცირებას, ეს შესამჩნევია აგრეთვე კაკაოს ცხიმის კონცენტრაციის გაზრდისას და ტემპერატურის გაზრდისას. შოკოლადის მასის სიბლანტის შემცირებისას მიმდინარეობს ერთდროულად მისი სტრუქტურის სიმტკიცის შემცირება. შოკოლადის მასის სტრუქტურა იქმნება შაქრის მიკროკრისტალების და სრესილი კაკაოს წვრილად დაფქვილი ფრაქციის ჰიდროფილური უბნების შეწყობებით, აქ სადისპერსიო ფაზა არის კაკაოს-ცხიმი. დადგენილია, რომ ცხიმის რაოდენობის გაზრდა შოკოლადის მასაში 25%-მდე, ამცირებს 9-ჯერ სტრუქტურის სიმტკიცეს. რაც უფრო მაღალია შოკოლადის მკვრივი ფაზის დაქუცმაცების ხარისხი, მით უფრო რბილი, ნაზი და სასიამოვნო გემო აქვს მას.

ლილვიანმა მანქანებმა შესამჩნევად აამაღლეს დასამუშავებელი შოკოლადის მასის დაქუცმაცების ხარისხი, მაგრამ მიუხედავად ამისა, სრულყოფილი დაქუცმაცებისათვის მიმართავენ შოკოლადის მრავალგზის დამუშავებას. პროდუქციის ვალციან მანქანაზე, პირველი დამუშავების შემდგომ მას მეორედ ისეთ მანქანაზე ამუშავებენ, სადაც ლილვებს შორის ღრეჩო რამდენიმე ნაკლებია ვიდრე წინა მანქანებზე. ხუთვალციან მანქანებზე ჩატვირთების მასა შეიცავს $\approx 25\%$ კაკაოს ზეთს და 40°C ტემპერატურაზე. მას აქვს ცომისებური კონსისტენცია. საკმაოდ სქელი ფენის პროდუქტი სვლის მიხედვით პირველი ლილვებით წარიტაცება. მომდევნო ლილვებისაკენ მოძრაობისას მათზე გარშემოვლებული შოკოლადის ლენტი სულ უფრო

თხელდება, მასაში მყოფი ნაწილაკები უფრო წვრილმანდება და იზრდება მისი ზედაპირის ფართი.

მანქანის უკანასკნელ ლილვთან მისვლისას შოკოლადის მასა მკვეთრად იცვლის თავის სტრუქტურას, შეკავშირებული, ნახევრად თხევადი, ცომის მსგავსი სტრუქტურის მაგიერ, რომელიც მას მანქანაში ჩატვირთვის დროს ჰქონდა, მანქანიდან გამოსვლისას იღებს მშრალ, ფხვნილისებრ სტრუქტურას, რაც არის შედეგი იმისა, რომ შოკოლადის მასაში კაკოს ზეთი ნაწილდება კაკოს მასის დაქუცმაცების შედეგად მიღებულ სულ უფრო დიდი ზედაპირის ფართზე და ღებულობს თხელი აფსკის ფორმას, რაც იწვევს მისი ფიზიკური თვისებების მნიშვნელოვან ცვლილებებს.

პრაქტიკაში შოკოლადის მასის ხუთლილვიან წისქვილებზე დამუშავება ძირითადად ერთჯერადად მიმდინარეობს, იმ პირობით, რომ ხუთვალციანი მანქანის ლილვები არ უნდა იყოს გაცვეთილი და შოკოლადის მასის დაფქვის ხარისხი უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტის მოთხოვნებს შოკოლადის მასა. საბოლოო დამუშავების მიზნით იგზავნება გამომყვან მანქანაში, რომელიც აღჭურვილია გამათბობელით, გამომყვან მანქანაში ხდება შოკოლადის მასის სრესვა, მასის $T = 50-60^{\circ}\text{C}$; აქვს თხევადი კონსისტენცია და გარკვეული დენადობით და მოძრავი თვისებებით განირჩევა. პროცესი საკმაოდ ხანგრძლივია (72 სთ); აქედან გამოსული შოკოლადის მასა იგზავნება დასაყალიბებად. შოკოლადის მასის დამუშავება აუჯობებს გემოს, არომატს და შენახვის მიმართ შედეგობას.

გამომყვან მანქანებზე პროდუქტის დამუშავების პროცესში ხდება ტენიანობის შემცირება, სიბლანტის შემცირება, უმჯობესდება დაქუცმაცების ხარისხი, მცირდება მასის მჟავიანობა, შოკოლადის მასაში მყოფი მთრიმლავი ნივთიერებები შემდგომში იჟანგება და გადადის უხსნად ფორმაში, „რბილდება“ შოკოლადის გემოს სიმწარე და სიმწკლარტე, იზრდება ჰომოგენობის ხარისხი;

შოკოლადის სიბლანტის შემცირება შესაძლებელია კაკაოს ზეთის, ლეციტინის ან მისი შემცველი ნივთიერებების დამატებით. ლეციტინი (ფოსფატიდი) ორგანული ნაერთია, მისი ოპტიმალური რაოდენობა შოკოლადის მასის წონის 0,3-0,4%-ის ფარგლებში მერყეობს. თანამედროვე გამოყვანი მანქანები, თავისი მაღალი მწარმოებლობით, გვამლევენ საშუალებას შევამციროთ მკვეთრად შოკოლადის მასის დამუშავების დრო ხარისხის გაუარესების გარეშე 2 – 6 სთ-მდე. სითხეში დიფუზიის პროცესების და კრისტალიზაციის დასაჩქარებლად, დასაქუცმაცებლად, სხვადასხვა პროდუქტის შენახვის ვადის გაგრძელების მიზნით, კვების წარმოებაში გამოიყენება ულტრაგერა. ულტრაბგერის რყევის გამოყენებას სითხეში წარმოადგენს დეზინტეგრაციის პროცესი (ემულგირება, დისპერგირება, ჰაერის გათხევადება და სხვა). დადგენილია, რომ შოკოლადის მასის დამუშავება ულტრაბგერით, როგორც კონშირებამდე (გამოყვანამდე), ისე მის შემდეგ, არ იწვევს შოკოლადის დისპერსულობის ხარისხის ცვლილებას, მაგრამ ულტრაბგერის დადებითი გავლენა დადგენილი იყო: გააუმჯობესდა შოკოლადის გემოვნებითი ღირებულება, გამორჩეული ნაზი, ხავერდოვანი და უფრო წმინდა ბუკეტით. ულტრაბგერის მოქმედებით შემცირდა შოკოლადის მასის სიბლანტე საშუალოდ 7-10%-ით.

