

მაცვალა ფრუიქე

თაგბაქოს ქიმიკა

სახელმძღვანელო უმაღლესი სკოლის
სასუბსათო ტექნოლოგიის სპეციალობის
სტუდენტებისათვის

მაცვალა ჳრუიკე

თამბაქოს ქიმიკ

**სახელმძღვანელო უმაღლესი სკოლის სასურსათო
ტექნოლოგიის სპეციალოგის სტუდენტებისათვის**

ქუთაისი

2009წ.

შპს 66399

სახელმძღვანელოს გამოცემა რეკომენდებულია სსმსუ
სუბტროპიკული კულტურების მექანიზაციისა და
ტექნოლოგიის ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის
და უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს მიერ.

**სახელმძღვანელოში განხილულია ცნობები თამბაქოს ფიზიკუ-
რი და ქიმიური თვისებების შესახებ.**

**ნაჩვენებია თამბაქოს ქიმიური კომპონენტების როლი მასში მიმ-
დინარე ფიზიკო-ქიმიური პროცესების დროს.**

**განხილულია თამბაქოს ნედლეულის და ბოლის ქიმიური შედ-
გენილობა.**

რედაქტორი: სრული პროფესორი ნ. ჩიქოვანი

**რეცენზენტები: სრული პროფესორი ძ. კინჭუაშვილი
ასოც. პროფესორი მ. ბამისონია**

ISBN 978-9941-0-1712-4

© მ. ფრუიძე, 2009

წ ი ნ ა ს ი ტ ყ ვ ა ო ბ ა

გემოკვებით პროდუქტებს შორის თამბაქო იკავებს განსაკუთრებულ ადგილს, რამდენადაც მას გააჩნია მოხმარების სპეციფიკური ფორმა - ბოლის სახით, რომელიც წარმოიქმნება თამბაქოს წვის შედეგად. ამიტომ აუცილებელია, როგორც ფერმენტირებული თამბაქოს და მათი ნარეგების, აგრეთვე სიგარეტის წვის (დაფერფვლის) დროს გამოყოფილი ბოლის, სრული ქიმიური შედგენილობა იქნას დადგენილი. ეს შესაძლებელია დადგენილი იქნას, სხვადასხვა სახის თამბაქოსა და ბოლის დაწვრილებითი ქიმიური ანალიზის დროს, კვლევის ობიექტური მეთოდების გამოყენებით.

თამბაქოს ქიმიური შედგენილობის თანამედროვე ინსტრუმენტალური ანალიზი გულისხმობს აქროლადი ნივთიერებების გამოყოფას, კონცენტრირებას, ქიმიური ნივთიერებების კლასებად დაყოფას, იდენტიფიკაციას და ცალკეული კომპონენტების რაოდენობრივ განსაზღვრას.

თამბაქოს ბოლი წარმოადგენს თამბაქოს წვის შედეგად მიღებულ ნივთიერებათა მაღალი კონცენტრაციის მქონე აეროზოლს, რომელიც შეიცავს 3 ათასზე მეტ კომპონენტს. მათ შორის შესაძლოა არსებობდეს ქიმიური ნაერთები, რომელიც საფრთხეს უქმნის ადამიანის ორგანიზმის ჯანმრთელობას, როგორცაა: მაღალმოლეკულური პოლიციკლური ნახშირწყლები, ფისოვანი კონდენსატი, აზოტის და ნახშირბადის ოქსიდები, ბენზპირენი, რადიოაქტიური პოლონიუმი და სხვ.

მნიშვნელოვანი წვლილი თამბაქოს ქიმიის შესწავლის საქმეში შეიტანეს უცხოელმა და ქართველმა მეცნიერებმა. აქტიურ კვლევას ეწეოდნენ ა. ა. შმუკი, პ. გ. ასმავეი, მ. გ. ზაგორუიკო, გ. ს. ილინი, მ. ფ. მაშოვცკევი, ი. გ. მახნაჩოვი, ვ. პ. პისკლოვი, მ. პ. პიატნიცკი, ა. პ. სმირნოვი, ვ. ვ. ჩერნიკოვი, ე. ნ. შაპოვა-

ლოვი. დ. დეგდარიანი, შ. ჩხეიძე, ნ. ლაბარტყავა, მ. კ. მიხაილოვი, რეიდი, ონიში, ჯონსი, როდმანი, კუკი, ხოლმესი, ნორმანი, აპლეიარდა, ერკსლებენი, ვალტცი, ვინდერი, პიქტე, კუნდიფი, მარკუნასი, მიულერი და სხვ.

საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სახელმწიფო ინივერსიტეტში თამბაქოს ქიმიისა და ტექნოლოგიის კურსი თითქმის 50 წელია ისწავლება, მაგრამ ქართულ ენაზე ამ საგანში სახელმძღვანელო არ არსებობს, ამიტომ სასწავლო კურსის ათვისება გაძნელებულია. სტუდენტები სარგებლობენ უცხოენოვანი ლიტერატურით (ძირითადად რუსულ ენაზე), რომლის ხელმისაწვდომობაც გაძნელებულია.

წინამდებარე სახელმძღვანელოს შედგენა, ამ ხარვეზის შევსებას ისახავს მიზნად. სახელმძღვანელო შედგება 14 თავისაგან, რომელშიაც განხილულია თამბაქოს ნედლეულისა და ბოლის ქიმიური შედგენილობა, წვის პროცესი და ბოლის კომპონენტების წარმოქმნის წყარო, მათი ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე, თამბაქოს ბოლის შედგენილობის რეგულირების საფუძვლები, ხარისხის დადგენის მეთოდები და უსაფრთხოების მანვენებლები.

სახელმძღვანელოში გამოყენებულია რუსეთის თამბაქოსა და წვეკოს სამეცნიერო-საკვლევი ინსტიტუტის და კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის თამბაქოს ქიმიის კათედრის მუშაკთა ნაშრომები.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია უმაღლესი სასწავლებლების სასურსათო-პროდუქტთა ტექნოლოგიის სპეციალობის და მასთან ახლოს მდგომი სხვა სპეციალობის სტუდენტებისათვის.

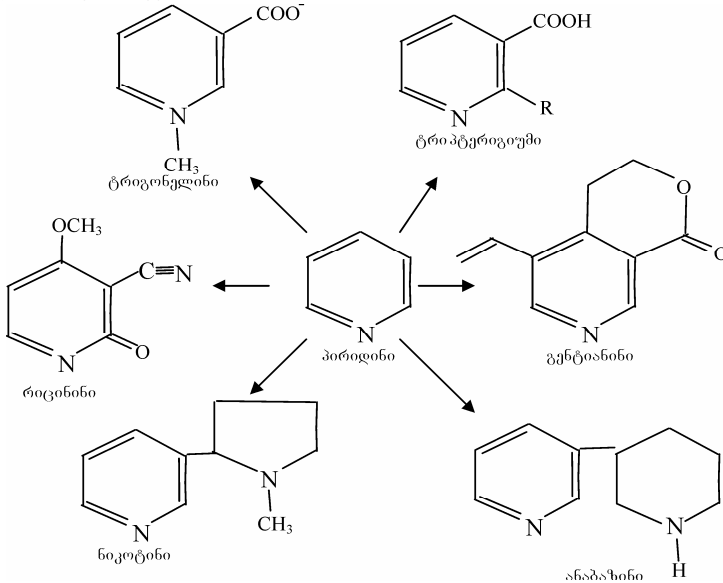
სახელმძღვანელო დაზღვეული არ იქნება ხარვეზებისა და ნაკლოვანებებისაგან, ავტორი დიდი მადლიერებით მიიღებს ყველა საქმიან შენიშვნას და წინადადებას.

მაცჰალა ფრუიძე,
აკადემიური დოქტორი, სრული პროფესორი

ა ლ კ ა ლ ო ი ღ ე ბ ი

ალკალოიდები წარმოადგენს, ფუძე თვისების მქონე, მცენარეული წარმოშობის აზოტშემცველ ორგანულ ნაერთებს, ისინი მიეკუთვნებიან ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, რომლებიც ცოცხალ ორგანიზმებზე ძლიერ ზეგავლენას ახდენენ. ალკალოიდები აგებულია ძლიერ განსხვავებული არიან, ამიტომ მათი კლასიფიკაცია საკმაოდ გართულებულია. დღეისათვის მიღებულია ალკალოიდების კლასიფიკაცია მათი მოლეკულების აზოტშემცველი ფრაგმენტების მიხედვით. ამ ნიშნის მიხედვით ალკალოიდები იყოფიან: პირიდინის, პიროლიდინის და პიპერიდინის წარმოებულებად.

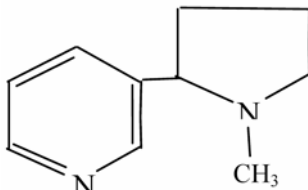
თამბაქოს ალკალოიდები ძირითადად წარმოადგენენ პირიდინის წარმოებულებს:



თამბაქოში აღმოჩენილია ნიკოტონის და ანაბაზინის ტიპის ალკალოიდები. ამ ჯგუფის ნივთიერების განხილვისას უნდა აღინიშნოს, რომ ნიკოტინი განაპირობებს მოწვევის ფიზიოლოგიურ აუცილებლობას. თამბაქოში შემავალი ალკალოიდებიდან 95-97% ნიკოტინზე მოდის.

11603060

თამბაქოდან სუფთა სახით ნიკოტინი ჯერ კიდევ 1828 წელს გამოიყვანა პოსელტმა და რეიმანმა, მაგრამ მისი აღნაგობა კარგად ხანს დაუდგენელი რჩებოდა, მხოლოდ 1893 წელს პინერმა მრავალჯერადი ექსპერიმენტების შედეგად საბოლოოდ დაადგინა მისი ქიმიური სტრუქტურა. ნიკოტინის $C_{10}H_{14}N_2$ (1-მეთილ-2-(3-პირიდინილ)-პიროლიდინი) გააჩნია შემდეგი სტრუქტურული აგებულება:



ნიკოტინის ფიზიკური თვისებები. ნიკოტინი თავისუფალის სახით წარმოადგენს უფერო ზეთისებრ სითხეს, რომელიც კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში (ეთილის სპირტში, გოგირდის ეთერში, ბენზოლში და სხვ.), აგრეთვე $60^{\circ}C$ ქვევით და $210^{\circ}C$ -ზე ზევით ნებისმიერი თანაფარდობით იხსნება წყალში. აღნიშნულ ტემპერატურებს შორის მისი ხსნადობა შეზღუდულია. აგრეთვე მისი ხსნადობა ნაჯერ წყლიან მარილხსნარებშიც ეცემა.

ნიკოტინის დუდილის ტემპერატურა ატმოსფერულ წნევაზე საკმაოდ მაღალია ($247^{\circ}C$), ამიტომ მის გადაღენას აწარმოებენ ვაკუუმის ქვეშ. მაგალითად, მისი დუდილის ტემპერატურა 1,3

კბა (10მმ ვერ. წ.ს.) წნევის დროს შეადგენს 113⁰C, ხოლო 2,4 კბა-ზე (18 მმ.ვერ.წ.ს) 124,5⁰C.

ბუნებრივი ნიკოტინი სინათლის სხივს მარცხნივ აბრუნებს და შეადგენს $[\alpha]_D^{20} = -168,2^0$. ხოლო მისი მარილები მარჯვნივ მაბრუნებელი არიან. მაგალითად, სულფატებისათვის $[\alpha]_D^{20} = +84,8^0$, ქლორ-ჰიდრატისთვის კი $[\alpha]_D^{20} = +102,2^0$. ნიკოტინის გარდატეხის მაჩვენებელი $n_D^{20} = 1,5282$, სიმკვრივე $1,0092 \cdot 10^{-3}$ კგ/მ³. ნიკოტინის წყალ-სხნარის მაქსიმალური შთანთქმის სპექტრი ულტრაიისფერ არეში შეადგენს $\lambda_{max} = 259$ ნმ, მისი ეს თვისება ნიკოტინის განსაზღვრის სპექტროფოტომეტრულ მეთოდში გამოიყენება.

რამდენადაც ნორმალურ პირობებში ნიკოტინი სითხეს წარმოადგენს, იგი მის ზემოთ ორთქლის გარკვეულ დრეკადობას ქმნის, რომლის სიდიდე დიდი არ არის და დამოკიდებულია ტემპერატურაზე: 20⁰C-ზე იგი ტოლია 4,25 კბა-ის, 100⁰C - 4,65 კბა-ის (34,88 მმ ვერცხ. წყ.), ამიტომ ორგანული გამხსნელების აორთქლებისას მისი დაკარგვა პრაქტიკულად არ ხდება.

ნიკოტინის თვისებას წარმოადგენს აორთქლება წყლის ორთქლთან ერთად, რაც დაედო საფუძვლად თამბაქოში ნიკოტინის რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდს, აგრეთვე თამბაქოს ნარჩენებიდან ნიკოტინის გამოწველიღვის მეთოდს.

ნიკოტინის გადადენის დროს მხედველობაში მიიღება მისი თავისუფალი ფორმა, ხოლო ბმული ფორმის უკეთ გადასადენად კოლბაში უმატებენ ტუტეს. საკვები მარილის დამატება ზრდის ნიკოტინის გადადენის სიჩქარეს.

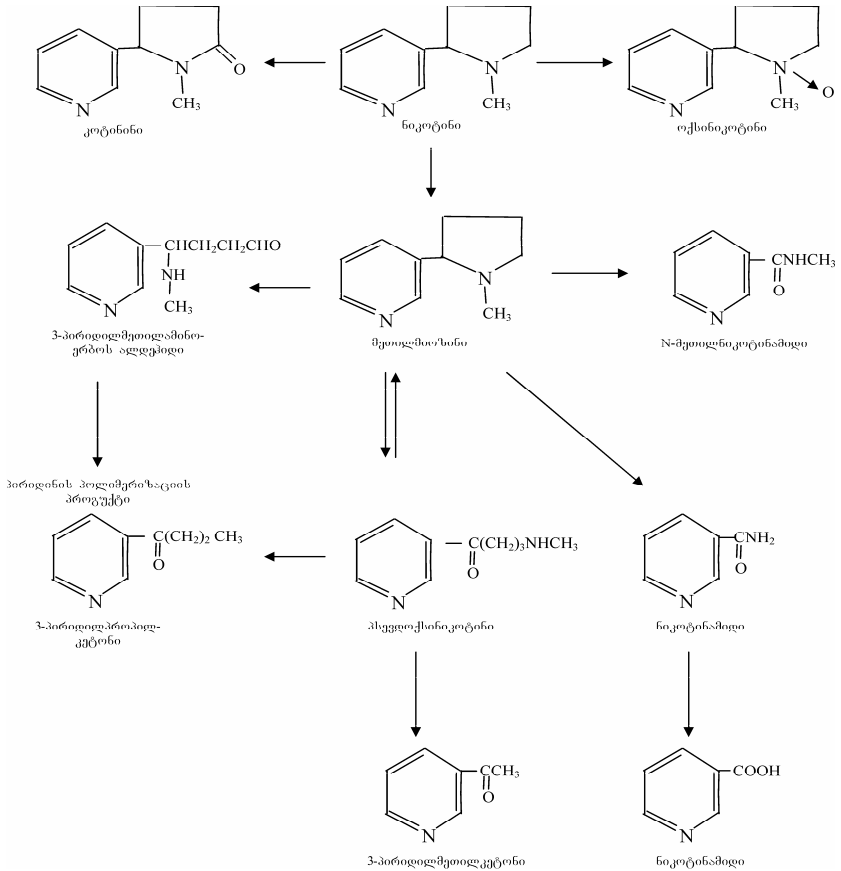
თუ ნიკოტინს გააჩნია წყლის ორთქლით გადადენის თვისება, ეს არ ითქმის ნიკოტინის მარილებზე, მიუხედავად იმისა, რომ შეტუტიანების გარეშე დისტილიატში აღმოჩენილი იქნა ნიკოტინი. საპაპიროსე თამბაქოების pH-ის სიდიდე ყოველთვის 7-ზე დაბალია, ამიტომ მთლიანად ნიკოტინი იმყოფებოდა მარილების სახით, ამ დროს ნიკოტინის გადადენის შესაძლებლობა გამოწვეულია ნიკოტინის მარილების ჰიდროლიზით, ასეთ ნიკოტინს

უწოდებენ "თავისუფალს", რაც აკადემიკოს ა. ა. შმუკის მიხედვით არასწორია.

"თავისუფალი" ნიკოტინის რაოდენობა გარკვეულწილად დამოკიდებულია თამბაქოს pH-ზე, რაც უფრო მეტია მისი სიდიდე, მით უფრო მეტი ნიკოტინი გადადის დისტილიატში. სამწუხაროდ "თავისუფალი" ნიკოტინის დისტილიატში გადასვლის დინამიკა შესწავლილი არ არის. ამიტომ თამბაქოს დახასიათება "თავისუფალი" ნიკოტინის მიხედვით საკმაოდ პირობითი სიდიდეა, რაც შეიძლება მოხდეს მხოლოდ გადადენის პროცესის მკაცრი რეჟიმის პირობებში.

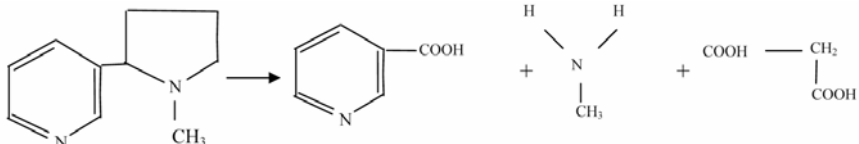
ნიკოტინის ქიმიური თვისებები. ნიკოტინის წყალხსნარებს მკვეთრი ტუტე რეაქცია გააჩნიათ, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ იგი არის ძლიერი ორგანული ფუძე. მისი ფუძე თვისება განპირობებულია მისი მოლეკულის შედგენილობაში პირიდინისა და პიროლიდინის რკალების არსებობით. ნიკოტინი, როგორც ფუძე ნივთიერება მჟავებთან მარილებს წარმოქმნის, რომელთა უმეტესობა წყალში კარგად იხსნება. ნიკოტინის ფორმულიდან გამომდინარე ის ორ მჟაურ ფუძეს უნდა წარმოადგენდეს, მაგრამ მჟავებთან ურთიერთქმედების დროს ის ავლენს ერთმჟაური ფუძის თვისებებს, ეს შეიძლება აიხსნას შემდეგნაირად, წყალხსნარში ნიკოტინის დისოციაციის ორი კონსტანტა გააჩნია, რომელთაგან ერთი ტოლია $7 \cdot 10^{-7}$ და მიეკუთვნება პიროლიდინის რგოლის უფრო ძლიერ ფუძეს, ხოლო მეორე ტოლია $1,4 \cdot 10^{-11}$ რომელიც მიეკუთვნება ძლიერ სუსტ ფუძეს - პირიდინის რგოლს. ორივე კონსტანტიდან გამომდინარე ნიკოტინი შეიძლება გატიტრული იქნას როგორც ერთმჟაური ფუძე. სინამდვილეში იტიტრება მხოლოდ პიროლიდინის ფუძე, ხოლო პირიდინისა - არა. ამიტომ ნიკოტინის თითოეული მოლეკულის გატიტრებაზე იხარჯება ერთი მოლეკულა HCl და ნახევარი მოლეკულა H_2SO_4 . გამოთქმული მოსაზრება ადვილად დასტურდება ექსპერიმენტალური მონაცემებით, ძლიერი არაორგანული მჟავების გამოყენების დროს.

ახალგადადენილი ნიკოტინი ჰაერზე შენახვისას სწრაფად იჟანგება, ის ჯერ მოყვითალო, ხოლო შემდეგ მუქი ხდება. შედეგად მიიღება ფისისებრი სასიამოვნო არომატის მქონე მასა. ნიკოტინის ჟანგვის პროდუქტებში აღმოჩენილი იქნა მისი სხვადასხვა წარმოებული, აგრეთვე ამინები და ნიკოტინის მჟავა. აღსანიშნავია, რომ ადვილად იჟანგება "თავისუფალი" ნიკოტინი. ხოლო მისი მარილები საერთოდ არ იჟანგება ჰაერზე ხანგრძლივი შენახვის დროსაც. ფრანკერბურგის მიერ შემოთავაზებული იქნა ნიკოტინის ჟანგვის მექანიზმის სქემა:

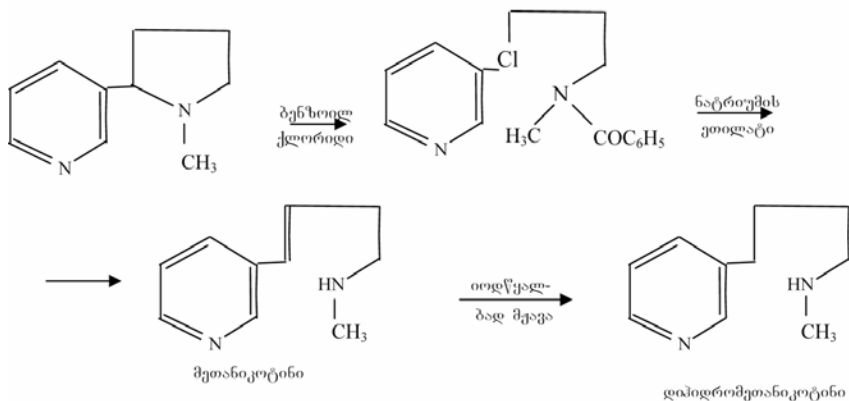


ნიკოტინზე სუსტი მუანგველის მოქმედებისას (AgO) პიროლიდინის ჯგუფი კარგავს ოთხ ატომ წყალბადს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ნიკოტინი. აგრეთვე ოქსინიკოტინის სინთეზირება შესაძლებელია აგრეთვე ნიკოტინის წყალხსნარზე წყალბადის ზეჟანგის (H₂O₂) დამატებით. ჟანგვა ოთახის ტემპერატურაზე მიმდინარეობს.

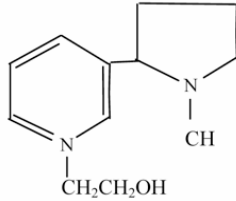
ნიკოტინი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის სინთეზის ჩასატარებლად გამოიყენებული იქნა ნიკოტინამიდისაგან ნიკოტინის მუავის (ვიტამინ PP) მიღების მეთოდი. შეაღწეოთ ეტაპს წარმოადგენს ალკალოიდის ნიკოტინის მუავამდე დაჟანგვა ძლიერი მუანგველების HNO₃, KMnO₄ და სხვა. გამოყენებულ ნიკოტინს ეხლინება პიროლიდინის რგოლი და წარმოიქმნება ნიკოტინის მუავა:



ნიკოტინისაგან შესაძლებელია მიღებული იქნას შემდეგი პროდუქტები:

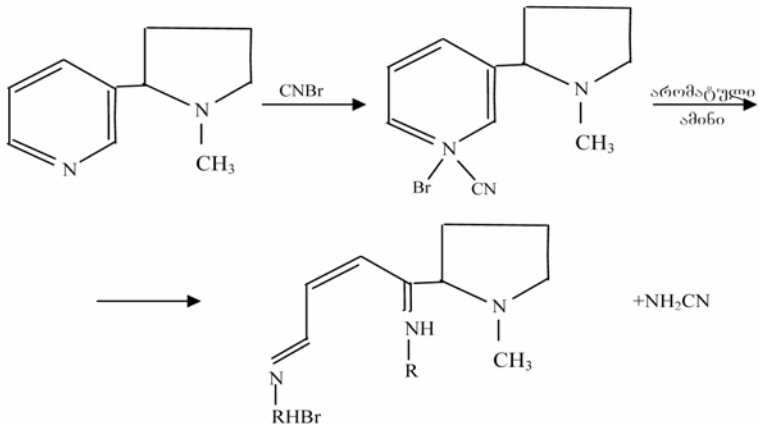


ნიკოტინის დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს ეთილენის ოქსიდთან $\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} & \text{---} & \text{CH}_2 \\ & \diagdown & / \\ & \text{O} & \end{matrix}$ რეაგირება, რის შედეგადაც მიიღება ეთილოლნიკოტინი.



თავისი თვისებებით ეს ნივთიერება მკვეთრად განსხვავდება ნიკოტინისაგან: წვის დროს ეთილოლნიკოტინი იშლება ელემენტარულ ფრაგმენტებად და მიმდინარეობს თამბაქოს დენიკოტინიზაციის პროცესი, რის გამოც ნიკოტინის კონცენტრაცია ბოლში მკვეთრად მცირდება. თამბაქოს ეთილენის ოქსიდით დამუშავებამ პრაქტიკული მნიშვნელობა მიიღო წარმოებაში უხეში ნედლეულის მოსაწევი თვისებების შესარბილებლად. საკმაოდ სწრაფად მიმდინარეობს დენიკოტინიზაციის პროცესი როდესაც ეთილენის ოქსიდის კონცენტრაცია არის 150გ/მ³, ხოლო ტემპერატურა 50°C.

ალკალიდებს, მათ შორის ნიკოტინსაც ახასიათებს სპეციფიკური ფერადი რეაქციები. n-დიმეთილამინბენზალდეჰიდით ნიკოტინი (წითლად, ვარდისფრად), რომელიც შემდეგ იისფერში გადადის. რეაქციას ახორციელებენ კონცენტრული მარეილმჟავას (HCL) თანაობისას. წითელი შეფერილობა წარმოიქმნება ნიკოტინის ეპიქლორჰიდრატთან გაცხელებისას. ღიდი მნიშვნელობა ენიჭება ბრომციანთან რეაქციას.



