

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თ. რუხაძე

საქაროზის ტექნოლოგია
(ლექციების კურსი)

თ ბ ი ლ ი ს ი - 2 0 1 2

სარჩევი:

1	ლერწმიდან შაქრის წარმოება	
1.1.	შაქრის წარმოების მიმოხილვა	3
1.2.	რა არის საქაროზა	5
1.3.	შაქრის წარმოება კავკასიაში	5
1.4.	შაქრის ლერწამი	6
1.5.	შაქრის ლერწმის წვენის შემადგენლობა	7
1.6.	შაქრის ლერწმიდან წვენის მიღება	9
1.7.	შაქრის ლერწმის წვენის გასუფთავება	11
1.8.	შაქრის ლერწმის წვენის კრისტალიზაცია (ნახევარფაბრიკატი)	15
1.9.	შაქრის ნედლეულის (ნახევარფაბრიკატის) დახასიათება.	16
1.10.	შაქრის ლერწმის ნედლეულის (ნახევარფაბრიკატის) გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემა	18
1.11.	შაქრის ლერწმის ნედლეულის (ნახევარფაბრიკატის) გადამუშავება.	20
1.12.	კრისტალიზაცია.	21
1.13	შაქრის დანაკარგები წარმოებაში	24
2.	ჭარხლიდან შაქრის წარმოება	
2.1	შაქრის ჭარხალი	25
2.2	ჭარხლის მიღება შენახვა	28
2.3	ჭარხლის მიწოდება წარმოებაში	31
2.4	ჭარხლის ნაკადის რეგულირება.	35
2.5	დიფუზია	37
2.6	წყალი დიფუზიაზე	40
2.7	დიფუზიური განყოფილება	42
2.8	წვენის გამწმენდი სამქრო	44
2.9	საქაროზიანი წვენის შესქელება აორთქლებით	46
2.10	ამაორთქლებელი სადგური	47

შაქრის წარმოების მიმოხილვა.

პადამიანის ცხოვრება მიმდინარეობს ენერჯის ხარჯვის თანხლებით, ეს ენერჯია გამოისახება თბურ ერთეულებში – ჯოულებში ან კალორიებში. ადამიანის ორგანიზმი ენერჯის დანაკარგის კომპენსაციას ახდენს საკვები ნივთიერებების ბიოლოგიური გადამუშავებისას ორგანიზმის ფერმენტული სისტემის საშუალებით, რის შედეგადაც ორგანიზმში მიმდინარეობს სიცოცხლისათვის საჭირო ენერჯის ასიმილაცია.

კვების პროდუქტების შეფასება შეიძლება მათი ენერგეტიკული პოტენციალის მიხედვით, ანუ სხვანაირად რომ ვთქვათ იმ ენერჯის რაოდენობით, რომელიც შეიძლება მიიღოს ადამიანმა მოცემული პროდუქტის დაჟანგვის შედეგად. მაგალითად: ორგანიზმში 1გრ. ნახშირწყლების დაჟანგვისას გამოიყოფა 16კ.ჯოული სითბო, 1გრ. ცილების დროს – 17კ.ჯოული, ხოლო ცხიმების დაჟანგვისას – 37კ.ჯოული. ნახშირწყლებში შედიან ისეთი ნივთიერებები როგორცაა: გლუკოზა, საქაროზა(შაქარი), მალტოზა, ლაქტოზა, სახამებელი და ა.შ. ადამიანისათვის ნახშირწყლების დღიური ნორმა შეადგენს 400-500 გრამს, აქედან 3/4³/₄ კმაყოფილდება სახამებლით, 1/4¹/₄ შაქრით. ადამიანის ნორმალური ცხოვრებისათვის საჭიროა დაცული იყოს საკვები ნივთიერებების შემდეგი პროპორციები ცილების, ცხიმების და ნახშირწყლების შესაბამისად 1:1:4 ე.ი. 1გრ. ცილაზე, 1გრ. ცხიმი და 4გრ. ნახშირწყალი. [1] საბჭოთა კავშირში 70-80იან წლებში ერთ სულ მოსახლეზე შაქრის მოხმარება შეადგენდა 42,3-42,5 კგ. წელიწადში. ამერიკის შეერთებულ შტატებში და ინგლისში, მიუხედავად იმისა, რომ უფრო მეტი იყო მოსახლეობის მიერ ხილის გამოყენება საკვებად, შესაბამისად შეადგენდა 44-46 კგ. წელიწადში, ერთ სულ მოსახლეზე. 1960 წლიდან 1976 წლამდე შაქრის მოხმარება საქართველოში გაიზარდა - 1,8 ჯერ. ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ შაქრის მოხმარება მიმდინარეობდა არა სუფთა სახით, არამედ ნაწილობრივ კონსერვებში, ჯემებში საკონდიტრო ნაწარმში და ა.შ. მაგალითად: საბჭოთა კავშირში აღნიშნულ საკვებ პროდუქტებში გამოიყენებოდა მოხმარებული შაქრის 30-31%, ინგლისში 50% ხოლო ამერიკაში 67%. [2] ეს ციფრები მეტყველებენ იმაზე, თუ რაოდენ მნიშვნელოვანია საქართველოსთვის საკუთარი შაქრის მრეწველობა, რადგან ის არის აგრარული სახელმწიფო. შესაბამისად განვითარებადი ეკოლოგიურად სუფთა საკონსერვო მრეწველობით და სურს განავითაროს ტურისტული ინფრასტრუქტურა.

მსოფლიო ბაზარზე შაქრის წარმოების პიკი იყო 1981/82წწ. ეს პერიოდი ხასიათდებოდა შაქარზე ფასის დაცემით, ჭარბი წარმოების გამო, უხვმოსავლიანობის პირობებში. ამ წლებში შაქრის ლერწმისაგან შაქრის წარმოება გაიზარდა 5,3 მლნ. ტონით (11,2%), შაქრის ჭარხლიდან 3,8 მლნ. ტონით (11,8%). საერთო ჯამში სეზონზე ნაწარმოები შაქრიდან 67% მოდიოდა შაქრის

ლერწამზე, ხოლო 33% შაქრის ჭარხალზე. [3] სწორედ ამ პერიოდს უკავშირდება იდეის გააქტიურება იმის შესახებ, რომ ნავთობპროდუქტები ნაწილობრივ ჩაენაცვლებინათ შაქრის შემცველი ნივთიერებებიდან ნაწარმოები სპირტით. დღეს-დღეობით აქტიურად მიმდინარეობს კვლევები სხვადასხვა სახეობის ბიოსაწვავის გამოყენებაზე: სპირტი, ზეთი, ბიოგაზი და ა.შ.

პირველი შაქრის შემცველი მცენარე, რომლიდანაც ისწავლეს შაქრის მიღება, ეს იყო შაქრის ლერწამი. შაქრის ლერწმის სამშობლოდ ითვლება ახალი გვინეის კუნძულები. სწორედ იქ იყენებდნენ მას საკვებად დაახლოებით 8 ათ. წლის წინ ჩვენს ერამდე. ეს კულტურა ცნობილი იყო უკვე სამხრეთ აღმოსავლეთ აზიაში, ფილიპინებზე, მალაიზიაში, ინდოჩინეთში. სწორედ აღმოსავლეთ ინდოეთში, დაახლოებით მე-2 საუკუნეში ჩვენს ერამდე შაქრის ლერწამი მოჰყავდათ როგორც ტექნიკური კულტურა და იღებდნენ შაქრის ფხვნილს. 300 წლის წინ ჩვენს ერამდე, შაქარი როგორც კვების პროდუქტი გავრცელებული იყო ჩრდილო ინდოეთში (ბენგალიაში). პაკისტანისა და ინდოეთის მიერუბულ სოფლებში დღესაც შესაძლებელია ინახოს შაქრის ლერწმიდან როგორც ხარშავენ შაქრის სეროფს და შაქრის კრისტალს სახლის პირობებში. “შაქარი” წარმოადგება ინდური სიტყვა “სარკარა”-სგან. მისი წარმოება შემდგომში გავრცელდა სპარსეთში და შემდეგ ეგვიპტეში. ალექსანდრე მაკედონელის ლაშქრობებმა ხელი შეუწვეს შაქრის გავრცელებას ევროპის სამხრეთ ნაწილში, სირიაში, მესოპოტამიაში. არც რომისა და არც საბერძნეთის მოსახლეობამ არ იცოდა შაქრის (სახაროზის) არსებობის შესახებ. იმ დროისათვის ტკბილ კვების პროდუქტად გამოიყენებოდა მხოლოდ თაფლი. 700 წელს ჩვენი წელთაღრიცხვით შაქარი გავრცელდა სპარსეთში, შემდეგ ეგვიპტეში. 750 წელს მავრებმა შაქარი შემოიტანეს ევროპაში, კონკრეტულად კი კუნძულ სიცილიაზე და ესპანეთის სამხრეთ ნაწილში. უფრო ფართო გავრცელება შაქარმა ჰპოვა ჯვაროსნული ლაშქრობების დროს.

ამერიკის ღმოჩენის შემდეგ, 1493წ. მეორე მოგზაურობის დროს ქრისტეფორე კოლუმბმა შაქრის ლერწამი გაავრცელა კუნძულ სანტა დომინგოზე (კუბა) და მანვე მიიყვანა პირველი მუშა ხელი, რომელსაც ამ კულტურის მოვლა შეეძლო. შემდეგ კორტესმა ეს კულტურა შეიტანა მექსიკაში, ხოლო პისარომ 1533 წელს შაქრის ლერწმის კულტურა შეიტანა პერუში. შემდგომ შაქრის ლერწამი გავრცელდა მთელი ამერიკის კონტინენტის ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ნაწილში: ბოჰამის კუნძულებზე, ბრაზილიაში და ა.შ. მე-18 საუკუნეში შაქრის წარმოების მსოფლიო ცენტრად ითვლებოდა ანტილიის კუნძულები, შაქრით ვაჭრობა კი მხოლოდ ინგლისელების ხელში იყო. ევროპის ბაზარი იღებდა დიდი რაოდენობით შაქრის ლერწმიდან წარმოებულ ნახევარფაბრიკატს “შაქრის ნედლეულს.” მუქი ყავისფერი “შაქრის ნედლეული” მიიღებოდა დაქუცმაცებული შაქრის ლერწმის ღეროსაგან, რომელიც იწურებოდა წნეხში, წვენს აცხელებდნენ, ამუშავებდნენ კირით, ფილტრავდნენ და ადუღებდნენ. შემდეგ კონცენტრირებულ წვენს ასხავდნენ კასრებში ზენაჯერი ხსნარის სახით და წინასწარ გაკეთებული ნახვრეტებიდან გაციებისა და კრისტალიზაციის შემდეგ კრისტალებშორის დარჩენილ შაქრიან სითხეს კასრში არსებული ნახვრეტებიდან უშვებდნენ. ნახვრეტებს აცობდნენ და “შაქრის ნედლეულს” აგზავნიდნენ ევროპაში, ხოლო დარჩენილი შაქრის შემცველი სითხიდან ხდიდნენ სპირტიან სასმელს “რომ”ს. განვითარდა ეგრეთ წოდებული სავაჭრო სამკუთხედი. კარიბის ზღვის აუზიდან, შაქრის წარმოებიდან დარჩენილი შაქრიანი სითხე “მელასა” გადაჰქონდათ ამერიკის კონტინენტზე სადაც “მელასიდან” ხდიდნენ

“რომ”ს, შემდეგ რომი გადაჰქონდათ აფრიკის კონტინენტზე, იქიდან კი მონებით დატვირთული გემები შაქრის წარმოების რეგიონში ბრუნდებოდნენ. [4]

ნავთობის სიძვირის და გამოლევადობის გამო, მიმდინარეობს ინტენსიური სამუშაოები ბუნებრივად განახლებადი ენერგეტიკული წყაროების ძიებაზე. აღნიშნული ძიების ერთერთი მიმართულებაა შაქრის წარმოების ნარჩენის გამოყენება ბიოსაწვავის (ბიოეთანოლის) წარმოებისათვის. ბიოსაწვავის თემაზე ქ. კიევში 2007წლის ოქტომბერში ჩატარდა პირველი საერთაშორისო კონფერენცია. ბრაზილიაში შიდაწვისძრავიანი მანქანების გარკვეული რაოდენობა დიდი ხანია უკვე მუშაობს შაქრის წარმოების ნარჩენებიდან მიღებულ სპირტზე (ბიოეთანოლზე). ასეთივე პროგრამები აქტუალურია საფრანგეთში, იაპონიაში, აშშ-ში და ა.შ.

რა არის საქაროზა.

შაქარი ანუ ქიმიური ფორმულირებით საქაროზა მიეკუთვნება ბუნებრივი ორგანული ნივთიერებების ნახშირწყლების კლასს, საერთო ფორმულით $C_m (H_2O)_n$

(წყლისა და ნახშირბადის ატომების ნაერთს) საიდანაც მოდის მათი საერთო დასახელება- ნახშირწყლები. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება სიტკბოს სხვადასხვა ხარისხის მქონე შაქრები, როგორც მონოშაქარიდები (გლუკოზა, ფრუქტოზა) ასევე ოლიგოშაქარიდები (საქაროზა, რაფინოზა) და აგრეთვე პოლისაქარიდები (ცელულოზა და სახამებელი) საქაროზა (შაქრის ჭარხლის ან შაქრის ლერწმის) წარმოადგენს დისაქარიდს საერთო ემპირიული ფორმულით $C_{12}H_{22}O_{11}$ რომელიც შედგება ორი თანაბარი რაოდენობის მონოშაქარიდისაგან d-გლუკოზა და d-ფრუქტოზასაგან. ეს მონოშაქარიდები უერთდებიან ერთმანეთს გლუკოზიდური ჯგუფებით: გლუკოზა a –კონფიგურაციით და ფრუქტოზა b –კონფიგურაციით. შაქაროზის მოლეკულაში გლუკოზა პირანოზის (პირანის რგოლით) წარმოჩინდება, ხოლო ფრუქტოზა - ფურანოზის ფორმით (ფურანის რგოლით)სს. აქედან გამომდინარე საქაროზა არის a -d-გლუკოპირანოზიდ-ბ -d-ფრუქტო ფურანოზიდი. A შაქრის მოლეკულური მასა არის - 342,296 ნ.ე.. შაქრის მოლეკულა შეიცავს 42,11% ნახშირბადს, 6,43% წყალბადს, 51,46% ჟანგბადს.

შაქრის წარმოება კავკასიაში.

საქართველოში, ისევე როგორც სხვა ევროპულ ქვეყნებში, 1935 წლიდან მუშაობდა შაქრის კომბინატი, შაქრის ჭარხალზე და 60-იანი წლებიდან დამატებით, იმპორტით შემოტანილ შაქრის ლერწმის ნახევარფაბრიკატზე – “შაქრის ნედლეულზე”. ამიერკავკასიაში სულ ორი ქარხანა იყო; საქართველოში და სასომხეთში, ლიმონმჟავის პატარა საამქროთი. 1988 წელს ცნობილი სპიტაკის მიწისძვრის დროს, სამწუხაროდ სომხეთში ქარხანა მთლიანად განადგურდა. მიუხედავად მრავალი მცდელობისა სომხეთში ქარხანა ჯერ-ჯერობით არ არის. 1999-2000-იან წლებში საქართველოს შაქრის კომბინატის ხელმძღვანელობამ სამწუხაროდ მიიღო გადაწყვეტილება: ჭარხლის გადამამუშავებელი ნაწილის გაუქმებაზე და მანქანა დანადგარები, რაც ქარხნის ნახევარს შეადგენდა, ჯართში ჩაბარდა. საქართველოს შაქრის

ქარხანა ამჟამად მუშაობს მხოლოდ იმპორტულ შაქრის ნედლეულზე. მეზობელ აზერბეიჯანში 2005 წლიდან ექსპლუატაციაში შევიდა დიდი წარმადობის ახალი შაქრის ქარხანა, რომელიც ამუშავებს ადგილობრივ შაქრის ჯარხალს და ასევე შემოტანილ იმპორტულ ნედლეულს.

შაქრის ლერწამი.

შაქრის ლერწამი (არუნდო საცცჰარიფერა) ეკუთვნის “მარცვლოვანთა” ოჯახს (გრამინეა) ე.ი. იმავე ოჯახს, რომელსაც ეკუთვნის ხორბალი, ჭვავი და ა.შ. ეს გიგანტური ბალახოვანი მცენარე აღწევს 3-4 მეტრამდე სიმაღლეში და ღეროს დიამეტრიც 40-45 მმ.

დიდი ხნის განმავლობაში აწარმოებდნენ მხოლოდ ე.წ. კეთილშობილ შაქრის ლერწამს. ლერწმის ტანამედროვე სორტები ჰიბრიდილია, რომლის სიმაღლეც 5-6 მეტრს აღწევს და ღეროს დიამეტრიც 50 მმ-ია. ფესვი საკმაოდ ღრმად მიდის მიწაში. სამრეწველო დანიშნულების ლერწმის სავეგეტაციო პერიოდი 8 – 9 თვეა, თუმცა არსებობს ადრეული ჯიშები, რომლებიც ტექნიკურ სიმწიფეს აღწევენ 6 თვეში. ლერწმის ღერო, როგორც მისი ოჯახის წარმომადგენლები, მუხლებიანია და შედგებიან ცალკეული მუხლთაშორისი მონაკვეთებისგან. ღეროს ძირში მუხლთაშორისი მონაკვეთების სიგრძე 15-18 სმ. ს აღწევს ზემოთა ნაწილში თანდათან მცირდება. ლერწმის ღერო გარედან გამერქნებული პრიალა საფარით არის დაფარული, ხოლო შიგნით თეთრი ღრუბლისებური ქსოვილითაა წარმოდგენილი, დაახლოვებით როგორც სიმინდის ღერო, რომელიც გაჯერებულია ტკბილი შაქრიანი წვენიით. სწორედ ლერწმის ღეროებს, თავისი ტკბილი შიგთავსით აქვთ სამრეწველო დანიშნულება. ტექნიკურად მომწიფებულ ლერწამს დაახლოვებით 40-50 და მეტი მუხლი (კვანძი) აქვს. მუხლებიდან ეზრდება წვრილი გრძელი მწვანე ხასხასა ფოთლები და ზრდასთან ერთად ქვემოთა ფოთლები ნელ-ნელა ყვითლდება სცვივდება. სიმწიფის პერიოდში ლერწმის ზემოთა ნაწილი ცოცხის კონასავითარის წარმოდგენილი. შაქრის წარმოებისათვის გამოიყენება ღეროს შუა ნაწილი, ქვემოდან 70 – 80 სმ. სიმაღლეზე ჭრიან და შემდეგ 1 – 1.2 მეტრის ზემოთ თავს ჭრიან ლერწამს. მოზარდ ღეროში შაქრის კონცენტრაცია არის ღეროს ქვემოთა ნაწილში, ხოლო ზრდასრულობისას ღეროს ზემოთა ნაწილში.

max 1

ლერწმის თავზე შეიძლება განვითარდეს ცოცხისებრი ყვავილედ, რომელიც იძლევა თესლს, მაგრამ ამ პერიოდამდე ლერწმის ზრდა არ მიჰყავთ, რადგან მანამდე მას ამუშავებენ შაქრის მისაღებად. ლერწამი მოჰყავთ ტროპიკულ ქვეყნებში. მისი წარმატებული ზრდისთვის საჭიროა თანაბრად მაღალი ტემპერატურა, ტენიანი კლიმატი, ტენიანი მაგრამ არა ჭაობიანი ნიადაგი. ლერწმის ჩარგვიდან ზრდასრულობამდე ჭირდება 12-16 თვე, ადგილმდებარეობის მიხედვით, ჰავაზე მაგალითად 24 თვეა საჭირო. ამიტომ მას სჭირდება ისეთი ტროპიკული და სუბტროპიკული სარტყლები სადაც თითქმის არ არის ზამთარი და საშუალო წლიური ტემპერატურა არანაკლებ +16 გრადუსია ცელსიუსით. ლერწამს სჭირდება საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ნიადაგი და ტენი წლიური ნალექით არანაკლებ 1700 მმ. კუბაში, ჰავის კუნძულებზე და ზოგიერთ სხვა ადგილებში შაქრის ლერწამი მოჰყავთ ხელოვნური რწყვის საშუალებით, რაც შესანიშნავ შედეგს იძლევა და მოსავლიანობას ზრდის 1,5-2 ჯერ.