შოკოლადის ფორმირება

კაკაოს ცხიმის თვისობრივი უპირატესობა და მისი გავლენა ფორმირების პროცესზე - დამუშავებული შოკოლადის მასა უკვე მზა პროდუქციაა, რომელიც უნდა ჩამოისხას და მიეცეს გამყარების საშუალება. ფორმირების პროცესი სამი სტადიისაგან შედგება: ტემპერირება, ფორმებში ჩასხმა და ფორმიდან ამოგდება.

კაკაოს ზეთს დაყალიბების პროცესში დიდი სირთულე შეაქვს, იგი გარემომცველი ოდნავი ცვლილებებისა და განსაკუთრებით კი ტემპერატურის

ცვლილებების მიმართ საკმაოდ მგრძობიარეა. კაკაოს ზეთი ძირითადად სხვადასვა მჟავების გლიცერიდების ნარევია, მასში 78%-მდე ტრიგლიცერიდებია ერთი უჯერი კავშირით, თუმცა იგი ნაჯერ ტრიგლიცერიდებსაც შეიცავს, რომლის ლღობის $T=68^{\circ}\text{C}$ და შერეულ ტრიგლიცერიდებსაც, ორი ან სამი უჯერი კავშირით, რომელთა მდგომარეობა თხევადია; კაკაოს ზეთი რომ ფრთხილად, არევის გარეშე და მასში კრისტალიზაციის ცენტრების უქონლობის გამო გავაცივოთ. იგი შეიძლება ადვილად მივიყვანოთ იმ ტემპერატურამდე, რომელიც 10° -ით ნაკლებ იქნება მისი გამყარების ტემპერატურაზე და წყნარ მდგომარეობაში ზეთი დიდხანს შეინახავს თავის ამორფულ სტრუქტურას, ხოლო ხანგრძლივი დროის შემდეგ აიმღვრევა - მასში კრისტალების წარმოშობის გამო, რომლებიც შოკოლადის მთელ მასაში არ ნაწილდებიან თანაბრად და იყრიან თავს ცალკეულ ნაწილში. კაკაოს ზეთს გადაციებისა და კრისტალიზაციის გარეშე მყარ მდგომარეობაში გადასვლის უნარი აქვს, რაც ართულებს დაყალიბებას.

თუ გამომყვანი მანქანიდან გადმოვტვირთავთ თბილი შოკოლადის მასას, ჩავასხამთ შოკოლადის ყალიბში $\approx 50^{\circ}\text{C}$ -ტემპერატურაზე და მას მივცემთ $20-25^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურამდე გაცივების საშუალებას, მაშინ ასეთ შოკოლადს ანატეხში ექნება დამახასიათებელი ტლანქი სტრუქტურა, რომელიც ახდენს არასასიამოვნო გავლენას გემოზე, ის არ იქნება ნაზი და „დნობადი“, ასეთი გემო იმის გამო წარმოიქმნება, რომ თბილი შოკოლადის მასაში მყოფი მყარი ნაწილაკები, რომლებიც წყნარ მდგომარეობაში იმყოფებიან, მსხვილ, ზეთით დაცემენტებულ აგრეგატებად ერთდებიან და ასეთ მდგომარეობაშივე მყარდებიან. რამდენიმე ხნის შემდეგ კი შოკოლადის ფილა ზევიდან, ობის მსგავსი, თავისებური ნაცრისფერი ფიფქით იფარება. ამ მოვლენის მიზეზს კაკაოს ზეთის გადაცივების თვისებით ხსნიან.

ანსხვავებენ ასეთი „გაჭადრაგების“ ორ სახეს: ცხიმოვან გაჭადრაგებასა და შაქროვან გაჭადრაგებას. შაქროვანი გაჭადრაგება აიხსნება შოკოლადის

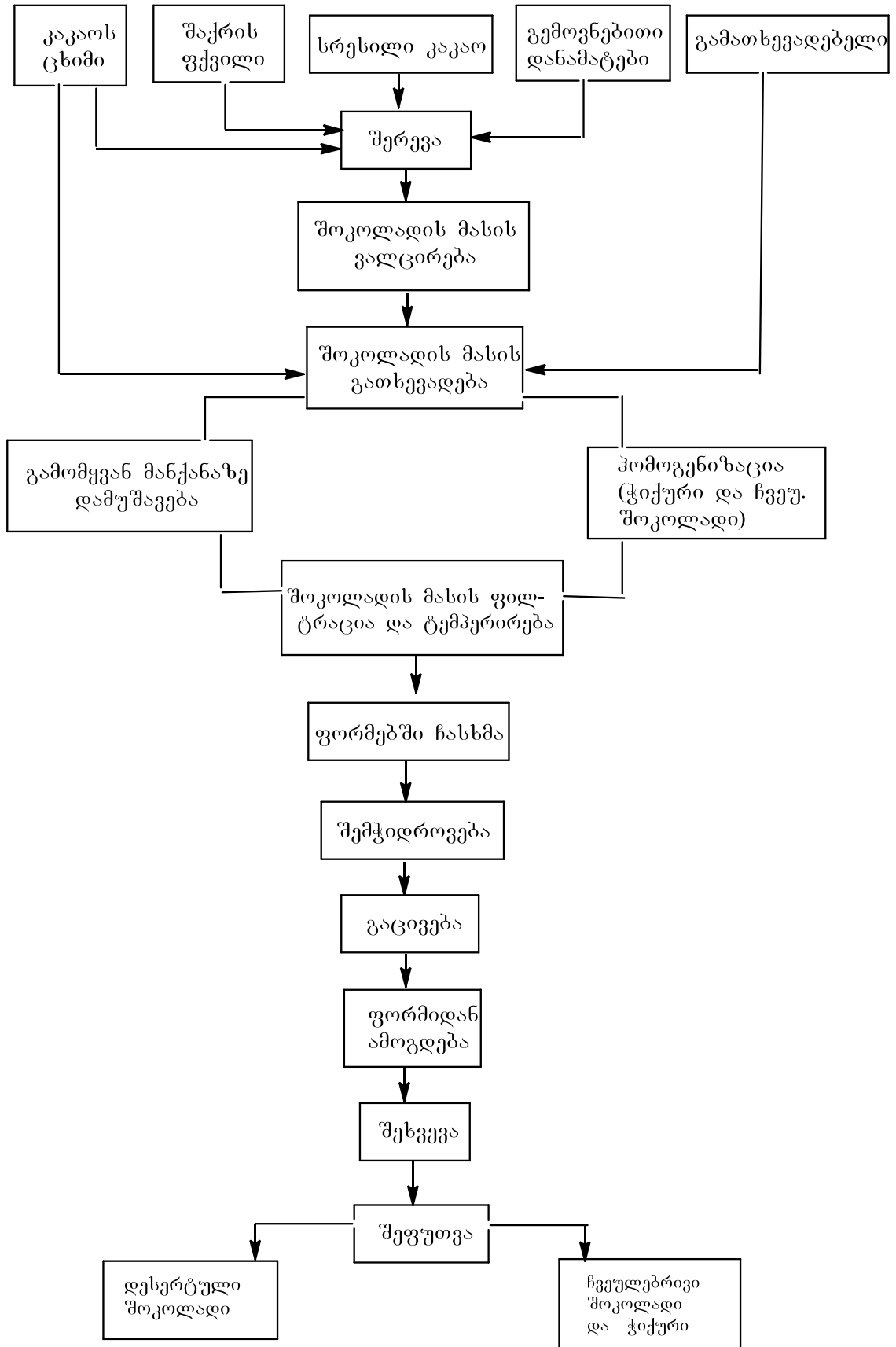
მასაში შაქრის კრისტალების გადასვლით უფრო მსხვილი ზომის კრისტალებში. ცხიმოვანი გაჭაღარავება კი გამოწვეულია კაკაოს ზეთის არაერთგვაროვანი შემადგენლობით.