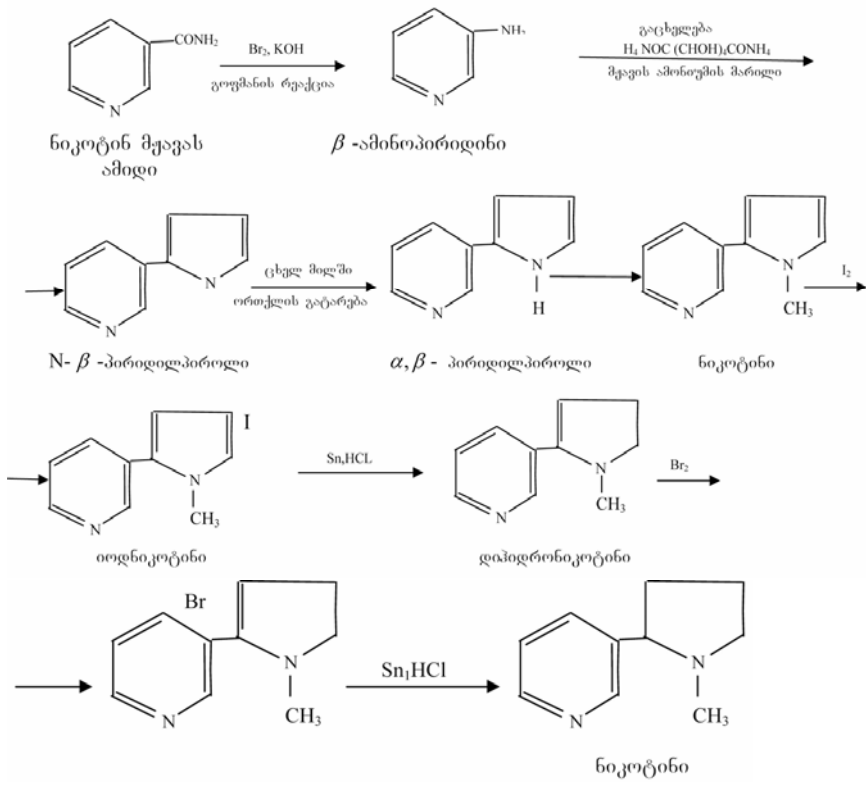
არმატული ამინის სახით შეიძლება გამოყენებული იქნას ანილინი, სულფანილის მჟავა და სხვა ნივთიერებები. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ყვითლად ან სხვა ფერად შეღებილი ნივთიერებები. ფერის ინტენსივობის მიხედვით შესაძლოა განსაზღვრული იქნას ნიკოტინი. ასეთი რეაქციები გამოიყენება ლაბორატორიულ ავტომატებში თამბაქოში ნიკოტინის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

ნიკოტინისა და სხვა ალკალოიდებისათვის დამახასიათებელია დალექვის რეაქციები, რის შედეგადაც წარმოიქმნება გარკვეული შედგენილობის ნალექი, რომელიც აგრეთვე შესაძლებელია გამოყენებული იქნას თამბაქოს ალკალოიდების რაოდენობრივი ანალიზისათვის:

რეაგენტი	ნალექის შედგენილობა
პლატინის ქლორიდი	$C_{10}H_{14}N_2(HCl)_2 \cdot PtCl_4$
ვერცხლის ქლორიდი	$C_{10}H_{14}N_2(HgCl_2)_3$
სილიციუმ ვოლფრამის მჟავა	$(C_{10}H_{14}N_2)_2(WO_3SiO_2)_{12} \cdot 2H_2O$
პიკრინის მჟავა	$C_{10}H_{14}N_2(C_6H_3N_3O_7)_2$

ხშირად თამბაქოს ალკალოიდების რაოდენობრივი და თვისობრივი ანალიზისას იყენებენ დრაგენდორფის რეაქტივს, რომელიც შეიცავს ბისმიუმის იოდატს და კალიუმის იოდატს. ნიკოტინზე ზემოქმედებისას წარმოიქმნება წითელი კრისტალური ნალექი. რეაქტივს ძლიერი მგრძნობელობა გააჩნია.

ნიკოტინის წარმოქმნის წყაროები. ნიკოტინის მიღება ლაბორატორიულ პირობებში შესაძლებელია. პირველად ეს პიქტემ განახორციელა (1895), ამასთანავე დაადგინა მისი სტრუქტურული ფორმულა. პიქტეს მიხედვით ნიკოტინის სინთეზის სქემა შემდეგია:



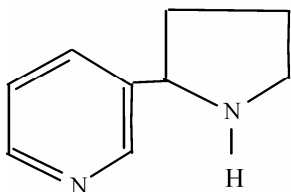
შემდეგში იქნა შემოთავაზებული ნიკოტინის სინთეზის უფრო სრულყოფილი მეთოდები, მაგრამ არცერთი არ შეედერება ეკონომიურობით ა. ა. შმუკის მიერ 1930 წელს შემუშავებულ მეთოდს წეკოსა და თამბაქოს ნარჩენებიდან ნიკოტინის მიღების შესახებ.

მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: თამბაქოსა და წეკოს ნარჩენებს შეატუტიანებენ და შემდეგ ბენზინით უკეთებენ ექსტრაქციას. მისცელიდან გადადენიან ბენზინს და გოგირდმჟავის დამატებით ღებულობენ ნიკოტინის სულფატს. სულფატიდან გამოყოფენ ფისოვან ნივთიერებას, რის შემდეგ გამოყოფენ ნიკოტინს მარილის ამიაკით დამუშავებით. ნიკოტინს გამოყოფენ

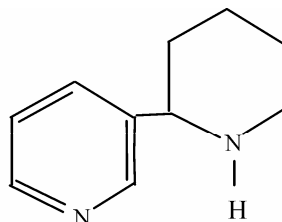
ფენ სარეაქციო არის განშრეეების შემდეგ და გადადენიან ვაკუუმის ქვეშ. უფრო სუფთა სახის ნიკოტინი მიიღება თუ კირით ხდება თამბაქოს ნარჩენის შეტუტიანება და ორთქლით გადადენა. საბჭოთა კავშირის პერიოდში ამ წესით ხდებოდა ნიკოტინის მიღება. ახლა სწარმოებს ახალი მეთოდების გამომუშავება, რომელიც უფრო სრულყოფილი იქნება.

12 ნიკოტინის თანხმევი ალკალოიდები

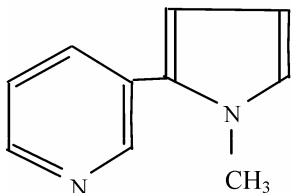
ანალიზის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა თამბაქოში 30-ზე მეტი ალკალოიდის აღმოჩენა. ზოგიერთი მათგანი მოცემულია ქვემოთ:



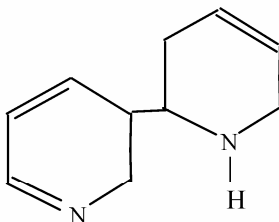
ნორნიკოტინი



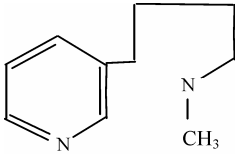
ანაბაზინი



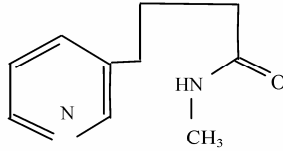
ნიკოტირინი



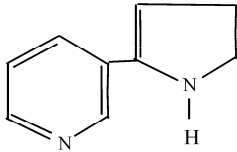
ანატაბინი



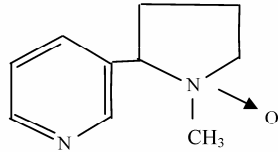
M-ნიკოტინი



ნიკოტინი



ნიკოტინი

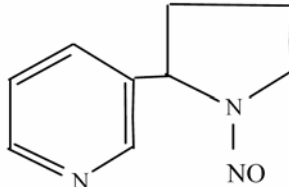


ოქსინიკოტინი

წარმოშობის მიხედვით ეს ნივთიერებები შეიძლება დავეყოთ ორ ჯგუფად: რომლებიც მხოლოდ ცოცხალ მასალაში წარმოიქმნებიან (ნორნიკოტინი, ანაბაზინი) და რომლებიც შეტყვის შემდეგ პერიოდში გადამუშავების დროს წარმოიქმნებიან. რამდენადაც თანმდევ ალკალოიდებში უფრო მეტი რაოდენობით არიან ნორნიკოტინი და ანაბაზინი, მით უფრო დაწვრილებით განვიხილავთ.

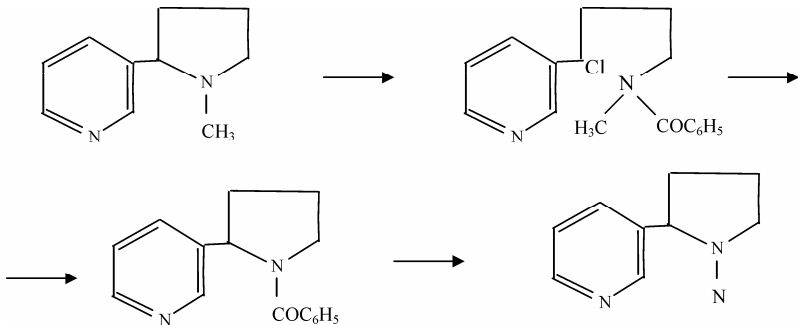
ნორნიკოტინი. ნორნიკოტინის შესწავლა გააადვილა იმან, რომ ეს ალკალოიდი რაოდენობით არის თამბაქოს ველურ სახეობაში (*Nicotiana glutinosa*). ფიზიკური თვისებებით ნორნიკოტინი ნიკოტინს მოგვაგონებს. ახალმიღებული ნორნიკოტინი წარმოადგენს უფრო ზეთს, რომლის დუღილის ტემპერატურა ატმოსფერულ წნევაზე 267°C აღწევს, ხოლო $66.6\text{კპა}\cdot\text{ზე}$ (0.5მმვრც.სე) 120°C . სიმკვრივე უდრის $1,0737 \cdot 10^{-3}\text{კგ/მ}^3$. გარდატეხის მაჩვენებელი $n_D^{18,5} = 1,5373$. ბუნებრივ ნიკოტინს გააჩნია სხივის მარცხნივ მობრუნების უნარი $[\alpha]_D^{23} = -88,8$, წყალში და ორგანულ გამხსნელებში ხსნადობის უნარით ის ნიკოტინს წააგავს. ულტრაიისფერ სპექტრში შთანთქმის მაქსიმუმი შეადგენს $259,56\text{მ}$.

რამდენადაც ნორნიკოტინი მეორად ფუძეს წარმოადგენს, მას შეუძლია მარილმუჟავასთან მოგვცეს ნატრიუმის ნიტრატთან ერთად ნიტროზონორნიკოტინი.



ეს არის მნიშვნელოვანი რექცია, რომელიც გამოიყენება ამ ალკალოიდის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

ა. ა. შმუკი აღწერს ნორნიკოტინის სინთეზს, რომლის საწყის ნივთიერებას ნიკოტინი წარმოადგენს. მაგალითად, ნიკოტინის ქლორბენზოლთან ურთიერთქმედებისას წარმოებს პიროლიდინის რგოლის დაშლა, რის შედეგადაც წარმოიქმნება N - აცეტილმეთანიკოტინი, რომელიც შემდგომში გარდაიქმნება აცეტილნორნიკოტინად, ხოლო აცეტილის ჯგუფის მოხლეჩის შემდეგ - ნორნიკოტინად:



ნორნიკოტინის ტოქსიკურობა 10-ჯერ ნაკლებია ვიდრე ნიკოტინის ამასთან დაკავშირებით იყო მცდელობა მოსაწევ ნაწარმში ნიკოტინი ნორნიკოტინით ჩაეაცვლებინათ სელექციონერების მიერ გამოყვანილი იქნა თამბაქო, რომელშიც წამყვანი ადგილი ნორნიკოტინს ეკავა, მაგრამ მან ვერ ჰპოვა გამოყენება,

ვინაიდან თამბაქოს წვეის დროს ნორნიკოტინი გარდაიქმნებოდა მიოზმინად, რომელსაც არასასიამოვნო სურნელება აქვს და დაბლა სწევდა თამბაქოს მოსაწვევ ღირსებებს.

ანაბაზინი. ანაბაზინი წარმოადგენს მთავარ ალკალოიდს ველური სახის თამბაქოში - *Nicotiana glauca*-Si. ეს ალკალოიდი სუფთა სახით წარმოადგენს უფერულ ზეთისმაგვარ სითხეს. ის კარგად იხსნება წყალსა და ორგანულ გამხსნელებში, მაგრამ ძნელად აქროლადია წყლის ორთქლი გადადენისას. ატმოსფერულ წნევაზე მას გააჩნია დუღილის ტემპერატურა 276°C , ხოლო $0,3\text{კპა}$ (2მმ ვერ. წ.ს.) წნევის დროს - 105°C . ის ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური მახვენებლებით - სიმკვრივე $1,0455 \cdot 10^{-3} \text{კგ/მ}^3$, $n_D^{20} = 1,5430$, $[\alpha]_D^{20} = -82,2^{\circ}$, $\lambda_{\text{max}} = 259\text{მმ}$. ანაბაზინისაგან შესაძლებელია მიღებული იქნას ნიტროანაბაზინი.

ანაბაზინის სინთეზი პირველად იქნა განხორციელებული N-ბენზოილპიპერიდინისაგან ეთილის ეთერში კონდენსაციით ნიკოტინის მჟავასთან.

ანაბაზინი უფრო ტოქსიკურია ვიდრე ნიკოტინი, ამიტომ ის ჯიშები, რომლებიც მომატებული რაოდენობით შეიცავს ამ ალკალოიდს, ნაკლებად გამოიყენება მოსაწვევი ნაწარმის დასამზადებლად.

13 თამბაქოში ალკალოიდების განსაზღვრის მეთოდები

ალკალოიდების ჯამური რაოდენობის განსასაზღვრავად მრავალი მეთოდი გამოიყენება, რომელიც შეიძლება დაგეგოთ ექვს ჯგუფად.

ტიტრული მეთოდები. მას პირველყოვლისა მიეკუთვნება კელერის მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ თამბაქოს ჯერ ატუტიანებენ ალკალოიდების მარილებიდან განთავისუფ-

ლების მიზნით, რის შემდეგ მას გამოწვლილავენ გოგირდის და პეტროლეინის ეთერებით და ტიტრავენ გოგირდმჟავით (H_2SO_4).

კუნდიფისა და მარკუნასის მიხედვით შეტუტიანების შემდეგ თამბაქოს ალკალოიდებს გამოწვლილავენ ქლოროფორმითა და ბენზოლით და ტიტრავენ მარილმჟავით (HCL)

ფართო გამოყენება ჰპოვა პფილის მეთოდმა, რომლის მიხედვით თამბაქოს შეატუტიანებენ, ალკალოიდებს გადადენიან ორთქლით. გამოლექავენ დისტილიატიდან პიკრინის მჟავით, ნალექს გამოაცლიან გახსნიან მდუღარე წყალში და ალკალოიდებთან შეკავშირებულ პიკრინის მჟავას საზღვრავენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდით (NaOH) გატიტრით.

გრაფიტაციული მეთოდები. დაფუძნებული არიან ალკალოიდების შესაბამისი რეაგენტებით გამოლექვაზე და ნალექის აწონვაზე. შედარებით გავრცელება ჰპოვა ბერტრანის მეთოდმა, რომლის მიხედვით თამბაქოს შეატუტიანებენ და ალკალოიდებს გადადენიან ორთქლით, გამოლექავენ სილიციუმოლფრამის მჟავით. წარმოქმნილ ნალექს ხანგრძლივი დაყოვნების შემდეგ ფილტრავენ, აშრობენ და წონიან. ნალექის მასით გამოითვლიან ალკალოიდების რაოდენობას.

კოლორიმეტრული მეთოდები. ამ მეთოდების საფუძველს წარმოადგენს ალკალოიდების ფერადი რეაქციები ბრომცვანის რეაქტივთან. ალკალოიდების რაოდენობაზე მსჯელობენ შეფერვის ინტენსივობის მიხედვით. კომპონენტების განსასაზღვრავად იყენებენ ავტომატურ მოწყობილობას. კოლორიმეტრული მეთოდები მაღალი მგრძობელობისანი არიან, თუმცა გამოყენებული რეაგენტი ტოქსიკური არ არის.

სპექტროფოტომეტრული მეთოდები. ალკალოიდების რაოდენობის განსასაზღვრავად თამბაქოს საერთაშორისო ორგანიზაციის კორესტას რეკომენდაციით შემოთავაზებული არის ვილისტას მეთოდი, როგორც სტანდარტული სპექტროფოტომეტრული მეთოდი, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს. ალკალოიდებს წინასწარ შეტუტიანებული თამბაქოდან გადადენიან ორთქლით, აგროვებენ დისტილიატს და ულტრაიისფერი სპექტრის

არეში სპექტროფოტომეტრზე განსაზღვრავენ ექსტინქციებს 236, 259 და 282 ნმ ტალღის სიგრძე, მაგრამ მხოლოდ ამ ტალღის სიგრძეზე ექსტინქციის განსაზღვრა შეუძლებელია, რამდენადაც გარდა ალკალოიდებისა დისტილიატი შეიცავს სხვა ნივთიერებებსაც, რომლებიც დამატებითად შთანთქავენ სინათლის სხივს. დადგენილი იქნა, რომ ეს აღსორბაცია სწორხაზობრივად იცვლება 230 - 260 ნმ-ის ზღვრებში. მის სიდიდეს ითვალისწინებენ 236 და 282 ნმ ტალღის სიგრძეზე და მიღებულ სიდიდეებს იყენებენ ფორმულაში ექსტინქციის (E) ჭეშმარიტი სიდიდის განსაზღვრავად, რომელიც განპირობებულია ნიკოტინითა და თანმდევი ალკალოიდებით.

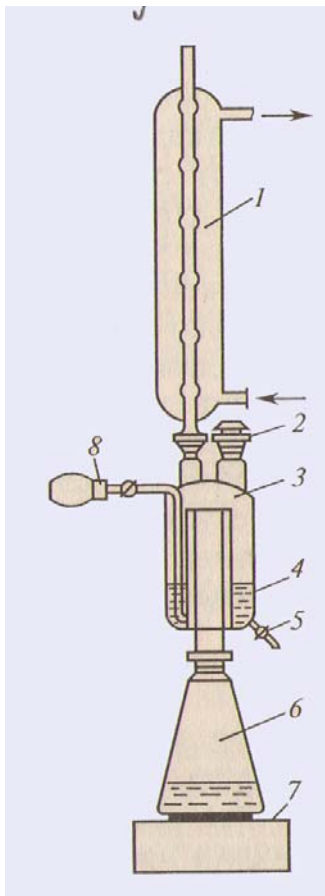
$$E = 1,059[E_{259} - (E_{236} + E_{282})/2].$$

მეთოდი არის მარტივი, ზუსტი და ფართო გაავრცელება მოიპოვა. მის ნაკლს წარმოადგენს სპექტროფოტომეტრის ქონის აუცილებლობა, აგრეთვე ხანგრძლივი და მცირემწარმოებლური გადადენა ორთქლით. ამ ოპერაციის აღმოფხვრის მიზნით შემოთავაზებული იქნა თამბაქოს დამუშავება აქტივირებული ნახშირით მჟაურ არეში. აღუღების შემდეგ წყლიანი ექსტრაქტი უფერულდება, ფილტრავენ და საზღვრავენ ალკალოიდების კონცენტრაციას სპექტროფოტომეტრზე ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი. ასეთი მეთოდი უფრო მეტ გამოყენებას ჰპოვებს პრაქტიკაში

ქრომატოგრაფიული მეთოდები. ამ მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა განისაზღვროს თითოეული ალკალოიდი. ეს მეთოდები შეუცვლელია აღნიშნული მიზნის განსახორციელებლად, მაგრამ რაოდენობრივი განსაზღვრა დიდი სიზუსტით ძალიან ძნელია. ალკალოიდები შეიძლება დაყო ნებისმიერი ქრომატოგრაფიული მეთოდით, მაგრამ ყველაზე ეფექტურია გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდი. პიკების ფართის მიხედვით შესაძლოა განისაზღვროს ალკალოიდების რაოდენობა.

"ღონის განსაზღვრის" ტიპის მეთოდები. ეს მეთოდები იმ შემთხვევაში გამოიყენება, როდესაც საჭიროა ალკალოიდების არა საერთო რაოდენობრივი განსაზღვრა, არამედ ამ რაოდენო-

ბის შედარება სტანდარტულ შედგენილობასთან. მაგალითად, თუ სტანდარტში ალკალიიდების შედგენილობა შემოიფარგლება H სიდიდით, მაშინ ახალი მეთოდი უზრუნველყოფს დაახარისხოს თამბაქო ნიკოტინის რაოდენობის მიხედვით, უფრო მეტია თუ ნაკლები რეგლამენტირებულ H სიდიდესთან შედარებით. ნახ. 1 ნაჩვენებია ნიკოტინის განსაზღვრისათვის საჭირო მოწყობილობის სქემა.



ნახ. 1. ნიკოტინის განსაზღვრელი მოწყობილობის სქემა.

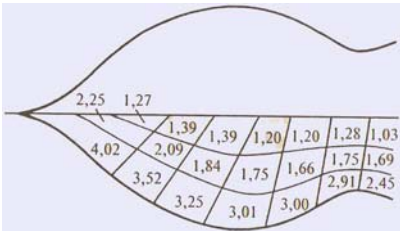
1 - შებრუნებული მაცივარი; 2 - საცობი; 3 - სარეაქციო ჭურჭელი; 4 - რეაგენტის გამსხნელები; 5 - ჩამოსასხმელი ონკანი; 6 - თამბაქოს და სხვა კომპონენტების კოლბა; 7 - გამაცხელებელი; 8 - სარეაქციო არის ამრევი მოწყობილობა.

კოლბაში 6 ათავსებენ თამბაქოს გარკვეულ რაოდენობას, უმატებენ საკვებ მარილს, ტუტეს და გარკვეული რაოდენობის წყალს, შემდეგ კოლბას აცხელებენ და დისტილიატს აგროვებენ ჭურჭელში 3. იქვე უმატებენ გარკვეულ დროში სილიციუმფოლფრამის მჟავას, რომელიც ბოჭავს გარკვეული რაოდენობით ნიკოტინს. შეუბოჭავი ნიკოტინის რაოდენობის დასადგენად დისტილიატს უშვებენ ონკანით 5 ფილტრის ქაღალდზე, რომელიც გაჟღენთილი არის დრაგენდორფის ხსნარით. ქაღალდის გაწითლება ადასტურებს "თავისუფალი" ნიკოტინის არსებობას. ამ შემთხვევაში ნიკოტინის რაოდენობა აჭარბებს მოცემულ H დო-

ნეს. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა 20 წუთში განისაზღვროს ნიკოტინის რაოდენობა.

14 თამბაქოში ნიკოტინის ბანსაზღვრის მეთოდი

ნიკოტინის რაოდენობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული და გარკვეულ ზღვრებში მერყეობს. პირველ ყოვლისა თვითონ თამბაქოს ფოთლის ფირფიტა ხასიათდება ნიკოტინის არათანაბარი რაოდენობრივი განაწილებით (ნახ. 2). ერთი ფოთლის შემთხვევაში ნიკოტინის რაოდენობა იზრდება შუა ძარღვიდან ფოთლის კიდეებისაკენ და ფუძიდან წვეროსაკენ. შუა ძარღვი შეიცავს ნიკოტინის ყველაზე მცირე რაოდენობას.



ნახ. 2. ნიკოტინის რაოდენობა (მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით, %) თამბაქოს ფოთლის ფირფიტის ცალკეულ ნაწილებში (ანდრეადისის მიხედვით).

საწარმოო პირობებში თამბაქოს ნედლეულის აღებას შეტევას (5-6 ჯერადი) აწარმოებენ ფოთლის ტექნიკური სიმწიფის პირობებში, რაც აგრეთვე ახდენს ნიკოტინის შემცველობაზე გავლენას. ნიკოტინის შემცველობა იზრდება ქვედა შეტევების ფოთლებიდან ზევით.

თამბაქოს ნედლეულში, რომელიც არის ერთი და იგივე ბოტანიკური ჯიშის, ერთი და იგივე შეტევების და ერთი და იგივე წესით არის გამშრალი, უფრო ნაკლებია ნიკოტინი ღია შეფერილობის ფოთლებში.

ნიკოტინის შემცველობაზე გავლენას ახდენს თამბაქოს ბოტანიკური ჯიში; სხვადასხვა ჯიშის თამბაქო, მოყვანილი ერთი

და იგივე პირობებში შეიძლება განსხვავებოდეს 3-ჯერ ნიკოტინის რაოდენობით.

ნიკოტინი დიდი რაოდენობით გროვდება მშრალ კლიმატურ პირობებში და პირიქით, მისი რაოდენობა შეგვიძლია შევამციროთ 3-5-ჯერ ფოთლებში, მისი მორწყვით.

ნიკოტინის შემცველობაზე გავლენას ახდენს სასუქების გამოყენება. დადგენილი იქნა შეთვისებადი აზოტის პირდაპირ-პროპორციული დამოკიდებულება ნიკოტინის შემცველობასთან თამბაქოში.

ნიკოტინის რაოდენობის ზრდის ფაქტორებს წარმოადგენს თამბაქოს მცენარისათვის ყვავილელების თავის წატეხა და გაფურჩქენა (ნამხრებიდან წანაზარდის მოცლა).

ფერმენტირებულ თამბაქოში ნიკოტინის საშუალო რაოდენობა შეადგენს 2-2,3%, შეიძლება იყოს აგრეთვე 1%-ზე ნაკლები და 4%-ზე მეტი ნიკოტინის შემცველობა ფერმენტირებულ თამბაქოში.

15 ალკალოიდების წარმოქმნა და მათი როლი თამბაქოს მცენარეში

ცდებით დადგენილი იქნა, რომ ნიკოტინი თამბაქოს ფესვთა სისტემაში სინთეზირდება. თამბაქოს ფოთლებში, რომელიც დამყნილი იყო პომიდორზე საერთოდ არ შეიცავდა ნიკოტინს, ხოლო როდესაც პირიქით პომიდორი იყო დამყნილი თამბაქოს მცენარეზე, პომიდვრის ფოთლები შეიცავდა ნიკოტინს.

თანამედროვე მეთოდების, პირველ რიგში იზოტოპების გამოყენებით დადგენილი იქნა, თუ სად წარმოიქმნება ალკალოიდების შემადგენელი ნაწილები. მათ წარმოქმნაში გადამწყვეტი როლი ამინომჟავებს ეკისრებათ. მაგალითად პიროლიდინის რგოლის წარმოქმნის წინამორბედს ამინომჟავა ორნიტინი წარმოადგენს, პირიდინისას - ასპარაგინის მჟავა, ხოლო პიპერიდინისას კი ლიზინი.

მნიშვნელოვან მომენტს ის წარმოადგენს, რომ ნიკოტინისა და მისი თანმდევი ალკალოიდების ბიოსინთეზი ძირითადად ფესვებში მიმდინარეობს, სადაც ამიაკის პირველადი სინთეზი და არაორგანული აზოტის არაორგანული ფორმიდან ორგანულში გადასვლა მიმდინარეობს. ამასთან დაკავშირებით ალკალოიდები შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ამიაკის გამაუვნებელოფელი და აზოტის შემგროვებელი.

ფესვებში სინთეზირებული ალკალოიდები იქ არ გროვდებიან არამედ მცენარის სხვა ორგანულებში გადანაწილდებიან. ამ თვალსაზრისით ალკალოიდები აზოტის ტრანსპორტირების ფორმას წარმოადგენენ.

თამბაქოს მცენარის ცხოველმყოფელობის დროს ნიკოტინის ალკალოიდები ურთიერთგარდაიქმნებიან. მაგალითად, ნიკოტინის პიროლიდინის ბირთვისაგან წარმოიქმნება ანაბაზინის პიპერიდინის ბირთვი. ამ დროს ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლის ექვსწევრიანად გაფართოება ხდება ნიკოტინის მეთილის ჯგუფის ხარჯზე. ანაბაზინი თავის მხრივ შეიძლება გარდაიქმნას ანატაბინად. შეინიშნება აგრეთვე ჟანგვითი გახლეჩა როგორც ნაკლებადმდგრადი პიროლიდინის რგოლისა, შედარებით მარტივი ალიფატური აგებულების ნივთიერებების წარმოქმნით.