შაქრის ლერწმის გასამრავლებლად იყენებენ არა ლერწმის თესლს, არამედ კალმებს. ამისათვის იღებენ მცენარის ზემოთა ნაწილებს 500-600 მმ-ის სიგრძის. ღეროს (კალმის) კვანძებში (მუხლებში) არის კვირტები, რომლებიც ადვილად ვითარდებიან, იზრდებიან და ფესვიანდებიან. გადარგული ლერწამი, როგორც მრავალწლიანი მცენარე იძლევა რამდენიმე მოსავალს. ტექნიკურად მომწიფებული ლერწმის მოჭრის შემდეგ, დაფესვიანებული ძირიდან ახალი ღეროები იზრდება. ასე რომ ერთხელ გადარგული ლერწმის ღეროდან 5-6 წელი იღებენ მოსავალს. თუ ნიადაგი ნოყიერი შეხვდა, შესაძლებელია 15-18 წელი გადაურგავად იღებდნენ მოსავალს. ღეროების მოსავლიანობა (იმ ნაწილის რაც შაქრისათვის იჭრება) შეადგენს 400-900 ცენტნერს 1 ჰექტარზე. შესაბამისად ურწყავ და სარწყავ ადგილებში.

შაქრის ლერწმის წვენი შემაღვენლობა.

შაქრის შემცველობა ლერწამში მერყეობს 12-17%-მდე. ლერწმის წვენის კეთილხარისხოვნება 81-85-ია. უჯრედანა 9-12%. შაქრის ჭარხალთან შედარებით ლერწამში შაქრიანობა 1-2%-ით დაბალია, მაგრამ ლერწმის მოსავლიანობის გამო საერთო შაქრის მოსავლიანობა 1 ჰექტრიდან ლერწამს 2-3ჯერ მეტი აქვს. ამასთან ერთად ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ აგროტექნიკური დანახაჯები ჭარხალს გაცილებით მეტი აქვს. წარმოებისათვის ლერწმის წვენს ის უარყოფითი აქვს ჭარხალთან შედარებით, რომ მისი წვენი შეიცავს საკმაო რაოდენობით ინვერტულ შაქარს: ფრუქტოზა – 0,9%-მდე და გლუკოზა – 0,6%-მდე. აღნიშნული მონოსაქარიდების არსებობა წვენში, ჭარხლის დიფუზიური წვენისგან განსხვავებით არ გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ კირის რძე ჭარბი რაოდენობით გამოვიყენოთ გაცხელებული ლერწმის წვენის დასამუშავებლად. აღნიშნული პროცესის დროს შესაძლებელია გლუკოზის დაშლა ტუტე არეში და საწარმოსთვის მავნე კალციუმის მარილების წარმოქმნა მრავალ ორგანულ მჟავებთან ერთად. აღნიშნული მარილები ხსნარს და საბოლოოდ პროდუქტს აძლევენ მუქ შეფერილობას. ამიტომ იყენებენ კირქვას მხოლოდ 0,1%-ს ლერწამთან შედარებით. ამის გამო გასუფთავების ეფექტი შედარებით ნაკლებია და გართულებულია ნალექის მოცილება. წვენის PH წარმოების მთელ სტადიებზე ახლოს არის ნეიტრალურ არესთან და ამის გამო მონოსაქარიდები გაივლიან რა მთელ წარმოების სტადიებს გროვდებიან მელასაში შეუცვლელი ფორმით.

მეორე განსხვავება ჭარხალთან ის არის, რომ წვენი მიიღება ლერწმის გაჭყლეტვის შედეგად ღერძებიან წნეხში. წინასწარ დაჭრილი ლერწმის ღეროები გადიან ღერძებიან დამქუცმაცებელში და შემდეგ ხუთ სამმლერძიან წნეხში. ლერწმის ნაჭრები მეორე, მესამე და მეოთხე დაწნეხვის წინ, წინა წნეხიდან აღებული წვენით ინამება შაქრის შემცველი უჯრედების გამოსარეცხად (მაცერაცია), ხოლო მეხუთე წნეხის წინ ინამება თბილი წყლით.

პირველი წნეხის წვენი ითვლება მთავარ პროდუქტად. დანარჩენ 4 წნეხში ლერწმის ნაჭრები უბრალოდ გამოირეცხება. მეორე წნეხიდან გამოსული გამონარეცხი შაქრიანი წვენი გადის ცალკე დამუშავებას და მერე უერთდება საერთო სქემას პირველი დაწნეხვის წინ. მეხუთე წნეხიდან გამოსული გამონარეცხილი ლერწმის ნაჭრები ანუ “ზაგასსა” გამოიყენება ქარხნის საქვაბე მეურნეობაში, როგორც საწვავი. მისი დიდი რაოდენობა საკმაო ენერგოეკონომიას იძლევა.

შაქრის ლერწმის წვენის კომპონენტების საშიალო შემადგენლობა %-ში

წყალი	– 72,0	აზოტშემცველი	
საქაროზა	– 13,0	ნივთიერება	- 0,4
ინვერტული შაქარი	– 1,2	ორგანული	
უჯრედანა და		მჟავები	- 0,2
ჰემიციელულოზა	- 11,8	ნაცარი	- 0,8
პექტინები	- 0,2	ცვილი და ცხიმი	- 0,2

წვენის ორგანულ არაშაქრებში ითვლება ცელულოზა, ინვერტული შაქარი, პექტინური ნივთიერებები, ცხიმები, ცვილი, აზოტშემცველი ნივთიერებები (ცილები, ამინომჟავები), ორგანული მჟავები. ლერწმის უხსნადი ნაწილის სახით ძირითადად გვაქვს უჯრედანა და ჰემიციელოლოზა.

აზოტის შემცველი ნივთიერებები ლერწმში შედარებით ნაკლებია ვიდრე ჭარხალში და შედარებით სხვა შეფარდებით არიან.

მინერალური ნივთიერებებიდან შედარებით მეტია კალიუმის მარილები, ფოსფორი. კალციუმის და მაგნიუმის მარილები შედარებით მცირე რაოდენობით არიან.

შაქრის ლერწამს ადრე ჭრიდნენ ხელით სპეციალური გრძელი დანებით (მაჩეტე) მიწიდან 60-70-სმ. სიმაღლეზე. თანამედროვე პირობებში მოსავლის აღება მიმდინარეობს კომბაინის საშუალებით, ისე რომ ღეროს დაბლა ნაწილი არ დაზიანდეს. იმისათვის რომ არ მოხდეს საქაროზისა და ინვერტული შაქრის დაშლა, ახალმოჭრილი შაქრის ლერწამი უნდა დამუშავდეს 1 სთ-ის განმავლობაში. როგორც შაქრის ლერწმის ქარხანა ასევე შაქრის ჭარხლის ქარხანა შეიძლება დავყოთ სამ მონაკვეთად: 1. ნედლეულის გადამამუშავებელი განყოფილება; 2. წვენის გამასუფთავებელი განყოფილება; 3. საპროდუქტე განყოფილება. პირველი განყოფილება ამ ორი კულტურის სხვაობის გამო საკმაოდ განსხვავდება, მეორე განყოფილებაში მვირედი განსხვავებაა (ძირითადად ტექნოლოგიური), ხოლო მესამე განყოფილება თითქმის არ განსხვავდება.

ბევრ ქვეყანაში ჩამოყალიბებული პირობების გამო ლერწმის გადამამუშავებელი ქარხნები არ იღებენ თეთრი შაქრის ფხვნილს. ისინი ჯერდებიან შაქრის ლერწმიდან მხოლოდ ნახევარფაბრიკატის; შაქრის ნედლეულის მიღებას, კეთილხარისხოვნებით 96-98, რომელიც შემდგომ ექსპორტირდება ძირითადად ევროპულ ქვეყნებში. ევროპაში კი შაქრის ჭარხლის ქარხნებში ან რაფინადის ქარხნებში გადამამუშავდება თეთრი შაქრის ფხვნილად ან შაქრის რაფინადად.

შაქრის ლერწმიდან წვენის მიღება.

შაქრის ქარხანაში შემოსულ ლერწამს რეცხავენ, ასუფთავებენ ქვიშისაგან და სხვა მინარევებისაგან, წონიან, ათავსებენ მიმღებ ბუნკერში, რომელსაც ქვემოთ ჰორიზონტალური ტრანსპორტიორი აქვს.

nax.2 sqema

ამ ტრანსპორტიორით ლერწამი გადადის დახრილ ტრანსპორტიორზე 5 , რომლის საშუალებითაც ლერწამი მიეწოდება დამქუცმაცებელ დანებს 3, შემდგომ საჭყლეთს და წნებს. დახრილი ტრანსპორტიორის თავზე მოთავსებულია თითებიანი გრძივი დოლი 4, რომელიც არეგულირებს მიწოდებული ლერწმის ნაყარის სისქეს და მიმართულებას. დამქუცმაცებლის დანები დამაგრებულია დახრილი ტრანსპორტიორის თავზე 100მმ-ს სიმაღლეზე და ტრიალებს 400-600 ბრ/წთ-ს სიჩქარით. ლერწამს ჭრის პატარა მონაკვეთებად. დაჭრილი მასა გადადის დამქუცმაცებელში 2, რომელიც შედგება ზიგზაგისმაგვარი ზედაპირიანი ორი გრძივი დოლისასგან. მათ შორის მოხვედრილი ლერწამი ქუცმავდება და იხლიჩება მცენარეული შესქელებები. შემდეგ დაქუცმაცებული ლერწმის მასა მიემართება სამღერძიანი წნეხების ხაზზე 1, რომლებიც ერთი მეორის მიმდევრობით არიან განლაგებულები. თითოეული წნეხი შედგება ორი დაბლითა გრძივი დოლისაგან (ღერძისაგან), რომლებიც მოძრაობენ საათის ისრის მიმართულებით და ერთი ქვემოთა იგივენაირი დოლისაგან, რომელიც ტრიალებს საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით. იგი ჰიდრავლიკური მოწყობილობების საშუალებით გადაადგილდება ვერტიკალურად და იგივე ზიგზაგისებური პროფილის ზედაპირი აქვს რაც ქვემოთა ბარაბნებს. ასეთი ზედაპირი ხელს უწყობს ლერწმის მასის გადაადგილებას და გაწურვას. დამქუცმაცებლისა და წნეხების ქვეშ დაყენებულია შემკრები ავზები ლერწმის წვენისათვის, დამქუცმაცებელსა და პირველ წნეხზე იწურება 60-70% წვენი. დანარჩენი რაოდენობა წვენისა იწურება სხვა წნეხებზე.

დაქუცმაცებული ლერწმის მასის მორწყვის (დანამვის) პროცესს იმბიბიცია ჰქვია, იგი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ბოლოსწინა წნეხზე მორწყვისათვის იყენებენ წყალს 70 C⁰-ით. ამ წნეხიდან შეგროვებულ წვენს მიმართავენ პირველი წნეხის მოსარწყავად. ბოლო წნეხის წვენს კი მიმართავენ მეორე წნეხზე. ასეთი საპირისპირო მოძრაობის სქემის მიხედვით მიმდინარეობს შაქრის მაქსიმალური გამოცლა, მინიმალური განზავებით. შემკრებ რეზერვუარებში არის თითბერის ცხაური, რომელზეც წვენი ნაწილიბრივ იფილტრება და ცხაურზე რჩება ლერწმის მყარი ნაწილაკები ბაგაცილო, რომელიც სპეციალური საფხეკი ტრანსპორტიორით იფხიკება ცხაურის ზედაპირიდან და ბრუნდება პირველ წნეხზე. შაქრიანი

წვენი კი ტუმბოების დახმარებით გადაიქაჩება სათავო რეზერვუარში. იმბიბიციაზე იხარჯება 15-30% წყალი ლერწმის მასასთან შედარებით. აღნიშნულ გადამამუშავებელ ხაზს ჰქვია ტანდემი.

შაქრის ლერწმიდან აღნიშნული ტექნოლოგიით მიიღება 92-94% საქაროზა. მისი გამოსავლიანობა შეიძლება გავზარდოთ წნეხში ღრეჩოს შემცირებით ზემო და ქვემო დოლებს შორის. ასევე გამოსავლიანობა გაიზრდება თუ მოვუმატებთ ფიზიკურად წნეხების რაოდენობას, ან ვიხმართ დასანამ წყალს უფრო მეტი რაოდენობით. ღრეჩოს შემცირების შემთხვევაში შაქრის გარდა დიდი რაოდენობით გადადის წვენიში არაშაქრები დაწვენი ხარისხი ფუჭდება. დამატებითი წნეხების გამო საწყისი კაპიტალდაბანდების გარდა წყლის დამატება ქარხნისთვის ეს არარენტაბელურია. რადგან შაქრის გადამამუშავების შემდეგ ეტაპებზე საჭირო გახდება გამოყენებული წყლის აორთქლება. ტანდემზე მიღებული წვენი შეიცავს 14-16% მშრალ ნივთიერებებს და მისი კეთილხარისხოვნებაა 80-86%. ახალ მიღებული წვენის PH არის 4,5-5,5. წვენის რაოდენობა ანუ გამოსავალი არის 100-115% იმის მიხედვით, თუ რამდენს გამოიყენებენ გამორეცხვის (დანამვის) დროს წყალს.

ბოლო წლებში, დიდ ქარხნებში, ლერწმიდან წვენის უკეთ გამოტანისათვის დამქუცმაცებელსა და პირველი ორი წნეხის შემდეგ დგამენ უწყვეტი ქმედების დიფუზიურ აპარატს (ნახ.3)

ნახ. 3

და შემდგომ კიდევ ორ წნეხს. აპარატის წინა ორი წნეხიდან იღებენ ლერწმის განუზავებელ წვენს. შაქრის უკეთ გამოსარეცხად, წნეხის შემდგომ ლერწმს ათავსებენ დიფუზიურ აპარატში და შემხვედრი 70 C⁰-იანი წყლის ნაკადით, (ლერწმის მასისა და საექსტრაციო წყლის ურთიერთსაწინააღმდეგო ნაკადით მოძრაობისას) მაქსიმალურად გამორეცხავენ ლერწმის მასიდან შაქარს. დიფუზიური აპარატის შემდეგი წნეხიდან მიღებულ წყლიან წვენს,

დალექვისა და გასუფთავების შემდეგ იყენებენ ექსტრაგენტად დიფუზიისთვის. პირველი ორი წნებიდან მიღებულ წვენს და დიფუზიურ წვენს ურევენ ისეთი რაოდენობით რომ წვენში იყოს მშრალი ნივთიერებები 11-14%. დანარჩენ წვენს ამუშავებენ ცალკე.

ტანდემთან ერთად დიფუზიური აპარატის გამოყენება საშუალებას იძლევა შაქრის გამოსავლიანობა გავზარდოთ 97%-მდე, შევამციროთ ელექტროენერგია, მაგრამ რთულდება ტექნოლოგიური სქემა. ბოლო წნეებიდან გამოსული გაწურული ლერწმის მასას, რომელსაც ბაგასას ემახიან, შეიცავს 50% მშრალ ნივთიერებებს და ძირითადად შედგება ცელულოზისაგან. მისი გამოსავალი ლერწმის მასასთან შედარებით 20-25%-ია. მას გამოიყენებენ ქარხნის საქვაზე მეურნეობაში საწვავად, ასევე ქალაქის წარმოებაში.

შაქრის ლერწმის წვენის გასუფთავება.

ახლად გამოწურული ნედლი წვენი იწონება ავტომატურ სასწორზე და შემდგომ მცირე რაოდენობის (0,1 – 0,2% ლერწმის მასასთან შედარებით) ემატება კირის რძე და წვენი მუშავდება დეფეკატორში ადგილობრივი ჭარბტუტიანობის და შედეგად მონოსაქარიდების დაშლის თავიდან ასაცილებლად წვენი და კირის რძე ინტენსიურად გადაერევა ერთმანეთში. ამ მომენტისათვის PH არ აღემატება 9,5-ს. დამუშავების შემდეგ წვენი ცხელდება მრავალსვლიან ჰორიზონტალურ თბომცვლელში დაახლოებით 103 C⁰-მდე და გაცხელებული წვენი მიემართება დორას ტიპის გრავიტაციულ დამლექში 4 სადაც ყოვნიდება 3-4სთ-ს განმავლობაში. nax. 4 dora

თანამედროვე ქარხნები თავის ტექნოლოგიურ სქემებში ხშირად დორას დამყოვნებელს ცვლიან სხვადასხვა თანამედროვე ფილტრებით, რათა წვენის დაყოვნების მომენტი თავიდან აიცილონ, დროში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების გამო. კირის რძის დამატების

შედეგად ცილები, კოლოიდური ნივთიერებები და ორგანული მჟავები წარმოქმნიან მნელად უხსნად ნალექს.

დამლექიდან, ფრთხილად სპეციალური გადამსვლელი ჭიქებიდან იღებენ დეკანტატს, ხოლო ლექიან სუსპენზიას დამლექის ძირიდან მიმართავენ დოლურ ვაკუუმ ფილტრზე 5 ლექიდან დამატებითი წვენი გამოსაცლელად. ფილტრაციის წინ ვაკუუმ ფილტრის დოლზე ამატებენ ბაგაცილოს იმისათვის, რომ გაუმჯობესდეს ლექის დრენაჟი და შესაბამისად ფილტრის წარმადობა. ვაკუუმ ფილტრის დოლის ზემოთა ნაწილი ინამება წყლით იმის გამო, რომ ლექში დარჩენილი შაქარიც მაქსიმალურად გამოირიცხოს.

nax. 5

გაფილტრულ გამორეცხილ ლექს დოლიდან ხსნიან სპეციალური დანით და მას კაჩასას ეძახიან. იგი წარმოებაში მიიღება 3%-მდე ლერწმის მასასთან შედარებით. კაჩასა გამოიყენება სასუქად და ქიმიურ მრეწველობაში.

როგორც შაქრის ჭარხლის ქარხანაში ასევე შაქრის ლერწმის ქარხანაში არსებობს სხვადასხვა გასუფთავების სქემები. მაგ: 1. შეიძლება დორას ტიპის დამლექიდან მიღებული ლექი გაუფილტრავად დაემატოს მე-2 წნეხიდან მიღებულ წვენს ცოტა კირიანი რძის თანხლებით ისე რომ PH დარჩეს 7,8-8,8-მდე. შემდეგ წვენი ხელმეორედ მიდის დამლექში და ლექი უფრო კონცენტრირებული მიიღება, რადგან დალექვა ხდება უფრო ნაკლები სიმკვრივის არეში განზავების გამო.