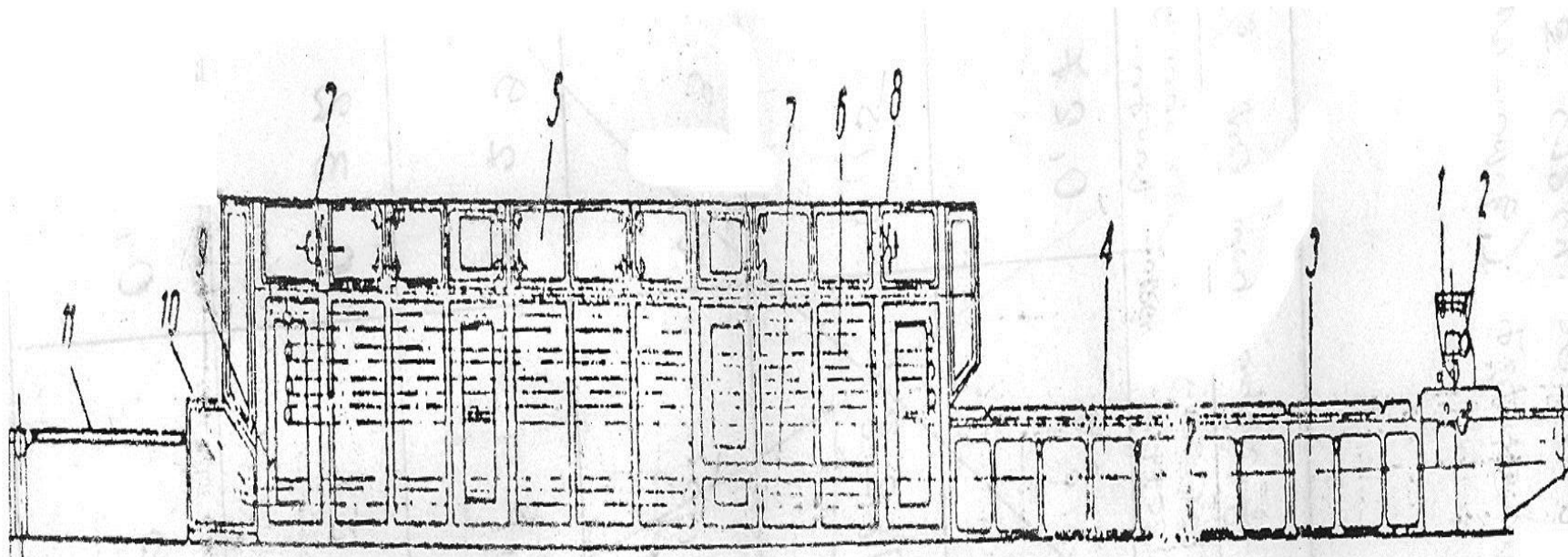
კაკაოს ცხიმში დადგენილი ოთხი პოლიმორფული ფორმა: γ , α , β^1 და β . სამი მათ შორის არამდგრადია (მეტასტაბილურია), ხოლო ერთი - სტაბილურია, და ინარჩუნებს თავის მდგომარეობას გარკვეული, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. კაკაოს ცხიმის ერთი პოლიმორფული ფორმის მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლა,, ანუ მისი ფაზური გარდაქმნა, მიმდინარეობს გარკვეული ტემპერატურული პირობების შემთხვევაში, ანუ ყოველი ფორმისათვის არსებობს თავისი გარდაქმნის ტემპერატურული ეფექტი.

ამის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროა შოკოლადის მასის ტემპერირება, ანუ შეიქმნას პირობები, როცა კაკაოს ცხიმი კრისტალიზდება მანამ, ვიდრე ის შოკოლადის ყალიბებში იქნება ჩასხმული. ამ მიზნისათვის გამომყვანი მანქანიდან გადმოვტვირთულ, დაყალიბებისათვის დამზადებულ თბილი შოკოლადის მასას ყალიბებში ჩასხმის წინ აცივებენ შეძლებისდაგვარად დაბალ ტემპერატურამდე, რათა გამოიწვიოს კრისტალების წარმოშობა, მაგრამ ისე, რომ არ მოხდეს მასის გადაცივება.