ამრიგად, ალკალოიდები მონაწილეობენ აზოტის საერთო მიმოცვლაში. ალკალოიდების სრული დაშლა მიმდინარეობს თამბაქოს თესვებში მათი მომწიფების დროს. ამ დროს მიმდინარეობს უჯრედის მთელი აზოტშემცველი ნივთიერებების მობილიზაცია სამარაგო ცილის სინთეზისათვის. იზოტოპების გამოყენებით, ცდებით დადგინდა, ალკალოიდების დეგრადაციის შედეგად, ამინომჟავებისა და ცილების წარმოქმნის შესაძლებლობა.

თაზო II.

არაალკალიური ბუნების აზოტშემცველი ნაერთები

აკადემიკოს ა. შმუკის მონაცემებით თამბაქოს ნედლეული შეიცავს ალკალიიდების გარდა არანაკლებ მნიშვნელოვან აზოტშემცველ ნივთიერებებს, (ცხრ. 1), რომლებიც მონაწილეობენ თამბაქოს ხარისხის ჩამოყალიბებაში.

ამრიგად, ნიკოტინის აზოტი წარმოადგენს საერთო აზოტის მხოლოდ 10%-ს.

ცხრილი 1.

თამბაქოს ნედლეულში აზოტის შემცველობა, %

საერთო აზოტი	მათ შორის			
	ცილებსა და ამინონაერთებში	ნიკოტინში	აზოტის მჟავაში	ამიაკში
3,7	2,77	0,40	0,07	0,46
4,6	2,92	0,31	0,80	0,57
3,0	1,97	0,37	0,16	0,50
3,9	2,85	0,34	0,24	0,47

ბევრი აზოტშემცველი ნივთიერება მიეკუთვნება სხვადასხვა კლასს და მათი ხარისხობრივი შედგენილობა საკმაოდ რთულია, ხოლო რაოდენობა დიდ დიაპაზონში იცვლება. საკმარისია ითქვას, რომ საერთო აზოტის რაოდენობა თამბაქოს სხვადასხვა ნიმუშებში მერყეობს 1,5-5% და მეტი. აზოტშემცველი ნივთიერებების ჯგუფში თუ როგორ იცვლება აზოტის რაოდენობა სხვადასხვა ჯიშტიპების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2.

აზოტის შემცველობა თამბაქოს სხვადასხვა ჯიშ-ტიპებში, %

კომპონენტები	არმატული	ცეცხლზე გამშრალი	ბერლეი	მერილანდი
აზოტი:				
ამინური	0,096	0,545	0,166	0,062
ცილოვანი	0,976	0,746	0,451	1,320
ნიტრატები	კვალი	კვალი	0,383	0,019
სერთო	2,173	1,615	3,247	2,296
ამიაკი	0,086	0,098	0,130	0,107
ასპარაგინი	0,048	0,021	0,091	0,013
გლუტამინი	0,016	0,027	0,029	0,034
აქროლადი ფუძეები	0,237	0,231	0,509	0,800
ნიკოტინი	0,161	0,297	0,448	0,196

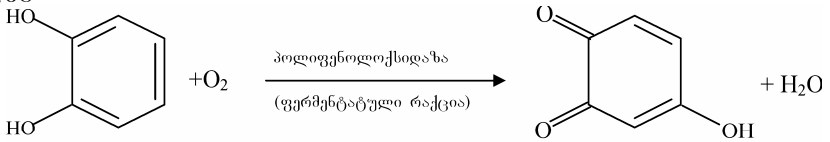
ყურადღება უნდა მიექცეს არაალკალიდური ბუნების შემდეგ აზოტ შემცველ ნივთიერებებს: ამიაკს, ამინებს, ამინომჟავებს, ნიტრატებსა და ცილამაგვარ ნივთიერებებს.

2.1 ა მ ი ა კ ი

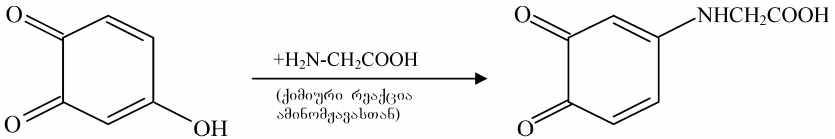
თამბაქოს ნედლეულს აქვს უნარი დააგროვოს ამიაკი, ამინომარილების სახით. ამიაკის შემცველობა მერყეობს ფართო ზღვრებში (0,02-დან 0,5%-მდე) ჯიშისა და აგროტექნიკურ ღონისძიებებზე დამოკიდებულებით. ამ კომპონენტის მნიშვნელობა დიდია თამბაქოს ხარისხის ჩამოყალიბებაში, ამიტომ დღეისათვის დამუშავებულია მრავალი მეთოდი თამბაქოში მისი განსაზღვრისათვის.

კარგ შედეგებს იძლევა მეთოდი, რომელიც დამყარებულია ამიაკის (NH₃) ურთიერთქმედებაზე ქლორამინ ნ-სა და თიმოლ-თან. ამ დროს წარმოიქმნება რა ინდოფენოლი, მის განსაზღვრას აწარმოებენ სპექტროფოტომეტრზე 670ნმ ტალღის სიგრძეზე. ამ მეთოდით იქნა განსაზღვრული რუსეთის თამბაქოს და წეკოს (ВИТИМ) ინსტიტუტში ამიაკი, აფხაზეთის არომატული თამბაქოს "სამსუნ 155"-ის სხვადასხვა ნიმუშები. ამიაკის საშუალო სიდიდემ ამ ნიმუშებში შეადგინა 0,3%.

თამბაქოს ცოცხალ ფოთოლში უფრო ნაკლები ამიაკი გროვდება ვიდრე სავაჭრო ნიმუშებში. ამიაკის წარმოქმნა მოსავლის აღების შემდგომი გადამუშავების დროს მიუთითებს აზოტშემცველი ნივთიერებების მეწორად გარდაქმნებზე. განსაკუთრებულად იზრდება ამიაკის შემცველობა ფერმენტაციის პროცესში. არ არის გამორიცხული, რომ ეს მიმდინარეობს ქინონური კომპლექსის წარმოქმნის შედეგად ფერმენტატული და ქიმიური გარდაქმნების დროს, რომელიც ფრანკერბურგის მიხედვით შემდეგია:

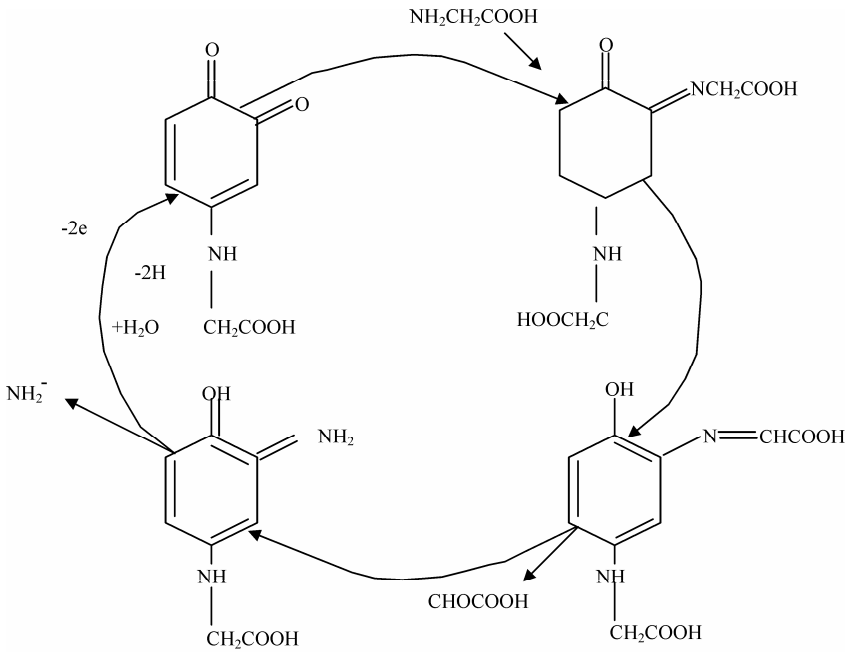


n - ჰიდროქსიორთობენზოქინონი



ქინონამინური
კომპლექსი

შემდგომი გახლეჩა თავისუფალი ამინოჟავების ქინონ ამინური კომპლექსის მონაწილეობით მესსონის მიხედვით შემდეგია:



2.2 ა მ ი ნ ე მ ე ბ ი

ბოლო წლებში თამბაქოს ნედლეულში აღმოჩენილი იქნა ამინები. თამბაქოს მჟავური რექციების შედეგად და ამინების მაღალი აქროლადობის გამო, ეს ნივთიერებები მონაწილეობენ თამბაქოში მხოლოდ მარილების სახით. ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდების საშუალებით იქნა იდენტიფიცირებული მეთილამინი, ეთილამინი, იზოპროპილამინი, იზობუთილამინი, β -ფენილეთილამინი, მეთილ-ეთილამინი, მეთილპროპილამინი, პიროლიდინი, - პიპერიდინი და სხვა.

140 სხვადასხვა თამბაქოს ნიმუშის ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ თამბაქოს საერთო აზოტის 0,15 - 1,36% ამინურ აზოტზე მოდის. ზოგიერთ თამბაქოში აღინიშნება მეორადი ამინები (მკგ/გ): დიმეთილამინი - 31-43, მეთილეთილამინი 1-3, დიე-

თილაშინი და მეთილაროპილაშინი ჯამში 8-10. თამბაქოს ანალიზმა აჩვენა, რომ ამინების საერთო რაოდენობამ მასში შეადგინა 0,1%, თამბაქოს საერთო რაოდენობიდან. პირველადი, მეორადი და მესამეული ამინები მონაწილეობენ თითქმის თანაბარი რაოდენობით. ამ ჯგუფის ნივთიერების დიფერენცირებული განსაზღვრისათვის იქნა გამოყენებული ანალიზის ორიგინალური მეთოდები, რომელიც დამყარებულია ამინების, მეთილის ორჟანგთან ურთიერთქმედებასთან, როდესაც $\text{PH}=3-4$ დროს. ამ რეაქციის დროს გამოიყოფა ყვითელი კომპლექსი, რომელთა გამოწვევლილია სწარმოებს ორგანული გამსხნელებით.

23 ა მ ი ნ ო მ შ ა მ ე ბ ი

ქაღალდზე ქრომატოგრაფირების მეთოდით თამბაქოში აღმოჩენილი იქნა თავისუფალი ამინომჟავები, რომელთა რაოდენობა ძლიერ ცვალებადია. თამბაქოს ცალკეულ ნიმუშებში აღმოჩენილი იქნა შემდეგი ამინომჟავები (მკგ/გ): ლიზინი - 22-48, ჰისტინი 157-207, არგინინი - 10, ჰიდროქსიპროლინი - 268-629, მეთიონინი - 1120-1430, ასპარაგინის მჟავა - 261-296, გლუტამინის მჟავა - 196-335, პროლინი 3140-3210, გლიცინი 53-56, ალანინი 443-508, ვალინი - 59-77, იზოლეიცინი 34-41, ლეიცინი - 10-11, თიროზინი 405-513, ფენილალანინი - 154-223.

ამინური აზოტის საერთო რაოდენობა (ცხრ. 2) დიდ ზღვრებში მერყეობს. ამან ასახვა ჰპოვა ვ. კ. იუნოშევის ნაშრომში, რომლის მიხედვითაც ვან-სლიაიკის მეთოდით განისაზღვრა თამბაქოს სხვადასხვა შრობით მიღებულ ნიმუშებში თავისუფალი ამინომჟავები, რომელიც 0,169-დან 0,586მგ-მდეა ერთ გრამ თამბაქოში.

24 ნ ი ტ რ ა ტ ე ბ ი

ნიტრატების არსებობა თამბაქოში განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს. იმასთან დაკავშირებით, რომ პიროლიზის დროს მათ შეუძლიათ მიიღონ მონაწილეობა კონცერეგენული ნივთიე-

რებების წარმოქმნაში, როგორცაა ნიტროზოამინები, მათი რაოდენობა დღეისათვის სისტემატურად კონტროლდება.

აზოტის ნიტრატების განსასაზღვრავად (NO_3^- -ზე გადაანგარიშებით) შემუშავებულია სწრაფი და ზუსტი ფოტომეტრული მეთოდი 3,4 დიმეთილფენოლის გამოყენებით. მეთოდი საშუალებას იძლევა განსაზღვრული იქნას ნიტრატები NO_3^- -ის დონეზე, 0,1%-ის სიზუსტით. აღმოჩენილი იქნა, რომ ნიტრატების შედგენილობა მერყეობს ძალიან ფართო სპექტრში. კვალიდან - 6 - მდე. ბევრი ნიტრატი იქნა აღმოჩენილი მუქ თამბაქოებში კერძოდ ბერლეს ჯიშ-ტიპის თამბაქოში.

2.5 ცილამაგვარი ნივთიერებები

განვიხილავთ ცილამაგვარ ნივთიერებებს, რომლის ცალკეული ფრაქციები განსხვავდებიან წყალში და ტუტეში ხსნადლობით. ნივთიერების სახელწოდება ატარებს პრინციპულ ხასიათს. ჩვეულებრივად მათ მიაკუთვნებენ ცილოვან ნივთიერებებს, რამდენადაც ისინი განისაზღვრებიან როგორც ცილოვანი ნივთიერებები მორისა და ბარშტეინის მეთოდიკის მიხედვით. ორივე შემთხვევაში ითვალისწინებენ თამბაქოს წყალში ხსნადი ნივთიერებების აზოტის განსაზღვრას, რომელიც ილექება ძმარმჟავას საშუალებით, ხოლო ბარშტეინის მეთოდის მიხედვით ეს ნივთიერებები ილექება სპილენძის ჰიდროქსიდით $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

თამბაქოს მწვანე ფოთლის კვლევის დროს, რომელიც შეიცავს ნამდვილ ცილას ორივე მეთოდი იძლევა ერთნაირ შედეგებს. მხოლოდ თამბაქოს კვლევის დროს, რომელსაც გავლილი აქვს მოსავლის აღების შემდგომი გადამუშავების სრული ციკლი, აღინიშნება მნიშვნელოვანი განსხვავება: მორის მიხედვით განისაზღვრება 30-16%-ით ნაკლები აზოტი, ვიდრე ბარშტეინის მიხედვით.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ცოცხალი თამბაქოს ფოთლიდან მიღებული ცილა მკვეთრად განსხვავდება ცილისაგან, რომელიც მიღებულია ფერმენტირებული ფოთლიდან. ამი-

ტომ ცილას მიზანშეწონილია ეწოდოს ცილამაგვარი, იმის გათვალისწინებით, რომ შესაძლებელია მათი იმავე მეთოდებით განსაზღვრა, რომლითაც ცილებს საზღვრავენ.

ცილამაგვარი ნივთიერებების დაწვრილებით შესწავლა დაწყებული იქნა 1950 წლებში კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის (КПИ) თამბაქოს ტექნოლოგიის კათედრაზე პ. გ. ასმაევის ხელმძღვანელობით. აღნიშნული ნივთიერებების წარმოქმნის მექანიზმის შესწავლის დროს გათვალისწინებული იქნა ის, რომ თამბაქოს ფოთლის შრობისა და ფერმენტაციის დროს შეინიშნება პოლიფენოლური ნივთიერებების ქანგვა და მათი გადასვლა ქინონებში, რომლებიც აქტიურად მოქმედებენ ამინომჟავებზე. წარმოქმნილ ქინონურ კომპლექსს შეუძლია მონაწილეობა მიიღოს სხვადასხვა რეაქციებში მესონის სქემის მიხედვით. ქინონებს უნარი შესწევთ რეაქციაში შევიდნენ არა მხოლოდ ამინომჟავებთან, არამედ პროტეინებთან და ცილოვან ფრაგმენტებთან. ამ რეაქციების შედეგად წარმოიქმნება ნივთიერებები, რომელთაც სხვადასხვა ხსნადობის ხარისხი გააჩნიათ წყალსა და ტუტეში, ასევე არიან უხსნადებიც. ამ ნივთიერებებში აზოტის არსებობა და უნარი გამოილექონ სპილენძის ჰიდროქსიდით ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) გვაძლევს უფლებას მივაკუთვნოთ ცილამაგვარ ნივთიერებებს.

ექსპერიმენტული მონაცემებით შესაძლებელი გახდა მთელი რიგი მონაცემების მიღება, რომელიც ადასტურებს ქინონამინების ურთიერთქმედებას. ამისათვის გამოყენებული იქნა არჩევითი გამოლექვა ქინონამინებისა სილიციუმოლფრამის მჟავით. ამასთანავე გათვალისწინებული იყო დაქანგული პოლიფენოლების (ქინონების შექცევითი უკუქანგვა) სისტემაში, ინდიგოკარმინი-ჰიდროსულფიტო-თამბაქოს გამოწველილი. სხვადასხვა შრობის მეთოდების გამოყენებით მიღებული ტრაპიზონდ 1867-ზე ჩატარებული ცდების შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

**მშაური რიცხვისა და აზოტის შეფენილობის დამოკიდებულება
თამბაქოს შრობის სახეებზე**

შრობა	მუაური რიცხვი	აზოტი ქინონ ამინურ ნაერთებში, მგ.
ცეცხლზე	0,68	0,034
მზეზე	1,38	0,435
ჩრდილში	1,39	0,537
სარდაფში	2,32	0,833

ცხრილი 3-ის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შრობის გახანგრძლივება მიმდინარეობს არა მარტო უკუუხანგვითი პოლიფენოლების დაგროვებით, არამედ აზოტის ზრდით ამინოქინონურ ნაერთებში. ამასთანავე მუაური რიცხვის ფარდობითი ზრდა, მნიშვნელოვნად ჩამორჩება აზოტის შემცველობას ამინოქინონურ ნაერთებში, რაც აიხსნება ქინონების აქტიური მონაწილეობით, ამინოქინონური კომპლექსებისა და შემდგომი მათი კონდენსაციის პროდუქტების წარმოქმნაში. ამ ტიპის ნაერთებს გააჩნიათ მნიშვნელოვანი მოლეკულური წონები. არიან მუქი შეფერილობის და არიან დაჟანგული პროდუქტები.

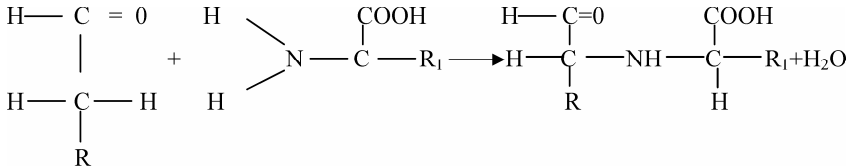
ფერმენტაციის დროს იზრდება "ცილოვანი" აზოტი, რომელიც განსაზღვრულია ბარნშტეინის მიხედვით. ფერმენტაციის რეჟიმისა და შრობის მეთოდებისაგან დამოკიდებულებით ფენოლური ნაერთების ჟანგვა და ქინონების კონდენსაცია მიმდინარეობს სხვადასხვა ინტენსივობით, რომელსაც თან ახლავს ტუტესნადი ფრაქციის ზრდა.

ცილამავარი კომპლექსი წარმოიქმნება, ამინომუავეების რედუცირებად შაქრებთან და არანახშირწყლური ბუნების კარბონილურ ნაერთებთან ურთიერთქმედების შედეგად. ამ რეაქციებს ამინოშაქრულ რეაქციებს უწოდებენ, რომელსაც მრავალსაფეხურეობრივი ხასიათი გააჩნია და დაკავშირებულია აზტშემცვე-

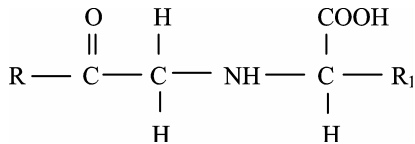
ლი სხვადასხვა ხარისხის კონდენსირებული და ხსნადობის მქონე პროდუქტების წარმოქმნასთან.

საბოლოო ჯამში შესაძლებელია მიღებული იქნას მელანოიდინები - მუქად შეფერილი პროდუქტები, საკმაოდ მაღალი მოლეკულური წონის მქონე ნივთიერებები.

მელანოიდინების წარმოქმნის შემდეგი მექანიზმი შეიძლება არსებობდეს. რეაქცია იწყება ამინომჟავებისა და შაქრების კონდენსაციით:

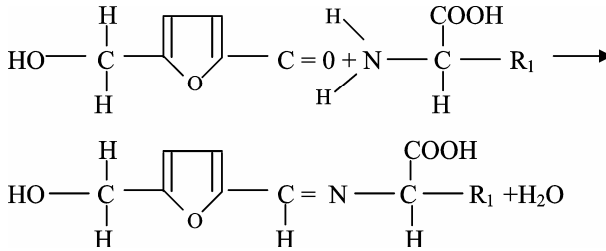


შემდეგ ამადორის მიხედვით მიმდინარეობს გადაჯგუფება და მიიღება 1 ამინო-1-დეჰოქსი-2-კეტოზა:



ეს ნივთიერება შესაძლოა განაპირობებდეს მუქად შეფერილ აზოტ შემცველი პოლიმერების წარმოქმნას.

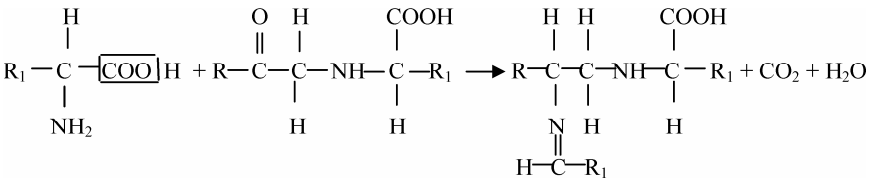
შეიძლება არსებობდეს ასეთი ვარიანტი: ადვილადჰიდროლიზებადი პროდუქტების ამადორის მიხედვით გადაჯგუფების შემდეგ წარმოიქმნება ოქსიმეთილფურფუროლი ან ფურფუროლი (შაქრის ბუნებიდან გამოდინარე), რომლებიც ენერგიულად ურთიერთქმედებენ ამინომჟავებთან, იძლევიან შიფის ფუძეს, რომელიც თავის მხრივ მელანოიდინების წარმოქმნის წყაროს წარმოადგენს:



არსებობს კიდევ ერთი გზა ცილამაგვარი ნივთიერებების წარმოქმნისა ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებთან დაკავშირებით.

მაგალითად, 1-ამინო-1-დეზოქსი-2-კეტოზა კარგავს ორ მოლეკულა წყალს და რედუქტონად გარდაიქმნება, თავის მხრივ გასცემს რა წყალბადის ატომს დეჰიდრორედუქტონად გარდაიქმნება. ეს უკანასკნელი ადვილად პოლიმეზირდება ამინომჟავების მონაწილეობით ან მის გარეშე და წარმოქმნის მელანოიდინს.

ყველა ეს რეაქციები მიმდინარეობს CO₂-ის გამოყოფით, იმის ხარჯზე, რომ ამადორის გადაჯგუფების შემდეგ მიღებული ნივთიერებები ურთიერთქმედებენ ამინომჟავებთან:



კვების პროდუქტების ტექნოლოგიაში დიდი როლი ენიჭება რეაქციას ამინომჟავებსა და კარბონილურ ნაერთებს შორის.

არსებობს მონაცემები, რომ თამბაქოში არსებული ნახშირწყლები და არანახშირწყლოვანი კარბონილური ნაერთები, თამბაქოს აღების შემდგომი გადამუშავებისას შედიან რეაქციაში ამინომჟავებთან და წარმოქმნიან წყალსა და ტუტეში ხსნად ნაერთებს. მათი ნაწილი კი საერთოდ კარგავს წყალში ხსნადობის უნარს. ეს ნივთიერებები ბარშტეინის მიხედვით განისაზღვრება როგორც ცილები.

შრობის პროცესის გახანგრძლივებისას იზრდება ცილამაგვარი კომპლექსის დაგროვება. ფერმენტაციის პროცესის დროს მცირდება ამინომჟავების და ნახშირწყლების რაოდენობა, ხოლო ამავდროულად იზრდება ცილისმაგვარი ნივთიერებების რაოდენობა. როგორც წყალში ასევე ტუტეში ხსნადი ამინოჟაქრული პროდუქტების მოქმედება გამოიხატება იმაში, რომ ერთის მხრივ მიმდინარეობს წყალში ხსნადი ნივთიერებების წარმოქმნა, ხოლო მეორეს მხრივ მათი კონდენსაცია და უხსნად მდგომარეობაში და ტუტეში ხსნად მდგომარეობაში გადასვლა.

ამ ნაერთების გამოკვლევის მიზნით ა. დ. ვასიუნინი სწავლობდა წყალში უხსნად ცილამაგვარ ნივთიერებებს, რომლებიც შესაბამისად იხსნებოდა 0,1-დან 5%-მდე ნატრიუმის წყალხსნარში. სხვადასხვა წესით გამშრალ (ცეცხლზე, მზეზე, სარდაფში) ერთიდაიგივე ხარისხის თამბაქოდან 30% -მდე აზოტშემცველი ნაერთები ექსტრაგირდებოდა სუსტი ტუტით, ხოლო ხანგრძლივი შრობით (სარდაფში) მიღებული ნიმუშებში გროვდებოდა ნივთიერებები მოჭარბებული რაოდენობით, რომელიც გამოიწვევლილებოდა ძლიერი ტუტით. ფერმენტაციის დროს აღინიშნებოდა ტუტეში ხსნადი ფრაქციის დაგროვება.

ცილამაგვარი ნივთიერებების ჰიდროლიზატების ქრომატოგრაფიული გამოკვლევების შედეგად დადგენილი იქნა, რომ ისინი შეიცავენ როგორც ამინოჟაქრულ, ასევე ამინოქინონური რეაქციების პროდუქტებს.

2.6. პ ი ბ მ ე ნ ტ ე მ ბ ი

ბოლო წლებში გამოჩნდა მრავალი ცნობა პიგმენტების შედგენილობის შესახებ, რომლებიც არსებითად ცილამაგვარი ნივთიერებების ტუტეში ხსნად ნაწილს შეადგენს. წყლითა და სუსტი ტუტით ექსტრაქციით შესაძლებელი შეიქნა თამბაქოდან ყავისფერი პიგმენტების გამოყოფა, რომელიც დიალიზის საშუალებით გაყოფილი იქნა ორ ფრაქციად. დიალიზით მიღებული პიგმენტების მოლეკულურმა მასამ შეადგინა 4000, პიგმენტების

დიალიზი შეუძლებელია მასით 20000-30000-მდე. პიგმენტების ჰიდროლიზის შემდეგ მასში აღმოჩენილი იქნა პროტეინები, რუთინი, ქლოროგენის მჟავა და რკინა.