დეკანტირებული წვენი ბრუნდება პირველადი წვენის დეფეკაციაზე. ნალექი კი ბარაზნიან ვაკუუმ ფილტრზე და შემდეგ იღებენ კაჩასას; 2. კირის რძეს, ლერწმის წვენს უმატებენ ორ პორციად (ორ მიღებაზე); ან კიდევ 3. ზოგიერთ შაქრის ლერწმის ქარხანაში მიმდინარეობს წვენების ცალკ-ცალკე დამუშავება. (ნახ. 6)

nax. 6

დამქუცმაცებლის 1 და პირველი წნეხის 2 შემდეგ (ნახ. 5) ნატურალურ წვენს, ხოლო მეორე წნეხის 2A შემდეგ განზავებულ წვენს ცალკ-ცალკე ემატება კირის რძე. ასევე ნატურალური და განზავებული წვენები ცალკ-ცალკე 3 და 3A სხვა და სხვა დეფეკატორებში მუშავდება კირის რძით. შემდეგ მათ აცხელებენ გამაცხელებლებში 4 და 4A ადუღებამდე და უშვებენ დამლექებში 5 და 5A. გამჭვირვალე დალექილი წვენი ძირითადი დამლექიდან 5 აგზავნება ამართქლებელ სადგურზე, ხოლო შესქელებულ სუსპენზიას უშვებენ განზავებული წვენის დეფეკატორში 3A. დამხმარე დამლექიდან 5A შესქელებულ სუსპენზიას (დეკანტატის ლექს) ფილტრავენ ვაკუუმ ფილტრში 6. ფილტრატს და დეკანტატს დამლექიდან 5A აბრუნებენ დეფეკატორში 3. [5]

ტექნოლოგიურ სიახლედ ითვლება ჯერ კიდევ, შაქრის ლერწმის პირველი სატურაციული წვენის ორთქლით დამუშავება, რომელიც გამოიყენება კუნძულ კუბაზე და კარგ ტექნოლოგიურ შედეგს იძლევა. ეფექტურად ცილდება მაღალმოლეკულური ნივთიერებები დამუშავებული წვენიდან. [6] ასევე საინტერესოა ორთლის გამოყენება სუფთა ლერწმის წვენზე, ეს მნიშვნელოვანია იმ წარმოებებისათვის, რომლებიც გამომწვარ კირს ყიდულობენ და ცდილობენ გაზარდონ ეკონომიური მაჩვენებელი. კირის ნაკლებობის პირობებში ორთქლით დამუშავებისას წვენში არსებული მაღალ მოლეკულური ნივთიერებების წონასწორობა ადვილად ირღვევა და წვენიდან მათი გამოყოფა ეფექტური ხდება. [7]. თერმოდამუშავების დროს მნიშვნელოვანია ტექნოლოგიური ადგილის შერჩევა სქემაში და ამავე დროს წვენში სითბოს მიწოდების მეთოდები. იმასთან დაკავშირებით, რომ მაღალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს ინვერტული შაქრის დაშლა, წვენის შეფერილობის ზრდა და ასე შემდეგ, ამიტომ უკეთესია თბური დამუშავების დროს, მაქსიმალურად მოკლე დროში გადავცეთ ენერჯია სითბოს სახით. კოლოიდებისა და მაღალმოლეკულური ნივთიერებების გამოლექვა, მჭიდრო კავშირშია წვენში არსებულ ცილებთან. ცილოვანი ნივთიერებების რომელიმე

სტრუქტურა ან მდგომარეობა შეგვიძლია შევცვალოთ არა მარტო ქიმიური რეაგენტებით არამედ თერმული ზემოქმედების შედეგადაც.

სითხეში ცილების დენატურაცია მეტად გავრცელებული მეთოდია, მაგრამ ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ ტემპერატურის და PH გარემოს ურთიერთქმედება საკმაოდ მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული, ამიტომ შაქრის წარმოებაში წვენის გაცხელებით მაღალ მოლეკულური ნივთიერებების დალექვა, არ შეიძლება განხილული იყოს როგორც მხოლოდ თერმული პროცესი.

საერთოდ გაცხელების თანხვედნა სხვა მეთოდებთან ერთად შაქრის წვენში მაღალმოლეკულური ნივთიერებების სისტემის დასაშლელად უფრო ეფექტურია, მაგრამ გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ორი ან მეტი მადენატურირებელი აგენტის მოქმედებისას საკმაოდ დაბალი ეფექტი მიიღწევა, ვიდრე ცალკე-ცალკე აღებული ამ აგენტის ზემოქმედების შემთხვევაში. ისინი თითქოს ბლოკირებას უკეთებენ ერთმანეთს. მაგალითად: ტემპერატურული დენატურაციისას, ტემპერატურის მომატებასთან ერთად თუ გავზრდით წნევას, დენატურაციის სიჩქარე მცირდება. [8]

შაქრის ლერწმის ქარხნებს, შაქრის ჭარხლის ქარხნებისაგან განსხვავებით, არა აქვთ საკირე განყოფილება, თავის კირის გამოსაწვავი ღუმელით. ისინი ქალაქის ტომრებით იღებენ უკვე გამომწვარ კირქვას და მისგან ამზადებენ კირის რძეს. ნახშირორჟანგის მაგიერ იყენებენ გოგირდის ორჟანგს.

nax. 7

Ggogirdis orJangis misaRebi Rumeli

სასაქონლო შაქრის მისაღებად ცივ, ნედლ წვენს უმატებენ 0.08—0.18% კალციუმის ჟანგს CaO (ძლიერ ტუტე რეაქციამდე) შემდეგ გოგირდის ორჟანგით წვენს უტარებენ სულფიტაციას ნეიტრალურ რეაქციამდე ფენოლფტალეინის მიხედვით. ამის შემდეგ წვენს აცხელებენ და მიმართავენ დამლექვებში.

შაქრის ლერწმის წვენის კრისტალიზაცია

(შაქრის ლერწმის ნახევარფაბრიკატი)

გაფილტრული წვენის შემდგომი გადამუშავება ხდება ზუსტად ისე როგორც შაქრის ჭარხლის წვენის წარმოებისას, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში იმას, რომ მრავალკორპუსიან ამართქლებელ სადგურზე ჭარხალთან შედარებით, ბევრი რედუცირებული შაქრების

დაშლის თავიდან აცილების მიზნით, ოდნავ დაბალი ტემპერატურა უჭირავთ. მაგალითად პირველ კორპუსში – 106; მეორეში – 96; მესამეში – 82; მეოთხეში – 58, რომელიც ვაკუუმის ქვეშ არის. აორთქლების შემდეგ მშრალი ნივთიერების კონცენტრაცია სეროფში არის 60-65%, ხოლო კეთილხარისხოვნება ჩვეულებრივ 83-86%.

ნახ.8

შაქრის ლერწმის გადამუშავებისას შაქრის ნახევარფაბრიკატში (ევროპული ქვეყნებისთვის – “შაქრის ნედლეული”) საქაროზის შემცველობა (შაქრის ლერწმთან მიმართებაში) არის 85-86%, მელასასთან ერთად რჩება 7,5-8%, ბაგასაში იკარგება 0,5%-მდე, საწარმოს გაუთვალისწინებელი დანაკარგებია 0.8-0.9%.

შაქრის ნედლეულის (ნახევარფაბრიკატის)

დახასიათება.

ქიმიური შედგენილობა.

“შაქრის ნედლეული” ნახევარფაბრიკატია, რომელიც შედგება კრისტალებისაგან არაშაქრების თანხლებით და კრისტალშორისი ხსნარის ნარჩენებით, რომელშიც სახაროზის გარდა რათქმა უნდა არის არაშაქრებიც. გარეგნული სახით ეს არის მშრალი ფხვიერი ფხვნილი, სასიამოვნო ბოსტნეულის არომატით და დაბალი მჟავიანობით (PH 6,5-6,8). ლერწმის “შაქრის ნედლეულის” ტექნოლოგიური თვისებები განპირობებულია მასში კოლოიდური და მაღალმოლეკულური ნივთიერებების შემცველობით, რომელთა რაოდენობაც ხანდახან 1%-ს აჭარბებს. შედეგად გართულებულია ფილტრაცია მაღალი სიბლანტის გამო. მაგალითად 0,1%-იანი პექტინის ხსნარი ისეთივე სიბლანტისაა, როგორც

10%-იანი შაქრის ხსნარი. უმრავლესობა აღნიშნული მაღალმოლეკულური ნივთიერებების სპირტით გამოლექვის შემდეგ კვლავ შეიძლება დავაბრუნოთ ხსნარში. ასევე საკმაო ყურადღებას ითხოვს ტექნოლოგიის დროს მღებავი ნივთიერებები, რომ საბოლოო პროდუქტი ეტოდეს ნორმაში. შაქრის ნედლეულის შეფერილობა (მშრალი ნივთიერებების 100 ნაწილზე) ხანდახან ჩამოდის 20 – 30 IIIТ (შტამერამდე), როცა ნორმაა 96-98 IIIТ. ლერწმის შაქრის ნედლეულის შესაფასებლად ზოგიერთ ქვეყანაში გამოიყენება რანდემანი, რომელიც გვანახებს ნედლეულიდან შაქრის რაფინადის პოტენციურ გამოსავლიანობას და გამოითვლება ფორმულით:

$$L = P - [5b \text{ ნაცარზე} + 5 \text{ b ინვერტულ შაქარზე}]$$

სადაც: L – არის რანდემანი, ე.ი. გამოსავლიანობა

P – პოლარიზაცია.

პრაქტიკულმა გამოცდამ ანახა, რომ ფორმულა ზუსტად არ ემთხვევა შაქარი რაფინადის გამოსავლიანობას. მიუხედავად ამისა სიმარტივის გამო ფორმულას მაინც იყენებენ სხვადასხვა მცირე შესწორებებით.

შაქრის ლერწმის ნედლეული ყველაზე მნიშვნელოვან განსხვავებას შაქრის ჭარხალთან შედარებით, მაინც მასში არსებული რედუცირებული შაქრების გამო გვამდევს.

შაქრის შემცველობას შაქრის ნედლეულში ზომავენ პოლარიმეტრის საშუალებით. პირდაპირი პოლარიზაციით. გლუკოზისა და ფრუქტოზის თანაფარდობა თითქმის ერთნაირია, მაგრამ ფრუქტოზის ოპტიკური აქტივობა 1,8-ით მეტია ვიდრე გლუკოზისა, ამიტომ პოლარიმეტრული განსაზღვრა ყოველთვის 0.2-0,33%-ით ნაკლებია ჭეშმარიტზე. ლერწმის შაქრის ნედლეულის ხარისხს, მასში საქაროზის შემცველობის %-ული რაოდენობით განსაზღვრავენ. კარგად ითვლება ნედლეული კეთილხარისხოვნებით 97-98%, დაბალ ხარისხად კი კეთილხარისხოვნება 96%.

მინერალური ნივთიერებების მინარევები, რომლებიც შედგებიან ძირითადად კალიუმის, კალციუმის მაგნიუმის და სხვა ოქსიდებისაგან, ტექნოლოგიაზე ნაკლებ მოქმედებენ, მაგრამ სილიციუმის დიოქსიდი კოლოიდურ ფორმაში ართულებს შაქრის კლეროვკის (ხსნარის) საფილტრაციო თვისებებს.

გრანულომეტრიული შედგენილობა.

ძირითადი მასა არაშაქრებისა (80%-მდე) კრისტალის ზედაპირზეა და აფინაციის (წყალში გახსნის) დროს ადვილად ცილდება, მაგრამ ნედლეულის გრანულომეტრიულ შემადგენლობას მაინც საკმაო მნიშვნელობა აქვს. იმ ფრაქციებში, რომლებშიც კრისტალების ზომა 1მმ-ზე ნაკლებია, ძლიერ დიდია კუთრი ზედაპირის ფართი და შესაბამისად მეტ მინარევებს შეიცავს, ვიდრე ის ფრაქციები, რომლებიც მსხვილი კრისტალებით არიან წარმოდგენილნი.

კრისტალების საშუალო ზომად ითვლება 1,24 მმ. მათი არათანაბრობის კოეფიციენტი კი 35%-ის ტოლია.

მინერალური ნივთიერებების მინარევები, რომლებიც შედგებიან ძირითადად კალიუმის, კალციუმის მაგნიუმის და სხვა ოქსიდებისაგან, ტექნოლოგიაზე ნაკლებ მოქმედებენ, მაგრამ სილიციუმის დიოქსიდი კოლოიდურ ფორმაში ართულებს შაქრის კლეროვკის (ხსნარის) საფილტრაციო თვისებებს.

ელექტროგამტარებლობა.

ლერწმის შაქრის ნედლეულის ხსნარები ელექტროგამტარებლები არიან, რაც ხორციელდება არაშაქრების საშუალებით (სუსტი მჟავების მარილებით და ძლიერი ტუტეებით) თვითონ სახაროზა არაელექტროლიტია. რაც უფრო წვრილია შაქრის ნედლეულის ფრაქცია (როგორც ზემოთ ითქვა) მით მეტია

კრისტალის ზედაპირი და შესაბამისად მეტი არაშაქრების გამო ასეთი შაქრის ნედლეულის ხსნარებს მეტი ელექტროგამტარებლობა აქვთ. ინტერვალში PH 3-9

კუთრი ელექტროგამტარობა არ არის დამოკიდებული წყალბად იონების კონცენტრაციაზე. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად იზრდება ხსნარის გამტარებლობა. (შაქრიანი წველების ელექტროგამტარებლობაზე იხ. დიფუზიური წველის გასუფთავება და კონტროლი).

ლერწმის შაქრის ნედლეულის შენახვა.

კარგი ხარისხის ლერწმის შაქრის ნედლეულს კარგი მედეგობა გააჩნია ხანგრძლივი შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს. ამისთვის ყველაზე მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია სინესტე.

შაქრის ლერწმის ნედლეულის გადამუშავების

ტექნოლოგიური სქემა.

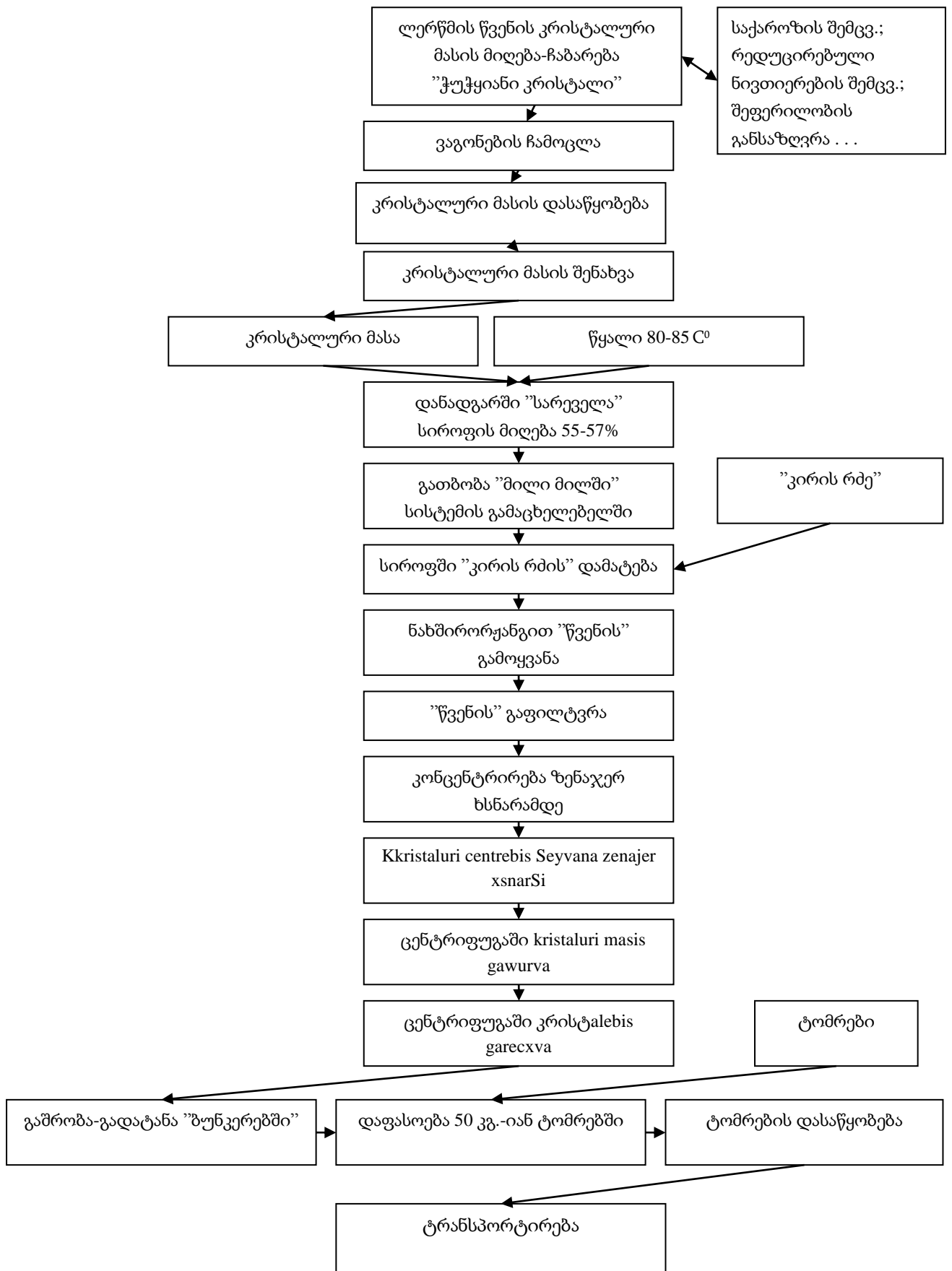
E შაქრის ჭარხლის ქარხანაში ტექნოლოგიური სქემის მცირედი გადაწყობის შემდეგ შესაძლებელია გადამუშავებული იქნას შაქრის ლერწმის ნედლეული. ამისათვის ქარხანას წინასწარ მომზადებული უნდა ჰქონდეს შაქრის ლერწმის ნედლეულის მიმღები განყოფილება, თავისი ტრანსპორტიორების სისტემით, რომელიც დაცლის ვაგონებს და ნედლეულს გადაიტანს საწყობში, შემდეგი თანმიმდევრული გადამუშავებისათვის.

სასურველია ქარხანას ჰქონდეს სულ ცოტა სამპროდუქტიანი კრისტალიზაციური სქემა, რაც ასევე აუცილებელია შაქრის ჭარხლის გადამუშავებისას. ლერწმის შაქრის ნედლეული გადამუშავდება საწყისი რედუცირებული შაქრების უმეტესი ნაწილის შენარჩუნებით, რომელიც შემდგომ მელასაში გროვდება და გამოდის წარმოებიდან. ამისათვის მას უტარებენ აფინაციას, ხსნიან თბილ წყალში და დეფეკოსატურაციას აწარმოებენ დაბალ ტუტე გარემოში შაქრის ჭარხალთან შედარებით. ამავე დროს კირის რძესა და სატურაციულ გაზს აწვდიან ერთდროულად. აღნიშნული ტექნოლოგიით აქტიური კირის ხარჯი არის 0.4% შაქრის ლერწმის ნედლეულის მასასთან შედარებით, ხოლო კლეროვკის PH არ აღემატება 9.5-ს. დაშლას გადარჩენილი რედუცირებული ნივთიერებები გადადიან ბოლოს მელასაში.

შაქრის ჭარხლის ქარხანა თუ ვერ იცავს აღნიშნულ ტექნოლოგიურ სქემას, მაშინ იყენებენ შემდეგ სქემას: ბოლომდე შლიან რედუცირებულ ნივთიერებებს, ამისათვის ენერგიულად მოქმედებენ კირით რედუცირებულ შაქრებზე. კირიანი რძის მიცემის მომენტში იქვე ახდენენ ხსნარის სატურირებას ნახშირორჟანგით. ახლად წარმოქმნილი კალციუმის კარბონატზე ადსორბირდება რედუცირებული შაქრები (რა თქმაუნდა ასევე სხვა არაშაქრებიც), რაც გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ კლეროვკის შეფერილობა დავიჭიროთ ნორმაში და ბოლოში მივიღოთ სტანდარტული შაქრის ფხვნილი. ამ შემთხვევაში აქტიური კირის ხარჯი არის 6% შაქრის ლერწმის მასასთან შედარებით, ხოლო კლეროვკის PH-11,6. აღნიშნული ტექნოლოგიისას მეტი ყურადღება და სიზუსტე გვჭირდება დეფეკოსატურაციაზე ლაბორატორიული კონტროლოს დროს, რადგან არ არის გამორიცხული ჭარბი კირის დროს წარმოიქმნას გარკვეული რაოდენობით კალციუმის სახარატები და შაქარი დავკარგოთ ნალექში.

შაქრის ნედლეულის კლეროვკის ეფექტიანი გასუფთავება მიიღება კირითა და სატურაციული გაზით, როდესაც კლეროვკა განზავებულია 55% მშრალ ნივთიერებამდე.