მატემპერირებელ მანქანაში შოკოლადის მასის ტემპერატურა $\approx 29-31^{\circ}\text{C}$. ტემპერირებული შოკოლადის მასა (30°C) იფილტრება უწყვეტი ქმედების ფილტრში და ამის შემდეგ გადაეცემა ჩამოსახმელი მანქანის ხვიმირას. ფორმებში ჩასხმული შოკოლადი ხვდება ვიბროტრანსპორტიორზე; ვიბროტრანსპორტიორზე დამუშავებული შოკოლადის მასა უცებ ცივდება გამაცივებელ საკანში $5-8^{\circ}\text{C}$ -ზე 30 წთ-ის განმავლობაში. გაცივებული შოკოლადის ამოგდება ფორმებიდან ხორციელდება სპეციალური მექანიზმით.

განვიხილოთ ფილოვანი შოკოლადის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა





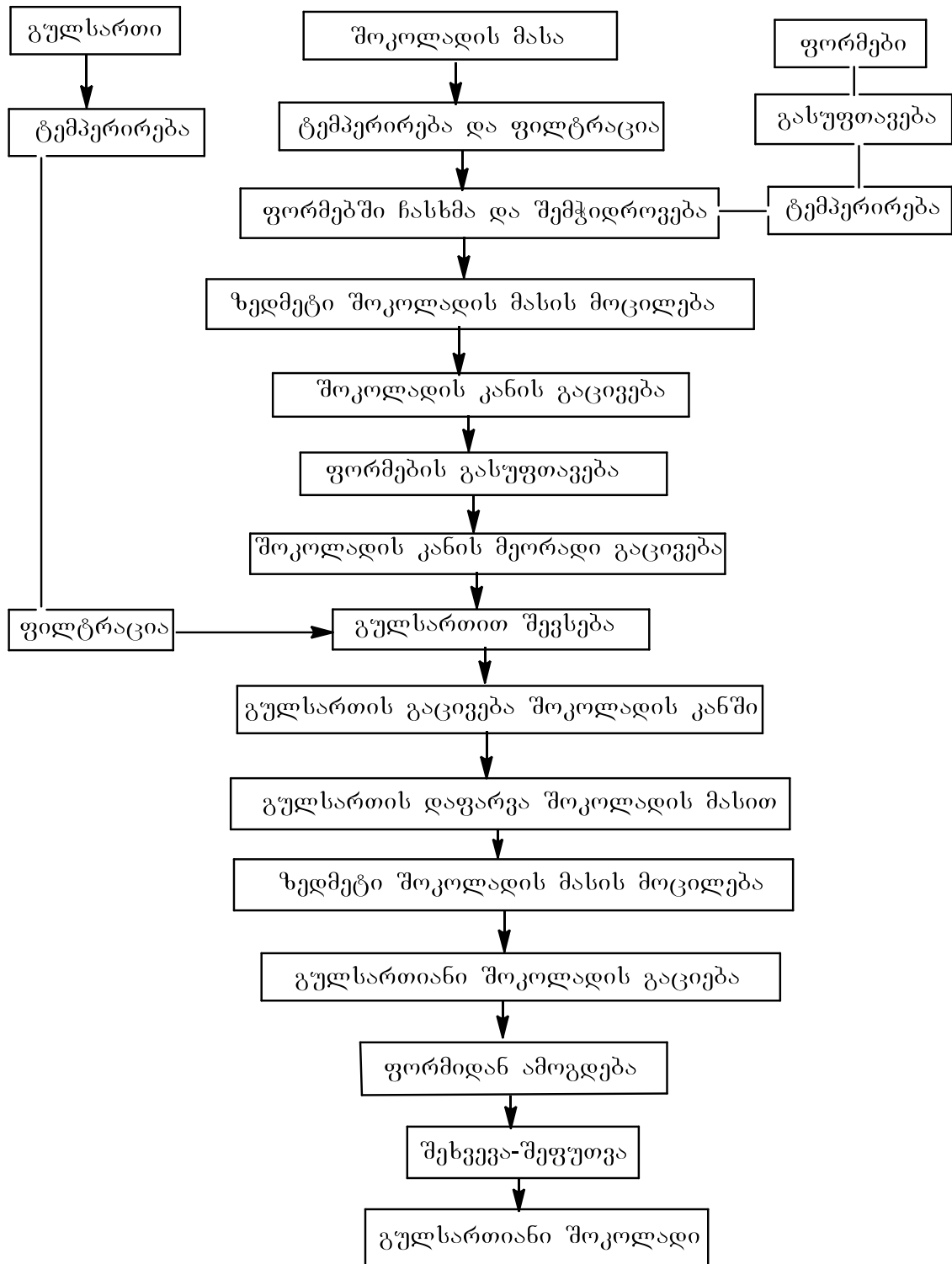
ნახ. 7 ფილოვანი შოკოლადის ფორმირების აპარატურული სქემა
 1-ჩამოსასხმელი მანქანა; 2- წონის მარეგულირებელი; 3 - მოწყობილობა ფორმების გასაცხელებლად;
 4- უხმაურო ვიბროტრანსპორტიორი; 5- გამაცივებელი კარადა; 6 გამაცივებელი ტრანსპორტიორი,
 7- შოკოლადის ამომგდები მექანიზმი; 8- ვენტილატორი; 9 - ფორმის ამომტრიალებელი მექანიზმი
 10, 11 - დასატვირთი ტრანსპორტიორი