გარკვეული მიმართულებებით კვლევების განვითარება მოახდინეს ამერიკელმა მეცნიერებმა სტედმანმა, ბუდრიკმა და სხვ., რომელთაც დაამუშავეს თამბაქოდან პიგმენტების გამოყოფის უფრო ზუსტი მეთოდი. ამ მიზნით თამბაქოს ამუშაგებდნენ pH IO-ის მქონე ბუფერული ხსნარით, ექსტრაქტს ფისოვანი ნივთიერებებიდან ანთავისუფლებდნენ, ჰექსანის გამოყენებით, მისი მრავალჯერადი დამუშავებით, რის შემდეგ პიგმენტების გამოლექვას მჟავით აწარმოებდნენ. პიგმენტების საბოლოო გასუფთავების მიზნით მას რამდენჯერმე ხსნიდნენ ნატრიუმის ტუტის (NaOH) ხსნარში და ლექავდნენ მჟავით. ნაჩვენებია, რომ გასუფთავებულ პიგმენტებს გაჩნიათ მოლეკულური წონა 3000-და 10000-მდე და ზევით. ჰიდროლიზის საშუალებით დაასდგინეს, რომ მის შემადგენლობაში მონაწილეობს ამინომჟავები, ათამდე შაქარი (მათ შორის გლუკოზა და რამნოზა) სხვადასხვა პოლიფენოლები (ქინაქინისა და ქროროგენის მჟავები), ორგანული მჟავები (ლიმონმჟავა, ვაშლმჟავა), ალკალიდები (ნიკოტინი), მეტალები (რკინა) და სხვა ნივთიერებები. ნათქვამიდან ჩანს, რომ შედგენილობის მიხედვით პიგმენტები მკვეთრად განსხვავდებიან ცილებისაგან.

სხვადასხვა თამბაქოში პიგმენტების რაოდენობა მერყეობს 2-3,4%-მდე, ნახშირწყლები - 47,3-51%, წყალბადი - 5,6-6,1%, აზოტი - 5,4-7,4 , ნაცარი - 6,2-9,8%, რკინა - 0,09-0,13% ქლოროგენის მჟავა - 2,5-5,9%, აღმოჩენილია 15-33%-მდე ფრაქცია მოლეკულური წონით 3000 ერთეულზე ნაკლები და 7-14%-მდე მოლეკულური წონით 100000 და მეტი.

აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა თამბაქოდან მიღებულ პიგმენტების შედგენილობაში განსხვავება ვერ აღმოაჩინეს.

თამბაქოში სამსუნ-155-ში ცილამაგვარი ნაერთები აღმოჩნდა 2,1%-დან 9,6%-მდე, რაც შეეხება თამბაქოს სხვა ჯიშ-ტიპებს, მათი რაოდენობა საშუალოდ შეადგენდა 11-12%. სასურველია ცილამაგვარი კომპლექსი თამბაქოში იყოს მცირე რაოდენობით ვინაიდან ის აუარესებს თამბაქოს მოსაწვევ თვისებებს.

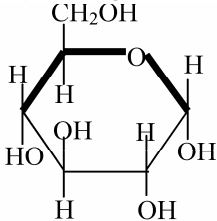
ნახშირწყლები

როგორც ნებისმიერ მცენარეულ მასალაში, თამბაქოს ნახშირწყლები შედგენილობის მიხედვით მრავალგვარია. ა. შმუკის მიერ დადგენილი იქნა, რომ ამ ნივთიერებების დიდი ნაწილი დაკავშირებულია თამბაქოს ხარისხობრივ მახვენებლებთან. განვიხილავთ რა მათ, პირობითად დავყოფთ სამ ნაწილად: წყალში ხსნადი ნახშირწყლები - მონო და დისაქარიდები; პოლისაქარიდები - სახამებელი, უჯრედანა, ჰემიცელულოზა და პექტინოვანი ნივთიერებები.

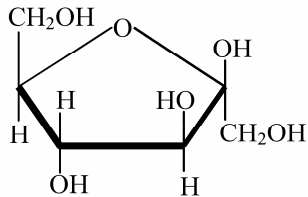
3.1 წყალში ხსნადი ნახშირწყლები

პირველი ცნობები წყალში ხსნადი ნახშირწყლების შესწავლის შესახებ ეკუთვნის აკადემიკოს ა. შმუკს. თამბაქოს წყლიანი ექსტრაქტიდან მხოლოდ ფრუქტოზის აღმოჩენა შეძლო. სხვა ნივთიერებების თანამყოფობა ართულებდა ამ ნივთიერებების გამოკვლევას და იდენტიფიკაციას, რაც შესაძლებელი გახდა ქრომატოგრაფიული მეთოდების გამოყენების შემდეგ.

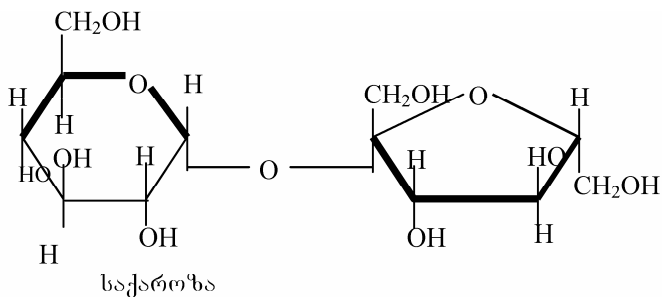
ქალაქლზე ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით საბოლოოდ დადგენილი იქნა თამბაქოში შემდეგი ნახშირწყლების არსებობა: გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზა.



გლუკოზა
(α -D - გლუკოპირანოზა)



ფრუქტოზა
 β -D - ფრუქტოფურანოზა



(1α -D - გლუკოპირანოზიდ - 2- β -D - ფრუქტოფურანოზი)

სხვადასხვა ტიპის თამბაქოს კვლევაში აჩვენა, რომ ნახშირწყლები ამ ნაწილში შედგება მხოლოდ სამი კომპონენტისაგან, ამასთანავე თამბაქო, რომელიც ხანგრძლივი შრომით იყო გამშრალი (მზით, ჩრდილში და სარდაფში) საქაროზას შეიცავდა კვალის სახით, ასევე ძლიერ მცირდებოდა ფრუქტოზის შემცველობა.

წყალში ხსნადი მონო და დისაქარიდებით, შეიძლება ერთმანეთისაგან თამბაქოები არსებითად განსხვავდებოდნენ. ჩვეულებრივად აღმოსავლური ტიპის თამბაქოები, რომელსაც იყენებენ სიგარეტების და პაპიროსების დასამზადებლად, ნახშირწყლების რაოდენობა იცვლება 1-დან 20%-მდე. სამამულო თამბაქოსათვის დამახასიათებელია ნახშირწყლების შემცველობა 2-3%-მდე. ამერიკული ტიპის თამბაქოები ვირჯინიის - ტიპის ხასიათებიან ნახშირწყლების მაღალი შემცველობით - 20%-ზე ზევით, ხოლო ბერილიეს და მერილანდის ტიპის თამბაქოები ამ ნივთიერებებს 1%-ზე მეტს არ შეიცავენ.

მიუხედავად იმისა, რომ ნახშირწყლების რაოდენობა დამოკიდებულია თამბაქოს ჯიშ-ტიპებზე, მასზე გავლენას ახდენს აგრეთვე მისი მოყვანის პირობები და გადამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები. ნიადაგში აზოტშემცველი სასუქების გაზრდა ამცირებს თამბაქოში ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობას. ნალექების ჭარბი რაოდენობა ზრდის თამბაქოში ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობას.

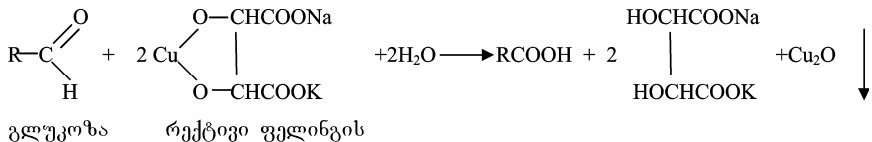
ნახშირწყლების შემცველობა დიდად არ არის დამოკიდებული თუ რომელი იარუსის მდებარეობაზე იმყოფება თამბაქოს ფოთოლი ღეროზე. ჩვეულებრივად მე-4 შეტევამდე ნახშირწყლების შემცველობა იზრდება, ხოლო შემდეგ მცირდება. ნახშირწყლების შემცველობაზე არსებით გავლენას ახდენს შრობის მეთოდი და ფერმენტაციის რეჟიმი. მონაცემები შაქრების რაოდენობის შესახებ (10მგ საერთო ფოსფორზე გადაანგარიშებით) ტრაპიზონ-93-ისათვის მოცემულია ცხრილში 5.

ცხრილი 5

შრობა	თამბაქო	ნახშირწყლები, მგ	კარბონილური მუავები, მკგ
ცეცხლზე	არაფერმენტირებული	495	2600
	ფერმენტირებული, ტემპერატურაზე, °C		
	30	384	3150
	50	375	2014
	70	450	2424
მზეზე	არაფერმენტირებული	309	3100
	ფერმენტირებული, ტემპერატურაზე, °C		
	30	184	2770
	50	212	2205
	70	282	2625

წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ თამბაქოს ხანგრძლივი (მზეზე) შრობის დროს მასში ნახშირწყლების შემცველობა მცირდება. განსაკუთრებით მისი რაოდენობა მცირდება გრძელვადიანი ფერმენტაციის დროს (30°C).

ნახშირწყლების რაოდენობრივი განსაზღვრა შესაძლებელია მრავალი მეთოდის გამოყენებით. მათ შორის ძირითადია რედუცირებული შაქრების აღდგენა ფელინგის რეაქტივის გამოყენებით:



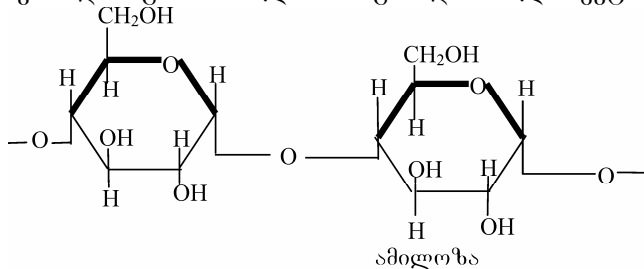
რამდენადაც საქაროზას არ გააჩნია მარედუცირებელი თვისება ე. ი. არ აქვს თავისუფალი კარბონული ჯგუფი, ამიტომ მას ანალიზის წინ უკეთებენ ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ორი შაქარი: გლუკოზა და ფრუქტოზა. შაქრის შემცველობაზე მსჯელობენ სპილენძის ოქსიდის რაოდენობის მიხედვით. სწორად ამ მიზნით იყენებენ გატიტვრის მეთოდს ბერტრანის ან შაორლის მიხედვით. მხოლოდ ეს მეთოდები შრომატევადია და არც თუ ისე ზუსტი. უფრო ზუსტი შედეგები მიიღება არსენმოლიბდატური მეთოდით, რომელიც საშუალებას იძლევა $C_{12}O$ - განისაზღვროს ფოტომეტრულად, რამაც დიდი პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა.

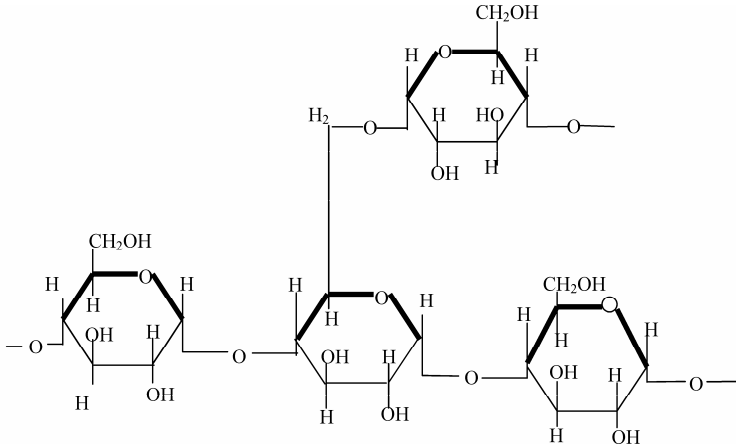
მასობრივი ანალიზების ჩატარებისას, როდესაც უნდათ გაიგონ წყალში ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობა, გამორიცხავენ ჰიდროლიზის პროცესს, რითაც განისაზღვრება მხოლოდ მონოშაქრების რაოდენობა.

3.2 პოლისაქარიდები

პოლიშაქრებს შორის თამბაქოში აღმოჩენილია სახამებელი და დექსტრინები. აღსანიშნავია, რომ ისინი მონაწილეობენ ახალშეტეხილ ფოთლებში. ფოთლის აღების შემდეგ გადამუშავების ყველა ეტაპი თუ ნორმალურად იქნა ჩატარებული მასში სახამებელი და დექსტრინები რჩება მცირე რაოდენობით. წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება ითქვას ტექნოლოგიური პროცესები დარღვეულია.

სახამებელი. ქიმიური ბუნებით სახამებელი არ არის ინდივიდუალური ნივთიერება. ძირითადად სახამებელი შედგება ორი პოლისაქარიდისაგან - ამილოზისაგან და ამილოპექტინისაგან:





ამილოპექტინი

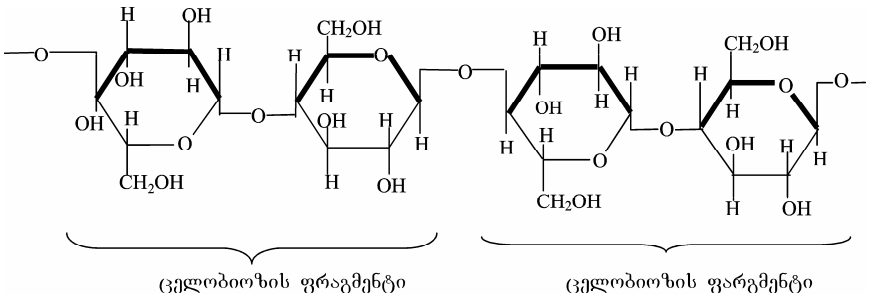
ამილოზის მოლეკულაში გლუკოზის ნაშთები შეერთებულია გლუკოზიდური კავშირებით 1 და მე-4 ნახშირბადატომებს შორის, ხოლო ამილოპექტინის მოლეკულაში დამატებით არსებობს კავშირები 1 და მე-6 ნახშირბადატომებს შორის. ბოლო შემთხვევაში წარმოიქმნება განშტოებების სისტემა. ამილოზა (მოლეკულური წონა 50000-160000) ადვილად იხსნება თბილ წყალში და იღებება იოდის ხსნარში ღურჯად, მაშინ როდესაც ამილოპექტინი (მოლეკულური წონა 400000-ზე მეტი) იხსნება მხოლოდ გაცხელებით წნევის ქვეშ და იოდთან იძლევა მოწითალო იისფერ შეფერვას. ჩვეულებრივად სახამებელი შეიცავს 20% ამილოზებს, დანარჩენი მოდის ამილოპექტინზე.

სახამებლის გახლეჩის დროს წარმოიქმნება შუალედური პროდუქტები - პოლისაქარიდები სხვადასხვა მასით - დექსტრინები, რომლებიც მათი ფიზიკო-ქიმიური მონაცემების მიხედვით იყოფიან ამილო-, ერიტრო- და მალტოდექსტრინებად.

თამბაქოს გადამუშავების სხვადასხვა ეტაპზე ა. შმუკის მიხედვით, გვხვდება სახამებელი და დექსტრინები. ტექნიკური სიმწიფის პეიოდში, თამბაქოს შეუძლია დააგროვოს 40%-მდე სახამებელი, ხოლო დექსტრინების რაოდენობა არ აღემატება 1-2%-ს. სახამებლის განსაზღვრისათვის თამბაქოს ამუშავებენ

სპირტით, ხოლო ნარჩენს დაამუშავებენ ცხელი წყლით, სახამებლის კლეირატიზაციის მიზნით. შემდეგ სახამებელს უტარებენ ჰიდროლიზს ჩვეულებრივი მეთოდებით და განსაზღვრავენ საერთო რედუცირების უნარს. დექსტრინების გამოყოფას აწარმოებენ წყლის ექსტრაქტიდან სპირტის დამატებით, მისი ვაკუუმის ქვეშ აორთქლების შემდეგ.

უჯრედანა. თამბაქოს ნედლეულში უჯრედანა საკმაო რაოდენობით არის, რომელიც წარმოადგენს ტიპიურ პოლისაქარიდს. უჯრედანას მოლეკულაში ცელობიოზის (β -გლუკოზიდო-გლუკოზა) ფრაგმენტები დაკავშირებული არიან ჯაჭვებად:



უჯრედანას გააჩნია მოლეკულური მასა 400000-დან 1800000-მდე, არ იხსნება წყალში და თითქმის ყველა გამხსნელებში, გამონაკლისს წარმოადგენს შვეიცერიის რეაქტივი (სპილენძის ამონიუმის ხსნარი) და კონცენტრირებული მარილმჟავა. უჯრედანას შემცველობა თამბაქოში 8-11%-მდე მერყეობს. თამბაქო მერილანდში ის 22%-ს აღწევს. შეიძლება აღინიშნოს, რომ თამბაქოები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მარტო უჯრედანას აბსოლუტური შემცველობით, არამედ პოლიარიზაციის ხარისხით, რომელიც გამოიხატება გლუკოზის შემცველობით მის მოლეკულაში. ზოგიერთი მონაცემებით უჯრედანას პოლიარიზაციის ხარისხმა შეადგინა აღმოსავლური ტიპის თამბაქოებისათვის - 1070, მერილანდის ჯიშ-ტიპებში - 1540, ვირჯინიაში - 1350, ბერლეიში - 1660.

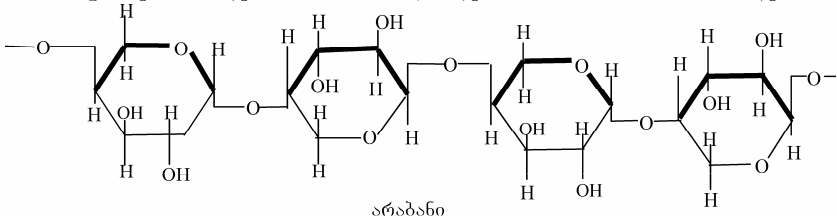
უჯრედანა ინდიფერენტული ნივთიერებაა და მნიშვნელოვან გავლენას არ ახდენს თამბაქოს ბოლის მოსაწევ თვისებებზე, მაგრამ წვის პროცესზე მას შეუძლია მოახდინოს დადებითი გავლენა. აქედან გამომდინარეა, რომ ამერიკული თამბაქოს ნარევებში უმატებენ 5% მარილანდის ჯიშ-ტიპის თამბაქოს, რომელიც კარგი წვადობით გამოირჩევა, თუმცა ბოლს დაბალ მოსაწევ ხარისხს ანიჭებს.

უჯრედანას განსაზღვრის გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს კუშნერის მეთოდი, რომელიც ემყარება ეთილის სპირტთა აზოტმჟავას მრავალჯერად ექსტრაქციას გაცხელების პირობებში. თეთრი ფერის ნარჩენი, რომელიც უჯრედანას წარმოადგენს აშრობენ მასამდე და შემდეგ წონიან.

ჰემიცელულოზა. თამბაქოში უჯრედანას გარდა აგრეთვე მონაწილეობს ჰემიცელულოზა, რომლის შემადგენლობაში პოლისაქარიდები შედის, რომლებიც წყალში არ იხსნება, მაგრამ ტუტე ხსნარებში ხსნადია.

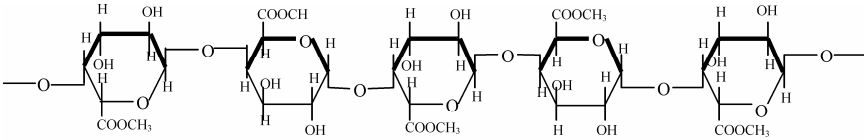
პოლისაქარიდები თავიანთი ქიმიური ბუნებით, რომლებიც ჰემიცელულოზაშია იყოფიან მანანებად, გალაქტონებად, გლუკანებად პენტოზანებად (არაბანი და ქსილანი) და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებად. ჰიდროლიზის დროს თითოეული ეს პოლისაქარიდი იძლევა შემდეგ მონოშაქრებს: მანოზას, გალაქტოზას, გლუკოზას, არაბინოზას, კსილოზას. თამბაქოში გროვდება უმეტესად გლუკანები, არაბანი და კსილანი.

გლუკანები - ეს არსებითად უჯრედანა არის მხოლოდ ძალიან მცირე ჯაჭვის (მოლეკულური წონით 5000-11000). ჰემიცელულოზაში ის შედის 9-23%, მაშინ როცა ქსილანები 74-86%-ია. რომელთა მოლეკულური წონა აღწევს 75000-110000. ცელულოზაში მცირე რაოდენობით მონაწილეობს არაბანი - 2%-მდე.



მონაცემები ჰემიცელულოზის შემცველობის შესახებ თამბაქოს სხვადასხვა ნიმუშებში არ მოიპოვება, მხოლოდ არსებობს მითითება იმის შესახებ, რომ მისი რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 3%-ს.

პექტინოვანი ნივთიერებები. ეს პოლისაქარიდი წარმოადგენს ნივთიერებას, რომლის საფუძველს გალაქტანის ჟანგვის პროდუქტი-პოლიგალაქტურონის მჟავა წარმოადგენს. 80%-მდე კარბოქსილის ჯგუფები ამ ნივთიერებაში ეთერიფიცირებულია მეთილის სპირტით:



პექტინების უმეტესობა თამბაქოში წყალში არ იხსნება, იმყოფება პროტოპექტინის სახით. პოლიგალაქტურონის მჟავის ნაშთები ერთმანეთთან დაკავშირებულია მეტალების ატომებით, რომლებიც ქმნიან პოლიგალაქტურონის ძაფების ბადეს. ასეთივე შემთავშირებელს შეიძლება წარმოადგენდეს ფოსფორმჟავა და ძმარმჟავა, რომლებიც რთულ ეთერებს წარმოქმნიან პოლიგალაქტურონის მჟავასთან. ასეთი ფიზიკო-ქიმიური ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება შერეული მაკრომოლეკულის მესერი. პროტოპექტინს ეძახიან ცემენტს, რომელიც უჯრედებს აწებებს ერთ მატერიალად.

პროტოპექტინისაგან სხვადასხვა მეთოდების საშუალებით შეიძლება გამოყოფილი იქნას პექტინი, რომელიც წარმოადგენს მეთოქსიჯგუფების მქონე პოლიგალაქტურონის მჟავას. ეს მიიღწევა, მაგ. პროტოპექტინის მარილმჟავით დამუშავებით პექტინი მით უკეთესად იხსნება წყალში, რაც მეტია მეთილის სპირტით ეთერიფიკაციის ხარისხი.

თამბაქოს ნედლეულში პექტინის რაოდენობა 12%-ს აღწევს. მისი რაოდენობა დამოკიდებულია მოსავლის აღების შემდგომ გადამუშავების აირობებზე. აღსანიშნავია, რომ მაღალი ხარისხის თამბაქოში პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა უფრო მცირეა, ვიდრე დაბალხარისხოვანში.

პექტინოვანი ნივთიერების განსასაზღვრავად თამბაქოში იყენებენ სპექტროფოტომეტრულ მეთოდს.

თაზო IV

თამბაქოს ორგანული მშავები

თამბაქო ორგანულ მჟავებს მნიშვნელოვანი რაოდენობით (9-16%) აგროვებს, რომლებიც შემადგენლობით ერთმანეთისაგან საგრძნობლად განსხვავდებიან.

თამბაქოში არსებული ორგანული მჟავებიდან შესაძლებელია გამოყოფილი იქნას შემდეგი ჯგუფები: აქროლადი ცხიმოვანი მჟავები, უმადლესი ცხიმოვანი მჟავები, დი- და ტრიკარბონმჟავები, ალდეჰიდური და კეტომჟავები, ფენოლკარბონილური მჟავები.

თამბაქოში აღმოჩენილია ხარისხობრივად ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფენოლკარბონილური მჟავები, რომელსაც შემდეგ თავში განვიხილავთ.

4.1 აქროლადი ცხიმოვანი მშავები

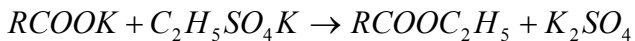
აქროლადი ცხიმოვანი მჟავები თამბაქოს შემადგენლობაში გვხვდება, როგორც თავისუფალი აგრეთვე მარილებთან შეკავშირებული სახით. მათი საერთო რაოდენობა ა. შმუკის მიხედვით არც თუ იხე დიდია და შეადგენს 0,2-0,5%-ს. თამბაქოს სასიგარე და საპაპიროსე ნიმუშებში და წვეკოში შედიან შემდეგი რაოდენობით (%): ჰავანა - 0,42, სუმატრა - 0,29, ბრაზილია - 0,47, კენტუკი - 0,43, სამსუნი - 0,42, ტრაპიზონი - 0,26, დიუბეკი - 0,45, წვეკო - 0,42.

ორგანული მჟავების ჯამური რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდი მდგომარეობს საანალიზო თამბაქოს წინასწარ შემჟავებაში, მარილებისაგან მჟავების გამონთავისუფლების მიზნით, მისი შემდგომი ორთქლში გადადენით. დისტილატში მჟავების საერთო რაოდენობას საზღვრავენ გატიტვრით. რაც შეეხება

ცალკეულ ამინომჟავებს ა. შმუკმა შეძლო განესაზღვრა ჭიანჭველამჟავის რაოდენობა: 0,02 - 0,15%-ის რაოდენობით, მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით.

აღნიშნული მეთოდის ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ აქროლადი მჟავების უმეტესობა იმყოფება თავისუფალი სახით და მჭიდრო კონტაქტში არიან ფისოვან ნივთიერებებთან (ბულგარული თამბაქოს ფისოვან ნივთიერებებში აღმოჩენილი იქნა ჭიანჭველამჟავა, ძმარმჟავა, n - ვალერიანმჟავა და სხვა აქროლადი მჟავები). ფისოვანი ნივთიერებები დამაბრკოლებლად მოქმედებენ მჟავების ორთქლით გადადენის დროს და ახანგრძლივებენ ამ პროცესს. შედეგად შეიძლება მიღებული იქნას დაბალი მონაცემები.