შაქრის ლერწმის ნედლეულის გადამუშავების ტექნოლოგიური ოპერაციები მოყვანილია სქემაზე. ნახ. 9



შაქრის ლერწმის ნედლეულის გადამამუშავება

შაქრის ლერწმის ნედლეული, საწყობიდან გამოსვლისას იწონება ავტომატურ სასწორებზე. იღებენ საშუალო ნიმუშს ხარისხის განსაზღვრისათვის ლაბორატორიაში, რომლის ანალიზების შემდეგაც აკეთებენ ტექნოლოგიურ კორექტირებას ნედლეულის გადამამუშავებისას და ეს ხდება გადამამუშავების პროცესის შეუჩერებლად. გაცხელებული ფილტრების ნარეცხი 90°C წყლებით კლეროვკის აპარატში ხსნიან შაქრის ლერწმის ნედლეულს და იღებენ შაქრიან სეროპს – კლეროვკას მშრალი ნივთიერებებით 53-56%. მიწოდების ტრაქტის სტერილიზაციის თვალსაზრისით ცვლაში ერთხელ კლეროვკის აპარატში შეყავთ 8-10კგ. ფორმალინი. მიღებულ კლეროვკას ურევენ მესამე კრისტალიზაციის შაქართან და პირველი კრისტალიზაციის ნაწურთან ერთად აცხელებენ 80°C -მდე და ატარებენ 8-10 წთ-იან დეფეკაციას P^{H} -ით 11,5-11,7 (ტუტიანობა ფენოლფტალეინის მიხედვით 2-2,5% CaO) აქტიური კირის ხარჯი დეფეკაციაზე შაქრის ნედლეულის ხარისხის მიხედვით შეადგენს 4-6% შაქრის ლერწმის ნედლეულის მასასთან შედარებით. დეფეკაციის შემდეგ კლეროვკას უტარებენ ორსაფეხურიან სატურაციას მრავალჯერადი ცირკულაციით, სატურაციული აპარატის გარეკონტურის და ტუმბოს საშუალებით. პირველ საფეხურზე კლეროვკას ამუშავებენ სატურაციული გაზით P^{H} 10,5-10,7-მდე. (ტუტიანობა ფენოლფტალეინის მიხედვით 0,06-0,08% CaO), მეორე საფეხურზე P^{H} 9,0-9,2. (ტუტიანობა ფენოლფტალეინის მიხედვით 0,025-0,035% CaO)

შაქრის ლერწმის ნედლეული, საწყობიდან გამოსვლისას იწონება ავტომატურ სასწორებზე. იღებენ საშუალო ნიმუშს ხარისხის საბოლოო ტუტიანობის რეგულირების გართულების თავიდან ასაცილებლად მეორე სატურაციის წინ კლეროვკას უმატებენ კირის რძეს (0,4-0,5% CaO შაქრის ნედლეულის მასის მიხედვით) რომლისთვისაც იყენებენ პირველი სატურაციის საკონტროლო ყუთის მეორე განყოფილებას. კლეროვკა პირველი სატურაციიდან მეორე სატურაციის აპარატში უკეთესია მივაწოდოთ აპარატის შიგნით მდებარე ზონტის თავზე ან სულ ცოტა, მეორე აპარატის რეცირკულაციის კონტურის შესასვლელის ზემოთ, რათა ეს ორი ნაკადი უცებ არ გადაირიოს ერთმანეთში. ეს გვამღევს საშუალებას, რომ მაქსიმალურად გამოვიყენოთ მეორე სატურაციიდან გამოსული გამოუყენებელი ნახშირორჟანგი. მეორე სატურაციის გამოსასვლელში ცდილობენ მაქსიმალური ტუტიანობა ექიროთ, ოღონდ ისე რომ არ აქაფდეს კლეროვკა, ან იმდენად მაღალი, რომ არ გართულდეს ფილტრაცია დეფეკოსატურაციის შემდეგ.

მრავალჯერადი რეცირკულაცია სატურაციის ორივე საფეხურზე და მაღალი ტუტიანობა გვამღევს იმის საშუალებას, რომ მაქსიმალურად გამოვიყენოთ სატურაციული გაზის ნახშირორჟანგი და ახლადწარმოქმნილი კალციუმის კარბონატის აქტიური ადსორბციული ზედაპირი. მეორე სატურაციისას კალციუმის კარბონატის ზედაპირზე მცირე რაოდენობით მიმდინარეობს პეპტიზაცია არამაქრების, ამიტომ ფილტრაციას პირველ და მეორე სატურაციის შორის აზრი არა აქვს. კლეროვკა თითოეულ სატურატორში მიმდინარეობს 35-40 წთ.

სატურირებულ კლეროვკას აცხელებენ 85°C და ფილტრავენ დისკურ ფილტრებში (პირველი ფილტრაცია). **max. 9**

შენიშვნა: საპროდუქტე განყოფილების დანადგარები, რადგან ორივე ნედლეულისთვის ერთი და იგივეა, უფრო დეტალურად იქნება ნაჩვენები ჭარხლის განხილვის დროს შემდეგში.

შემდეგ მეორე კრისტალიზაციის კლეროვკასთან ერთად (შერევის შემდეგ) ატარებენ სულფიტაციას P^H 7,2-7,5-მდე. კვლავ აცხელებენ $80C^0$ -მდე. ფილტრავენ ფილტრპრესებზე ფილტრპერლიტის გამოყენებით (მეორე ფილტრაცია) და გაფილტრულ კლეროვკას იყენებენ პირველი უტფილის მოსახარშად.

ფილტრაციულ ნალექს რეცხავენ (აცლიან შაქარს) სამ საფეხურად: პირველი საფეხური მიმდინარეობს დისკურ ფილტრებზე, მეორე საფეხურის ცხელი ნარეცხების სულფიტაციამდე, როდესაც ნარეცხებში მშრალი ნივთიერებების რაოდენობა დადის 20-25%-მდე. მეორე საფეხური მიმდინარეობს ვაკუუმ ფილტრებზე, სადაც იფილტრება ნალექი დისკური ფილტრებიდან, მიღებული პირველი და მეორე ფილტრაციის დროს მესამე ეტაპის რეცხვისას. მესამე საფეხური – ეს არის ბოლო ეტაპების ნარეცხი წყლები ვაკუუმ და დისკურ ფილტრებზე, ასევე ბარომეტრიული და ამიაკიანი წყლები $90 C^0$ -ით, რომლებიც შეიცავენ 0,14-0,15% შაქარს ნალექის მასასთან შედარებით. ტექნოლოგიური გამოყენების წინ ნარეცხ წყლებს ამუშავებენ 40%-იანი ფორმალინის ხსნარით (1კგ. ფორმალინი 100ტონა შაქრის ნედლეულზე) აცხელებენ $90 C^0$ -მდე და თუ აუცილებელია, ფილტრავენ კიდეც.

კრისტალიზაცია

პირველ უტფილს ხარშავენ სულფიტირებული კლეროვკით და თავისივე მეორე ნაწურით მშრალი ნივთიერებების შემადგენლობით 92%, ტემპერატურით $70-75 C^0$ ვაკუუმის ქვეშ და კეთილხარისხოვნებით 93-94%. პირველი ნაწურით ათხელებენ უტფილს უტფილის გადამრევეში. ნახევარს ასხავენ წინასწარ, ხოლო მეორე ნახევარს ასხავენ ვაკუუმ აპარატიდან უტფილის ბოლომდე ჩამოშვების შემდეგ უტფილის გადამრევეში. პირველი უტფილის ცენტრიფუგირებისას იღებენ ორ ნაწურს: პირველს - ეგრეთ წოდებულ “მწვანე ნაწურს” კეთილხარისხოვნებით რაუმეტეს 83% და მეორე ნაწურს – ეგრეთწოდებულს “თეთრი ნაწური” არაუმეტეს 91%. მეორე ანუ “თეთრი ნაწური” მიიღება, როდესაც ცენტრიფუგაში უტფილის ჩატვირთვისა და კრისტალშორისი სითხის გამოწურვის შემდეგ, ცენტრიფუგაზე

ავტომატურად “სეგრეგატორი”- (ნაწურის მიმმართველი) გადაირთვება სხვა პოზიციაში. ამ მომენტის შემდეგ ცენტრიფუგაში გაწურულ კრისტალურ მასას ავტომატურად ეფრქვევა ცხელი წყლის ჭავლი და კრისტალის ზედაპირს რეცხავს. კრისტალის ნარეცხის შედარებით ღია შეფერილობის გამო, პირველ კრისტალშორის ნაწურთან შედარებით დაერქვა “თეთრი ნაწური”. რადგან შაქრის კრისტალის ზედაპირის ნარეცხია, ამიტომ თეთრი ნაწურის კეთილხარისხოვნება უფრო მეტია, ვიდრე კრისტალშორისი ნაწურის მწვანე ნაწური.

პირველი უტფელის მწვანე ნაწური შეიცავს გარკვეული რაოდენობის ინვერტულ შაქარს, თუ მას დავაბრუნებთ კვლავ პირველი უტფელის მოსახარშად, მრავალჯერ ცირკულაციის შედეგად, პირველი უტფელში დაგროვდება საკმაო რაოდენობის ინვერტული შაქარი, რაც ბოლო ჯამში გამოიწვევს შაქრის სასაქონლო სახის გაფუჭებას. პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის მთლიანად გამოყენება მეორე უტფელის მოსახარშად გამოიწვევს საპროდუქტე განყოფილების ვერსტატის გადავსებას და შეფერილობის ინტენსიურ ზრდას. ამისათვის, პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის 60-85%-ს ურევენ მესამე კრისტალიზაციის შაქრის კლეროვკას და მშრალი ნივთიერებების შემადგენლობის 55%-ით აბრუნებენ დეფეკოსატურაციის დასაწყისში, რათა ახლადწარმოქმნილი ცალციუმის კარბონატის ზედაპირზე მოხდეს არაშაქრების ადსორბცია და ინვერტული შაქრების დაშლა. დანარჩენილი მწვანე ნაწური მოიხმარება მეორე უტფელის ხარშვისთვის.

გარკვეულ დონეზე რომ გვეჭიროს კლეროვკისა და პირველი უტფელის კეთილხარისხოვნება ხარისხიანი შაქრის ფხვნილის მისაღებად, საჭიროა ვარეგულიროთ პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის დასაბრუნებელი მოცულობა დეფეკოსატურაციის უბანზე, რომელიც განისაზღვრება რეცირკულაციის კოეფიციენტით. თითოეული ქარხნისთვის რეცირკულაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება ცვლის ქიმიკოსების ტექნოლოგიური ჟურნალის მონაცემებით და მეთოდით რომელიც მოცემულია ჟურნალში: «Сахарная промышленность» 1984г №10. с.31-33.

რეცირკულაციის კოეფიციენტი ეწოდება – ცენტრიფუგირებისას მიღებული პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის მოცულობის შეფარდებას, რომელიც დაბრუნდა დეფეკოსატურაციაზე გასასუფთავებლად, მთლიანად მიღებული პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის მოცულობასთან.

მეორე უტფელი იხარშება 92,5% მშრალი ნივთიერების შემცველობამდე, ტემპერატურით 70-75 °C რეცირკულაციის კოეფიციენტი ეწოდება – ცენტრიფუგირებისას მიღებული პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის მოცულობის შეფარდებას, რომელიც დაბრუნდა დეფეკოსატურაციაზე გასასუფთავებლად, მთლიანად მიღებული პირველი უტფელის მწვანე ნაწურის მოცულობასთან.

მეორე უტფელი იხარშება 92,5% მშრალი ნივთიერების შემცველობამდე, ტემპერატურით 70-75 °C და აცენტრიფუგირებენ მხოლოდ ერთი ნაწურის აღებით კეთილხარისხოვნებით არაუმეტეს 73%. დასაშვებია შაქრის გათეთრება მცირედი წყლის პორციით და ორივე ნაწური ერთიანდება. მეორე უტფელი თხელდება თავისივე ნაწურით მიმღებ უტფელის გადამრევში. მეორე კრისტალიზაციის შაქარი იხსნება პირველი საფეხურის ფილტრაციის ნარეცხ წყლებში და მიღებული კლეროვკა გადაეცემა სულფიტაციაზე. და აცენტრიფუგირებენ მხოლოდ ერთი

ნაწურის ადებით კეთილხარისხოვნებით არაუმეტეს 73%. დასაშვებია შაქრის გათეთრება მცირედი წყლის პორციით და ორივე ნაწური ერთიანდება. მეორე უტფელი თხელდება თავისივე ნაწურით მიმღებ უტფელის გადამრევეში. მეორე კრისტალიზაციის შაქარი იხსნება პირველი საფეხურის ფილტრაციის ნარეცხ წყლებში და მიღებული კლეროვკა გადაეცემა სულფიტაციაზე.

მესამე უტფელი იხარშება 94% მშრალ ნივთიერებამდე მეორე უტფელის ნაწურით 70-72 C⁰ ტემპერატურაზე. ვაკუუმ აპარატიდან ჩაშვებამდე უტფელს ათხელებენ განზავებული მელასით, შემდეგ აციებენ 26-30 C⁰ ტემპერატურაზე 70-100 სთ. განმავლობაში. გაციება მიმდინარეობს წყლის გატარებით ამრევ-კრისტალიზატორის გაციების სისტემაში. გამზადებული უტფილის კეთილხარისხოვნება არ უნდა აღემატებოდეს 73%-ს. ბოლო ამრევ კრისტალიზატორს ათბობენ 7-10 C⁰-ით და აცენტრიფუგირებენ. კრისტალშორისი ნაწური მელასა გამოდის წარმოებიდან, ხოლო მესამე უტფილის შაქარი მიდის კლეროვკაზე, იხსნება ფილტრაციის ნარეცხებში 55% მშრალ ნივთიერებებამდე და უერთდება ლერწმის შაქრის ნედლეულის კლეროვკას დეფეკაციის წინ.

მელასა კეთილხარისხოვნებით 50% და ნაკლები მიდის საცავში. კეთილხარისხოვნებით 51-54% გამოიყენება კრისტალიზაციურ განყოფილებაში მესამე უტფელის გასათხელებლად ხოლო კეთილხარისხოვნებით 54% და მეტი გამოიყენება მესამე უტფელის მოსახარშად.

ლერწმის შაქრის ნედლეულის გადამუშავებისას მელასის გამოსავალი შეადგენს 1,2-4% შაქრის ნედლეულთან შედარებით.

საწარმოო მაჩვენებლები.

ლერწმის შაქრის ნედლეულის გადამუშავებისას, თუ ავიორჩევთ სქემას, რომლის მიხედვითაც პირველი უტფილის მწვანე ნაწურის უმეტესი რაოდენობა ბრუნდება დეფეკოსატურაციაზე, მაშინ შაქრის ფხვნილის გამოსავლიანობა შეადგენს 95-96%-ს (საუკეთესო ქარხნებში 96,5%-მდე, შაქრის ნედლეულში საქაროზის შემცველობით 98%). მელასაში შაქრის შემცველობა – 1-1,3%. (საუკეთესო ქარხნებში 0,85-0,9%). კირის ხარჯი – 4-6%. პირობითი საწვავის ხარჯი – 25-28%, შაქრის დანაკარგები წარმოებაში – 0,9-1%, შაქრის ლერწმის ნედლეულის მასასთან შეფარდებით.

უტფელების საორიენტაციო გამოსავლიანობა ლერწმის შაქრის ნედლეულთან შეფარდებით შეადგენს:

პირველი პროდუქტის უტფელი – 240%. (მთლიანი უტფელი, თავის ნაწურებიანად ბრუნვის დროს, ე.ი. 100ტ ნედლეულის გადამუშავებისას 240 ტ უტფელი უნდა ჩამოეშვას კრისტალიზატორში.)

მეორე პროდუქტის უტფელი – 15%.

მესამე პროდუქტის უტფელი – 5%.

ამავე დროს კრისტალების შემცველობა უტფელში შესაბამისად უნდა იყოს (% უტფელის მასასთან შეფარდებით)

პირველი უტფელი – 52%.

მეორე უტფელი – 40%.

მესამე უტფელი – 30%.

ხარშვის ხანგრძლივობა რეკომენდირებულია შესაბამისად: პირველი პროდუქტისთვის – 3,2სთ; მეორე პროდუქტისთვის – 4,4სთ; მესამე პროდუქტისთვის – 10სთ.

შაქრის დანაკარგები წარმოებაში.

საერთო დანაკარგები ლერწმის შაქრის ნედლეულის გადამუშავებისას შაქრის ფხვნილად წარმოებაში შეადგენს 1,8-2,1% შაქრის ნედლეულის მასის მიხედვით. აქედან 1-1,3% გადადის მელასაში, ხოლო 1% იკარგება წარმოებაში.

საწარმოო დანაკარგები %-ში შედგება გათვალისწინებული და გაუთვალისწინებელი დანაკარგებისაგან. გათვალისწინებულია შაქრის დანაკარგები ფილტრაციულ ნალექში – 0,1-0,15; გაუთვალისწინებელია იმ შაქრის რაოდენობა, რომელიც თერმოქიმიური დამუშავების შედეგად იშლება, მიკროორგანიზმების ზემოქმედების შედეგად და ა.შ. შეადგენს – 0,7-0,8. აქედან კლეროვკის კირით დამუშავებისას – 0,13; უტფელის ხასშვისას – 0,5; ბარომეტრიულ წყლებში – 0,15.

საწარმოში კირით დამუშავებისას მნიშვნელოვანი გაუთვალისწინებელი დანაკარგები შეიძლება მივიღოთ, საქაროზის მიკრობიოლოგიური დაშლის გამო. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს, როდესაც საწარმოში ანტისანიტარიის პირობებში შაქრიანი ხსნარები ვერსტატზე დიდი მოცულობის აპარატებში მაღალი ტემპერატურის დროს და ფილტრაციული ნარეცხი წყლები რეზერვუარებში დიდხანს ყოვნდება გადამუშავებისას.

საპროდუქტე განყოფილებაში შაქრის დანაკარგებზე დიდ გავლენას ახდენს P^H-ის დაბალი მაჩვენებელი და მაღალ ტემპერატურაზე უტფელის ხარშვა. barometriul wylebSi Saqari ikargeba utfilis xarSvisas, rodesac orTqls miyveba serofis wveTebi. danakargebis Semcirebis TvalsazrisiT, barometriuli kindensatoris win dadges damWeri, qarxnis warmadobis mixedviT yovel 100t. gadamuSavebul Saqris nedleulze 6 m³-iani damWeri. utfilis xarSva unda mimdinareobdes stabiluri bakuumis qveS, radgan vakuumis TamaSi iwvevs utfilis gadasrolas sakondensacio sadgurSi da Sesabamisad barometriul wylebSi.temperatura unda SeirCes iseTi, rom mimdinareobdes Tanabari duRili. es mniSvnelovania gansakuTrebiT maSin, rodesac vakuum aparatSi kristalis centrebi Casaxulia da mimdinareobs utfilis masis momateba.

ქარხნის თბური სქემა.

შაქრის ქარხნის თბური პრინციპიალური სქემიდან ფუნქციები ეცვლება მხოლოდ ამართქლებელი სადგურს, მისი პირველი და მეორე კორპუსები პარალელურ რეჟიმში მუშაობენ როგორც ამართქლებლები. შედეგად თეც-ის ორთქლის ქვაბები მუშაობენ სუფთა კონდესატის რეჟიმზე, ხოლო მეორეული ორთქლით, რომლის ტემპერატურაცაა 120 C⁰, იკვებება პირველი, მეორე და მესამე უტფელის სახარში ვაკუუმ აპარატები. თვითონ ამართქლებლები იკვებებიან დეაერირებული წყლით, ერთსაფეხურიანი დარბილების სქემით. კლეროვკის გამაცხელებლები, ფილტრაციული წყლების და შაქრის საშრობი, ცხელდება ტურბოგენერატორის (ელექტროტურბინის) შემდეგ ნამუშევარი ნარჩენი ორთქლით.