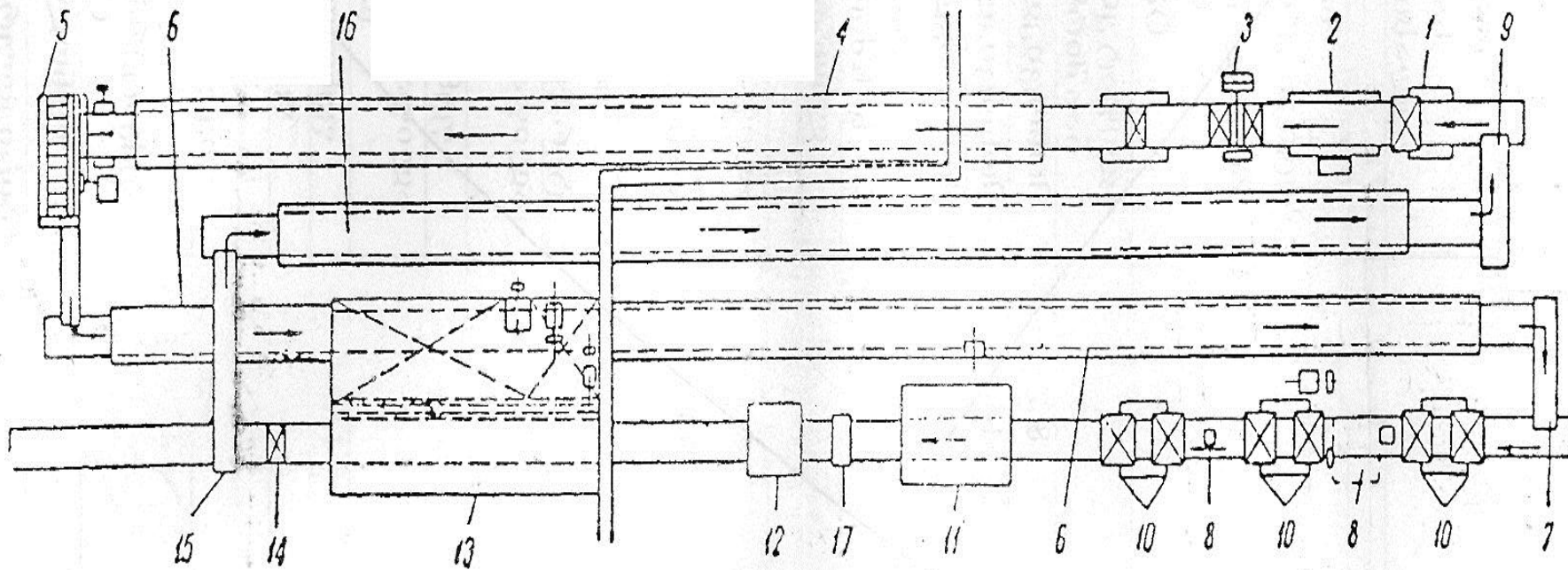
გულსართიანი შოკოლადის დამზადებისას ყალიბებში ხდება შოკოლადის მასის ჩამოსხმა, რხევად ტრანსპორტიორზე მისი შემჭიდროვება, სპეციალური მექანიზმით ყალიბის ამოტრიალება და თითოეული ყალიბის ცენტრალურ ნაწილში მყოფი შოკოლადი გადმოღვრა და დაგროვდება მიმღებში. ამ ოპერაციისას ყალიბში წარმოიქმნება სიცარიელე, რომელსაც ავსებენ ამა თუ იმ გულსართით შოკოლადის თხელი კანის გაცივების შემდეგ, რასაც ახორციელებენ ცივი ჰაერის შებერვით;

გულსართიანი შოკოლადი ისევ ხვდება ვიბროტრანსპორტიორზე, სადაც ხდება გულსართის შემჭიდროვება და შემდეგ კი გამაცივებელში, სადაც გულსათი ცივდება 18-20°C-მდე.

ამის შემდეგ ხდება მისი მოჭიქურება (ანუ ზემოდან ისევ შოკოლადის მასის გადასხმა), კვლავ ცივდება გამაცივებელ კარადაში 8°C-მდე, რის შემდეგაც ხდება მისი გადმოტვირთვა და შეხვევა-შეფუთვა.