თავისუფალი და შეკავშირებული მჟავების ცალკე განსასაზღვრავად, მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას შემდეგი მეთოდი: თავდაპირველად თამბაქოს დაამუშავებენ გოგირდის ეთერით თავისუფალი მჟავების გამოსაყოფად. ექსტრაქტის დამუშავებას შემდეგ აწარმოებენ სოდიანი ხსნარით მჟავების გამოყოფის მიზნით, ხოლო შემდეგ ამ ხსნარს შეამჟავებენ და აქროლად მჟავებს ორთქლით გადადენიან. დისტილატში აქროლად მჟავებს საზღვრავენ გატიტრვის მეთოდით. გატიტრულ ხსნარს ააორთქლებენ გამომშრობამდე და აცხელებენ კალიუმის ეთილსულფატთან ერთად გაზურ ქრომატოგრაფზე ეთილის ეთერების განსასაზღვრავად:



ცხიმოვანი მჟავები ეთილის ეთერის სახით არსებული შესაძლებელია ადვილად დაყოფილი გაზური ქრომატოგრაფირებით და განსაზღვრული იქნას მათი რაოდენობა.

ანალიტიურად იქცევიან თავისუფალი და შეკავშირებული აქროლადი ცხიმოვანი მჟავები ჯამური რაოდენობის განსასაზღვრავად, მაგრამ გოგირდის გამოწვლილვამდე აუცილებელია თამბაქოს შემჟავება.

თამბაქოს სხვადასხვა ნიმუშებში ჩატარებული ანალიზების შედეგად დაადგინეს, რომ მასში აქროლადი ცხიმოვანი მჟავე-

ბის რაოდენობა იცვლება 1,5 - 2%-მდე, ამასთანავე მათი ერთი მეხუთედი ნაწილი იმყოფება თავისუფალ მდგომარეობაში.

ქრომატოგრაფიული ანალიზით აქროლადი ცხიმოვანი მუაეებიდან იდენტიფიცირებული იქნა: ჭიანჭველამუავა, ძმარმუავა, პროპიონმუავა, იზოერბომუავა, n-ერბომუავა, აკრილის, იზოვალერიანის, n - ვალერიანის, β - მეთილვალერიანის, იზოკაპრონის, n- კაპრონის მუაეები.

აქროლადი ცხიმოვანი მუაეების 80%-ს ჭიანჭველამუავა და ძმარმუავა შეადგენს, ამასთანავე ძმარმუავა 2-3-ჯერ უფრო მეტი არის ვიდრე ჭიანჭველამუავა.

შებოჭილი მუაეების რაოდენობა აჭარბებს თავისუფალი ცხიმოვანი მუაეების რაოდენობას სწორედ ძმარმუავასა და ჭიანჭველამუავას ხარჯზე, რაც თვალნათლივ ჩანს ტრაპიზონ-219-ის მაგალითზე (ცხრილი 6).

ცხრილი 6

აქროლადი ცხიმოვანი მუაეების შედგენილობა თამბაქოს ჯიშ-ტიპში ტრაპიზონი - 219, მგ/100გ თამბაქოში

მუაეები	თავისუფალი	შეკავშირებული
ჭიანჭველამუავა	68,6	2,85
ძმარმუავა	161,8	660,2
პროპიონის და იზოერბოს	7,62	31,28
n-ერბოს	3,78	14,77
იზოვალერიანის	5,94	10,66
n-ვალერიანის	5,35	1,53
β - მეთილვალერიანის	4,27	52,2
არაიდენტიფიცირებული	15,35	15,95
არაიდენტიფიცირებული	6,02	0,42
იზოკაპრონის	კვალი	4,31
n-კაპრონის	1,33	28,6
	9,14	140,96
სულ	291,2	1246,38

განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებს β - მეთილვალერიანის მჟავა. ამერიკელი მკვლევარების შედეგებით, აღმოსავლური ტიპის თამბაქოებში ეს მჟავა უფრო მეტი რაოდენობით არის ვიდრე ამერიკულ საჩონჩხე თამბაქოებში ვირჯინია და ბრაიტი: 1021მგ/100გ. - ჯიშ-ტიპ სამსუნში, ხოლო 87-211 მგ/100გ ამასთან დაკავშირებით იყო გამოთქმული მოსაზრება, რომ β - მეთილვალერიანის მჟავას განსაკუთრებული როლი ენიჭება თამბაქოს არომატის ჩამოყალიბებაში და რეკომენდირებული იქნა ნეიტრალური თამბაქოების არომატიზირება ზემოთ აღნიშნული β - ვალერიანის მჟავით.

ძალიან მცირე რაოდენობით შეიცავს თამბაქო სხვა აქროლად მჟავებს (მგ/100გ თამბაქო): α მეთილვრობოს მჟავა - 0,3-0,31, კრიტონის - 0,4-8,3, ბენზოინის - 3,4-25, ფენილმარმჟავა - 1,3-21,1.

4.2 უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავები

უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების (უცმ) კვლევა დაკავშირებულია გაზური ქრომატოგრაფირების მეთოდის განვითარებასთან. ზოგიერთი მკვლევარების მონაცემებით უცმ-ის შემცველობა თამბაქოში 2-2,5%-ს შეადგენს. თამბაქოში აღმოჩენილია ნაჯერი მჟავები ნახშირბადატომების რაოდენობით 10-დან 24-მდე, აგრეთვე უნაჯერი მჟავები: ოლეინის, ლინოლენის, არახისის (ცხრილი 7).

ცხრილი 7-ის ანალიზიდან ჩანს, რომ ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს პალმიტინის, ლინოლის და ლინალონის მჟავები.

შმაღლესი ცხიმოვანი მჟავები თამბაქოს სხვადასხვა
ჯიფ-ტიპებში მშ/100გ. თამბაქოში

თამბაქო	მ ჟ ა ვ ე ბ ი					
	მი- რის- ტინის	პალ- მიტი- ნის	სტეარი- ნის	ოლე- ინის	ლინო- ლის	ლინო- ლონის
ბრაიტი	3	101	18	15	53	110
ბერლეი	2	51	8	5	25	35
მერილანდი	3	44	12	11	35	21
თურქული	5	103	12	17	51	78
ვირჯინია	2	32	18	3	17	20
სასიგარე	3	41	8	5	8	2
შიგა სასიგარე შემოსაკრელი	4	59	18	7	20	21

ახალი მეთოდი ამ ჯგუფის მჟავების გამოსაკვლევად შემუშავებული იქნა ლ. გ. ასტრახოვას მიერ. ხსნარები, რომლებიც რჩებიან კოლბაში აქროლადი მჟავების მოცილების შემდეგ, განიცდიან მრავალჯერად დამუშავებას გოგირდის ეთერით. გამ-ხსნელის გადაღენის შემდეგ არააქროლად მჟავებს საზღვრავენ აწონვით. გაზური ქრომატოგრაფით დაყოფამდე ეს მჟავები გადაყავთ მეთილის ეთერებში.

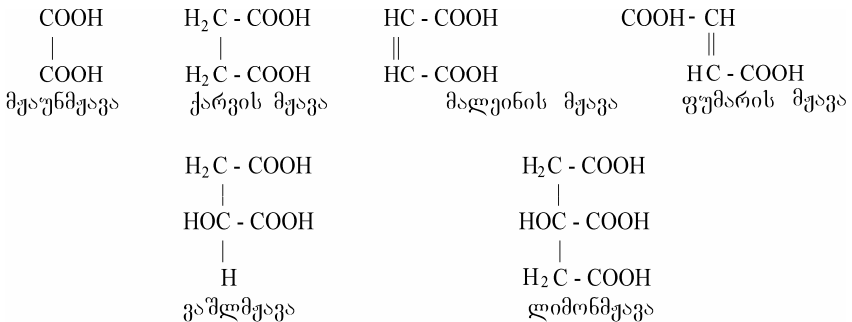
თამბაქოს სხვადასხვა ნიმუშების შესწავლით დადგენილი იქნა, რომ ეთერში ხსნადი არააქროლადი მჟავების საერთო რაოდენობა არის საზღვრებში 0,8-1%, აქედან 25-40% თავისუფალი სახით მონაწილეობს.

თვისობრივი შესწავლის შედეგებმა აჩვენა, რომ ეს არის ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებული ნივთიერებათა ჯგუფი, რომელიც აერთიანებს არა ნაკლებ 32 კომპონენტს (28 იდენტიფიცირებულია). უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავები წარმოდგენილია შემდეგი სახით: გეპტანის, კაპრილის, პენტადეკანის, პალმიტინის, მარგარინის, სტეარინის, ოლეინის, ლინოლის და ლინოლენის მჟავები.

იდენტიფიცირებული მჟავებიდან ყველაზე მეტი (არა უმეტეს 10% საერთო რაოდენობიდან) არის პალმიტინის მჟავა. ზოგჯერ აღმოჩენილი იქნა საკმაო რაოდენობით მირისტინის, ოლეინის, ლინოლის და ლინოლენის მჟავები. აგრეთვე აღსანიშნავია, რომ გარდა უმდლესი ცხიმოვანი მჟავებისა ამ ფრაქციის შედგენილობაში ნაპოვნი იქნა გარკვეული რაოდენობით დი- და ტრიკარბონმჟავები, რომელთა შედგენილობა ქვემოთ იქნება განხილული.

4.3. დი- და ტრიკარბონმჟავები

რაოდენობრივი თვალსაზრისით თამბაქოში უფრო მეტია ორ და სამკარბოქსილჯგუფიანი მჟავები. ამ ნივთიერებების გამოკვლევაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის ა. ა. შმუკს. სხვადასხვა ქიმიური მეთოდების გამოყენებით მის მიერ აღმოჩენილი იქნა შემდეგი მჟავები:



ეს მჟავები განეკუთვნებიან არააქროლად მჟავებს, რამდენადაც არ აქვთ უნარი გადადენილი იქნან ორთქლით. როგორც წესი ისინი კარგად იხსნებიან წყალში და იმყოფებიან თამბაქოში მარილების სახით თავისუფალ მდგომარეობაში.

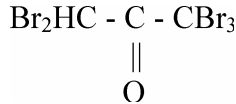
მჟავების საერთო რაოდენობას საზღვრავენ მ. პიატნიცკის მეთოდით. თამბაქოს შეამჟავებენ გოგირდმჟავით (H₂SO₄), შემდეგ მჟავებს აექსტრაგირებენ გოგირდის ეთერით, რომელსაც

გადადენიან, ხოლო დარჩენილ მჟავებს ხსნიან წყალში და ტიტრირავენ ტუტით.

არსებობს მონაცემები, რომ მთლიანი მჟავების 75% წარმოდგენილი არის სამი მჟავის სახით: ვაშლის, ლიმონის და მჟაუნის მჟავები. ამ მჟავების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის შემუშავებულია შესაბამისი მეთოდები.

მჟაუნმჟავის ანალიზის დროს მას ლექავენ კალციუმის მარილების სახით მჟავების წყლიანი ექსტრაქტიდან, რომელიც მიღებულია თამბაქოდან მჟავების საერთო რაოდენობის განსაზღვრისათვის. შემდეგ კალციუმის მარილებს ფილტრავენ, გამოაშრობენ გამოწვავენ მუფელის ღუმელში და CaO-ს რაოდენობის მიხედვით მსჯელობენ მჟაუნმჟავის რაოდენობრივ შედგენილობაზე.

ლომონმჟავას რაოდენობა განისაზღვრება მისი გადაყვანით პენტაბრომაცეტონში:



ეს ნივთიერება ნალექის სახით გამოიყოფა, მას გამოაცალკავებენ და რაოდენობრივად გატიტვრით განსაზღვრავენ, შემდეგ გადაიანგარიშებენ ლიმონმჟავაზე.

წყლიან ექსტრაქტს პენტაბრომაცეტონის მოცილების შემდეგ, იყენებენ ვაშლმჟავის რაოდენობის განსაზღვრავად. ვაშლმჟავადან წარმოიქმნება აქროლადი ბრომისშემცველი კარბონული ნაერთი, რომელსაც გადადენიან წყლის ორთქლით და ბოჭავენ 2,4 დინიტროფენილგიდრაზინით. წარმოქმნილ ნალექს საზღვრავენ ტუტიან ხსნარში სპექტროფოტომეტრზე.

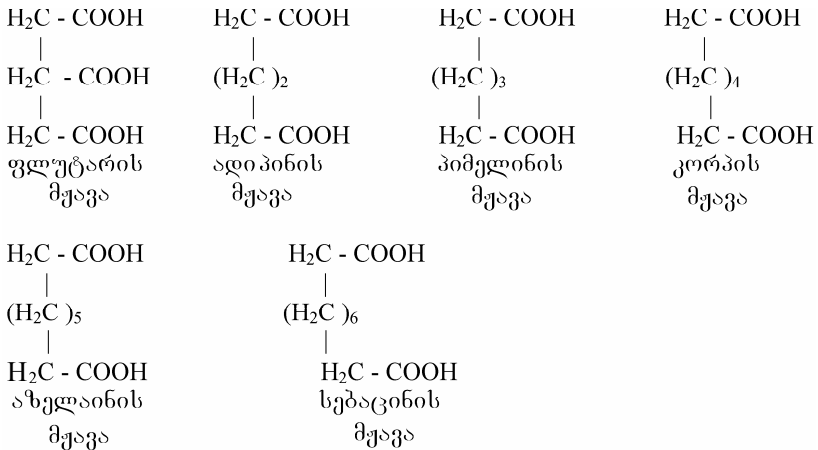
ა. შმუკისა და სხვათა მონაცემებით სხვადასხვა თამბაქოში აღმოჩენილია მჟავების შემდეგი რაოდენობა (%): მჟაუნმჟავა - 1,5-3, ვაშლმჟავა - 2,5-6,7, ლიმონმჟავა - 0,1-8,2.

მრავალი კვლევის შედეგმა აჩვენა, რომ მჟავების საერთო რაოდენობა და აგრეთვე ცალკეული მჟავების თანაფარდობა დამოკიდებულია მოსავლის აღების შემდგომ გადამუშავებაზე, აგრეთვე შეტეხვის რიცხვზე.

თამბაქოსა და წვეკოს საკავშირო ინსტიტუტის (ВИТИМ) ქიმიის ლაბორატორიაში დამუშავებული იქნა მეთოდები დი- და ტრი კარბოქსიკონების რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრისათვის. კვლევის მეთოდის შემდგომი მდგომარეობა. თამბაქოს წყლით აექსტრაგირებენ, მიღებულ ექსტრაქტს გაატარებენ იონმცვლელი ფისების სვეტზე (ანიონიტზე), რომელზედაც რჩება ყველა წყალშიხსნადი მჟავები. შებოჭილ მჟავებს სვეტიდან ჩამორეცხვენ (აელუირებენ) მაგნიუმის სულფატის ხსნარით. ალიქვატურ ნაწილს ელუატიდან გამოიყენებენ ვაშლის მჟავის განსასაზღვრავად (სტანდარტი შემდგომი ანგარიშებისათვის) ქადალდზე ქრომოტოგრაფიის მეთოდით, ხოლო მეორე ნაწილს ააორთქლებენ წყლის აბაზანაზე, ჩაუტარებენ მეთილირებას და უტარებენ გაზქრომატოგრაფიულ ანალიზს.

წყალშიხსნადი მჟავების ანალიზის შედეგები აჩვენებს, რომ ხარისხობრივი შედგენილობა ამ ჯგუფის ნივთიერებისა არის საკმაოდ მრავალფეროვანი და შეიცავს არა ნაკლებ 25 კომპონენტს. ხარისხობრივი თვალსაზრისით ყველა თამბაქო ერთნაირ ამინომჟავებს შეიცავს, მხოლოდ განსხვავდებიან ცალკეული მჟავების რაოდენობრივი შედგენილობით.

საკვლევი ნივთიერებების ჯგუფის შედგენილობაში მოიპოვება მნიშვნელოვანი ჯგუფი ორფუძიანი მჟავებისა, რომელთა შესახებაც ადრე ინფორმაცია არ არსებობდა. ეს მჟავებია:



სებაციის მქავე აღმოჩენილი იქნა არააქროლად ეთერში ხსნად მქავეებში. ცხრილში 8 მოყვანილია მონაცემები ამ ჯგუფის მქავეების რაოდენობრივი შედგენილობისათვის. ეს მონაცემებიც აჩვენებს, რომ ყველაზე მეტი რაოდენობით არის ვაშლის, ლიმონის და მქაუნის მქავეები.

ცხრილი 8.

სხვადასხვა ხარისხის თამბაქოს ღი- და ტრიკარბონმჟავების
შეღებნილობა, მგ/100გ თამბაქოში

მქავეები	ტრაპიზონი-	მახვილფოთოლა	ტრაპიზონი-
	93	450	219
მქაუნის	1443	1910	1560
მალონის და ფუმარის	1990	1400	1180
ქარვის	494	663	506
გლუტარის	19	129	120
მალეინის	33	21	11
ადიპინის	12	10	12
პიმელინის	35	42	48
კორპის	11	24	13
ვაშლის	4970	4460	5460
ლიმონის	1335	3800	3720

ლიმონისა და ვაშლის მქავეების საკმაოდ მაღალმა შემცველობამ თამბაქოში, განსაკუთრებით წეკოში (მეტია ვიდრე ლიმონში) მიიქცია ა. შმუკის ყურადღება, რომელმაც გამოიმუშავა ამ მქავეების მიღების ტექნოლოგია. თამბაქოს და წეკოს ნარჩენებისაგან მიღების სქემა შემდეგში მდგომარეობს. თამბაქოსა და წეკოს ნარჩენებს დაამუშავებენ სუსტი გოგირდმქავის ხსნარით, მიღებულ მქავე ფილტრატს ანეიტრალებენ ცარციტ, შედეგად გამოიყოფა კალციუმის ციტრატი, რომელსაც გაფილტრავენ და გააღებენ გოგირდის მქავით, წარმოქმნილ თაბაშირს აცილებენ გაფილტვრით, ხოლო წყლიან ხსნარს აორთქლებენ და გამოკრისტალების გზით გამოყოფენ ლიმონის მქავას, გასუფთავებისათვის გადააკრისტალებენ და გააშრობენ.

წარმოების პროცესში წარმოიშობა ე. წ. დედა ხსნარები, რომლებიც შეიცავს ლიმონის და ვაშლმქავეებს. ვაშლმქავეაკალციუმის მარილს გააჩნია წყალში კარგი ხსნადობის უნარი და

არ გამოილეკება. ლიმონისა და ვაშლმჟავების დამატებით გამო-საყოფად დედა ხსნარებს დაამუშავებენ აქტივირებული ნახში-რით და რამდენიმე ეტაპზე გააჯერებენ ცარციით, რის შედეგა-დაც გამოყოფენ ლიმონის მჟავას ნარჩენებს. მიღებული ლიმონ-მჟავა კალციუმის მჟავე მარილის წყალხსნარს აორთქლებენ და აკრისტალებენ; შემდეგ ვაშლმჟავას გამოყოფენ მარილიდან გო-კირდმჟავას საშუალებით და აწარმოებენ მრავალჯერად გა-სუფთავებას.

ლიმონმჟავასა და ვაშლმჟავას გვერდით აღმოჩენილი იქნა სხვა ოქსიმჟავები: α -ოქსიპროპიონმჟავა, გლიკოლისა და გა-ლაქტურონის მჟავები.

4.4 ალდეჰიდ და კეტომჟავები

ნახშირწყლების განხილვისას მითითებული იყო, რომ მარე-დუცირებელ ნივთიერებებს შორის არის არანახშირწყლოვანი ბუნების ნივთიერებები ალდეჰიდები და კეტომჟავები. ამ ნაერ-თებს თვისობრივად სწავლობდა 1960-იან წლებში ი. გ. მახნაო-ვი შემდეგი მეთოდის გამოყენებით: თამბაქოს უტარებდნენ ექ-სტრაქციას NaOH-ის ხსნარით, შემდეგ ხსნარს ანეიტრალებდნენ და არანახშირწყლური ბუნების კარბონილურ ნაერთებს ლექავ-დნენ 2,4 - დინიტროფენილჰიდრაზონით, რომელსაც გამოყოფ-დნენ, ჩარეცხავდნენ, აშრობდნენ და ხსნიდნენ $2n$ NH_4OH -ის ხსნარში.

ამონიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარიდან გამოყოფდნენ კეტონებს, ჰიდრაზონს და ალდეჰიდებს გოგირდის ეთერის ექსტრაქტით, შედეგად ამიაკიან ხსნარში რჩებოდა კეტომჟავების ჰიდრაზონე-ბი, რომლის შედგენილობას ანალიზებდნენ ქადალდზე ქრომა-ტოგრაფირების მეთოდით.

ამ ჯგუფში შექმნეს აღმოჩინათ ყველაზე ცოტა 10 ნივთიე-რება, მათ შორის იდენტიფიცირებული იქნა: α კეტოგლუტარის მჟავა ($\text{HOOC-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$), პიროყურძნის მჟავა ($\text{CH}_3\text{-CO-}$

COOH), მჟაუნმპარმჟავა (HOOC-CO-CH₂-COOH), გლიოქსილის (CHO-COOH) და ფენილპიროყურძნის მჟავა (C₆H₅-CH₂-CO-COOH). ამერიკელმა მეცნიერებმა სასიგარე თამბაქოებში აგრეთვე აღმოაჩინეს ჯიშ-ტიპ ბრაიტში და ბერლეიში გლიოქსილის, პიროყურძნის და α კეტოგლუტარის მჟავები.

აღდგენისა და კეტომჟავების საერთო რაოდენობა თამბაქოში არ განსაზღვრულა. სავარაუდოა, რომ ეს ნივთიერებები მცირე რაოდენობით არის თამბაქოში, თუმცა ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ბიოქიმიურ პროცესებში თამბაქოს შრობის და ფერმენტაციის დროს.

პოლიფენოლები

ნივთიერებებს, რომლებსაც აერთიანებენ სახელწოდება "პოლიპლოიდების" ქვეშ აქვთ ერთი საერთო თვისება, ძირითადად ილექტიბიან ძმარმუაგა ტყვიით. ნახშირწყლების განსაზღვრის მეთოდის დამუშავების დროს ა. შმუკი გამოყოფდა არანახშირწყლური ბუნების მქონე ყველა რედუცირებად ნივთიერებებს ტყვიით და მათ მიაკუთვნებდა ფენოლურ ნაერთებს (გლუკოზაზე გადაანგარიშებით). ამასთან დაკავშირებით სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოჩნდა ნაშრომები პოლიფენოლების საერთო რაოდენობის განსაზღვრის შესახებ, რომლითაც გამოხატავდნენ ამ ნივთიერებების ცვლილების დინამიკას თამბაქოს გადამუშავების დროს, მაგრამ ამასთანავე გათვალისწინებული იყო ის ფაქტი, რომ მრავალი რედუცირებადი ნივთიერება, რომლებიც ილექტიბოდნენ ტყვიით, შესაძლოა არ ყოფილიყო ფენოლური ნაერთი. ამასთანავე ყველა ფენოლური ნივთიერება არ გამოირჩევა ძლიერი მარედუცირებადი თვისებით. თამბაქოდან გამოყოფილი იზოკვერცვტინგლუკოზიდი, გლუკოზაზე გადაანგარიშებით შეადგენდა 2%-ს, გლიკოზიდის მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით. ხოლო მარილმუაგით ჰიდროლიზის შემდეგ ეს სიდიდე იზრდება თითქმის 65%-მდე. ამრიგად რედუცირებადი ნივთიერებების ჯამურ რაოდენობას, რომელიც არ მიეკუთვნება ნახშირწყლებს, არ შეუძლია შეფარდებითაც კი გამოხატოს ფენოლური ნაერთების აბსოლუტური რაოდენობა თამბაქოში. ამით შეიძლება აიხსნას თამბაქოს შეფერილობის ცუდი კორელაცია პოლიფენოლებსა და ფოთლის სხვა მაჩვენებლებთან.

თამბაქოს ფოთლის ფარსა და პოლიფენოლების რაოდენობას შორის დამოკიდებულება

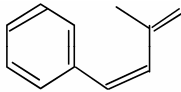
თამბაქოს შეფერილობა	პოლიფენოლები, %	თამბაქოს შეფერილობა	პოლიფენოლები, %
ღია ყვითელი	4,05	მოყვითალო წითელი	3,48
	5,69	მუქი წითელი	7,46
ყვითელი	6,14		5,57
მუქი ყვითელი	6,66	მუქი	4,31
	7,94	მუქი - (ბური)	3,33

თამბაქოში ფენოლური ბუნების ნაერთები განსაკუთრებით მრავალფეროვანია. 1965 წელს რეილმა ქაღალდზე ქრომატოგრაფირების მეთოდით ერთ-ერთ ამერიკული ტიპის თამბაქოში აღმოაჩინა 60 კომპონენტზე მეტი ფენოლური ნაერთი. მრავალი ნაერთის იდენტიფიცირება ვერ მოხერხდა.

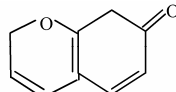
თამბაქოში აღმოჩენილი პოლიფენოლები, მათი ქიმიური ბუნების მიხედვით დაყოფილი იქნა სამ დიდ ჯგუფად: C₆- ტიპის (ოქსიბენზონის) ნაერთები, C₆ - C და C₆ - C₂ (I); ნივთიერებები C₆ - C₃ (ფენილპროპანოიდები) ტიპის (II - III); ნივთიერებები C₆ - C₃ - C₆ (ფლავანოიდები) ტიპის (IV).



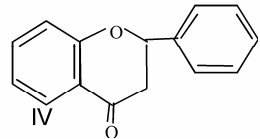
I



II



III

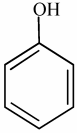


IV

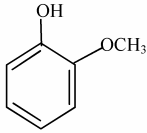
თამბაქოს ფოთოლში პოლიფენოლური ნაერთები არათანაბრად გროვდება. დიდი რაოდენობით პოლიფენოლები აღმოაჩინეს თამბაქოს ფოთლის წვეროსა და პერიფერიულ ნაწილებში

5.1 ოქსიგენოინის ნაერთები

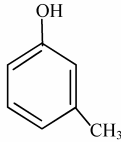
ოქსიგენოინის ჯგუფის ფენოლური ნაერთებიდან თამბაქოში აღმოჩენილია შემდეგი წარმოებულები:



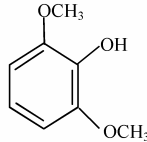
ფენოლი



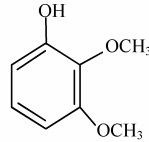
გუაიაკოლი



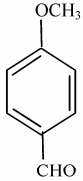
მ-კრეზოლი



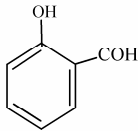
1,3 - დიმეთილ-პიროგალოლი



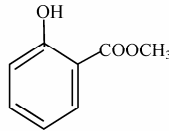
1, 2, 3 - დიმეთოქსიბენზოლი



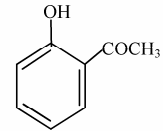
n - იასანის აღდეპიდი



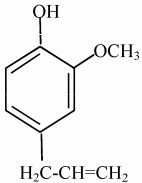
სალიცილის აღდეპიდი



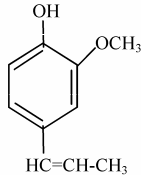
მეთილსალიცილატი



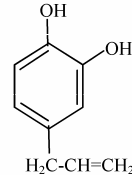
O - პიდროქსი აცეტიფენი



ევგენოლი



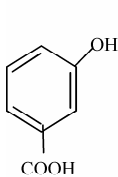
იზოევგენოლი



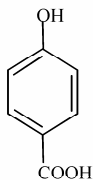
n - ალილკატეხოლი

ონიშის მონაცემებით ყველა ეს ფენოლური ნაერთი ნაპოვნი თამბაქოში ძალიან მცირე რაოდენობით (მგ/100კგ თამბაქოში): ევგენოლი 299, გუაიაკოლი 334, მ-კრეზოლი - 144, ფენოლი - 620.