საკირე განყოფილება კირის ღუმელებით, დამახასიათებელია შაქრის ქარხლის ქარხნებისთვის, ამიტომ კირის წარმოება განხილული იქნება ქარხლის გადამუშავების დროს.

შაქრის ქარხალი

ქარხალი ორწლიანი მცენარეა. პირველ წელს ყალიბდება ბოლქვი და მასში გროვდება საქაროზა, როგორც სათადარიგო ნივთიერება. მეორე წელს კი ქარხლის ბოლქვი იკეთებს ყვავილს და თესლს. შაქრის წარმოებისათვის ქარხალს იღებენ პირველ წელს, ხოლო გასამრავლებლად ანუ სათესლედ, ტოვებენ მეორე წელს.

თანამედროვე შაქრის ქარხალი (ბეტა ვულგარის საცჰარიფერა), ეკუთვნის ოჯახობას (ჩჰენოპოდიაცეაე), რომელიც წარმოდგება კრიუგერის გამოკვლევების მიხედვით ევროპის ნაპირებზე გავრცელებული თეთრი ქარხლისაგან (ბეტა მარიტიმე).

ქარხალში საქაროზის არსებობა პირველად აღმოჩენილი იყო გერმანიაში. 1747 წელს ბერლინის აკადემის დირექტორი მარგგრაფი აღნიშნავდა, რომ ქარხალში აღმოჩენილი ტკბილი გემო აიხსნება მასში შაქრების შემცველობით, რომელიც იდენტურია ლერწმის შემადგენლობაში მყოფი საქაროზისო. ამ აღმოჩენამ საწარმო გავრცელება არ მიღო იმიტომ, რომ შაქრის შემცველობა ქარხალში იყო ძალიან ცოტა (0,5 – 1,5%) და თვითონ მიღების მეთოდისაგან სამრეწველოდ ვერ ჩაითვლებოდა.

შაქრის ქარხლის სელექციაში და როგორც ტექნიკური კულტურის ჩამოყალიბებაში დიდი როლი ითამაშა ნაპოლეონის მიერ საკონტინენტო ბლოკადის შემოღებამ, რომელმაც თითქმის შეწყვიტა ევროპაში ლერწმის შაქრის იმპორტი.

მარგგრაფის მოწაფემ და მისი კვლევების გამგრძელებელმა ახარდიმ, სისტემატიური კვლევებისა და სელექციის შედეგად 1786 მიიღო გარკვეული შედეგები, ქარხალში შაქრიანობა 4,5%-დან აიყვანა 15 -20%-მდე. 1798 წელს ბერლინის შაქრის სახარში მიიღო კიდევაც დიდი

რაოდენობით პირველი კრისტალური შაქარი შაქრის ჭარხლიდან. პრუსიის სახელმწიფოს მხარდაჭერით 1801 წელს ახარდომ ააშენა პირველი შაქრის ქარხანა კუნერნში, სილეზიაში. იმავე წელს მოსკოველმა მემამულემ ესიპოვმა, ტულის ოლქში ააშენა რუსეთში პირველი შაქრის ქარხანა და მიღო 80კგ. შაქარი.

დღეს- დეობით არჩევენ შაქრის ჭარხლის სამ მიმართულებას: 1. მაღალი შაქრიანობის ჯიშის ჭარხალი; 2. მაღალი მოსავლიანობის ჯიშის ჭარხალი და 3. ნორმალური ჯიშის ჭარხალი, რომელიც მოსავლიანობით და შაქრის შემცველობით დგას პირველ ორ ჯიშს შორის. ცდილობენ გამოიყვანონ ახალი ჯიშები, რომელთაც აღნიშნულის საუკეთესო ნიშან-თვისებები ექნებათ გაერთიანებული.

დიდი შრომა იხარჯება მეჭარხლეობაში ნიადაგის მომზადებაზე, თესვაზე, ჭარხლის მოყვანაზე და მის ამოღებაზე ყოველწლიურად. თესვა და ამოღება მექანიზირებულია, თუმცა ამოღების დროს ჭარხლის კომბაინი მოსავლის 5-10%-ს მიწაში ტოვებს მითუმეტეს, თუ ამოღება მიმდინარეობს გვიან შემოდგომით და პირველი თოვლიც მოსულია. ამ შემთხვევაში კომბაინის კვალდაკვალ ხელით ამოღებაც შეუძლებელია. იმისათვის, რომ ჭარხლის ნათესების დამუშავება ადვილად მოხდეს, ჭარხლის თესვა მიმდინარეობს სპეციალური სათესით – კვადრატულ- ბუდობრივი მეთოდით. აღნიშნული მეთოდი გვამღევს საშუალებას გამოვიყენოთ ჯვარედინი კულტივაცია და ხელით შრომა მაქსიმალურად შევამციროთ. G

შაქრის ჭარხლის ვეგეტაციის პერიოდია 180 დღე, მას უყვარს ტენიანი, ნემომპალით მდიდარი მიწა. შესაძლებელია თიხანარევი მიწებზეც კარგი მოსავლის მიღება მორწყვის პირობებში. ჭარხლის საშუალო მოსავლიანობა საქართველოს პირობებში 50 ტონაა ერთ ჰექტარზე.

შაქრის ჭარხალი წარმოადგენს წაგრძელებული ფორმის ბოლქვს, რომელსაც ორი მხრიდან ზოლად მიუყვება ღარის ტიპის ჩაღრმავება. სასურველია, რომ ჭარხლის ბოლქვს არ ჰქონდეს მრავალი ჩაღრმავება, რადგან შემდგომში სამრეწველო გადამამუშავებისას რეცხვის დროს ეს იწვევს პრობლემებს. ბოლქვის ქვემოთა ნაწილის გაგრძელება 1 სმ. დიამეტრის ქვემოთ ითვლება ბოლქვის კუდად, რომელიც გადადის ფესვში და ეს უკანასკნელი შეიძლება გაგრძელდეს 1,5 მეტრამდე.

შაქრის ჭარხალი შედგება თავისაგან 1; (ნახ. 1 ა.) ყელისაგან 2; თვით ბოლქვის ტანისაგან 3 და კუდისაგან 4.

nax. 10

ჭარხლის თავად ითვლება ბოლქვის მიწისზედა მცირე ნაწილი, რომელზეც იზრდება ფოთლები. სიგრძივ ჭრილში რომ გავჭრათ ბოლქვი დავინახავთ, რომ შაქარი არათანაბრადაა განაწილებული მთელ ბოლქვში (ნახ. 1 ნ; B.).

ციფრებით ნაჩვენებია შაქრის %-ული შემცველობა ბოლქვში. განვიჭრილში შევამჩნევთ ზრდის რგოლებს. ბოლქვის უჯრედი შედგება: პროტოპლაზმისაგან – 5, ბირთვი – 6, ვაკუოლი – 7, უჯრედის კედელი – 8, კანი ეპიდერმისი – 9, საკვების გამტარი მილები – 10.

შაქრის ჭარხალი შედგება:

wyali	75%
mSrali nivTierebebi aqedan:	25%
saqaroza	15-18%
ujredisi	2,3%
mineraluri nivTierebebi	2%
azotovani nivTierebebi	1,2%
da sxva	1,5-2%

O

შაქრის ჭარხლის ამოღებას იწყებენ სექტემბერში და გრძელდება 40-45 დღე-ღამე. პირველი 10-12 დღის განმავლობაში ამოღებული ჭარხალი მიდის პირდაპირ ქარხანაში და ბოლო 10 დღის

განმავლობაში ამოღებული, რადგან ამ პერიოდში ამოღებული ჭარხალი ნაკლებად მომზადებულია შესანახად. დანარჩენ დროს ამოღებული ჭარხალი ინახება კაგატებში.

შაქრის ჭარხლის ამოღება ხდება ხელით ან სპეციალური მანქანებით **nax. 11**

მანქანით ამოღების შემთხვევაში სასურველია სათესი ფართობი არ იყოს მთავორიანი. ბოლქვის ამოღება ხდება სპეციალური გუთნის საშუალებით 5. და ზემოთ ამოწეულ ბოლქვს კი ფოთლებით წარიტაცებს ჯაჭვური ტრანსპორტიორი 4. ამოღებულ ბოლქვს სპეციალური დისკებით 1 ეჭრება ფოთლები და ცვივდება ბუნკერში 2, ხოლო ფოთოლმოჭრილი ბოლქვი გროვდება ცალკე ბუნკერში 3.

ამოღებული ჭარხალი გადააქვთ სატვირთო მანქანებით ან სატვირთო ვაგონებით. რკინიგზის ტრანსპორტით ჭარხლის შემოტანა ხდება უმეტესად იმ შემთხვევაში, როდესაც სათესი ფართობები ქარხნიდან მოშორებულია და ჭარხალი გროვდება სპეციალურ ჭარხლის მიმღებ პუნქტებში.

ჭარხლის მიღება შენახვა

ქარხანაში მიტანილ ჭარხალს გადმოტვირთავენ სპეციალური ჰიდრანტებით 2,(ნახ. 3 და 4)

nax.12

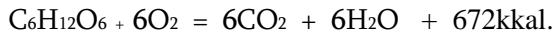
რის შემდეგაც ჭარხალი ცვივდება სპეციალურ ჰიდროტრანსპორტიორებში და წყალთან ერთად მიეწოდება ქარხანაში.

მიწიდან ამოღებული ჭარხლის ბოლქვი ცოცხალი მცენარეული ორგანიზმია. ფოთლების მოცილების შემდეგ მასში უფრო დაშლის რეაქციები მიმდინარეობს, ვიდრე სინთეზის. შემოუსვლელი ბოლქვის სასიცოცხლო პროცესები უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე იმ ბოლქვის, რომელიც ტექნიკურად უკვე ზრდასრულია. ასეთ ბოლქვში სინთეზის პროცესები უკვე დამთავრებულია და მზად არის თვითონვე დაკარგოს ფოთლები. ჭარხალი რომელიც ზრდასრულია, ინახავენ სპეციალურ კაგატებში. იგი გადამუშავდება ადრე ამოღებული და გვიან ამოღებული ჭარხლის შემდეგ. გვიან ამოღებული ჭარხალიც სასწრაფოდ არის გადასამუშავებელი, რადგან მიწიდან გვიან ამოღებული მოუმზადებელია კაგატებში შესანახად.

შემოსული და შემოუსვლელი ჭარხლის ბილქვები ტრანსპორტიორების შემდეგ შეჭკნებიან, იმიტომ, რომ ინტენსიურად მიმდინარეობს სუნთქვა და ასე ვთქვათ მექანიკური დაზიანებების მოშუშება. აღნიშნულ პროცესებს თან სდევს შაქრის კლება, რადგან ენერგია, რომელიც საჭიროა ცხოველქმედებისათვის, შაქრის დაშლის ხარჯზე გამოიყოფა. ჯერ საქაროზა იშლება გლუკოზად და ფრუქტოზად:



შემდგომ რთული პროცესების დროს ჰაერის ჟანგბადის დახმარებით (აერობული სუნთქვა) მიღებული შაქრები ბოლომდე იჟანგებიან:

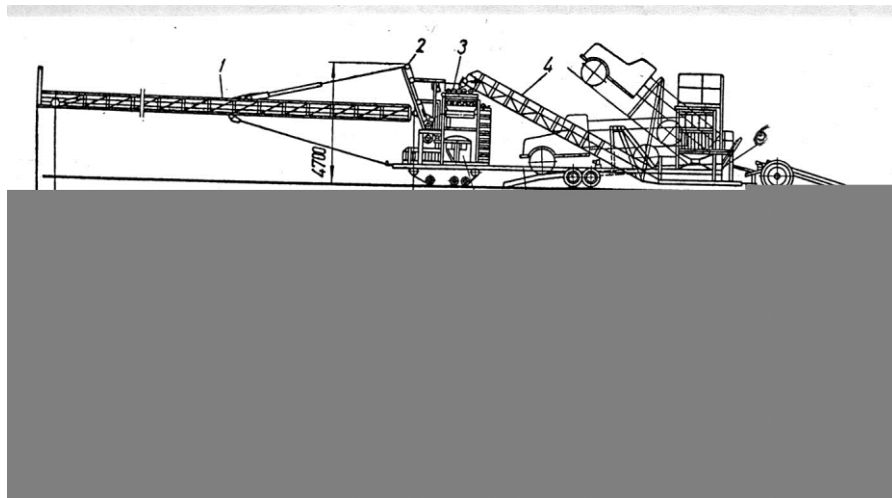


უჰაერობის შემთხვევაში (ანაერობული სუნთქვა) შეიძლება განვითარდეს სიდამპლე სხვადასხვა სოკოვანი დავადებების გამო, ისეთები როგორცაა რუხი მშრალი სიდამპლე ან შავი სიდამპლე. ყველაზე მეტად ვრცელდება ლორწოვანი ბაქტერიოზი. ჭარხლის ხარისხი შენახვისას დამოკიდებულია არა მარტო მის საწყის მდგომარეობაზე, არამედ იმაზეც, თუ რა პირობებში ხდება მისი შენახვა. ოპტიმალურ ტემპერატურად ითვლება 1-2°C ფარდობითი ტენიანობა კაგატებში 93-95%, ნახშირორჟანგის შემცველობა 0,18-0,20%. ამისათვის აუცილებელია საკაგატო ფართზე ჩამონტაჟებული იყოს სპეციალური ჰაერის მიმწოდებელი არხები. ასევე კაგატის დასაწყობი ფართი უნდა დამუშავდეს კირით. კაგატის ფართი წარმოადგენს ბეტონის ფილებით მოპირკეთებულ (ნახ. 13) ან გრუნტის ფართს, რომელიც დაკომპლექტებულია ჰიდროტრანსპორტიორებით 6, ჭარხლის დამგროვებელი მექანიზმებით 1.

nax. 13

წყლის ჭავლის მიმწოდებლებით 2, რომელიც კაგატის გასწვრივ მოძრაობს სპეციალურ სარკინიგზო ლიანდაგზე 7. ვენტილატორებით 4 აღჭურვილი სპეციალური არხები აერაციისთვის 5, რომლებიც ყოველ 10 მეტრშია. კაგატში ჭარხლის დაწყობამდე ჰიდროტრანსპორტიორებს აფარებენ ცხაურებს 3. და გადამუშავებისას ჭარხლის მიწოდების თანმიმდევრულად იღებენ, რათა ჭარხალი წყლის ჭავლით თავისუფლად ჩავიდეს ჰიდროტრანსპორტიორში. კაგატის 8 სიგანე რეკომენდებულია იყოს 24 მეტრამდე, სიგანე 20

მეტრამდე ხოლო სიმაღლე 8 მეტრამდე. ზემოთ აღწერილ კაგატებს აწყობენ სპეციალური მანქანებით, რომელიც კომპლექსურად აკეთებს მთელ რიგ ოპერაციებს.) **max. 14**



დაწყობი ტრანსპორტიორი 1 არეგულირებს კაგატის სიმაღლეს, რომელიც მოძრაობს სპეციალური ამწით 2. დისკური მიწის გამცლელის საშუალებით 3 ჭარხლის მასა თავისუფლდება მიწისაგან და ეწყობა კაგატში. მანქანა იცლება სპეციალური პლატფორმის 5 საშუალებით, რის შემდეგაც ჭარხალი დამრეცი ტრანსპორტიოტით 4 გადადგილდება და ეს ოპერაციები იმართება კაბინიდან 6.

ჭარხლის მიწოდება წარმოებაში

ამგვარად დაწყობილი კაგატები შეიძლება შეინახოს რამდენიმე კვირის განმავლობაში, შემდეგ წყლის ჭავლის საშუალებით იშლება კაგატის ნაპირი და ჰიდროტრანსპორტიორებში წყალთან ერთად ჭარხალი მიემართება ქარხანაში გადასამუშავებლად. ჰიდროტრანსპორტიორი წარმოადგენს რკინაბეტონის ღარს, ჩაღრმავებულს მიწაში. ჭარხლის ტუმბოს შემდეგ კი მოკლე მანძილზე იგი მიემართება ესტაკადაზე ქარხნის სარეცხ განყოფილებამდე. ტრანსპორტიორის გვერდითი კედლებისა და ძირის შერთების ადგილი მომრგვალებულია. ჭარხლის გაჭედვის თავიდან აცილების მიზნით, ჰიდროტრანსპორტიორის ღარის სიგანე უნდა იყოს არანაკლებ 35-40სმ. შაქრის ქარხნის წარმადობის მიხედვით ჰიდროტრანსპორტიორის ღარის სიგანე შესაბამისად უნდა იყოს:

qarxnis sinZlavre. aTasi tona Warxali/dRe-RameSi	3	4,5	5-6
hidrotransportioris Raris sigane mm-Si	600	700	800

რკინაბეტონის ჰიდროტრანსპორტიორის დახრა არის 15-18მმ ყოველ 1 მ. სიგრძეზე. მეტალის ჰიდროტრანსპორტიორისთვის კი დახრა 10-12მმ 1 გრძივ მეტრზე. იქ სადაც

ჰიდროტრანსპორტიორი უხვევს, დახრა უნდა იზრდებოდეს 20-30%-ით პირდაპირ მონაკვეთებთან შედარებით, ხოლო მოხვევის რადიუსი უნდა იყოს 5მ. მთელ სიგრძეზე ტრანსპორტიორი უნდა იყოს თავლია, რომ ქვიშის დალექვის შემთხვევაში ადვილად გაიწმინდოს. ასევე ყოველ 10 მეტრაში მიყვანილი უნდა იყოს ახალი სატრანსპორტო წყლის ონკანი.

წყლისა და ჭარხლის ნარევის სიმაღლე ძირიდან ჰიდროტრანსპორტიორში უნდა იყოს 400-450მმ. ნარევის სიჩქარე 1,5-2მ/წმ. წყლის ხარჯი შეადგენს 700-800% ჭარხლის მასასთან შედარებით. წყლისა და ჭარხლის მასა გაივლის დისკურ წყალგამცლელზე. წყალგამცლელი შედგება მრგვალი რეზინის ბადროებისაგან, რომლებიც ჭარხლის მოძრაობის მიმართულებით მოძრაობენ. მათ შორის არის დატოვებული ღეჩო, რომელშიც გადის სატრანსპორტო წყალი, ხოლო წყალგაცილილი ჭარხალი კი ბადროების ბრუნის გამო გადადგილდება გამრეცხი განყოფილებისაკენ. დისკური წყალგამცლელის შემდეგ სატრანსპორტო წყალი მიედინება საფილტრაციო მინდვრებისაკენ და დაწმენდის შემდეგ კვლავ ციკლს უბრუნდება.

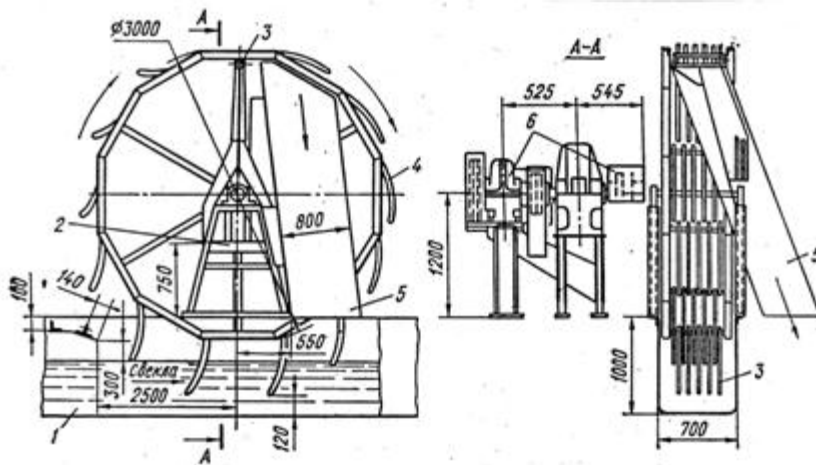
ჭარხლის სარეცხი განყოფილების დანადგარები, რომლებიც სატრანსპორტო წყალს აცლიან ჭარხალს, ცდილობენ რაც შეიძლება მაღლა განალაგონ. წყალგაცილილი ჭარხალი შემდგომი საწარმო პროცესების გასავლელად თვითდინებით გადაედინება სარეცხ მანქანაში და შემდეგ დანადგარებში. ეს გვადლევს იმის საშუალებას, რომ შევამციროთ სატრანსპორტო მოწყობილობა დანადგარებს შორის. მთავორიანი რელიეფის პირობებში, საერთოდ ცდილობენ, რომ საკაგატე მინდვრები ქარხანასთან შედარებით გაცილებით მაღლა იყოს, რათა ჭარხლის ტუმბოები საერთოდ გამორიცხონ.