განვიხილოთ გულსართიანი შოკოლადის მომზადების ტექნოლოგიური
სქემა



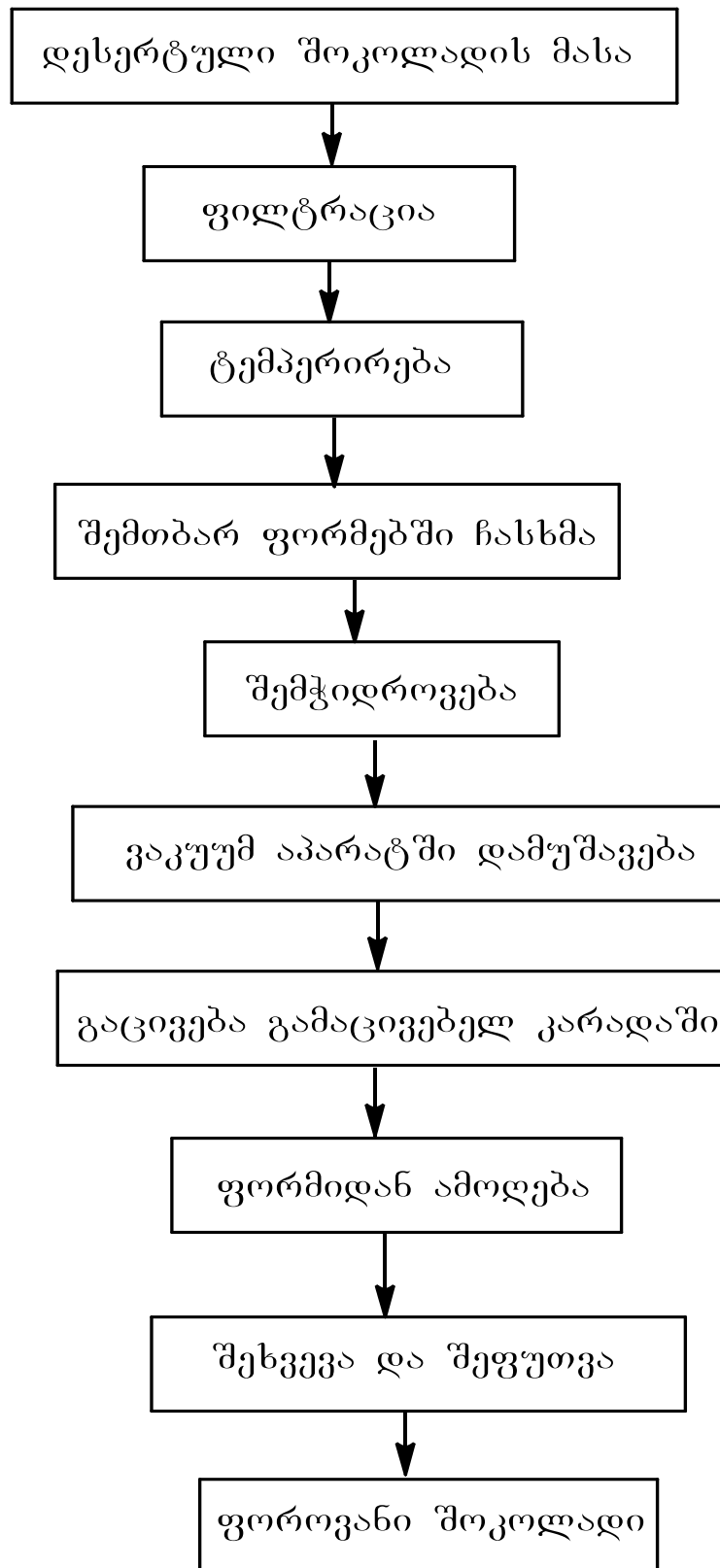


ნახ.8 გულსართიანი შოკოლადის მოსამზადებელი აპარატურული სქემა

- 1-ჩამოსასხმელი მანქანა; 2, 8-ტრანსპორტიორი; 3-გადმომყირავებელი აპარატი; 4, 6 - ჰორიზონტალური მაცივარ-კარადა; 5- ფორმების დასაწმენდი ტრანსპორტიორი; 7, 9, 15 - ტრანსპორტიორი (გადამკვეთი); 10 - გულსართის ჩამოსასხმელი აპარატი; 11 - დასაყოვნებელი კარადა; 12 - მოსაჭიქურებელი მანქანა; 13 - ვერტიკალური მაცივარ-კარადა; 14 - ნაწარმის ამოსაგდები მექანიზმი; 16 - ტრანსპორტიორი-გამათბობელი; 17 - ელ.ღუმელი

ფოროვანი შოკოლადის დამზადებისას, მატემპერირებიდან გამოსული შოკოლადის მასა, რომლის ტემპერატურა ტოლია 30-32°C, ისხმება 30°C-იან ფორმებში - ფორმის სიმაღლის $\frac{3}{4}$ -ზე, რის შემდეგაც იგი ხვდება ვიბროტრანსპორტიორზე და შემდგომ სპეციალურ ვაკუუმ-აპარატში, სადაც იქმნება გაუხშობა (710 – 720 მმ ვერცხლისწყლის სვეტისა). ასეთი გაუხშობის პირობებში ჰაერის მიკრობუშტულაკები ფართოვდება და ქმნიან ფორებს ფოსუნების შესანარჩუნებლად ერთდროულად ვაკუუმ-აპარატში ხდება შოკოლადის გაცივება, რის შემდეგაც უშვებენ ვაკუუმ-აპარატში ჰაერს, ატმოსფერული წნევის მისაღებად. მთელი ეს პროცესი მიმდინარეობს ≈ 20 წთ-ის განმავლობაში. ვაკუუმ-აპარატიდან გადმოტვირთული შოკოლადი ცივდება გამაცივებელ კარადაში 4-6°C-ზე 10-15 წთ-ის განმავლობაში, რის შემდეგაც ხდება მისი ამოგდება ფორმიდან და შეხვევა.

ფოროვანი შოკოლადის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა

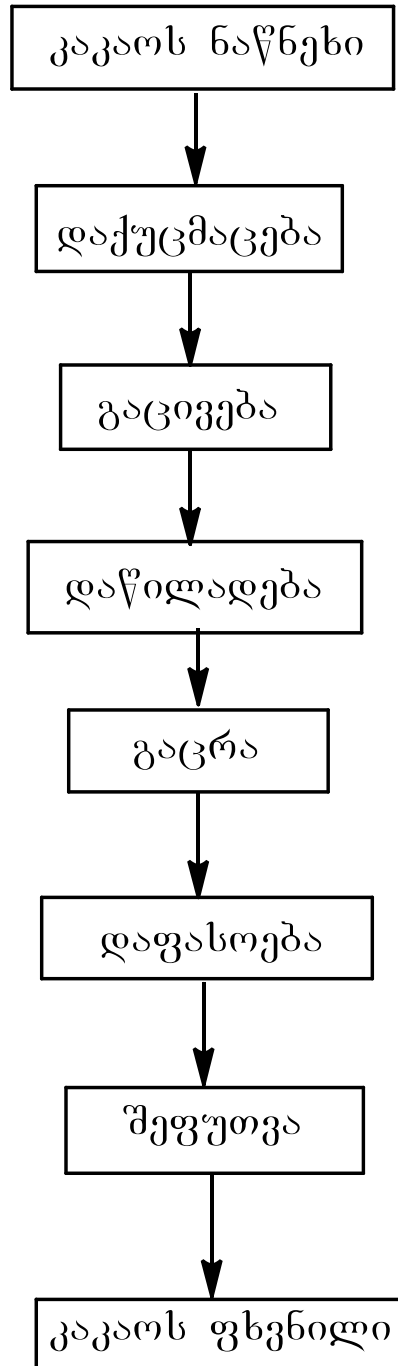


კაკაოს ფხვნილის წარმოება - კაკაოს ფხვნილი შოკოლადის წარმოების თანაპროდუქტია. მისი მომზადება იწყება კოპტონის - სრესილი კაკაოს ნაწნების დამუშავებით. ნაწნეში კაკაოს ცხიმის შემცველობა უნდა იყოს $\approx 17\%$. სრესილი კაკაო მატემპერირებლის მიმღებიდან $85-90^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურით იგზავნება ჰიდრაულიკურ წნეხზე, სადაც ხდება კაკაოს ზეთის გამოცლა - კაკაოს მასისაგან. ზეთი იგზავნება შოკოლადის წარმოების ტექნოლოგიურ ხაზზე, ხოლო კოპტონი ცივდება $30-35^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე და გადაეცემა დამქუცმაცებელს და გამცრელ დანადგარს, რის შემდეგაც ხდება მისი დაფასოება - შეფუთვა.