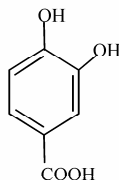
ზოგიერთ მეცნიერთა მიერ აღმოჩენილი იქნა თამბაქოში ფენოლური მჟავები, რომლებიც აგრეთვე ფენოლური ნაერთების I ჯგუფს განეკუთვნებიან.



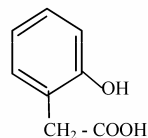
m-ჰიდროქსი
ბენზონის
მჟავა



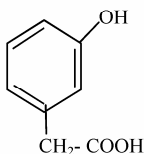
n - ჰიდროქსი
ბენზონის
მჟავა



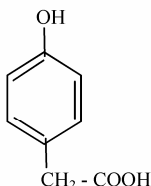
პროტოკატეხის
მჟავა



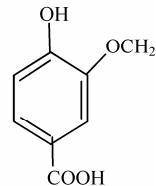
O - ჰიდროქსი
ფენილმარმჟავა



m- ჰიდროქსიფენილ
მმარმჟავა



n - ჰიდროქსიფენილ
მმარმჟავა



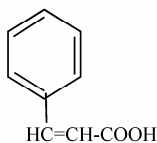
ვანილინის
მჟავა

ეს ნივთიერებებიც მცირე რაოდენობით არიან თამბაქოს ფოთოლში.

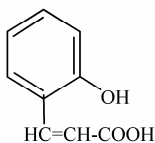
5.2 ფენოლ პროპანოიდები

ფენილპროპანოიდების ჯგუფში შედის ნივთიერებათა ორი კლასი: ყავის მჟავის წარმოებულები (II) და კუმარინები, ან 1, 2 - ბენზპირენი (III).

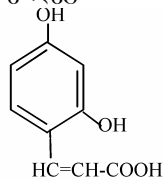
ყავის მჟავის წარმოებულები. ფენოლები, რომლებიც წარმოადგენენ ყავის მჟავის ნაწარმებს წარმოდგენილი არიან შემდეგი სახით:



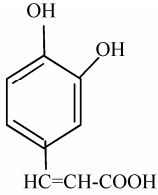
ყავის მჟავა



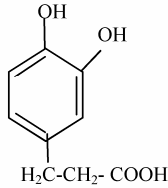
O - კუმარის მჟავა



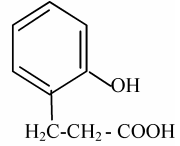
n - კუმარის მჟავა



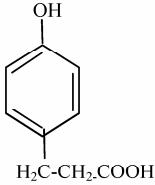
კოფეინის მჟავა



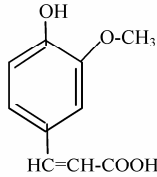
პიდროკოფეინის მჟავა



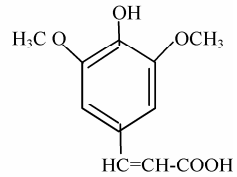
მელილოტის მჟავა



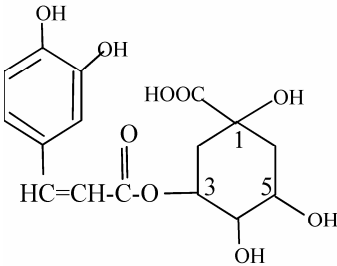
ფორტეინის მჟავა



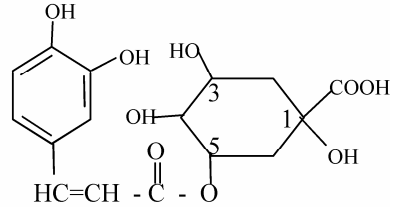
ფერულის მჟავა



სინალის მჟავა



ქლოროგენის მჟავა



ნეოქლოროგენის მჟავა

ამ ჯგუფის ნაერთებიდან მნიშვნელოვანია ქლოროგენის მჟავა, რომელიც ყველაზე მეტი რაოდენობითაა თამბაქოში. ა. ა. შმუკის მიერ პირველად იქნა გამოყოფილი თამბაქოს ფერმენტირებული ფოთლებიდან ქლოროგენის მჟავა და თავისუფალი კოფეინის მჟავა. ქლოროგენის მჟავა წარმოადგენს კოფეინის და ქინაქინის მჟავის დეკსიპეპტიდს.

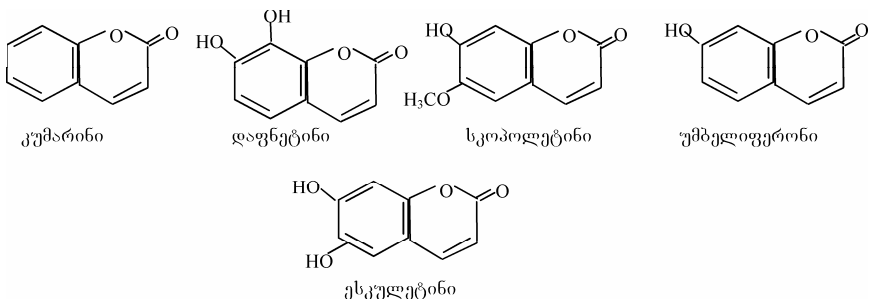
ქლოროგენის მჟავის განსაკუთრებულ თვისებას წარმოადგენს ადვილი გარდაქმნა ერთი ფორმიდან მეორეზე ადვილი გარდაქმნა, მაგალითად, ცის-ფორმიდან ტრანს ფორმაში. აგრეთვე გადასვლა ნეოქლოროგენის მჟავაში და პირიქით. ეს შე-

იმხნევა ქალაღდზე ქრომატოგრაფიის დროს, რაც ამნელებს მათ იდენტიფიკაციას. მრავალი მეცნიერის ვარაუდით თამბაქოს ფოთლის შეფერილობა ფერმენტაციის დროს, განპირობებულია ქლოროგენის მჟავით. მოდელური ცდით, სისტემაში: ქლოროგენის მჟავა - ნორნიკოტინი-პოლიფენოლქსილაზა, მიღებული იქნა წითლად შეღებილი პიგმენტი. ამიტომ შესაძლებლად თვლიან, თამბაქოს ფოთოლში ანალოგიური პროცესების წარმართვას.

ქლოროგენის მჟავის რაოდენობა სასიგარე თამბაქოებში 4,5%-ს აღწევს, მაგრამ აღმოსავლური ტიპის თამბაქოებში ის შედარებით ნაკლებია.

აღმოჩენილი იქნა ტენდენცია, რომ მაღალი ხარისხის თამბაქოში (ბოტანიკური ჯიშის ფარგლებში) ქლოროგენის მჟავის შემცველობა მაღალია. ქლოროგენის მჟავის დაგროვება თამბაქოში მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული, განსაკუთრებით შრობის მეთოდზე. მზეზე შრობის და მასაში შრობის (ბალკ-კიურინგი) შედარებისას ქლოროგენის მჟავის შემცველობა შესაბამისად შეადგენდა 1,48 - 1,53 და 1,82 - 2,76%-მდე. რამდენადაც მზეზე შრობისას ჟანგვითი პროცესები აქტიურად მიმდინარეობს, ეს მიუთითებს მასში ქლოროგენის მჟავის აქტიურ მინაწილეობაზე.

კუმარინების წარმოებულები. ფენილპროპანოიდების კლასს მიეკუთვნება შემდეგი ნაერთები: კუმარინი, დაფნეტინი, სკოპოლექტინი, უმბელიფერონი, ესკულექტინი.

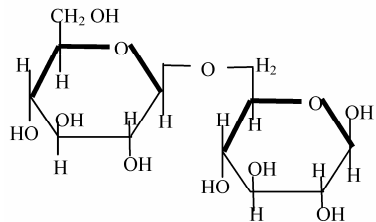


აგლიკონები და მათი წარმოებულები მრავალი მკვლევარის მიერ იქნა აღმოჩენილი, მათ შორის რაოდენობრივად ყურადღე-

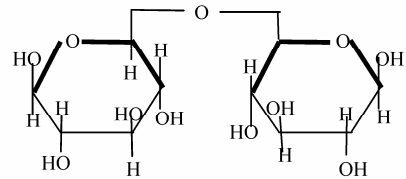
ბას იქცევეს სკოპოლექტინი. ეს ნივთიერება კრისტალდება ნესრი-სებრი პრიზმების სახით, ღღობის ტემპერატურა აქვს 204°C - ტემპერატურაზე.

იხსნება ცხელ სპირტში და ძმარმჟავაში, სუსტად იხსნება ქლოროფორმში, ცუდად იხსნება ბენზოლში და გოგირდნახშირ-წყალბადში. სკოპოლექტინის ღურჯი სპირტიანი ხსნარი იძლევა ღურჯ ფლუორესენციას. სკოპოლექტინი აღადგენს ფელინგის ხსნარს და იძლევა რკინის ქლორთან (FeCl₃) დამახასიათებელ ღურჯ შეფერილობას. ამ ნაერთის საერთო შემცველობა თამბაქოში არც თუ დიდია, მაგალითად იაპონური თამბაქოდან ბრაიტიდან 2 კგ-დან გამოყოფილი იქნა მხოლოდ 0,15 გ. სკოპოლექტინი.

თამბაქოში აღმოჩენილი იქნა მცირე რაოდენობით სკოპოლექტინის გლიკოზიდი - სკოპოლინი (7 - გლიკოზიდ - 6 - მეთიოქსიუმარინი), რომელშიდაც სკოპოლექტინის ჰიდროქსიდის ჯგუფი შეერთებულია α -გლუკოზის ნარჩენთან. ეს ნივთიერება ორ მოლეკულა წყალთან ერთად, კრისტალდება წყლიდან ნემსების სახით, ღღობის ტემპერატურა 226-228°C შეადგენს. კარგად იხსნება ცხელ წყალში, ცუდად - ორგანულ გამხსნელებში, ჰიდროლიზის დროს წარმოქმნის გლუკოზას და სკოპოლექტინს. თამბაქოში აღმოჩენილია მცირე რაოდენობით სკოპოლექტინის სხვა წარმომადგენლებიც. მოლეკულაში გლუკოზის ადგილი შეიძლება ეკავოს გენციბიოზას და აგრეთვე პრიმვეროზას:



გენციბიოზა

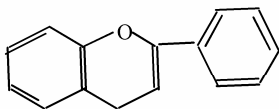


პრიმვეროზა

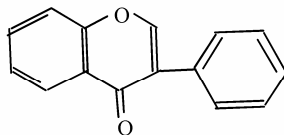
არსებობს მონაცემები იმის შესახებ, რომ თამბაქოში მონაწილეობს ექსკუდეტინის 6- და 7- გლიკოზიდი

5.3 ფლაგანოიდები

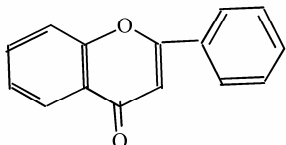
თამბაქოს $C_6 - C_3 - C_6$ - ტიპის პოლიფენოლური ნაერთები მიეკუთვნებიან ე. წ. ფლაგანოიდებს, რომელიც თავის მხრივ იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად: ფლაგონები, იზოფლაგონები, კატეხინები, ლეიკონტოციანიდები, ანტოციანიები, ხალკონები, აურონები.



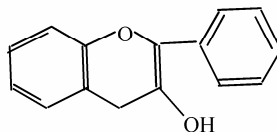
ფლაგონი



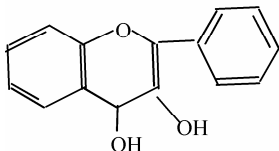
იზოფლაგონი



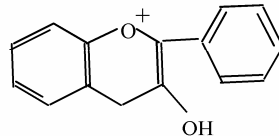
ფლაგანონი



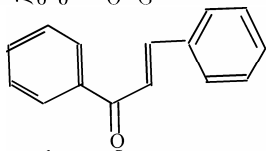
კატეხინი



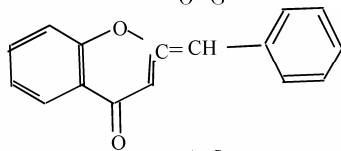
ლეიკონტოციანი



ანტოციანი



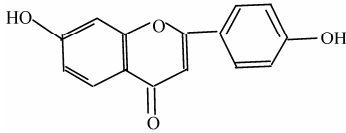
ხალკონი



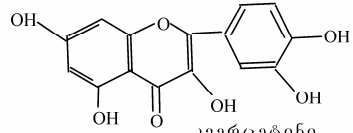
აურონი

აღსანიშნავია, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ამ ნივთიერებების მცირე რტაოდენობა აღმოჩენილი იქნა თამბაქოში, მნიშვნელოვანი როლი მაინც ენიჭება მათ გლიკოზიდებს, ძირითადად

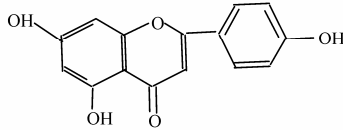
ფლაგონის წარმოებულებს – კემფეროლს, კვერცეტინს და ნარინგენინს:



კემფეროლი



კვერცეტინი



ნარინგენინი

ბულგარელი მკვლევარის მ. კ. მიხაილოვის მიერ ფლავანოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდის იქნა შემუშავებული (გადაანგარიშება ხდებოდა რუთინზე).

თამბაქოს გარეშე ნივთიერებების მოცილების მიზნით წინასწარ დაამუშავებენ ქლოროფორმით, ხოლო შემდეგ ფლავანოიდების გამოწვლილის მიზნით ეთილის 90%-იანი სპირტით. მიღებულ ექ სტრაქტს უმატებენ ალუმინის ქლორიდს, რომელიც იძლევა დამახასიათებელ ყვითელ შეფერილობას. შეფერილობის ინტენსივობის მიხედვით მსჯელობენ ფლავანოიდების ჯგუფის ნივთიერებების რაოდენობაზე. ცდებით დაადგინეს, რომ ბულგარულ თამბაქოებში ფლავანოიდების რაოდენობა იცვლება ზღვრებში 1,04 - 2,24%.

კატეხინების საერთო რაოდენობის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ვანილინის რეაქტივი გახსნილი კონცენტრულ მარილმჟავაში. ამ დროს წარმოიქმნება წითელი შეფერილობა, რომლის ინტენსივობა ისაზღვრებოდა სპექტროფოტომეტრზე 430ნმ - ტალღის სიგრძეზე. კატეხინების საერთო რაოდენობა (ℓ-უპი კატეხინზე გადაანგარიშებით) იცვლებოდა 0,22 და 0,72%-მდე.

რუთინი, ეს ფლავანოიდი არის მნიშვნელოვანი მრავალი თამბაქოსათვის. ქიმიურად ის წარმოადგენს კვერცეტინის გლი-

კოზიდს და რუთინოზის დისაქარიდის (ℓ - რამნოზიდიგლუკოზას) ნაერთს.

რუთინი კრისტალდება წყლიდან ყვითელი ნემსისებრი კრისტალების სახით, რომელიც იხსნება ცხელ ეთანოლში, არ იხსნება ეთილის ეთერში, ქლოროფორმში, ბენზოლში და გოგირდნახშირბადში. FeCl_3 -თან იძლევა მუქ შეფერილობას. რუთინის შემცველობა თამბაქოში მერყეობს და აღწევს 2 -ს. მცირდება შრობის დროს ჟანგვით პროცესებში მონაწილეობის გამო. სავარაუდოა, რომ ის იჟანგება ქლოროგენის მჟავით ქინონური ფორმით ინტენსიურად.

იზოკვერცეტინი წარმოადგენს მეორე მნიშვნელოვან ფლავონოიდს თამბაქოში. მისი რაოდენობა ცალკეულ თამბაქოებში 0,25-1,7%-მდე იცვლება.

თამბაქოში აღმოჩენილი იქნა მცირე რაოდენობით გლიკოზიდო კვერციმეტრინი.

ეთეროვანი ზეთები და ფისები

კომპონენტების ნაკრები, რომელიც შედის ეთერზეთების და ფისების შედგენილობაში მნიშვნელოვნად მრავალგვარია. აქ შემოდის სავსებით სხვადასხვა კლასის ნაერთები, ამიტომ ტერმინები "ეთეროვანი ზეთები და ფისები" მიეკუთვნება არა ქიმიურ ნომენკლატურას, არამედ დაკავშირებულია ამ ჯგუფში შემავალ ნივთიერებათა ფიზიკურ თვისებებთან. მაგალითად ეთეროვანი ზეთების შედგენილობაში შედიან კომპონენტები, რომლებიც წყლის ორთქლით გადაიდენებიან, მაშინ როდესაც ფისების სხვადასხვა ნივთიერება ერთიანდება ორგანულ გამხსნელებში ექსტრაქციის უნარით.

ეთეროვანი ზეთები და ფისები თამაშობენ დიდ როლს თამბაქოს ბოლის არომატის ჩამოყალიბების საქმეში.

სავარაუდოა, რომ ეთეროვანი ზეთი ძირითადად განაპირობებს თამბაქოს ნატურალურ არომატს, მის სურნელებას, ამასთანავე ფისები წვისას წარმოქმნიან ნივთიერებებს, რომლებიც ძირითადად თამბაქოს ბოლზე ახდენენ გავლენას.

6.1 ეთეროვანი ზეთები

ეთეროვანი ზეთების პირველი გამოკვლევები დაწვებული იქნა თამბაქოს სხვადასხვა ჯიშებში 1920-იან წლებში ა. შმუკისა და მისი თანამშრომლების მიერ, რომელთა გამოკვლევითაც დადგენილი იქნა, რომ სხვადასხვა თამბაქოში ეთეროვანი ზეთების რაოდენობა იცვლება 0,09-დან 1,37%-მდე. ამასთანავე უფრო მეტი რაოდენობის ეთერზეთების შემცველობით გამოირჩევა აღმოსავლური ტიპის მაღალი ხარისხის თამბაქოები (დიუბეკი

და სამსუნი), მაშინ როდესაც უხეში ჩონჩხოვანი თამბაქოები მას აგროვებენ მცირე რაოდენობით.

ეთერზეთების საერთო რაოდენობის განსასაზღვრავად უმეტესად იყენებენ ორთქლით ექსტრაქციის მეთოდს. მიღებულ დისტილიატში შესაძლებელია ეთეროვანი ზეთების მოცულობის განსაზღვრა, რომელიც კონცენტრირდება წყლის ზედაპირზე, ამიტომ უკეთესია ეთეროვანი ზეთების ექსტრაგირება გოგირდის ეთერით წყლიანი ექსტრაქტიდან და გამხსნელის გადადენის შემდეგ მისი გრავიტაციულად განსაზღვრა. ეთეროვანი ზეთების შეფარდებით რაოდენობაზე შესაძლებელია ვიმსჯელოთ მისი კალიუმის ბიქრომატით დაქანგვის უნარის მიხედვით.

ეთეროვანი ზეთების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები ცვალებადობს თამბაქოს ხარისხზე დამოკიდებულებით, მისი მოყვანისა და გადამუშავების მეთოდებზე დამოკიდებულებით: რეფრაქციის კოეფიციენტი იცვლება 1,412-1,492, იოდის რიცხვი 50,07-110,9, მჟაური რიცხვი 8,5-58,8, ეთერის რიცხვი 4,8-133,6, მეთოქსილირების რიცხვი 1,13-13,73. ზოგიერთი კონსტანტების ცვალებადობა შეინიშნება თამბაქოს ფერმენტაციის დროს (არაფერმენტირებული /ფერმენტირებულზე): მჟაური რიცხვი 19,41/18,06, ეთერის რიცხვი 38,82/66,97, გასაპვნის რიცხვი 58,23/85,03.

თამბაქოს ახლადგამოყოფილი ეთეროვანი ზეთი წარმოადგენს სუსტად შეფერილ, მოძრავ, სინათლის სხივის გარდამტეხ, სპეციფიკური მკვეთრი არომატის მქონე სითხეს. გახანგრძლივებული შენახვისას სითხე იცვლის თავის თვისებებს: მუქდება, სქელდება და საბოლოოდ გამოიყოფა ფისისებრი ნალექი; ამავე დროს მიმდინარეობს არომატის ცვალებადობა, გამორიცხული არ არის, რომ ეთეროვანი ზეთების უნარს, დაქანგვისას გადავიდნენ ფისოვან მდგომარეობაში, შესაძლოა წარმოადგენდეს თამბაქოს ფისოვანი ნივთიერებების წარმოქმნის წყაროს. ა.

შშუკი აღნიშნავდა, რომ ეთეროვანი ზეთების ეს გარდაქმნა თვითონ თამბაქოში მიმდინარეობს შედარებით ნელა და რთულად, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს უჯრედის შედგენილობის ქიმიური გარდაქმნების დამცველობითი უნარით.

განვიხილავთ ეთეროვანი ზეთების ქიმიურ შედგენილობას, ზოგიერთს ჩვენ ზემოთ უკვე შევეხეთ, როგორცაა - ორგანული აქროლადი მჟავები, კეტონები, ალდეჰიდები, ფუძეები და ზოგიერთი სხვა ნივთიერებები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ეთეროვანი ზეთების მრავალი კომპონენტი იდენტიფიცირებული იქნა ჯერ კიდევ ა. შშუკის მიერ, მაგრამ უფრო სრულყოფილი მონაცემები იქნა მიღებული იაპონელი მეცნიერის ონიშის გამოკვლევების შედეგად. ის იყენებდა ქრომატოგრაფიულ და სპექტროფოტომეტრულ მეთოდებს, იკვლევდა თამბაქო-ვირჯინიის ეთეროვან ზეთებს, მისი რედრანგმეთოდით გადამუშავებისა და ერთი წლით შენახვის შემდეგ.

თამბაქოდან ეთეროვანი ზეთების გამოსაყოფად და შემდეგში მის გამოსაკვლევად იყენებდა შემდეგ მეთოდს: 5-7 კგ დაქუცმაცებული თამბაქოდან ეთეროვანი ზეთები გადაიდენებოდა ორთქლით 60-80ლ - დისტილიატის მიღებამდე, რომელსაც აჯერებდნენ NaCl-ით და აექსტრაგირებდნენ გოგირდის ეთერით. შემდეგ ეთერს თანმიმდევრობით დაამუშავებდნენ H₂SO₄-ის, NaHCO₃-ის, NaHSO₃-ის, KOH-ის ხსნარებით და შესაბამისად დებულობდნენ: ფუძე, მჟავა, კარბონილური ნაერთებისა და ფენოლების ფრაქციებს ჰიდროლიზირებული მჟავების ფრაქციებთან ერთად, რომელიც შედიოდა თამბაქოს ეთეროვანი ზეთების რთულ ეთერებში. ეთეროვან ხსნარში რჩებოდა ნეიტრალური ფრაქცია. ფრაქციების რაოდენობრივი გამოსავალი ნაჩვენებია ცხრილში II

ეთეროვანი ზეთების ფრაქციების ბამონასვლიანობა

ფრაქციები	რედრაინგ დამუშავებამდე		რედრაინგ დამუშავების შემდეგ	
	მგ. 1კგ. მშრალ თამბაქოზე	% ეთეროვანი ზეთების მასიდან	მგ. 1კგ. მშრალ თამბაქოზე	% ეთეროვანი ზეთების მასიდან
ნეიტრალური	890	67,2	1376	63,9
მჟაური	141	10,7	363	16,9
ფენოლური	138	10,4	120	6,6
პიდროლიზებული მჟავებით	121	9,1	112	5,2
კარბონილური	23	1,8	67	3,1
ფუძეები	11	0,8	115	5,3
სულ	1324	100,0	2153	100,0

ცხრილი 11-ის მონაცემების ანალიზიდან ჩანს, რომ თამბაქოს გადამუშავებისა და შემდეგი შენახვის დროს თამბაქოს ეთეროვანი ზეთები განიცდის მნიშვნელოვან ხარისხობრივ ცვლილებებს. თითოეულ ფრაქციას ყოფნენ ქრომატოგრაფიულად, აწარმოებდნენ თითოეული კომპონენტის იდენტიფიკაციას და რაოდენობრივ განსაზღვრას. ამ გამოკვლევების შედეგად მჟაურ ფრაქციაში აღმოჩენილი იქნა ყველაზე ცოტა 13 კომპონენტი: ჭიანჭველამჟავა, ძმარმჟავა, ფენილძმარმჟავა, ბენზონის, n-კაპრონის, ლაურინის, მირისცინის მჟავები და სხვა. მჟავების 50% მოდის ძმარმჟავაზე, მნიშვნელოვანი რაოდენობით მონაწილეობდნენ აგრეთვე β -მეთილვალერიანის და ფენილძმარმჟავები.

კარბონულ ფრაქციაში ონიშის მიერ აღმოჩენილი იქნა მნიშვნელოვანი რაოდენობით ფურფუროლი და მცირე რაოდენობით აცეტალდეჰიდი, იზოფერბოს ალდეჰიდი, ბენზალდეჰიდი და ამ კლასის ზოგიერთი ნივთიერება. ფენოლური ფრაქციიდან იდენტიფიცირებული იქნა: ფენოლი, გვაიაკოლი, ევგენოლი და M - კრეზოლი. მხოლოდ მისი მასის გაშიფვრა ვერ მოხერხდა. ნე-

იტრალურ ფრაქციებში ნაპოვნი იქნა ზოგიერთი ნახშირწყალბადები: ტრიაკონტანი ($C_{30}H_{62}$), გენტრიანკონტანი ($C_{31}H_{64}$), β -ფიტადიენი ($C_{20}H_{33}$), აგრეთვე მეთილის, ეთილის, ბენზოლის, β -ფენილეთილის სპირტები, მეთილის ეთერები: მირისტინის, ლაურილის და პალმიტინის მჟავები, რთული ეთერები ბენზილაცეტატი და β -ფენილეთილაცეტატის ტიპის. აქროლადი ფუძეების ფრაქციის ძირითადი წარმომადგენელი არის 2,3-დიპირიდილი. აღსანიშნავია, რომ ეთეროვანი ზეთების მთლიანი მასა ონიშის მიერ არ იქნა გაშიფრული, ვერ იქნა იდენტიფიცირებული მთავარი კომპონენტი. ამ მიმართულებით გამოკვლევები გრძელდება. მაღალმგრძობელობის მქონე გაზური ქრომატოგრაფირებით აქროლადი ნივთიერებების გამოკვლევა მიმდინარეობს ორთქლით გადადენის გარეშე, შესაძლოა ეს იყოს მიზეზი ისეთი ნივთიერებების ახლადწარმოქმნისა, რომელიც თამბაქოში არ მოიპოვება.