ჭარხლის ზემოთ ატანისათვის გამოიყენება დიდი დიამეტრიც ცენტრიდანული ტუმბოები 370-500ბრ/წთ-ში. ასეთი ბრუნის დროს ჭარხლის ბოლქვების დამტვრევა 5-6%-ს არ აღემატება. დაბალი წარმადობის ქარხნებში ხშირად გამოიყენება მამუტ ტუმბოები, ეგრედ წოდებული პნევმატიური ტუმბოები. დიდი დიამეტრის U-ს მაგვარ მილში მუხლის ზემოთ, ერთ მხარეზე მილის ირგვლივ, ჰაერგამანაწილებელი ყუთის გავლით მიეწოდება ტუმბოთი დაწნეხილი ჰაერი. პირველ მხარესთან შედარებით, მუხლის მეორე მხარეს ჰაერის ბუმტულებიანი წყლიანი ჭარხლის მასა უფრო მსუბუქი გამოდის და იწყებს მოძრაობას ზემოთ. U-ს მაგვარი ნაწილი ჩადგმულია მიწაში (ჰიდროტრანსპორტიორის დონის) ქვემოთ 5-6 მეტრამდე. მუხლის მეორე მხარეს ჰაერის დახმარებით ჭარხალი ადის ჰიდროტრანსპორტიორის ზედაპირიდან 12-16 მეტრის სიმაღლემდე. ასეთი მიწოდების შედეგად ჭარხლის ბოლქვების დაზიანება 1%-ზე ნაკლებია, რადგან ამ შემთხვევაში ჭარხლის ბოლქვზე არ მოქმედებენ მექანიკურად. კომბინირებულია ჰიდროპნევმატური ტუმბო, რომელიც შედგება ჭარხლის ტუმბოსა და მამუტ ტუმბოს პნევმატური ნაწილისაგან. ასეთი კომბინაციის დროს შეგვიძლია დავაგდოთ ჭარხლის ტურბინის ბრუნთა რიცხვი, რის შედეგადაც მცირდება დაზიანებული ჭარხლის ბოლქვების რაოდენობა. კომბინირებული ვარიანტის დროს აღარ არის საჭირო მიწაში ჩაღმავებაც, რაც თავიდან აგვაცილებს წარმოების დროს გაუთვალისწინებელ დატბორვას და წარმოების უწყვეტობას.

ყველა მინარევი, შემოსული ჰიდროტრანსპორტიორში ჭარხალთან ერთად, იყოფა ორ ჯგუფად: მსუბუქი, სიმკვრივით ერთზე ნაკლები (ფოთლები და ა.შ.) და მძიმე მინარევი 1-ზე

მეტი სიმკვრივით (ქვები, კენჭები, ქვიშა, მეტალის ნაწილები და ა.შ.). მსუბუქი მინარევები ცილდება ე.წ. ჩალის დამჭერებით, მძიმე ნაწილაკები კი ქვის დამჭერებით. მძიმე ნაწილაკების გამოყოფის პრინციპი დაფუძნებულია ჭარხლის და მათი სიმკვრივის სხვაობაზე და მათი დალექვის სიჩქარეზე.

ჰიდროტრანსპორტიორზე ერთმანეთის მორიგეობით დგას ჩალის დამჭერი (ნახ. 15). იგი დგას პირდაპირ ჰიდროტრანსპორტიორის ღარში 1. **nax. 15**

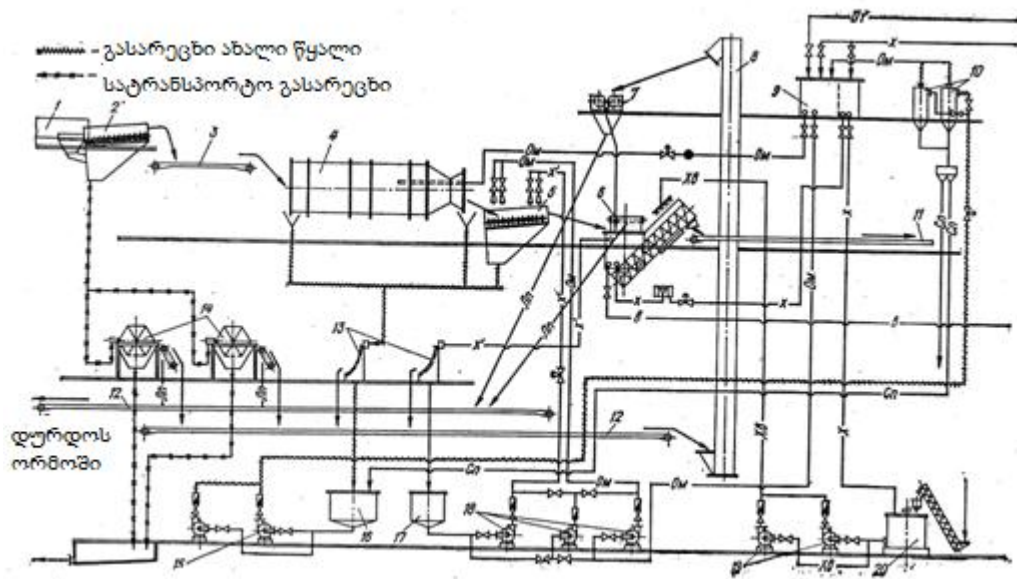


მთელი სისტემა დამაგრებულია საყრდენზე 2. მბრუნავ ბორბალზე, სპეციალურ კოჭაზე 3 დამაგრებულია რკინის დაკბილული თითები 4, რომელიც კრიბავს ჩალას, ფოთლებს და ა.შ. და ზემო წერტილში მათ ყრის სპეციალურ დახლზე 5. შემდეგ ყველაფერი ეს იყრება გვერდზე და გამოდის წარმოებიდან. მთელი მექანიზმი მოძრაობაში მოდის ელექტრო ძრავით 6.

ასევე ჰიდროტრანსპორტიორზე ჩამონტაჟებულია ქვის დამჭერი. (ნახ.16)

nax. 16

მონტაჟის ადგილას ჰიდროტრანსპორტიორი გაგანიერებულია 1, სადაც ქვის დამჭერის მრგვალი კორპუსია ჩაშვებული 2. კორპუსის წინა მხარეს დამაგრებულია ამხვეტი ჯამები 3. ტრიალისას გარე სპირალი 4 ქვიშას ძირიდან ერეკება წინ. კორპუსზე გადაკრული ცხაური 5 საშუალებას იძლევა შიგნიდანაც გარეთ გამოვიდეს წვრილი ქვიშა და წყალი. კორპუსი თავის მხრივ მბრუნავ ღერძე დამაგრებულია რკინის 7 ხარიხებით, ეგრეტ წოდებულუ “სპიცებით”. ბარაბანს ასევე შიგნიდანაც აქვს ბრტყელგვერდიანი სპირალი 9, რომელიც მიმართულია ისე, რომ ბარაბნის ბრუნვისას, ბარაბნის შიგნით მოხვედრილი ქვეები სპირალის დახმარებით გარეთ მოგორავენ. შიდა და გარე სპირალების საშუალებით აპარატის კორპუსის გარეთ გამოტანილი ქვიშა და ქვეები გროვდება მბრუნავი კორპუსის წინა ნაწილის რგოლურ 10 გაგანიერებაში. სპეციალური ჯიბები 11 კორპუსთან ერთად ბრუნვისას წარიტაცებენ ქვიშას და ქვეებს და ღერძის ზემოთ წერტილში ასვლის დროს გადმოყრიან დაფაზე 8, საიდანაც თვითდინებით გადმოიყრებიან გვერდზე და გამოდიან წარმოებიდან. ქვის დამჭერის შემდეგ ჰიდროტრანსპორტიორის გაგანიერებული ნაწილი უბრუნდება საწყის ზომებს. ჩალისაგან, ფოთლებისაგან და მყარი ნაწილაკებისაგან განთავისუფლებული ჭარხლის და წყლის მასა ჰიდროტრანსპორტიორით შედის ქარხნის ძირითად კორპუსში სადაც ჭარხალი ხვდება სარეცხი განყოფილების სქემაში. (ნახ. 9) **nax. 17**



ჭარხლისა და წყლის ნაკადი 1 გადადის დისკურ წყალგამცლელზე 2, სადაც ჭარხალს ევლება სატრანსპორტო წყალი. ლენტური გადამტანის 3 საშუალებით ჭარხალი გადადის სარეცხ მანქანაში 4, სადაც ემატება ახალი წყალი და ირეცხება. ნარეცი წყალი ევლება დისკურ წყალგამცლელზე 5 და აქვე ზემოდან ევლება ახალი წყალი. ჭარხლის გამვლებში 6 კვლავ ახალი წყალი ევლება ჭარხალს და შემდეგ ლენტური ტრანსპორტიორით 11 გარეცხილი ჭარხალი მიეწოდება სასწორს. სატრანსპორტო წყალს და ნარეცხ წყლებს გაყოლილი ჭარხლის მსხვილი ნაწილაკების და კუდების ართმევა ხდება მბრუნავ დოლიან სპეციალურ აპარატებში 14 და რკალურ-ცხაურიან დანადგარებში 13. ტუმბოების სისტემა 15; 18; 19; წყალს რამდენჯერმე აბრუნებენ უკან, ხოლო სანამ გავიდოდეს წარმოებიდან, გროვდება რეზერვუარებში 16; 17; 20. ჭარხლის დიდი ნაწილები ტრანსპორტიორით 12 და ელევატორით 8 ბრუნდებიან ქარხანაში, რადგან ჭარხლის მოზრდილი კუდები და დიდი ნაწილები შაქრის გარკვეულ რაოდენობას შეიცავენ. ჭარხალთან ერთად ქარხანაში შედის 2-3% ჭარხლის კუდები და ნამტვრევები. შაქრის შემცველობა მათში მხოლოდ 1-4%-ით ნაკლებია ვიდრე მთლიან ჭარხლის ბოლქვებში. უკან დაბრუნებული ჭარხლის ნაჭრის ზომები უნდა იყოს მინიმუმ 20-50მ. საერთო რაოდენობა ასეთი ნაჭრებისა უნდა იყოს 1-2% საერთო ჭარხლის მასასთან შედარებით, რათა არ შემცირდეს ბურბუმელის ხარისხი და არ გაიზარდოს ბრაკი. ჭარხლის კუდებისა და ნაჭრების დახარისხება ხდება კლასიფიკატორში 14 და ამავე დროს ნაჭრები თავისუფლდება სატრანსპორტო წყლისაგან (ნახ. 9) ჭარხლის მცირე ნაწილაკები გადის ქარხნიდან ტრანსპორტიორით ცხოველების საკვებად. სარეცხად გამოყენებული წყალი ნაწილობრივ სუფთავდება ჰიდროციკლონებში 10 და ბრუნდება კვლავ წარმოებაში.

ჭარხლის ნაკადის რეგულირება.

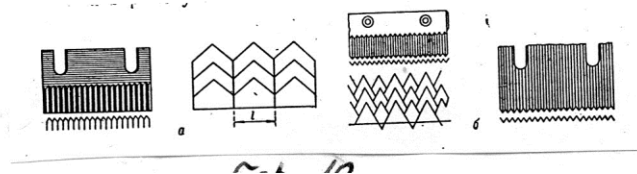
დიფუზიური აპარატის რითმული მუშაობისთვის აუცილებელია ჭარხლის ნაკადის რეგულირება ჭარხლის სარეცხში მიწოდებამდე. ამისათვის ჰიდროტრანსპორტიორზე

დამაგრებულია რეგულატორი, ერთი ჰიდროტრანსპორტიორის დასაწყისში, მეორე ჭარხლის სარეცხის წინ. რეგულატორები მუდმივად პულსირებენ ზემოთ – ქვემოთ. დახლოვებით 8 პულსაცია ერთ წუთში. სარეცხი მანქანის გადავსების შემთხვევაში კი კეტავენ ჰიდროტრანსპორტიორს. აღნიშნულ რეგულატორებს მართავს სარეცხი განყოფილების ოპერატორი. ჭარხლის მიწოდების ტრაქტზე შაქრის დანაკარგი შეადგენს 0,6-0,8%-ს ჭარხლის მასასთან შედარებით.

ჭარხლის გამრეცხი აპარატები სხვადასხვა ტიპისა, მაგრამ შეიძლება გამოვყოთ ორი ტიპი: ერთი – გრძელი თავლია წყლიანი რეზერვუარი, რომელშიც ტრიალებს ჰორიზონტალური ღერძი, მასზე დამაგრებული თითები სპირალურად. ჭარხალი ავზში ერთი ბოლოდან მეორეში გადადგილდება ღერძის ტრიალისას. ამ დროს თითები, გადადგილების გარდა, ინტენსიურად ურევს წყალში ჭარხალს და რეცხავს. მეორე ტიპის სარეცხი უფრო თანამედროვეა. ეს არის გრძელი დოლისმაგვარი კორპუსი, რომელშიც ერთი მხრიდან მიეწოდება ჭარხალი. აპარატის დასაწყისში, მშრალ ნაწილში ჭარხალის კოტრიალისას მის ზედაპირზე ტალახი იხეხება. გარკვეული მანძილის გავლის შემდეგ აპარატში ჭარხალზე ესხმება წყალი. ერთმანეთზე გადახეხილ ჭარხალს, ზემოდან წყლის დასხმის შედეგად, ტალახი სცილდება ინტენსიურად და მეორე მხრიდან გარეცხილი ჭარხალი გამოდის აპარატიდან. კიდევ ერთხელ ევლება სუფთა წყალი სპეციალურ წყალგამვლებში.

დაბრუნებულ კუდებთან ერთად გარეცხილი ჭარხალი ელევატორის საშუალებით ადის ზემოთ ბუნკერში და შემდეგ იწონება პორციულ სასწორზე DC-800. აწონილი თვითდინებით ჩადის შემდეგ ბუნკერში და ასევე თვითდინებით მიდის სპეციალურ მანქანებში დასაჭრელად. ცდილობენ, რომ დაჭრისას მიღონ ისეთი ბურბუმელა, რომ ზედაპირი იყოს მაქსიმალური და ნამტვრევები კი იყოს მინიმალური რაოდენობის. ამისათვის იყენებენ სპეციალური პროფილის საჭრელ დანებს

nax. 18



რომელთა წანაცვლებით ერთმანეთის მიმართ ვიღებთ სხვადასხვა ფორმის და ზომის ბურბუმელას. ჭარხლის ბურბუმელა დანების მანიპულაციების შედეგად შეიძლება იყოს ა) ღარისებრი; ბ) ფირფიტა; გ) რომბის ფორმის და ა.შ. ბურბუმელის ფორმას ირჩევენ ნედლეულის მიხედვით, ასევე დიფუზიური აპარატის ტიპის მიხედვით. საღ, ჯანმრთელ ბოლქვებს ჭრიან თხელ ღარებად ან რომბის ფორმით. მოყინულს და დაზიანებულს მიკროორგანიზმებით, კი სქელ რომბებად ან სქელ პლასტინებად. სასურველია ბურბუმელის ზომები იყოს 0,7-1,5 მმ სისქის, ხოლო სიგრძე მაქსიმალური. ბურბუმელის ხარისხს განსაზღვრავენ ან სილინის რიცხვით, რომელიც ტოლია 100გრ. ბურბუმელას გაზომილს და გამოსახულს მეტრებში ან შვედური ფაქტორით, რომელიც ტოლია 100გრ. ბურბუმელაში 5სმ-ზე მეტი ბურბუმელის შეფარდებას 1სმ-ზე ნაკლები სიგრძის ბურბუმელასთან. წუნდებულად

ითვლება სქელი ნაჭრები, არასწორი ფორმა, დაუჭრელი ნაწილები, ნაჭრები 5მმ-ზე ნაკლები და ასეთი მასა უნდა იყოს მაქსიმუმ 3%. უწყვეტი ქმედების დიფუზიური აპარატი მუშაობს ბურბუშელაზე, რომლის 100გრ-ს აქვს 10-15 მეტრი საერთო სიგრძე. ძალიან თხელი ბურბუშელა ქუცმაცდება დიფუზიური აპარატის სატრანსპორტო სისტემით. გამონაკლისია როტაციული დიფუზიური აპარატი, რომელსაც შეუძლია ნაკლები სიგრძის და თხელ ბურბუშელაზე მუშაობა.A

დაჭრისას ცდილობენ, რომ რაც შეიძლება გაიზარდოს ბურბუშელას ზედაპირის ფართობი ისე, რომ ბურბუშელა ნაკლებად დაიმტვრეს და დაქუცმაცდეს. რაც მეტია ზედაპირის ფართი მით უკეთესად დიფუნდირდება და წვენი გადადის შაქარი.

ზემოთ აღნიშნულ დანებს ამაგრებენ სპეციალურ ჩარჩოებში და დგავენ ჭარხლის საჭრელ მანქანაში. (ნახ. 11).

nax. 19

მანქანას აქვს მრგვალი ცილინდრული კორპუსი 1. ჭარხლის მიმღები ყელი 2. კონუსური ყელი დაჭრილი ბურბუშელისათვის და მბრუნავი დისკი ფრთებით 5, რომელსაც მანქანაში ჩაყრილი ჭარხალი ზემოდან აწვება უწყვეტად და დისკის ბრუნვის დროს ცენტრიდანული ძალის გამო კედლებისკენ გაიტყორცნება.უნდა აღინიშნოს, რომ მანქანაში ჩატვირთული მთელი მასა დისკთან ერთად ბრუნავს. ჭარხალი მუდმივად მიეწოდება მანქანას ზემოდან. ცენტრიდანული ძალის საშუალებით, ცენტრიდან ნაპირისაკენ სრიალით გადადგილდება დისკის ფრთების მიმართულებით, გადადგილება უწყვეტი ხასიათისაა. მანქანის კორპუსის პერიმეტრზე მაგრდება დანიანი ჩარჩოები 6 და სპეციალური დაკბილული ლითონის ღეროთი 3, დანები ჩარჩოიანად სურვილისამებრ ერთმანეთის მიმართ შეგვიძლია წავანაცვლოთ ზემოთ

და ქვემოთ. ჩარჩობებზე არსებული ჭანჭიკებით 4 შეგვიძლია დანების ზედაპირის კუთხე ვცვალოთ კორპუსის მიმართ, ე. ი. მეტად გავალოთ ან დავკეტოთ. აღნიშნული მანიპულაციებით შეგვიძლია ბურბუშელის ფორმა და ზომა ვცვალოთ. დისკის ბრუნვისა და ფრთების დახმარებით პერიმეტრისაკენ გატყორცნილი ჭარხლის ბოლქვები დისკთან ერთად ბრუნვისას ეჯახებიან პერიმეტრზე განლაგებულ დანებს და წვრილ, გრძელ ბურბუშელად იჭრებიან.

დაჭრისას ჭარხლის უჯრედების 5-10% იხსნება (იხლიჩება) დანების ზემოქმედების გამო. 20-30% იჭყლიტება მიმდებარე ქსოვილებში. აღნიშნული უჯრედებიდან წვენი გამოირეცხება დიფუზიურ აპარატში თბილი წყლის საშუალებით, ხოლო დარჩენილი საღი უჯრედებიდან შაქრიანი წვენი გამოდის დიფუზიის საშუალებით.

დიფუზია.