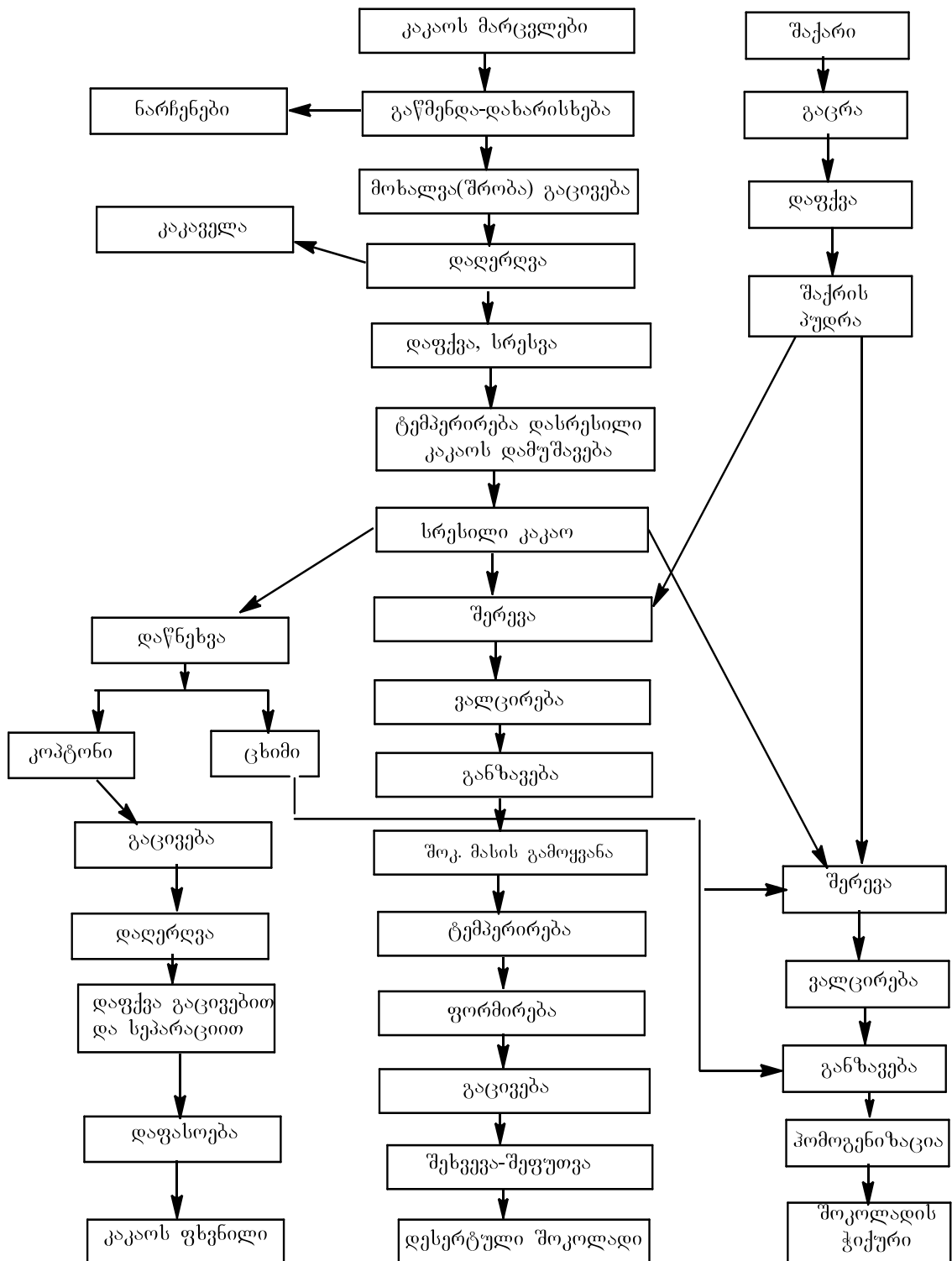
ძირითადი ნარჩენი და წუნი შოკოლადისა და კაკაოს ფხვნილიც წარმოებაში არის:

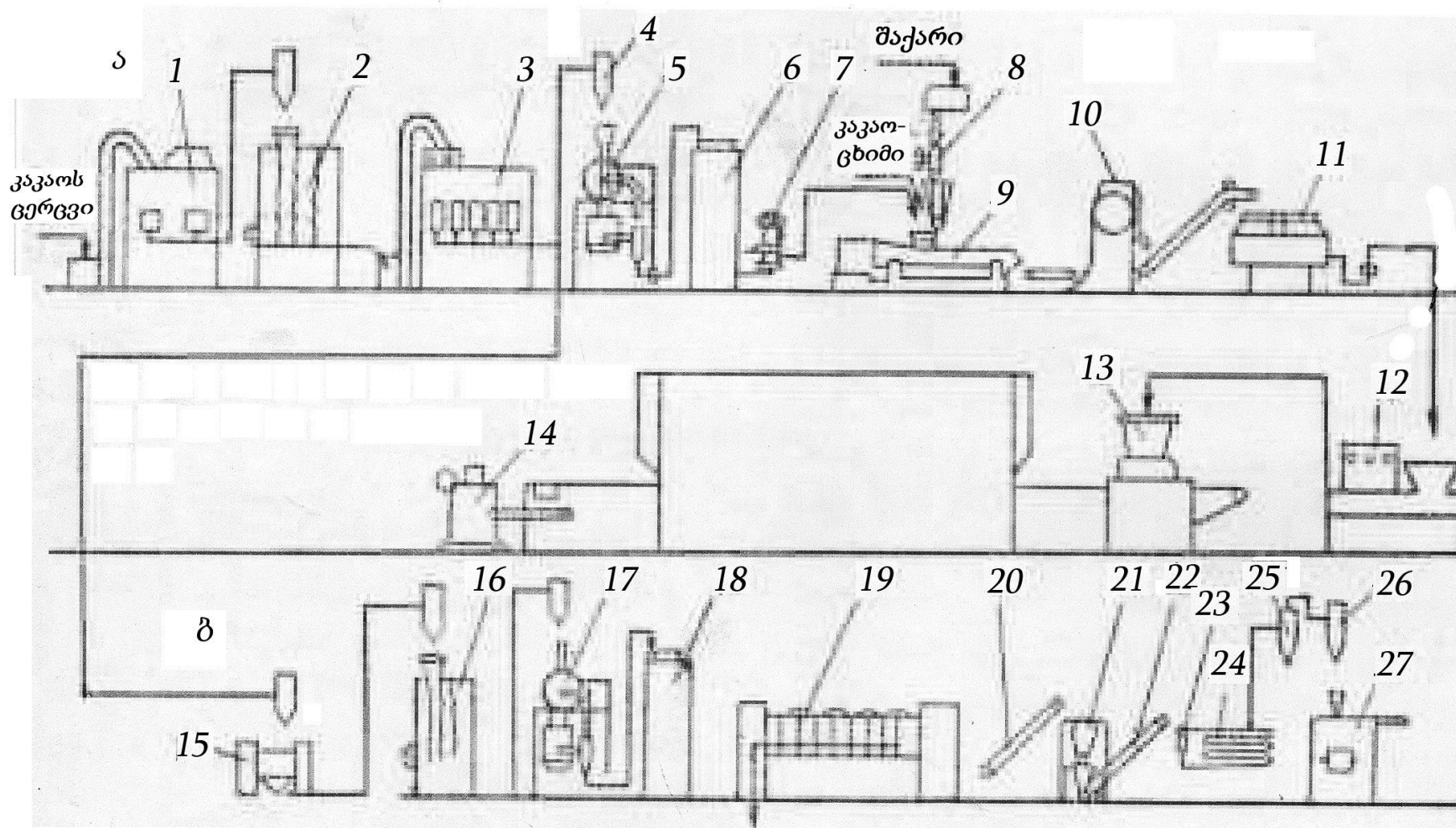
1. კაკაველა - რომელიც მიიღება, როგორც ნარჩენი სამსხვრევ-დამხარისხებელ მანქანას კაკაოს მარცვლებისაგან გამოიყენება ცხიმოვანი ჭიქურის მოსამზადებლად
2. მსხვილი კაკაო - ფხვნილი, რომელიც მიიღება როგორც ნარჩენი გამცრელ-სეპარაციულ აგრეგატებზე, გამოიყენება კარამელის, კამფეტის მოსართავად, კამფეტის კორპუსის დასამზადებლად.
3. შეწებებული და ნატეხი მარცვლები, ცალკე მოიხალება და გამოიყენება საშუალო ხარისხის შოკოლადის წარმოებაში
4. ფორმიდან შოკოლადის ამოგდებისას შეიძლება მოხდეს შოკოლადის ფილის დეფორმირება, ასეთ შემთხვევაში ათბობენ მას, ფილტრავენ და აბრუნებენ დამფორმებელში.