1962 წელს ჯონსის მიერ მიღებული იქნა ეთეროვანი ზეთები მსუბუქი რეჟიმის პირობებში: $38^{\circ}C$ ტემპერატურა და 6,5კპა (49 მმ ვ.წ.ს) წნევა. ნივთიერების შებოჭვას ახდენენ $70^{\circ}C$ -ის პირობებში. ეთეროვანი ზეთების ანალიზს აწარმოებდნენ გაზურ ქრომატოგრაფზე ტემპერატურული რეჟიმით $75^{\circ}C$ -დან $250^{\circ}C$ -მდე. იდენტიფიცირებული იქნა მნიშვნელოვანი რაოდენობის ნივთიერებები რომლებიც ნივთიერებათა სხვადასხვა კლასებს განეკუთვნებოდნენ

გაზური ქრომატოგრაფირებით იქნა გამოკვლეული ნეიტრალური ჯგუფის თამბაქოს ეთერზეთოვანი ნივთიერებები. დადგენილი იქნა სხვადასხვა თამბაქოს ეთეროვანი ზეთების ერთნაირი ხარისხობრივი შედგენილობა, მაშინ როდესაც ცალკეული კომპონენტები არსებითად განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან რაოდენობრივად. იდენტიფიცირებული იქნა ფურფუროლის სპირტი - ტოლუოლადლეჰიდი, ბენზოლაცეტატი, ნეოფიტადიენი და სხვა ნივთიერებები.

თამბაქოს ფოთოლშორის სივრციდან გამოყოფილი კომპონენტების გამოსაკვლევად იყენებენ მეთოდუკას, რომელიც ითვა-

ლისწინებს აზოტით ამ ნივთიერებების გამოდევნას და დამჭერში მათ კონდენსირებას, თხევადი აზოტის გამოყენებით. გაზურ ქრომატოგრაფიებით ნაპოვნი იქნა 37 ნივთიერება, რომელთა შორის იდენტიფიცირებული იქნა n - პენტანი, n - ვალერიანი და n - კაპრონის ალდეჰიდები, n, M და O ქსილენები.

თამბაქოს აქროლად ნივთიერებებზე და მათ გარდაქმნებზე სერიოზული გამოკვლევები ჩაატარა 1973 წელს ოსტინმა. მისი გადამუშავებისა და დაძველების დროს თამბაქოდან საანალიზო ნივთიერებებს გამოყოფდნენ CO₂-ის ნაკადში 85°C ტემპერატურაზე. ნივთიერებების დასაყოფად და იდენტიფიკაციისათვის იყენებდნენ გაზურ ქრომატოგრაფს და სპექტროფოტომეტრს. იდენტიფიცირებული იქნა: ბენზალდეჰიდი, პენტადეკანი, ბენზოლის სპირტი, სოლანონი, β -ფენილეთანოლი, გერანილაცეტონი, ჰეპტადეკანი და მნიშვნელოვანი რაოდენობით მარალმოლეკულური ნაჯერი ნახშირწყლები.

6.2 ფისები

განვიხილავთ რა ფისებს, უნდა ვიცოდეთ, რომ რაოდენობრივად თამბაქოში ფისები უფრო მეტია ვიდრე ეთეროვანი ზეთები. ა. შმუკის მონაცემებით ფისების რაოდენობა თამბაქოში მერყეობს დიდ შუალედში - 2-დან 17%-მდე. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ისინი აღმოჩენილი იქნა არომატული ტიპის თამბაქოებში - დიუბეკსა და სამსუნში. შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ ფისების რაოდენობა დამოკიდებულია იმ მეთოდის გამოყენებაზე, რომლითაც ის მიიღება. ა. შმუკის მიერ გამოთქმული იქნა მოსაზრება, რომ მაგ. პეტროლენის ეთერი -თამბაქოდან გამოწვლილავს შეფერილ ნივთიერებებს, ეთეროვან ზეთებს, ფისების ნაწილს, ნიკოტინის მარილებს და ცვილს; გოგირდის ეთერი - გლიკოზიდებს, ნიკოტინს, ფისების ნაწილს; ეთილის სპირტი - ნიკოტინის მარილებს, ნახშირწყლებს, ფისების ნაწილს და სხვა ნივთიერებებს; ბენზოლი - ფისებს, ცვილს, ნახშირწყალბადებს, ეთეროვან ზეთებს და სხვა ორგანულ ნაერთებს.

თუ თამბაქოს თანმიმდევრულად დავამუშავებთ ამ გამხსნელებით, გამხსნელებში გადაღის თანმიმდევრობით სხვადასხვა ნივთიერებები, რომლებიც სხვადასხვა კლასებს განეკუთვნებიან. ერთი ნიმუშიდან თანმიმდევრულად გამოწვლილული იქნა ნივთიერებები (%): ბენზოლით - 6,8, პეტროლეინის ეთერით - 0,09, გოგირდის ეთერით - 3,65, ეთილის სპირტით - 22,88.

წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გამხსნელის შერჩევა უნდა მოხდეს მკვლევარის წინაშე არსებული ამოცანის მიხედვით, ხოლო ამ დროს მიღებული მონაცემების განხილვისას უნდა იქნას მითითებული თუ რომელ გამხსნელს იყენებდა ფისების გამოსაწვლილვად.

ფისების საერთო რაოდენობის განსასაზღვრავად გამოიყენება მრავალი მეთოდი. ყველაზე მარტივი მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: დაქუცმაცებულ თამბაქოს კარგად ჩარეცხენ წყლით, ნარჩენს გამოაშრობენ აწონიან და ექსტრაქციას უტარებენ ბენზოლით. ექსტრაგირების შემდეგ თამბაქოს ნარჩენს ისევ აშრობენ და წონიან, ნარჩენის წონათა სხვაობით მსჯელობენ ფისების რაოდენობაზე. თამბაქოს წყლით წინასწარი დამუშავება თავიდან აგვაცილებს ნიკოტინის მარილების და სხვა წყალში ხსნადი ნივთიერებების ექსტრაქტში მოხვედრას.

თამბაქოს ფისებში შემავალი ნივთიერებების ქიმიური შედგენილობა.

ეს ჯგუფი გულისხმობს განსაკუთრებულად მრავალფეროვან და ხარისხობრივად რთულ ნივთიერებებს. საკმარისია ვთქვათ, რომ მას-სპექტროსკოპით მიღებულ ზოგიერთ ფრაქციაში აღმოჩენილია 300 კომპონენტზე მეტი ნივთიერება 250-დან 500-მდე მოლეკულური წონით.

თამბაქოს ფისების სავარაუდო დახასიათება მოცემული იქნა შმუკის მიერ 1930-იან წლებში. სხვადასხვა ქიმიური მეთოდებით გამოყოფილი იქნა ნივთიერებათა რამოდენიმე ჯგუფი, რომელთა ბუნება დადგენილი ვერ იქნა. იალტის დიუბეკის ფისების რაოდენობრივ შედგენილობაზე მონაცემები მოცემულია ცხრილში 12.

იალტის ღიშპაისის ფისების კომპონენტების შემადგენლობა, % მასიდან

გამოყოფილი ნივთიერება	აბსოლუტურად მშრალი თამბაქო	ფისები
უსაზღვრო ნახშირწყალბადები	0,46	6,7
მჟავები (C ₂₄ H ₄₁ O ₅)	0,41	6,0
ფისოვანი ეთერები და რეზენები	5,03	73,2
არ განსაზღვრულა	1,00	14,0
სულ	6,87	100,0

ა. შმუკმა შეძლო ეპოვა განსხვავება სხვადასხვა ნიმუშების ფისებს შორის: მჟაური რიცხვი იცვლებოდა - 27,5-დან 96,4-მდე, გასაპენის რიცხვი - 98,98-დან 316,9-მდე. ამავე დროს ნივთიერებების ხარისხობრივი მაჩვენებლები სხვადასხვა თამბაქოში ერთნაირია. ერთმანეთისაგან მხოლოდ რაოდენობრივად განსხვავდებიან. ეს დამაჯერებლად იქნა მოცემული გამოკვლევებში, რომელიც ტარდებოდა თამბაქოს და წვეკოს სამეცნიერო საკვლევ ინსტიტუტში (НИИТИМ) მას-სპექტროსკოპული, ქრომატოგრაფული და სპექტროფოტომეტრული მეთოდებით.

მნიშვნელოვანი მონაცემები ფისების შედგენილობის შესახებ შეიძლება მიეღოს 1960-იან წლებში ვ. ვ. ჩენიკოვმა, ე. ნ. შაპოვალოვმა, ი. კ. ცონევა კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის თამბაქოს ტექნოლოგიის კათედრაზე. მათ მიერ შესრულებული იქნა სამუშაოები, რომელიც უკავშირდებოდა თამბაქოს ფისების ფრაქციონირებას და მათი გავლენის შესწავლას თამბაქოს ბოლის არომატულობაზე.

ამ მიზნით თამბაქოს ფისების ნეიტრალურ ნაწილს ყოფნენ ცალკეულ ფრაქციებად ალუმინის ოქსიდიან ადსორბაციულ სვეტზე პეტროლეინის ეთერით. გამკლავებისას გამოიყოფოდა 9 ფრაქცია, ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავებული შეფერილობით. ზოლების შეფერილობა (ქვევიდან ზევით) იყო 1 - უფერო, 2 - მოწითალო ორანჟისფერი (ნარინჯისფერი), 5 - ღიმილისფერ-ყვითელი, 6 - კაშკაშა ყვითელი, 7 - ყავისფერი, 8 - ღია

ყავისფერი, 9-მუქი ყავისფერი; აღნიშნული ფრაქციები სეგტიდან ჩამორეცხილი იქნა განსხვავებული პოლარობის მქონე გამსხნელებით: პეტროლეინის ეთერი-ბენზოლი-გოგირდის ეთერი - აცეტონი.

ცხრილში 13 მოყვანილია მიღებული ფრაქციების თვისობრივი, ხარისხობრივი და რაოდენობრივი დახასიათება.

დადგენილი იქნა, რომ პირველი ფრაქცია წარმოდგენილია პარაფინის რიგის ნახშირწყალბადებით (n - ჰეპტაკოზანი, n - ჰეპტატრიაკონტანი და სხვა). დანარჩენ ფრაქციებში შედის მაღალმოლეკულური ტერპენოვანი რიგის ნივთიერებები, სპირტები და კეტონები. თითოეული ფრაქციის არომატულობაზე შემოწმება ხდებოდა ჩონჩხოვანი თამბაქოს ფოთოლზე მისი დაწვევებით. დეგუსტაციის შედეგად დადგენილი იქნა, რომ თამბაქოს ბოლის არომატულობას აუმჯობესებს მე-2, მე-3 და მე-5 ფრაქციების შეტანა ფოთოლზე.

ცხრილი 13

წისმებიდან გამოყოფილი ფრაქციების დახასიათება

გამსხნელი ელუირების სათვის	ფრაქციის ნომერი	შემცველობა, %		ფიზიკური მდგომარეობა	ფერი	სურნელება
		ფისების ნეიტრალიზაციის	თამბაქოს მშრალი ნივთიერებები			
1	2	3	4	5	6	7
პეტროლეინი ეთერი	1	15,7	0,61	მყარი ფირფიტები	უფერო	სუნის გარეშე
	2	1,3	0,05	"————"	მოწითალო-ორანჟისფერი	სუსტი ყვავილოვანი არომატით
ბენზოლი	3-4	8,8	0,34	საცხისებრი სითხე	ყვითელი მომწვანო ელფერით	მინდვრის ბალახის

1	2	3	4	5	6	7
	5	9,7	0,37	მყარი წვეთების აგრეგატები	ლიმონისფერ-ყვითელი	სუსტი ყვავილოვანი
გოგირდის თეთრი	6	39,5	1,52	საცხისებრი სითხე	კაშკაშა ყვითელი	ძლიერი ვარდის
	8	10	0,38	სქელი წებოვანი სითხე	ღია ყავისფერი	გამშრალი ხილის სუსტი არომატით
აცეტონი	7-9	8,6	0,32	იგივე	იგივე	იგივე
დანაკარგები		6,4	0,24			

თამბაქოს ფისების პირველი ფრაქციის დაწვრილებითი შესწავლის შედეგად გახჭრომატოგრაფიული მეთოდით, რომელიც ძირითადად შეიცავდა პარაფინის ნახშირწყალბადებს აღმოჩენილი იქნა 22 კომპონენტი ნორმალური და განტოტვილი აგებულებით, ნახშირბადატომები რიცხვით 17-დან33-მდე (ცხრილი 14). წამყვან ნახშირწყალბადებს წარმოადგენს ჰეპტაკოზანი, ნანოკოზანი და გენტიაკონტანი.

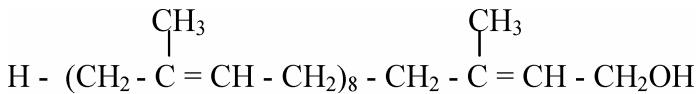
ცხრილი14

პარაფინოვანი ნახშირწყალბადების შემცველობა ზოგიერთი ჯიშის თამბაქოში, % პარაფინების სამართო რაოდენობიდან

ნახშირ- წყალბადები	მახვილ- ფოთოლა 45	პერემო- ქუცი 83	სამსუნი 959	დიუბეკი 44
1	2	3	4	5
n - C ₁₇	2,80	კვალი	1,8	1,05
n - C ₁₈	1,73	"-----"	1,35	1,01
n - C ₁₉	6,64	"-----"	1,95	7,23
n - C ₂₀	2,27	2,24	2,99	1,33
n - C ₂₁	2,71	1,58	2,34	1,60
n - C ₂₂	1,83	0,97	2,46	1,88
n - C ₂₃	1,98	1,79	1,93	2,00
n - C ₂₄	1,52	1,61	1,29	1,65
n - C ₂₅	3,91	3,60	7,44	3,47

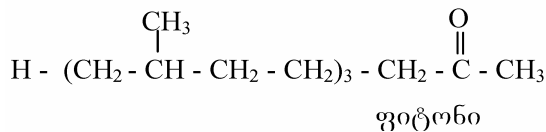
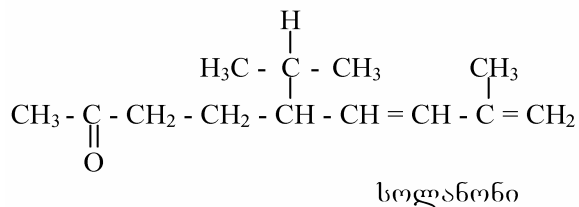
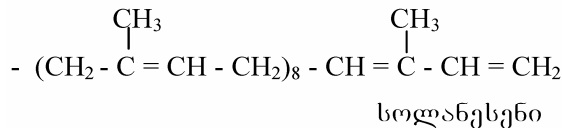
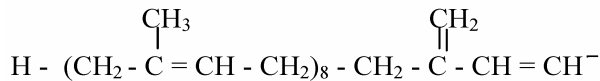
1	2	3	4	5
n - C ₂₆	2,11	1,45	1,88	2,50
n - C ₂₇	9,66	13,56	19,72	8,49
იზო - C ₂₈	0,51	0,10	0,32	2,11
n - C ₂₉	1,43	1,61	6,24	6,53
იზო - C ₃₀	2,11	9,41	3,14	6,12
n - C ₃₀	6,38	4,26	1,29	2,13
იზო - C ₃₁	5,97	2,08	9,95	7,00
n - C ₃₁	2,01	12,30	18,10	21,45
იზო - C ₃₂	8,00	27,80	4,90	6,09
n - C ₃₂	17,78	5,25	1,65	2,08
n - C ₃₃	7,47	5,21	3,73	7,28
საერთო რაოდენობა მგ/გ თამბაქოში	3,57	3,40	6,5	4,72

როდგმანის და კუკის გამოკვლევებით (1959 - 1965) დადგინდა თამბაქოს ფისების შედგენილობაში ნივთიერებათა დიდი ჯგუფი, რომელებიც მიეკუთვნებოდა ტერპენებს. მათ შორის ყველაზე მეტი რაოდენობრივი შემცველობით (0,4%-მდე) გამოირჩევა სოლანესოლის სპირტი:

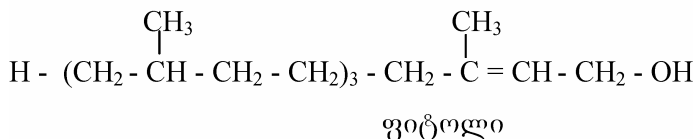
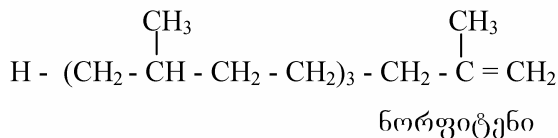
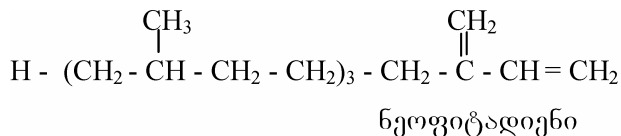


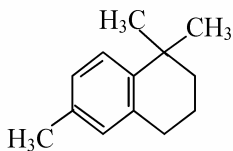
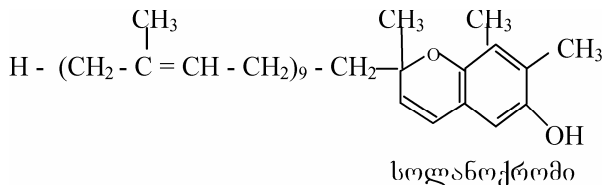
ეს ნივთიერება ფისების შედგენილობაში ნაპოვნი იქნა არა მარტო თავისუფალი სახით არამედ როგორც რთული ეთერები შემდეგი მჟავების პალმიტინის, ლინოლენის, ლენოლის, მირისტინის, ოლეინის და სხვ. მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით თამბაქოში სოლანესოლის სპირტის შემცველობა შეადგენს 0,03%-ს, რომელთა შორის ჭარბობს პალმიტინის მჟავის სოლანესოლის ეთერი (0,011%).

თამბაქოდან შეძლეს იდენტიფიცირება სოლანესოლის დაშლის პროდუქტების, როგორცაა - სოლანესენი, სოლანონი და ფიტონი.



ტერპენების ჯგუფში შედის აგრეთვე შემდეგი ნივთიერებები

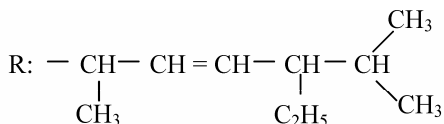
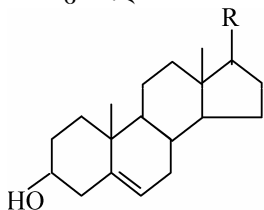




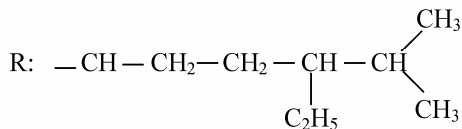
იონენი

ნეოფიტადიენი მონაწილეობს თამბაქოში 0,06 - 0,1% რაოდენობით მშრალ წონაზე გადაანგარიშებით.

თამბაქოს ფისებში აღმოჩენილი იქნა აგრეთვე ფიტოსტეროლების მნიშვნელოვანი ჯგუფი, რომელთა შორის არის სტიგმასტეროლი, β -სისტოსტეროლი, კამპოსტეროლი, γ -სისტოსტეროლი, ერგოსტეროლი, მეთილენოციკლოარტენოლი, ციკლოარტენოლი.

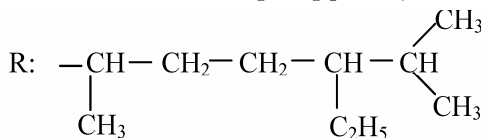


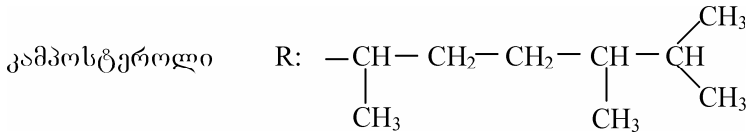
სტიგმასტეროლი



β -სისტოსტეროლი

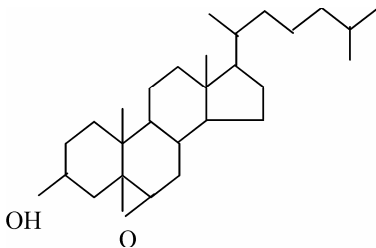
γ -სისტოსტეროლი





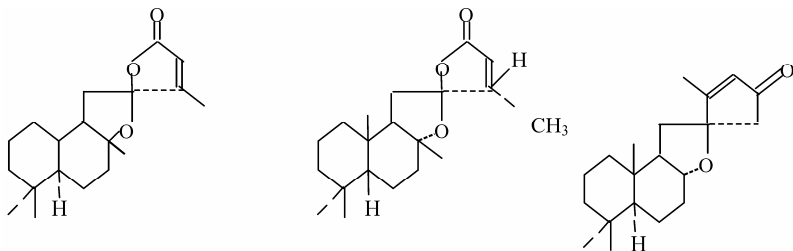
მოყვანილი ფორმულებიდან ჩანს, რომ ფიტოსტეროლი წარმოადგენს პოლიციკლურ ერთატომიან სპირტს, რომლის საფუძველს - წარმოადგენს ციკლოპენტენოფენანტრენის ჰიდრირებული ბირთვი. ეს უფერო კრისტალური ნივთიერებაა, რომელიც არ იხსნება წყალში და კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში. ისინი თამბაქოში მონაწილეობენ როგორც თავისუფალი სახით, აგრეთვე უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების ეთერების სახით. უმეტესი რაოდენობით თამბაქოს შემადგენლობაში იმყოფება β და γ ფიტოსტეროლები. მათი საერთო რაოდენობა თამბაქოს შემადგენლობაში მერყეობს 0,1%-დან 0,5%-მდე თამბაქოს ხარისხსა და დამუშავების წესზე დამოკიდებულებით.

თამბაქოს ფისებში აღმოჩენილია ეპოქსიდები, პეროქსიდები და ჰიდროპეროქსიდები. ამ ნივთიერებების ერთ-ერთი წარმომადგენელია α ეპოქსიქოლესტეროლი.

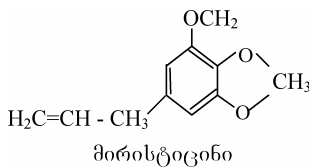


α - ეპოქსიქოლესტეროლი

ნაპოვნია აგრეთვე 1,3 - ბენზდიოქსოლი, მათ შორის მირისტინი და ლაქტინი, რომელთა შორის დიდ ინტერესს იწვევს ლევანტენოლიდები:



ლეგანტენოლიდები



კვლევები თამბაქოს ფისების შესასწავლად გრძელდება, სადაც მრავალ სიხსლევს შეიძლება ველოდოთ.

მინერალური და სხვა ნივთიერებები

თამბაქოს მცენარე თავისი განვითარების პერიოდში აგროვეებს მნიშვნელოვანი რაოდენობის მინერალურ (ნაცროვან) ნივთიერებებს, რომლებიც გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენენ თამბაქოს ბოლის ქიმიურ შედგენილობაზე. მინერალური ნივთიერებების ზემოქმედება ძირითადად გამოვლინდება თამბაქოს წვის პროცესის რეგულირების საკითხში.

7.1 მინერალური ნივთიერებები

თამბაქოს შემადგენლობაში ისინი წარმოდგენილი არიან ძირითადად ორგანული მჟავების მარილების სახით, რომლებიც წვისას წარმოქმნიან ნაცრის ძირითად მასას. არჩევენ ნაცრის ორ სახეს: ნედლი და სუფთა ნაცარი.

ნაცრის საერთო რაოდენობას, რომელიც რჩება თამბაქოს წვის შემდეგ, ნედლი ნაცარი ეწოდება. ის წარმოადგენს ნახშირმჟავას მარილების ნარეგს, მცირე რაოდენობით მინერალური მჟავების მარილებს, დაუწველი ნახშირისა და ქვიშის ნაწილაკებს, რომელიც ყოველთვის იმყოფება ფოთლის ზედაპირზე. სუფთა მინერალურ ნივთიერებებს (ნაცარს) განსაზღვრავენ საერთო ნაცრიდან ნახშირისა და ქვიშის გამოკლებით, რომელიც არ იხსნება 10%-იან მარილმჟავაში წყლის აბაზანაზე გაცხელებისას.

სუფთა ნაცრის რაოდენობა სხვადასხვა თამბაქოში დიდ ზღვრებში მერყეობს 7-დან 200%-მდე. თამბაქოს ნაცარში ჭარბობს კალიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის და გოგირდის მჟავების მარილები. რკინის, ალუმინის, ქლორის, სილიციუმის და ნატ-

რიუმის მჟავები თამბაქოში ძირითადად მცირე რაოდენობითაა. აღინიშნება ძირითადი კომპონენტების შემდეგი ცვალებადობა ნაცარში (%-ში ნაცრის საერთო რაოდენობიდან): CaO - 28-50, K₂O - 18-40, MgO - 1,5-15, P₂O₅ - 2-10, SiO₂ - 2,7-6. ზოგიერთ თამბაქოში აღმოჩენილია მნიშვნელოვანი რაოდენობა Fe₂O₃ და Cl, შესაბამისად 2-13 და 6-17% ნაცრის საერთო რაოდენობიდან.

აღნიშნულ ნაერთებთან ერთად თამბაქოს ნაცარში მოიპოვება აგრეთვე მიკროელემენტები. მათ რიცხვს მიეკუთვნება მანგანუმი (0,024-0,048% ნაცრის საერთო რაოდენობიდან), ბორი (0,044%-მდე), სპილენძი (საშუალოდ 0,035%), ხოლო იოდი (0,06-0,12). ძალიან მცირე რაოდენობით აღმოჩენილია დარიშხანი (0,0003-0,004%), აგრეთვე მოლიბდენი, ტიტანი, ცეზიუმი, ბარიუმი, ბერილიუმი, ნიკელი.

თანამედროვე სპექტრალური მეთოდების გამოყენებით იაპონელი მეცნიერების მიერ აღმოჩენილი იქნა თამბაქოში შემდეგი ცალკეული ელემენტები (მკვ. 1გ. თამბაქოზე): K - 26800-27100, Na - 870-890, Ca - 27500, Mg - 5100, Al - 630-930, Fe - 435-605, Mn - 190, Cu - 18-40, Pb - 21-84, Zn - 25-36, Ni - 2, Cr - 1,4, Ag - 7,1-26,4.

კათიონების დიდი რაოდენობა (Ca, Mg, K) შედიან ორგანული მჟავების შემადგენლობაში, მაგრამ ორგანულ მჟავებთან ერთად თამბაქოში მნიშვნელოვანი რაოდენობით გროვდება აზოტის მჟავა, აგრეთვე წარმოქმნის მარილებს მინერალური კათიონებით - ნიტრატებს. ნიტრატების შემცველობა ზოგჯერ შეიძლება იყოს ძალიან მაღალი და მიაღწიოს 6%-ს.