შაქრის ჭარხლის გადამუშავების ადრეულ პერიოდში, რამდენიმე ათწლეულების განმავლობაში, ჭარხალს აქუცმაცებდნენ სახეხ მოწყობილობებზე, შემდეგ მიღებულ მასას წურავდნენ ხრახნიან წნეხებზე. მიღებული წვენის ხარისხი და სახაროზის გამოსავალისაკმაოდ დაბალი იყო. ეს აიხსნებოდა იმით, რომ გახეხვისას უჯრედების გარკვეული ნაწილი გაუხსნელი რჩებოდა და სახაროზა უჯრედის ყვეწთან ერთად იკარგებოდა ჭარხლის ნაქაჩში. დაბალი ხარისხიანობა კი იმით იყო გამოწვეული, რომ გახეხვის დროს გახსნილი უჯრედებიდან საქაროზის გარდა წვენში გადადიოდნენ უჯრედის შემადგენელი ყველა არაშაქრები, რაც მიღებული წვენის ხარისხს დაბლა სწევდა.

მოგვიანებით აღნიშნული მეთოდი შეიცვალა უფრო პროგრესული დიფუზიური მეთოდით (ექსტრაქციით). დიფუზიის, იგივე ექსტრაქციის ანუ ამოწვლილვის მეთოდის აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ ჭარხლის ბურბუშელა მუშავდება ცხელი წყლით. ჭარხლის ბურბუშელის ნაკადი და ცხელი წყლის ნაკადი ურეთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით მიეწოდება ე.ი. ექსტრაქცია წინაღობით. ამ პროცესის დროს საქაროზა და ხსნადი არაშაქრები გადადიან (დიფუნდირებენ) წყალში, რის გამოც ჭარხლის ბურბუშელაში თანდათან შაქრის შემცველობა კლებულობს და წყალში კი იმატებს. ხსნადი ნივთიერებების ასეთი მოძრაობა მიმდინარეობს კონცენტრაციის გრადიენტის გავლენით და თავდება მაშინ, როდესაც კონცენტრაცია ბურბუშელასა და გარემოს შორის ერთი და იგივე ხდება. დიფუზიური პროცესისათვის მისაღებია მასისა და თბოცვლის თეორია.

$$d_m = d_c / d_r \text{ — } d_d$$

სადაც:

D – დიფუზის კოეფიციენტი,

F – განივკვეთი,

დმ – განივკვეთიდან გამოსული ნივთიერება,

დც – კონცენტრაციის სხვაობა,

დრ – გზის გასწვრივ,

დმ – დროში.

დიფუზიური წვენი მძლმბისას პირველ რიგში მიმდინარეობს იმ 8-10% უჯრედების გამორეცხვა, რომლებიც დაზიანდნენ (გაიხლიჩნენ) ბოლქვის დაჭრის დროს. ამ უჯრედებიდან მეტი რაოდენობით წვენიშ გადადიან არამაქრები, კოლოიდური ნივთიერებები, როგორიცა ცილები, პექტინი და ა.შ. დაჭრის დროს გახლეჩილი უჯრედებიდან, რომელიც დაბეჟილია და შეადგენს 20-30%-ს, საქაროზა ისევე გამოირეცხება, როგორც დარჩენილი უჯრედებიდან. დიფუზის პროცესი სწორედ ამ უჯრედებში მიმდინარეობს.

დიფუზიური აპარატის წინ ჭარხლის ბურბუმელას უტარდება თბური დამუშავება ანუ დათუთქვა. ამ პროცესს ატარებენ 75-80C⁰-მდე გაცხელებული დიფუზიური წვენიით. დათუთქვას ატარებენ ან ცალკე აპარატში

1. (კოლონური, ვერტიკალური დიფუზია) ან თვით აპარატის საწყის ნაწილში, მიმღებ დიფუზორში (დახრილი დიფუზია. იხ. ლერწმის გადამუშავება). დათუთქვის მიზანია ბურბუმეკლის უჯრედების პლაზმოლიზი, ანუ უჯრედების გარსის ხვრელების გათავისუფლება სახაროზის გამოსაწვლილვად.
2. ცნობილია, რომ დიფუზია მოლეკულების თბური მოძრაობის შედეგია. მოლეკულების კინეტიკური ენერგია პროპორციულია აბსოლიტური ტემპერატურის.
3. დიფუზიის დროს ტემპერატურის ხანგრძლივობის და სიდიდის მთავარი მომენტებია:
- 4) ჭარხლის ქსოვილის უჯრედების პლაზმოლიზი,
- 5) გამოწვლილვის (დიფუზის სიჩქარე),
- 6) მიკრორგანიზმების ცხოველქმედება,
- 7) ჭარხლის ქსოვილების უჯრედების კედლების ცვლილება.

საკმაოდ მნიშვნელოვანია ბურბუმელის თანაბარი ჩატვირთვა აპარატში და ოპტიმალური კუთვრი დატვირთვა. შაქრის ჭარხლის გამტარი ქსოვილების ცილები დენატურაციის მიმართ უფრო მედეგია, ვიდრე პარენქიმული ქსოვილების ცილები. მაგალითად: 70C⁰-ზე გამტარი ქსოვილის ცილები დენატურირდებიან 26 წუთის შემდეგ, როდესაც იგივე ტემპერატურაზე პარენქიმული ქსოვილის ცილები 12 წუთში დენატურირებულეები არიან.

დენატურაციის ტემპერატურე 80C⁰-ზე ზემოთ არ შეიძლება გამოვიყენოთ, რადგან ამ დროს მკვეთრად იზრდება პექტინის დენატურაცია, მიმდინარეობს უჯრედის გარსის

პოლისაქარიდების გაჯირჯება, რაც იწვევს გარსის გამჭოლობის შემცირებას. გადახურებული ბურბუმელა კარგავს დრეკადობას და იწყებს ერთმანეთზე მიწებებას.

მნიშვნელოვანია, რომ დიფუზიურ აპარატში ბურბუმელა სწრაფად გავაცხელოთ $60-70^{\circ}\text{C}$ -მდე, ცილების დენატურაციის ტემპერატურამდე. ამ შემთხვევაში ბურბუმელა და წვენი სტერილიზირდება. შეკრული, დენატურირებული ცილები უჯრედის გარსს ეკვრიან და ნაკლები რაოდენობით გადადიან წვენში. ამ მომენტში შაქრის მოლეკულებს უწევთ გავლა არა ცილის ლაბილურ შრეში, არამედ დენატურირებული, სტრუქტურადარღვეულ, კოლოიდური ლაბილების ხვრელებში. ეს შეიძლება აღვიქვათ უხეშად ასე: სითხე დიდ ქვების გროვას უფრო სწრაფად და ადვილად გაივლის ვიდრე წინდა ქვიშის გროვას. დენატურირებული და კოლოიდების უნარს წართმეული ცილები, დიდი ქვების როლში გვევლინებიან.

elektroplazmolizi

დიფუზიურ აპარატში ვიდრე უჯრედის მემბრანის თბური დარღვევა დაიწყებოდეს, ჭარხლის ბურბუმელიდან შაქრის გამოწვლილვა უფრო ადრე იწყება.

ბურბუმელის დაჭრისას, როგორც ავლნიშნეთ მიმდინარეობს მექანიკური დაზიანება უჯრედის და მემბრანის. დაზიანებული უჯრედების პროცენტი დამოკიდებულია ბურბუმელის სისქეზე, ჭარხლის საჭრელი დანების გალესვის ხარისხზე, ჭარხლის ბოლქვის ქსოვილების ხარისხზე, სტრუქტურაზე და სხვა ფაქტორებზე. აღსანიშნავია, რომ სასუქებით გადაჯერების შემთხვევაში და კონკრეტულად ამონიუმის გვარჯილით. მასში დიდი რაოდენობით აზოტია, გარდა ამისა, მიღება გაუხეშებული, მყარმაფიანი სტრუქტურის ბოლქვები, რაც ძალიან ცუდი დასაჭრელია. დაჩლუნგებული გაულესავი დანების გამოყენებისას და მყარმაფიანი, ძარღვიანი ჭარხლის ბოლქვების გადამუშავებისას, მიმდინარეობს არა ბოლქვების დაჭრა, არამედ მისი ქსოვილების დაწყლევვა, ანუ ერთი შრის წანაცვლება მეორის მიმართ. დაჩლუნგებული დანების პირის დაწოლით, წნევის შედეგად უგრედი იწყლიტება და იგლიჯება მისი გარსი. ასეთი დანებით რაც უფრო თხლად იჭრება ბურბუმელა მით უფრო მეტი დაზიანებული უჯრედებია მის გარსში.

სახაროზის დიფუზიის კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია შაქრის ჭარხლის ქსოვილების მდგომარეობაზე, მაგალითად: სექტემბერში ამოღებული დაუმწიფებელი ჭარხლის საქაროზის დიფუზიის კოეფიციენტი $15-20\%$ -ით ნაკლებია ვიდრე ახლადამოღებულ, შემოსულ წარხალში. გაყინულ (-15°C -მდე) და შემდეგ გამლღვალ ჭარხალში პირიქით, სახაროზის კოეფიციენტი $15-20\%$ -ით მეტია ვიდრე შემოსულში, მაგრამ არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ მოყინვის შედეგად ჭარხალში უჯრედის სტრუქტურა დარღვეულია და გაღობისას საქაროზის გარდა დიფუზიურ წვენში დიდი რაოდენობით არაშაქრებიც გადადიან.

დისპერსიული კოლოიდური ნივთიერებები როდესაც მეტია დიფუზიურ წვენში, ეს იმას ნიშნავს, რომ საქაროზის კოეფიციენტის სიდიდის მიუხედავად, წვენის ხარისხობრივი მაჩვენებელი დაბლა დაწეული. ეს ძირითადად წარმოების ბოლოს ხდება, როდესაც ძველი, ზოგჯერ მოყინული ჭარხლის ბოლქვების გადამუშავება მიმდინარეობს.

წყალი დიფუზიაზე.

ბურბუშელიდან შაქრის გამოწვლილვა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, რაც უფრო მეტია კონცენტრაციის სხვაობა ბურბუშელაში შაქრის რაოდენობასა და ექსტრაგენტ – წყალს შორის, მაგრამ პირდაპირი გამორეცხვის დროს საკმაოდ დიდი რაოდენობის წყალი დაგვჭირდებოდა. მიღებულ დიფუზიურ წვენში კი მიღებული შაქრის კონცენტრაცია მინიმალური იქნებოდა.

წინაღდენური მეთოდის გამოყენება ექსტრაქციის დროს, გვამღევეს ექსტრაგენტის რაციონალური გამოყენების საშუალებას. ამავე დროს მიღებულ დიფუზიურ წვენში შაქრის პროცენტული რაოდენობა ყოველთვის მიღება შედარებით მაქსიმალური.

წინაღდენური ექსტრაქციის დროს, ახალი დაბალი კონცენტრაციის წყალი ეხება შაქრიან ბურბუშელას და შაქარი გადადის (დიფუნდირდება) წყალში, თანმიმდევრული ყოველი ახალი შეხების დროს წყალში ნელ-ნელა იწევს შაქრის შემცველობა და აპარატის მეორე მხარეს ვიღებთ შაქრიან, კონცენტრირებულ დიფუზიურ წვენს, აპარატის მეორე მხარეს კი გამორეცხილი ბურბუშელის ბოლო შეხება ახალ წყალთან და გადის შაქრის გარეშე აპარატიდან.

შაქრიანი დიფუზიური წვენი, რომელიც მიღება აპარატიდან მუდმივად განისაზღვრება %-ში ჭარხლის მასასთან შედარებით და ამ პროცესს “ამოქაჩვა” ეწოდება. “ამოქაჩვა” გვიჩვენებს წყლის რაოდენობას, რომელიც აუცილებელია მოცემული ბურბუშელიდან შაქრის მაქსიმალურად ამოსაქაჩავად.

დიფუზის აპარატში გამოყენებული წყალი უნდა იყოს სუფთა და არ უნდა შეიცავდეს ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც ძნელად სუფთავდებიან კირით და ნახშირორჟანგით. ბურბუშელის გამოსარეცხად იყენებენ ოდნავ შემჟავებულ წყალს ყოველნაირი ცილებისა და კოლოიდების გარეშე.

დიფუზიურ პროცესზე უარყოფითად მოქმედებს წყლის სიხისტე. მასში გახსნილი კალციუმისა და მაგნიუმის მარილები გამოისახება მილიგრამ – ექვივალენტებში ლიტრზე. (მგ. ექვ/ლიტრ.). ანსხვავებენ რბილ, ზომიერად ხისტ და ხისტ წყალს ჩა და Mg მარილების შემცველობით.

- 1) რბილია 1,5 – 3 მგ.ექვ/ლიტ.
- 2) ზომიერია 3 -6 მგ.ექვ/ლიტ.
- 3) ხისტია 6 – 9 მგ.ექვ/ლიტ.

ვიკლენდის გამოკვლევების მიხედვით, დიფუზისთვის წყლის ოპტიმალური P^H არის ინტერვალში 5,5 – 6,0 ზომიერი სიხისტე მოქმედებს დადებითად. დიფუზისთვის არ შეიძლება გამოვიყენოთ წყალი ტუტე რეაქციით, მაგალითად ამიაკიანი კონდესატები ამართქლებელი სადგურიდან. ასეთი წყალი ოდნავ უნდა შემჟავდეს. ტუტე რეაქციის მქონე წყლის გამოყენების დროს იხსნება შაქრის ჭარხლის პექტინური ნივთიერებები, დაბლა იწევს

დალექვის სიჩქარე, ფილტრაციული ნალექი იმატებს მოცულობაში, უარესდება ფილტრაცია და ცუდად იწურება გამორეცხილი ბურბუშელა (ნაქაჩი).

დიფუზიური განყოფილება

(ძირითადი დანადგარები) ნახ.20

ვერტიკალური

კოლონური დიფუზიური აპარატი

ნახაზზე ნაჩვენებია დიფუზიური განყოფილების აპარატურის ტექნოლოგიური სქემა: ნახ. 21

ჭარხლის დაჭრილი ბურბუმელა ტრანსპორტიორის 1 საშუალებით, ლენტურ სასწორზე აწონვის შემდგომ მიეწოდება თბომცვლელიან გამთუთქავს 25, სადაც მიმდინარეობს ჭარხლის ბურბუმელის თერმული დამუშავება და ცხელი 72C⁰-მდე დიფუზიური წვენი, რომელიც მიეწოდება ბურბუმელას თანაფარდობით 1:1.2 , ამ დროს თვით დიფუზიური წვენი აპარატის გამოსასვლელში 45–50 72C⁰-ია. ართმეული წვენი გაივლის ქვიშის დამჭერს 26 და გადაედინება პულპის დამჭერში 3, რომლის შემდგომაც მიემართება გასასუფთავებლად დეფეკოსათურაციაზე.

გამთუთქავში წასაღებ წვენს აცხელებენ გარსაცმშილიან 4 თბომცვლელში, 85 C⁰-მდე. გაცხელებული წვენი–ბურბუმელის მასა ტუმბოს საშუალებით შედის დიფუზიური 5 აპარატის სპეციალურ გამანაწილებელში 21. აპარატის ღერძის 8, მასზე დამაგრებული ფრთების 6 და აპარატის კორპუსზე დამაგრებული კონტრფრთების 7 სისტემის მეშვეობით წყლიანი ბურბუმელა გადაადგილდება ქვემოდან ზემოთ, აპარატში ზემოდან შემოსული ახალი წყლის საწინააღმდეგოდ. აპარატიდან წვენი გამოდის ჰორიზონტალური ცხურიდან 22, რომელიც აპარატის ძირშია დამაგრებული. ცხურიანი კონტრფრთებიდან 23 აღებული წვენის ნაწილი მიდის პირდაპირ ქვიშის და მყარი ნაწილაკების დამჭერში 24, ხოლო იქიდან შემდგომ იყოფა ორ ნაწილად: ერთი მიდის პირდაპირ ჩამთუთქავში 25, ხოლო მეორე თბომცვლელის გავლით 4 ცხელდება და ისე ჩადის გამტუთქავში. შაქარ გამორეცხილი ბურბუმელა, რომელიც 8%-მდე მშრალ ნივთიერებებს შეიცავს, აპარატის თავზე დამონტაჟებული რგოლური 10 ტრანსპორტიორით გამოდის აპარატიდან სპეციალური ფანჯრების 9 საშუალებით. იგი გაივლის ხრახნიან წყალგამცლელს 12 და საბოლოოდ იწურება ჭაქრლის დურდოს კონსტრუქციის შეიძლება იყოს. გამოწურული წყალი გაივლის დურდოს დამჭერს 11 და ჩაედინება შემკრებში 20 აქედან გაივლის თბომცვლელში 14 და ღია ორთქლის

ნაკადურ გამაცხელებელში 18 სადაც დურდოს ნაწური წყალი სტერილიზაციის მიზნით ცხელდება 85–90 C⁰-მდე. დამლექ-დამყოვნებელში 19 წყალი თავისუფლდება მინარევებისაგან და თბომცვლელის 14-ის გავლისას ტეპერატურა ცოტა ეცემა 72–74 C⁰-მდე.

ახალი მკვებავი წყალი 72C⁰-მდე, დიფუზიის პროცესისთვის მოედინება რეზერვუარიდან 15, რომელიც წინასწარ გადის სულფიტაციას აპარატში 16, მჟავიანობით P^H 5,5 – 6,0 და შემკვრელის 17 –ს ვერტიკალურ საწნებ აპარატში 13. საწნები აპარატები, როგორც დიფუზიის აპარატები სხვადასხვა გავლით მიდის დიფუზიურ აპარატში. შაქრის ლერჭმის ნაწნებისთვის, როგორც ზემოთ ითქვა უპირატესად გამოიყენება დახრილი დუფუზიური აპარატები

წვენის გამწმენდი სამქრო.

დიფუზიური წვენი არაერთგვაროვანი სითხეა. მასში ყოფენ ძირითადად შქრებს და არაშაქრებს. არაშაქრები თავის მხრივ წარმოდგენილია: ცილების, ამინომჟავების, რედუცირებული შაქრების, აზოტშემცველი ნივთიერებებით, ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების მარილებით, პექტინური ნივთიერებებით და მისი დაშლის პროდუქტებით და ა.შ. დიფუზიურ წვენში გამოწვლილვისას გადადის უჯრედში არსებული შქრების 98% და არაშაქრების დაახლოებით 80%. მიუხედავად გაწმენდისა დუფუზიურ წვენში მაინც გადადის დურდო 1,5–3მგ/ლ-ზე ოდენობით.

ასევეტივე პრობლემებია შაქრის ლერწმიდან მიღებული წვენის შემთხვევაში, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ორი კულტურის შაქრიანი წვენები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მხოლოდ სზოგიერთი არაშაქრების სხვადასხვა პროცენტული შემადგენლობით, მაგალითად შაქრის ლერწმის წვენში ჭარბობს ფოსფორის და მაგნიუმის მარილები, ასევე დექსტრანი და ა.შ.

ყველა არაშაქრები ასე, თუ ისე ხელს უშლიან კრისტალური საქაროზის მიღებას და ზრდიან მელასაში (წარმოების ნარჩენის) საქაროზის შემცველობას. ზოგადად არაშაქრების ერთ წილს შეუძლია ხსნარში საქაროზის 1,2–1,5 წილს შეუშალონ ხელი გამოკრისტალებაში. აქედან გამომდინარე საქაროზის წარმოებისას წვენის გასუფთავება არაშაქრებიდან ერთ ერთი უპირველესი და მნიშვნელოვანი პროცესია.. ამ პრობლემის გადასაწყვეტად წარმოებაში გამოიყენება გასუფთავების ფიზიკო-ქიმიური მეთოდები.

ხსნარები –ეს რთული ჰომოგენური სისტემებია, რომლებსაც თითქოსდა შუალედური ადგილი უკავიათ ქიმიურ ნარერთებსა და ქიმიურ ნარევებს შორის. საქაროზის წარმოებაში აქტიურად გამოიყენება წყალი. როგორც ჭარხლის გადამუშავების დროს ასევე შაქრის ლერწმის გადამუშავების დროს. რაც შეეხება შაქრის ლერწმის ან ჭარხლის ნახევარფაბრიკატების დამუშავებისას: საქაროზის კრისტალს წყალში ხნიან, ხნარს ამუშავებენ, ხოლო შემდგომ საქაროზას კვლავ აკრისტალებენ წყლის აორთქლების შემდეგ.