განვიხილოთ კაკაოს ფხვნილის წარმოების
ტექნოლოგიური სქემა



**შოკოლადის, კაკოსა და შოკოლადის ჭიქურის მომზადების
ტექნოლოგიური სქემა**





ნახ. 9. ფილოვანი შოკოლადისა და კაკაოს წარმოების ტექნოლოგიურ-აპარატული სქემა

ა - ხაზი : კაკაოს მარცვლის გამწმენდ-დამხარისხებელი მანქანა, 2 - საშრობი, 3- გამწმენდ-დამხარისხებელ - დამქუცმაცებელი მანქანა, 4 - თვითმცველი, 5 - წისქვილი, 6 - მიმღები, 7 - ტუმბო, 8 - შაქრის საფქვაავი, 9 - შემრევი მანქანა, 10 - ვალცებიანი მანქანა, 11 - კონშმანქანა (გამომყვანი), 12 - მატემპერირებული მანქანა, 13 - ჩამოსასხმელი ავტომატი (ჩამოსხმა ფორმებში, ვიბროდამუშავება, გაცივება), 14 - შესახვევი მანქანა;

ბ - ხაზი: 15 - შემრევი (დამხარისხებელი დამქუცმაცებელი მანქანიდან -3 კაკაოს მარცვლების ნაწილი ტრანსპორტირდება შემკრებში - 15), 16 - საშრობი, 17 - საფქვაავი, 18 - მატემპერირებული (90°C), 19 – წნეხი (აქედან კაკაოს ცხიმი გადაეცემა შემკრებს 9), 20 - ტრანსპორტიორი, 21 - კოპტონის სამსხვრევი-დაქუცმაცებული მანქანა, 22 - ტრანსპორტიორი, 23 - დეზინტეგრატორი 24 - გამაცივებელი ტრანსპორტიორი, 25 - კლასიფიკატორი (აცალკეებს კაკაოს ფრაქციებს), 26 - ციკლოვანი (ილექება წვრილი ფრაქცია), 27 - დასაფასოებელი ავტომატი;

ლიტერატურა

1. Технология кондитерского производства, под ред. А.Л. Соколского, М., пищевпромиздат, 1969. Пищепромиздат, М. 1969 664.68(10) ;
2. ა. თარხნიშვილი - კვების პროდუქტების ზოგადი ტექნოლოგია - გამომცემლობა განათლება, I და II ნაწ. თბილისი - 1982წ. 664.6(02)9 ;
3. ა.რაპოპორტი, ლ. სოსნოვსკი-საკონდიტრო წარმოების ტექნოლოგია-სპი, 1961. 664.68(083) ;
4. справочник кондитера. часть 1, Сырье и технология кондитерского производства, под ред. Е.И. Журавлева. М., Пищ. пром. 1966.
5. Справочник кондитера. Часть 2. Технологическое оборудо-вание предприятий кондитерской промышленности. Изд. пищ. пром. И., 1970
6. Г. А. Маршалкин - Технологическое оборудование кондитерских фабрик, М. 1968.

შინაარსი

შოკოლადისა და კაკაოს წარმოების ტექნოლოგია

- ზოგადი ცნებები. 2
- კაკაოს მარცვლის ფერმენტაცია. 4
- კაკაოს მარცვლის შემადგენელი ცალკეული ნაწილების დახასიათება. 6
- პროცესები სრესილი კაკაოს მომზადებამდე. 10
- სრესილი კაკაოს მიღება. 19
- სრესილი კაკაოს კონსტანტები 23
- კაკაოს მარცვლის ნახევარფაბრიკატად გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემა
- შოკოლადის ნაწარმის კლასიფიკაცია 25
- შოკოლადის მასის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება მისი დამუშავებისას 29
- კაკოს ცხიმის თვისობრივი უპირატესობა და მისი გავლენა ფორმირების პროცესზე 31
- ფილოვანი შოკოლადის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა 34
- გულსართიანი შოკოლადის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა 37
- ფოროვანი შოკოლადის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა 40
- კაკაოს ფხვნილის მომზადება 41
- შოკოლადის „კაკაოსა და შოკოლადის ჭიქურის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა 43

- ლიტერატურა.....46