ცნობილია, რომ წყლის მოლეკულაში ელექტრონული წყვილები გადაწეულია უფრო ძლიერ ჟანგბადის ატომისაკენ და ამავდროულად წარმოქმნილია დაახლოვებით 120 გრადუსიანი კუთხე ჟანგბადის ვალენტობებს შორის, ამის გამო წყლის მოლეკულასაქვს ორი მკვეთრად გამოყოფილი სიმძიმის ცენტრი: ერთმხრივ დადებითად დამუხტული წყალბადებისა, ხოლო მეორე მხრივ უარყოფითად დამუხტული ჟანგბადისა. აქედან გამომდინარე იქმნება სიტუაცია წყალბადური ბმების წარმოქმნისა. წყალბადური ბმის ენერგია 5–10 კკალ/მოლ–ია, ხოლო წყალბადის ატომსა და ჟანგბადის ატომს შორის 109 კკალ/მოლ–ია. რომ არ ყოფილიყო წყალბადური ბმის ენერგია, წყალი დაბალ ტემპერატურაზეც კი გაზიობრივ მდგომარეობაში უნდა ყოფილიყო.

იმასთან დაკავშირებით, რომ შაქრის მოლეკულაში საკმაოდ ბევრია ნაწილობრივ უარყოფითად დამუხტული ჰიდროქსილის ჯგუფები, მთლიანობაში შაქრის მოლეკულა ორპოლუსიანად წარმოგვიდგება. ასეთი ტიპის ორპოლუსიანი მოლეკულები საკმაოდ ადვილად იხსნებიან ისეთ გამხსნელში როგორც წყალია, რადგან, როგორც ზემოთ ვთქვით თვითონ წყალიც ნაწილობრივ ოროლუსიანია და სხვადასხვა პოლუსების თანხვედენა ამ ორ ნოვთიერების ხსნარში დიდი ალბათობაა. თვითონ გახსნის პროცესი დიდად არის დამოკიდებული დიფუზიაზე, რომელიც მიმდინარეობს კრისტალის ზედაპირზე. მოლეკულები, რომლებიც გადადიან ხსნარში, დიფუზიური კანონების საშიალებით დროთა განმავლობაში ნაწილდებიან მთელ გამხსნელში. გახსნის პროცესი მიმდინარეობს სხვადასხვა მუხტის მიზიდულობის ფონზე გამხსნელსა და გახსნილ ნივთიერებას შორის.

საქაროზის წყალხსნარის დამუშავების უამრავი მაგალითები შემორჩა ისტორიას. ცნობილია, რომ ძველად ხარის სისხლითაც კი ცდილობდნენ გასუფთავებას. თანამედროვე ტექნოლოგიებში ატარებენ მრავალ ექსპერიმენტს მემბტანული ტექნოლოგიის გამოყენებით. დღეს დღობით ყველაზე იაფი და ეფექტური რეაქენტი არის კირქვა,

ნახ. 22

რომელიც მამტაბურად გამოიყენება. კირის რძით დამუშავებას დეფეკაციას უწოდებენ, ხოლო ნახშირორჟანგით დამუშავებას – სატურაციას. ერთიანობაში დეფეკოსატურაციის უამრავი სქემა არსებობს. მაგალითისთვის განვიხილოთ შემდეგი; დიფუზიური წვენი გაცხელების გარეშე მიეწოდება წინადეფეკატორს 1, რომელშიც სხვადასხვა სექციებში

მიეწოდება კირის რძე (კალციუმის ჰიდროქსიდი). სექციაში სადაც P^H 8,5 – 9,5 –ია ემატება ცხელი პირველი სატურაციის შესქელებული სუსპენზია. კირის რძის შემდგომი დამატებით აპარატიდან გამოდის უკვე ცხელი დეფეკაციური წვენი, რომელსაც P^H 10,8 – 11.6 ინტერვალში აქვს. შედეგ წვენი მიდის ძირითად დეფეკაციის აპარატში 2, სადაც საბოლოოდ ერევა კირის რძესთან.

კარგად შერეული წვენი 30 წთ–ის შემდეგ გადადის გამაცხელებლის 3–ის გავლით დეფეკატორში დეფეკაციის მეორე საფეხურისთვის 10 წთ–ის ხანგრძლივობით. სადაც კიდევ ცოტა ემატება კირის რძე. შემდეგ წვენი გადადის საცირკულაციო ყუთში სადაც ერევა უკან დაბრუნებულ 1–ლი სატურაციის ჭარბი რაოდენობის წვენთან. (5–6 მაგი). აპარატში 6 მიმდინარეობს 1–ლი სატურაცია ანუ ნახშირორჟანგით დამუშავება. 10 წ–ის შემდეგ ტვითდინებით ჩაედინება შემკრებში 7 და ტუმბოთი აიქაცება დამწნვე ბაკში 8, რომელიც ტექნოლოგიურად ფილტრების 9 წინ მდებარეობს. პერიოდულად გამორეცხილი ფილტრის ნარეცხი ჩაედინება შემკრებში 21 და ბრუნდება დამწნვეში 8 შესქელებული სუსპენზია ფილტრებიდან სარეველს 20 –ის გავლით მიემართება შემკრებში 11 და შემდგომ ვაკუუმ ფილტრებზე. ნარილი სუსპენზიის ბრუნდება წინადეფეკაციაზე. ვაკუუმ ფილტრებიდან გაფილტრული წყალი მიდის კირის რძის დასამზადებლად. მე–2 სატურაციის წინ 14 გაფილტრულ წვენს კიდევ უმატებენ ცოტა კირის რძეს დეფეკატორში 13 და 5 წთ–ის შემდეგ ატარებენ სატურატორში 14. დამწნევი რეზერვუარის 15–ის შედეგ წვენი იფილტრება 16 ფილტრებში და აპარატში 17 ხდება მისი სულფიტაცია ანუ გოგირდის ორჟანგით დამუშავება, რომლის შემდგომაც მიმდინარეობს მაქსიმალურად გასუფთავებული საქაროზიანი ხსნარის შესქელება.

საქაროზიანი წვენის შესქელება აორთქლებით

გასუფთავებული სულფიტირებული წვენი წარმოადგენს საქაროზისა და არამაქრების უჯერ წყალხსნარს. გამხსნელის, წყლის აორთქლების ხარჯზე შეგვიძლია საქაროზის კონცენტრაცია გავზარდოთ და უჯერი ხსნარი გადავიყვანოთ ნაჯერ და შემდგომ ზენაჯერ ხსნარში, სადაც შესაძლებელი იქნება საზაროზის გამოკრისტალება. მკითხველმა ეს პროცესი უკეთ რომ წარმოიდგინოს შესაძლებელია მოვიყვანოთ ოდნავ უხეში მაგრამ ყველასთვის პრაქტიკული მაგალითი: ზაფხულში, სახლის პირობებში გაკეთებული მურაბები, მითუმეტეს როდესაც დიასახლისს შაქარი უხვად აქვს და არ „ზოგავს“, ზამთარში ტემპერატურის დავარდნის და შესაბამისად საქაროზის ხსნადობის შემცირებისას, მურაბის წვენში საქაროზა კრისტალდება შაქრის კრისტალების სახით და ეს არის ყველასთვის ხილული მაგალითი ზენაჯერი ხსნარიდან საზაროზის გამოკრისტალების. წარმოებაში აღნიშნული ზენაჯერი ხსნარის მირებას ორ ეტაპით ყოფენ: როდესაც საქაროზიანი წვენი ჯერ კიდევ დაბალი კონცენტრაციისაა, იყენებენ მრავალკორპუსიან ამორთქლებელ სადგურს, სადაც ორტკლი მრავალჯერ გამოიყენება წყლის ასაორთქლებლად და ეს მეთოდი საკმაოდ ენერგოდამზოგავია.

ამაორთქლებელი სადგური

ნახ. 23

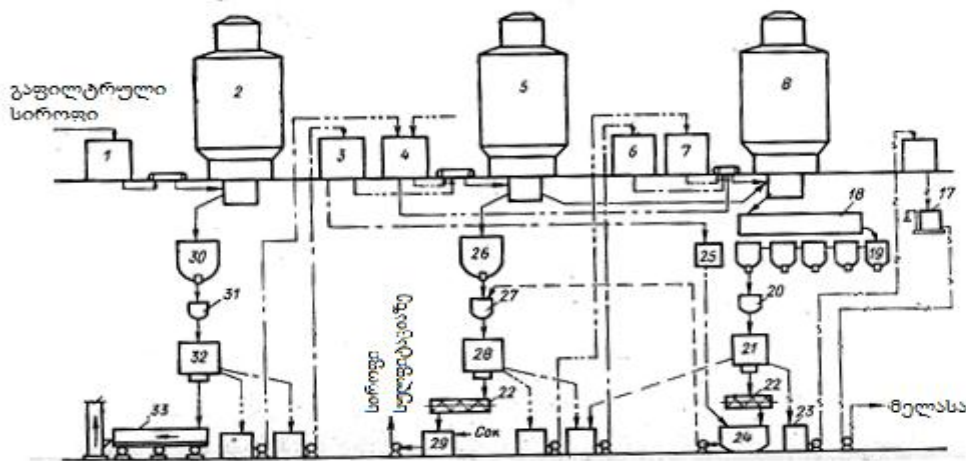
ნახაზზე მოცემულია ხუთკორპუსიანი ამაორთქლებელი სადგური და მეხუთე კორპუსს უწოდებენ კონცენტრატორს. სულფიტირებული სწვენი ტუმბოების საშუალებით გაივლის რამდენიმე საფეხურიან მილსაცმგარსიან გამაცხელებლებს 13, რომლებიც საფეხურების მიხედვით სხვადასხვა პარამეტრების ორთქლით მუშაობენ და წნევით შედის პირველ კორპუსში 6. კორპუსში მიღებს შორის შედის ორთქლი საქვაბიდან და მიღებში კი დუღს შაქრიანი წვენი. მიღებს შორის შესული ორთქლის ტემპერატურა ნაჩვენებია აპარატის ქვემოთა ნაწილში – „ხურების კამერაში“, ხოლო წვენიდან აორთქლებული წყლის ტემპერატურა ნაჩვენებია აპარატის ზემოთა ნაწილში ე.წ. „წვენის კამერაში“. პირველი აპარატიდან გამოსული წვენის ორთქლით, რომელსაც „ექსტრა ორთქლს“ ეძახიან, აპარატის თავზე დამონტაჟებული ორთქლის სეპარატორის 7 საშუალებით თავისუფლდება წვენის წვეთებისაგან და გასუფთავებული „ექსტრა“ ორთქლით ცხელდება შემდეგი კორპუსი, ანუ მიემართება შემდეგი კორპუსის „ხურების კამერაში“. შესაბამისად კორპუსების მიხედვით ორთქლის პარამეტრები იკლებს, მაგრამ ორთქლს მაინც მრავალჯერადად ვიყენებთ, რაც ძალზედ მომგებიანია. პირველი კორპუსიდან გამოსული ორთქლის ნაწილი „ექსტრით“ – თბური ტუმბოთი 4 ბრუნდება და საქვაბიდან 1 გამოსულ ორთქლს, რომელიც გამოივლის ორთქლის ტურბინას 3 ორთქლშემკრებში – კოლექტორში 5 უერთდება. საქვაბიდან გამოსულ ორთქლს მარალი პარამეტრები აქვს იმისათვის, რომ ორთქლის ტურბინა დაატრიალოს. ორთქლის ის ნაწილი, რომელიც ტურბინას არ გაივლის, სპეციალური წყლის სარქველების საშუალებით ორთქლის პარამეტრები სპეციალური მოწყობილობით 2 დაყავთ ტექნოლოგიურ პარამეტრებამდე, რომელიც ნაჩვენებია ამაორთქლებელი სადგურის პირველ კორპუსზე და ექსტრა ორთქლის სიჭარბის შემთხვევაში, გამაგრილებელი წყლის მაგიერ ამ მიზნებისთვის

იყენებენ მას. ბოლო კორპუსი ანუ კონცენტრატორი შეერთებულია ბარომეტრიულ კონდენსატორთან, რომელიც შედგება ორი 8 და 9 ძირითადი კონდენსატორისაგან, წვეთის დამჭერისაგან 10 და ვაკუუმ ტუმბოსაგან 11. წარმოქმნილი ვაკუუმი, რომელიც იქმნება ორთქლის შეკუმშვის ხარჯზე და ვაკუუმ ტუმბოს ხარჯზე, უადვილებს კონცენტრატორში შესქელებულ წვენს დუღილს. აპარატებში წარმოქმნილი კონდენსატები სისტემიდან გამოდის ჰიდროკოლონების საშუალებით 12.

ამორთქლებელ სადგურში 55–60%–მდე შესქელებული წვენი გადაეცემა საპროდუქტე განყოფილებას.

კრისტალიზაციური განყოფილება

საქაროზის საბოლოო კრისტალიზაცია სრულდება საპროდუქტე საამქროში, სადაც შემდგომი შესქელება სემაქრის სიროფის ხდება ვაკუუმის ქვეშ, კრისტალიზაციის ცენტრების წარმოშობით.



საპროდუქტე განყოფილების ტექნოლოგიური სქემა. ნახ. 24

წვენგამწმენდ საამქროში, დეფეკოსატურაციაზე, წვენში არსებული არაშაქრების დაახლოებით 1/3 გამოდის წვენიდან. იმისათვის რომ მივიღოთ სუფთა საქაროზის კრისტალი, დანარჩენი არაშაქრები კრისტალიზაციის დროს უნდა გამოვიყვანოთ შაქრიანი ხსნარებიდან. შაქრიანი ხსნარის შემდგომი კონცენტრირება და ზენაჯერი ხსნარის წარმოქმნა მიმდინარეობს შედარებით მაღალი ვაკუუმის ქვეშ, და შესაბამისად დაბალ ტემპერატურაზე 74 – 76C⁰-მდე.

გაფილტრული და შესქელებული წვენი–სიროფი გროვდება შემკრებში 1, საიდანაც მიედინება 1–ლი პროდუქტის აპარატში 2, რომელშიც ხდება შესქელება ზენაჯერ ხსნარამდე და შემდგომ კრისტალიზაციის ცენტრების შეყვანა. კრისტალის გამსხვილების შემდეგ მოხარშული კრისტალური მასა – უტფელი ჩაეშვება 1–ლი პროდუქტის კრისტალიზატორში

30, გაციების და კრისტალის შემდეგი გამსხვილების მიზნით. 1-ლი პროდუქტის უტფელის გამანაწილებლის 31 საშუალებით კრისტალური მასა ნაწილდება 1-ლი პროდუქტის ცენტრიფუგებში 32 სადაც უტფილს ცილდება თეთრი კრისტალური საქაროზა, რომელიც შემდგომ მიემართება ხანხალა ტრანსპორტიორის საშუალებით საშრობ საამქროში. კრისტალშორის ნარური მასა-მწვანე ბადაგი ტუმბოს საშიალებით ჩაედინება შემკრებში 4, შაქრის კრისტალის ნარეცხი-თეთრი ბადაგი ჩაედინება შემკრებში 3.

კრისტალშორის ნაწურში-მწვანე ბადაგში და საქაროზის კრისტალის ნარეცხში დიდი რაოდენობით რჩება საქაროზის მოლეკულები, ამიტომ მათგან ხარშავენ მე-2 პროდუქტს შესაბამისი მე-2 პროდუქტის აპარატში 5. მოხარშულ მეორე პროდუქტის უტფელის მასას ჩაუშვებენ მე-2 პროდუქტის კრისტალიზატორში 26, გარკვეული დროის შემდეგ გაანაწილებენ გამანაწილებლებით 27 და შესაბამის ცენტრიფუგებში გაფუგავენ-გამოაცლიან მეორე პროდუქტის უტფელიდან კრისტალურ მასას, რომლის სახაროზაც უკვე დიდისისუფთავით აღარ გამოირცევა და ხრახნისებური ტრანსპორტიორით 22 ხსნიან წყალში ან წვენში შემრევის 29 დახმარებით და ტუმბოებით გადააქვთ სულფიტაციაზე ახალ წვენთან ერთად გასაწმენდად და პირველი პროდუქტის მოსახარშად. შესაბამისად მე-2 პროდუქტის კრისტალშორის ნაწური და საქაროზის კრისტალის ნარეცხი ტუმბოების საშუალებით გადააქვთ სხვადასხვა 6 და 7 შემკრებ ყუთებში, რომლისგანაც ხარშავენ მე-3 პროდუქტს. ნაწურების ერთ ყუთში ჩასხმა არ არის რეკომენდირებული რადგანაც ხარშვისას მათ სხვადასხვანაირად და სხვადასხვა დროს აწვდიან აპარატში. იმის მიხედვით, თუ როგორი ტექნოლოგიური მაცვენებლები აქვთ აღნიშნულ ნაწურებს, როგორც ნახაზიდან ჩანს შესაძლებელია პირველი პროდუქტის მწვანე ბადაგი გამოყენებული იქნეს მეორე და მესამე პროდუქტის ხარშვისას. მე-3 პროდუქტი იხარშება შესაბამის აპარატში 8 და შესაბამისი პროდუქტის უტფელის მოხარშვის შემდეგ ცადის კრისტალიზატორში 18. მე-3 პროდუქტის უტფილს ჭირდება შედარებით დიდიხნით დაყოვნება და გაგრილება, რომ რაც შეიძლება მეტი მასის საქაროზის კრისტალი გამოკრისტალდეს და ამიტომ იყენებენ კრისტალიზატორების ბატარეას 19. გარკვეული დროის შემდეგ გამანაწილებელით 20 ანაწილებენ შესაბამისი პროდუქტის ცენტრიფუგებში 21 და გაფუგვის შედეგად გამოცილილ კრისტალურ საქაროზას ხრახნისმაგვარი კონვეიერით გადაიტანენ შემრევი 24. აღნიშნული მასით არეგულირებენ მე-2 პროდუქტის სიბლანტეს ან უშვებენ გადამუშავებაზე. ხშირად მე-3 პროდუქტის კრისტალური მასის გახსნაზე წყლის ნაცვლად იყენებენ პირველი პროდუქტის მწვანე ბადაგს. მე-3 პროდუქტის კრისტალშორის ნაწური შეიცავს საქაროზას მაგრამ იშვიათად აბრუნებენ წარმოებაში, რადგან იქიდან გაძნელებულია საქაროზის ამოღება და სასწორის 17 გავლით მიმართავენ სასაწყობე მეურნეობაში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. А.Р. Сапронов, А.И. Жушман, В.А. Лосева. Общая технология сахара и сахаристых веществ. Москва. В.О. Агропромиздат 1990г.
2. Сахарная промышленность 1978г. №9. стр. 69. О потреблении сахара населением СССР. С.А.Кашин.
3. Сахарная промышленность 1982г. №12. стр46. Производства и потребление сахара в капиталистических и развивающихся странах в сезон 1981.1982гг.
4. kalandaZe msolfios magari sasmlebi.
5. А.Р. Сапронов Технология сахарного производства. Москва. агропромиздат 1986.
6. Очистка соков сахарного тростника обработкой открытым паром. П. Фабрегат, М. Дариас, Л.Д. Бобровник. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. Отдельный оттиск. 1984г.
7. Очистка сока сахарного тростника действием открытого пара. Н. Мартинез, П. Фабрегат, Л.Д. Бобровник, П.М. Немирович, А.П. Николаев. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. Отдельный оттиск. 1988г
8. .Термообработка диффузионного сока. Бобровник Л.Д., Рухадзе Т.К., Немирович П.М. (КТИПП) Республиканская научно-техническая конференция. «Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологийб оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли апк. Киев КТИПП сентябр 1991.
9. В.А. Смирнов. Пищевые кислоты. Моква «легкая и пищевая промышленность» 1983.