თავის კვლევებში ა. შმუკმა აღმოაჩინა, რომ მაღალი ხარისხის თამბაქოები შეიცავს მინერალურ ნივთიერებებს (ნაცარს) მცირე რაოდენობით, რომელიც მოცემულია ცხრილში 15.

ნაცროს შემცველობა სხვადასხვა ხარისხის თამბაქოში, %

თამბაქო	რაოდენობა	თამბაქო	რაოდენობა
ყუბანის მთის		ყუბანის	
№50	11,75	№30	15,04
№40	13,06	№20	15,33
№30	13,35	№10	17,96
№20	13,46	№5	18,19
№10	15,55		
სამსუნი აფხაზეთის		ყირიმის დიუბეკი	
პირველი ხარისხი	11,93	№40	13,40
მეორე ხარისხი	12,43	№30	13,86
მესამე ხარისხი	19,30	№20	15,19
		№10	15,82

შეიძლება აღინიშნოს, რომ თამბაქოში ნივთიერებების დაგროვება დამოკიდებული არ არის თამბაქოს ბოტანიკურ ჯიშებზე. გადამწვევტი მნიშვნელობა ენიჭება გარემო პირობებს, ძირითადად ნიადაგის შედგენილობას და მცენარის წყლით მომარაგებას ვეგეტაციის პერიოდში. ქლორის შემცველობა ისახლვრებოდა ნეფელომეტრით თამბაქოს წყლიანი გამონაწველილის AgNO₃-ის ხსნარის დამატების შემდეგ მონაცემები მოცემულია ცხრილში 16.

ცხრილი 16

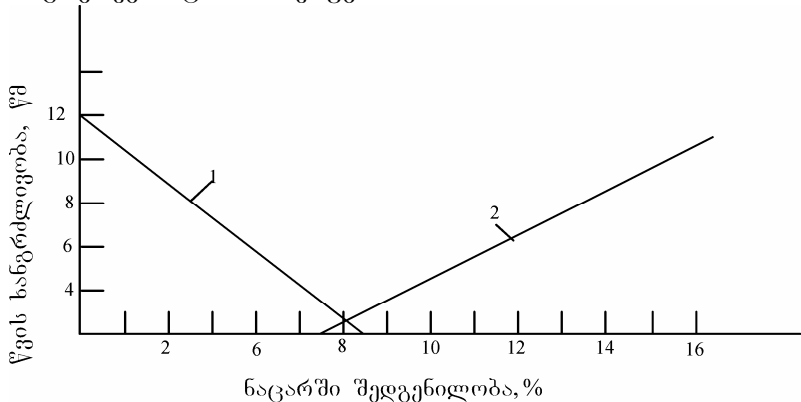
თამბაქოს სხვადასხვა ნიმუშებში ქლორის შემცველობა, %

თამბაქო	რაოდენობა	თამბაქო	რაოდენობა
სამსუნ 155		ტრაპიზონი 219	
I ხარისხი	0,306	II ხარისხი	0,606
II ხარისხი	0,255	III ხარისხი	0,975
III ხარისხი	0,535	სობოლჩესკი	
სამსუნ 417		I ხარისხი	2,040
IV ხარისხი	0,300	საიუბილეო 8	
		I ხარისხი	0,300

თავის დროზე ა. შმუკის მიერ დადგენილი იქნა მრავალი ექსპერიმენტის შედეგად მინერალური ნივთიერებების დამოკიდებულება თამბაქოს წვადობაზე (ამასთანავე ის მიუთითებდა, რომ წვადობაზე მოქმედებს აგრეთვე ორგანული ნივთიერებები.

მაგ. ორგანული გამხსნელებით თამბაქოს ექსტრაქციის შემდეგ ის იწვოდა სწრაფად, ფეთქებით და სწრაფადვე ქრებოდა). როგორც ჩანს, თითოეული მინერალური ელემენტი გარკვეულწილად დაკავშირებულია თამბაქოს წვადობასთან, ამასთანავე მნიშვნელოვანია ამ მიმართებით კალიუმი და ქლორი, ამასთანავე ნიტრატებიც.

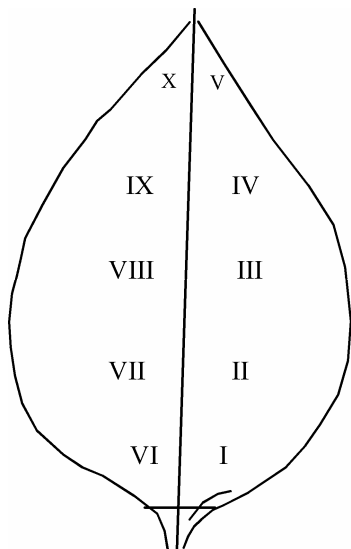
თამბაქოს წვისას, რომელიც მდიდარია ორგანული მჟავების ტუტე მარილებით, წარმოიქმნება კალიუმის კარბონატი, შედეგად ნაცარი დებულობს თეთრ შეფერილობას, როდესაც მიწის მეტალების ქლორიდებს შეიცავს ჭარბი რაოდენობით, ნაცარი შავი ფერისაა. რამდენადაც ქლორიდები ადვილადღლობადია ვიდრე კარბონატები, ისინი გარსშემოველებიან ნახშირის ნაწილაკებს, რაც აძნელებს თამბაქოს შემდგომ წვას და განაპირობებს აგრეთვე ნაცრის შავ ფერს.



ნახ. 3. წვადობის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ნაცარში ქლორის (1) და კალიუმის (2) შემცველობაზე

მე-3 ნახაზზე მოცემულია წვადობის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ნაცარში ქლორისა და კალიუმის რაოდენობასთან მოცემულ შემთხვევაში წვადობას აფასებენ თამბაქოს ფირფიტის თავისუფალი წვადობის უნართ: რაც უფრო დიდხანს იწვის, მით უკეთესია მისი წვადობის უნარი. თამბაქოს ფირფიტის ცალკეული უბნები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან

წვადობის უნართ (ნახატი 4, ცხრილი 17) მოცემული მაჩვენებლებით ჩანს, რომ ქლორი უარყოფით გავლენას ახდენს თამბაქოს წვადობაზე.



ნახ. 4 თამბაქოს ფოთლის ადგილები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან წვადობის უნართ

ხარისხის ეს მაჩვენებელი განისაზღვრება არა ნაცრის საერთო რაოდენობით, არამედ მასში არსებული მინერალური ნივთიერებების თანაფარდობით, რაც დასტურდება ჯენკენსის მონაცემებით, რომელიც მოცემულია ა. შმუეის მონოგრაფიაში (ცხრილი 18).

როგორც ცხრილი 18-დან ჩანს, კალიუმში აუმჯობესებს წვადობას, ამასთანავე ეს მოქმედება ნეიტრალდება ქლორის რაოდენობის გაზრდით.

ცხრილი 17

თამბაქოს ფოთლის ცალკეული უბნების ღანასიათემა

ფოთლის უბანი	წვადობის ხანგრძლივობა, წმ	ნაცრის შედგენილობა, %	ქლორის შედგენილობა	
			ნაცრის შემცველობა, %	გ-ში 100გრ.თამბაქოში
1	2	3	4	5
I	14	17,50	6,4	1,13
II	22	17,54	6,04	1,05
III	40	15,36	3,14	0,48
IV	32	16,30	2,90	0,47
V	45	15,50	1,75	0,27
VI	8	18,40	7,85	1,44
VII	20	16,65	6,29	1,05
I	2	3	4	5
VIII	40	15,50	3,55	0,50
IX	33	16,60	3,12	0,51
X	35	19,50	2,05	0,39

მიწერაღური ელემენტების ბაჰლენა თამბაქოს წვალობაზე

თამბაქოს ჯიშები	წვალობა	მშრალი თამბაქოს შემცველობა, %			
		კალიუმი	კირი	ქლორი	ნატრიუმის კარბონატი
ვისკონსინი	ძალიან კარგი	7,16	6,46	0,25	7,60
ჰაენა	კარგი	3,92	5,65	1,40	1,30
კონნექტიკუტი	კარგი	5,73	4,86	0,83	5,28
კონნექტიკუტი	კარგი	6,26	5,25	1,32	4,29
კონნექტიკუტი	კარგი	5,95	5,30	0,94	4,54
კონნექტიკუტი	სუსტი	5,02	5,45	1,36	3,46
კონნექტიკუტი	სუსტი	7,54	5,15	2,03	4,74

ამერიკელი მეცნიერები თვლიან, რომ თუ თამბაქოში ქლორის რაოდენობა 1%-ს აღემატება, ის არ ვარგა თამბაქოს ნაწარმის დასამზადებლად მისი ცუდი წვალობის გამო. აქედან გამომდინარე აგროქიმიკოსები რეკომენდაციას იძლევიან სასუქად გამოყენებული იქნას KCl-ის ნაცვლად K_2SO_4 .

თამბაქოს კარგი წვალობა ახასიათებს, თუ უმეტესი კათიონები მასში წარმოდგენილი არის ორგანული მჟავების მარილების სახით. თამბაქოს წვისას ეს ნივთიერებები გარდაიქმებიან ნახშირმჟავა მარილებად და ხშირად წარმოქმნიან მეტალთა ოქსიდებს (მაგ. MgO, CaO). ამგვარად ნაცრის ტუტიანობა, რომელიც გამოიხატება მილილიტრებში 0,1 N მარილმჟავას ხსნარით, 1 გ. ნაცრის გასანიტრალეზად, კარგ კორელაციაშია წვალობასთან: რაც უკეთესია წვალობა, მით მეტია ტუტიანობის მაჩვენებელი.

აზოტმჟავას მარილები, რომელიც ხშირად გროვდება თამბაქოში, შესაძლოა წვალობის კარგი მაჩვენებელი იყოს. ეს აიხსნება მასში ჟანგბადის მაღალი შემცველობით, რომელიც აღდგება ჟანგვის პროცესში. სამწუხაროდ ექსპერიმენტალური მონაცემები თამბაქოს ნიტრატების შემცველობასა და მისი წვალობის უნარის დამოკიდებულებაზე საკმარისად არ არსებობს.

ინტერესს იწვევს წვალობის განსაზღვრის შემდეგი მეთოდი: თამბაქოს ფოთლებს ჭრიან წვრილ ბოჭკოებად ჰორიზონტალურ

რად, შემდეგ მას ვერტიკალურად ჭრიან. თამბაქოს ნაწილაკებს ზომით 0,4-0,8მმ, ათავსებენ ჰილზებში (30 ფორმატის) მუდმივი ვიბრაციით. ამ დროს მიიღება პაპიროსი კარგი მონაცემებით მასისა და მოწვევისადმი წინააღმდეგობის მიხედვით. პაპიროსის მოწვევას აწარმოებენ მოსაწვევ მანქანაზე, რომელიც უზრუნველყოფს სტანდარტულ რეჟიმებს: მოწვევის (ნაფაზის) მოცულობა - 35მლ, მოწვევის დრო - 2წმ, პაუზა - 58წმ. მოწვევის (ნაფაზის) რაოდენობის მიხედვით, რომელიც არის საჭირო ერთი პაპიროსის სრულიად მოსაწვევად, მსჯელობენ თამბაქოს წვადობაზე.

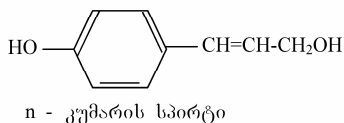
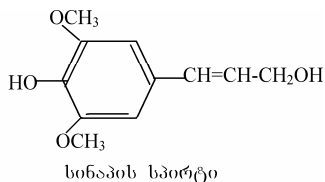
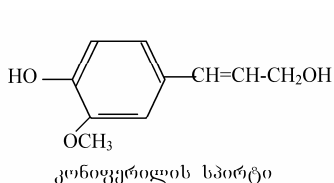
დიდი რაოდენობით ნიმუშების ანალიზმა აჩვენა, რომ ზოგიერთი ნაწილი არ იწვის შერჩეული რეჟიმის მიხედვით. ასეთი თამბაქოს ნარეგებში გამოყენება რასაკვირველია ამცირებს მოსაწვევი ნაწარმის ხარისხს. წვადობა ნიმუშების დიდ რაოდენობაში მერყეობდა საკმაოდ დიდ ზღვრებში 11-დან 18 მოწვევამდე ერთი პაპიროსის სრულ დაწვამდე. წვადობაზე მუდმივი კონტროლი აღნიშნული მეთოდით, იძლევა პაპიროსებისა და სიგარეტების ხარისხის გაზრდის საშუალებას.

ინტერესს იწვევს ზოგიერთი მინერალური ნივთიერების ელემენტების განსაზღვრა ტექნოლოგიური პროცესების შესასწავლად, რომელიც დაკავშირებულია მშრალი ნივთიერებების დანაკარგებთან (მაგალითად თამბაქოს შრობისა და ფერმენტაციის დროს). იმისათვის, რომ ზუსტად შევადაროთ ნივთიერების ქიმიური ცვლილებები, ყველა მომდევნო ანგარიშები უნდა ჩავატაროთ თამბაქოს უცვლელ ნაწილზე, რასაც წარმოადგენს მინერალური ნივთიერების კომპონენტები. ჩვეულებრივად ასეთი გაანგარიშებისათვის იყენებენ კალციუმს, რომელიც თამბაქოში საკმაოდ რაოდენობით არის. ამავე მიზეზით შესაძლოა რეკომენდირებული იქნას ფოსფორი. თამბაქოს სველი დანაცრების შემდეგ, ფოსფორს ანალიზს უტარებენ ფოტომეტრული მეთოდით, რისთვისაც იყენებენ ამონიუმის მოლიბდენმაჟვის ფერად რეაქციას. ამ მარტივმა მეთოდმა კარგი შედეგები მოგვცა სხვადასხვა თამბაქოს ანალიზის დროს.

72 ლიგნინი

განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს თამბაქოს შედგენილობაში ნივთიერებათა ჯგუფს, რომელსაც "ლიგნინს" უწოდებენ, რომელიც უპირველეს ყოვლისა მორფოლოგიურ გაგებას წარმოადგენს. ლიგნინი ეს ინკუსტრირებული ნივთიერებაა, რომელიც უჯრედის გარსის კონსტრუქციას ამაგრებს და რომელიც შედგება ამილოსაქარიდებისაგან და ავსებს გარსებს შორის სივრცეს. ლიგნინი აძლევს სიხისტეს უჯრედის კედლებს, შეკუმშვაზე, ღუნვაზე, დარტყმაზე, გამძლეობაზე. ლიგნიფიკაცია აძლიერებს ცელულოზის მასალის მდგრადობას მიკროორგანიზმების ზემოქმედებისადმი.

ქიმიური თვალსაზრისით ლიგნინის ქვეშ გულისხმობენ, ბუნებრივ პოლიმერულ პროდუქტებს, რომელიც მიიღება სამი ძირითადი ნივთიერების: კონიფერილის, სინაპის და n-კუმარის სპირტი ფერმენტატული დეჰიდროგენიზაციით და პოლიმერიზაციით.



ლიგნინის შედგენილობაში შედის მეთილის სპირტი, რომლის ნაწილი აეხლიჩება და გადადის თამბაქოს ბოლში. მეთანოლი ლიგნინში სხვანაირადაა შეერთებული ვიდრე პექტინოვან ნივთიერებებში. ამ ბოლო ნივთიერებებიდან ის ადვილად განთავისუფლდება გასაპვნივით ტუტეების მოქმედებისას, თუმცა ლიგნინიდან მოსახლეჩად ძლიერი მჟავებია საჭირო. ამ ნიშნის მიხედვით არჩევენ ლიგნინებს, რომელთაც ეხლიჩებათ მეთილის სპირტი 40-70%-იანი H₂SO₄-ის მოქმედებით. არსებობს მონაცემე-

ბი იმის შესახებ, რომ მეთილის სპირტის საერთო რაოდენობის შემცველობიდან თამბაქოში, ნახევარი იმყოფება მარტივი ეთერების ფორმით ლიგნინში, ხოლო დანარჩენი რთული ეთერის სახით პექტინში.

ლიგნინისათვის დამახასიათებელია ზოგიერთი ფერადი რაექციები, მაგალითად ფლოროგლუცინთან და HCl-თან აღინიშნება ინტენსიური წითელი შეფერილობა, ხოლო ანილინის მარილებთან - ყვითელი შეფერილობა.

ლიგნინის რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდი გულისხმობს თამბაქოს ფოთლის ბენზოლით წინასწარ დამუშავებას, შემდეგ სპირტით დამუშავებას და ბოლოს 70%-იანი გოგირდმჟავით დამუშავებას ცელულოზის მოსაცილებლად - ნარჩენის რაოდენობის მიხედვით მსჯელობენ ლიგნინის რაოდენობაზე. ა. შშუკის მიერ მიღებული მონაცემები სხვადასხვა თამბაქოსათვის მოცემულია ცხრილში 19.

ცხრილი 19

ლიგნინის შემცველობა თამბაქოში, %

თამბაქოს ჯიშ-ტიპი	რაოდენობა	თამბაქოს ჯიშ-ტიპი	რაოდენობა
ტრაპიზონი (ცხელი გასაღები)	3,45	სამსუნი (სოსუმი)	1,19
სამსუნი (ცხელი გასაღები)	2,46	პლატანა-არკადია (მაიკოპი)	0,75

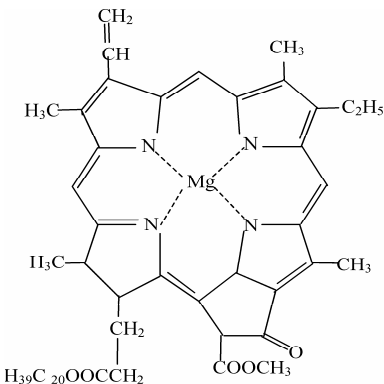
კრასნოდარის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის თანამშრომლების მიერ ჩატარებული იქნა გამოკვლევები ლიგნინზე, რომელიც მიღებული იქნა ჯიშ-ტიპ დიუბეკისაგან. გამოყოფილი იქნა 1,22% ლიგნინი შემდეგი შედგენილობით (%): C - 59,2, H - 6,96, O - 33,84. ნახშირბადატომის მაღალი შემცველობა და წყალბადის დაბალი შემცველობა მიუთითებს თამბაქოს ლიგნინის არომატულ ბუნებაზე. ეს დადასტურდა აგრეთვე არომატული ალდეჰიდების მონაწილეობით, ლიგნინის ნიტრობენზოლით დაჟანგვის შედეგად ტუტე არეში. ქაღალდზე ქრომატოგრაფირების მეთოდით აღმოჩენილი იქნა ნ-ოქსიბენზალდეჰიდები, ვანილინი და იასამნის ალდეჰიდი.

ლიგნინის ნიმუში, რომელიც მიღებული იყო დიუბეკიდან, გამოყენებული იქნა სადეფუსტაციო ანალიზისთვის. ნეიტრალურ თამბაქოზე ჯიშ-ტიპი ტრაპიზონი დაიტანებოდა ლიგნინის სპირ-

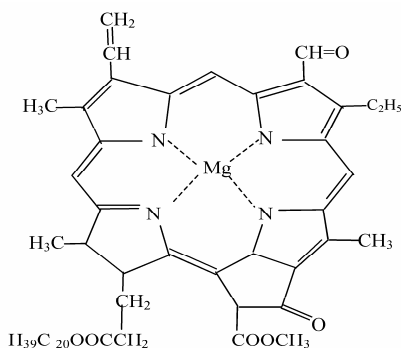
ტიანი სუსპენზია 1,2-2,4%-მდე კონცენტრაციით მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით. დეგუსტაციის შედეგად დადგენილი იქნა, რომ ლიგნინის დამატებისას თამბაქოს ბოლის არმატული თვისებები რამდენადმე უმჯობესდებოდა.

7.3 პიგმენტები

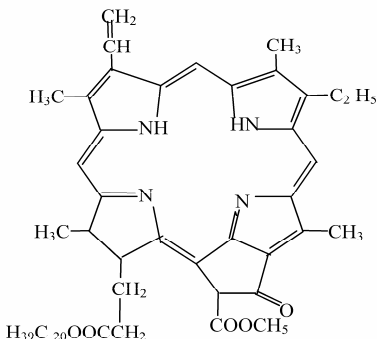
თამბაქოს ფოთლებში, ისე როგორც სხვა მცენარეების ფოთლებში, დაგროვებას იწყებს მწვანე და ყვითელი პიგმენტები. მათი სტრუქტურული ფორმულები წარმოდგენილია ქვემოთ:



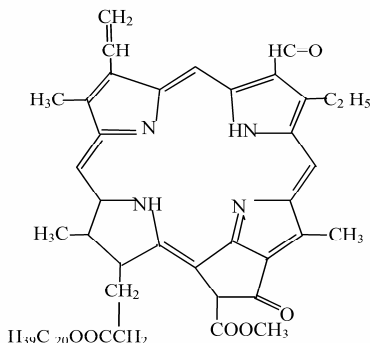
ქლოროფილი ა



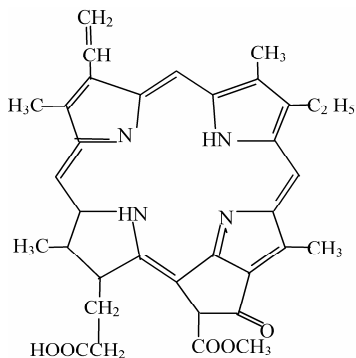
ქლოროფილი ბ



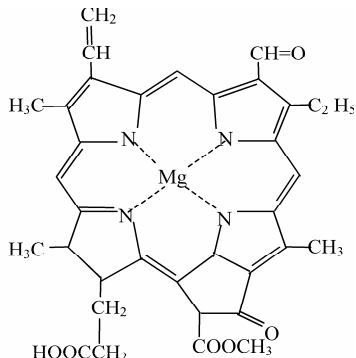
ფოფფეტინი ა



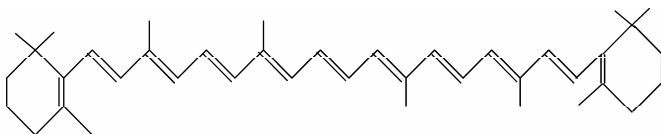
ფოფფეტინი ბ



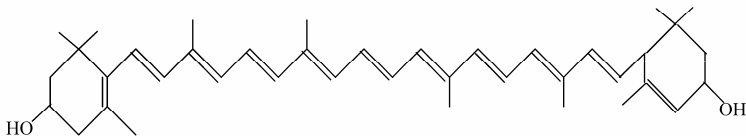
უეოფორბიდი ა



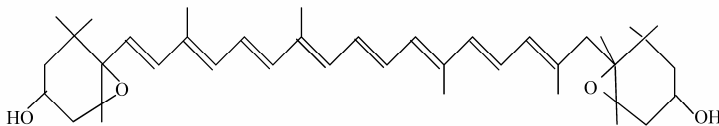
ქლოროფილი ბ



ბ-კაროტინი



ლუთეინი



ზეოქსანტინი

ქაღალდზე ქრომატოგრაფირებით აღმოჩენილი იქნა 6 ძირითადი პიგმენტი. მწვანე პიგმენტებიდან იყო: ქლოროფილი ა და ბ, ყვითელიდან - კაროტინი და ქსანტოფილი (ზეოქსანტინი, ლუთეინი).

შუა იარუსზე ტექნიკურად მწიფე ფოთოლში გროვდებოდა შემდეგი პიგმენტები (ცხრილი 20).

ცხრილი 20

სხვადასხვა ხარისხის თამბაქოს პიგმენტების შემცველობა, მგ/1000სმ³ - ფოთოლში

თამბაქო	ქლოროფილები			კაროტინოიდები		
	ა	ბ	ჯამი	კაროტინი	ქსანტოფილები	ჯამი
მახვილფოთოლა 2747	9,5	6,2	15,7	1,4	2,0	3,4
ტრაპიზონი 93	11,6	6,2	17,8	1,4	2,0	3,4
მერილანდი 2703	13,7	6,5	20,2	1,6	2,2	3,8

ჩაყვითლების დროს მიმდინარეობს პიგმენტების არსებითი კლება. ქლოროფილის დაშლის ხარისხი პირდაპირპროპორციულ კავშირშია ფოთლის ტექნიკურ სიმწიფესთან. ჩაყვითლების ერთი და იგივე დროის (72სთ) განმავლობაში ტექნიკურად უმწიფარ ფოთლებში ქლოროფილი 16-34%-ით, ტექნიკურად მწიფეში 53-59%-ით, მცენარის 1/3-ზე გაყვითლებულ ფოთლებში 70-100%-ით იშლება. ფოთლებში, რომლის 2/3 გაყვითლებულია, ქლოროფილი ჩაყვითლების მეორე დღესვე სრულად იშლება.

ქლოროფილის რაოდენობა მცირდება როგორც ქლოროფილი "ა"-ს ისე ქლოროფილი "ბ"-ს დაშლისას. ჩაყვითლების დასაწყისში ისინი ერთნაირად იშლებიან, ხოლო ბოლოს ქლოროფილი "ბ" უფრო სწრაფად იშლება.

ჩაყვითლებისას ყვითელი პიგმენტების რაოდენობაც მცირდება. ქლოროფილის სრული დაშლისას მათი რაოდენობა 31-64%-ით მცირდება. ამასთანავე ქსანტოფილი იშლება უფრო მეტი რაოდენობით ვიდრე კაროტინი.

თამბაქოს ფოთოლზე მწვანე უბნების არსებობა მიუთითებს ფოთლის ან ტექნიკურ უმწიფრობაზე, ან ჩაყვითლების ნაადრევ შეწყვეტაზე.

ქაღალდზე ქრომატოგრაფირების მეთოდის გამოყენებით განსაზღვრული იქნა არაფერმენტირებულ ფოთოლში პიგმენტების შედგენილობა, რომელთაც ნარჩენი მწვანე შეფერილობა გააჩნდა. აღმოჩნდა, რომ ფოთლებს, რომლებსაც სიმწვანე არ აქვს მონაწილეობს მხოლოდ სამი პიგმენტი: კაროტინი, ლუთეინი, ვიოლოქსანტინი და ა და ბ ქლოროფილის კვალი. სიმწვანის ზრდასთან ერთად იზრდება მასში პიგმენტების შემცველობა. მუქი მწვანე შეფერილობის ფოთლებში მონაწილეობდა ყველაზე ცოტა 12 პიგმენტი, კერძოდ კაროტინი, ფეოფეტინი ა და ბ, ლუთეინი, ვიოლოქსანტინი, ქლოროფილი ა და ბ, ნეოქსანტინი, ფეოფორბიდი ა და ბ, ქლოროფილი ა და ბ.

თამბაქოს ფერმენტაციის პერიოდში ქლოროფილები და ქლოროფილიდები სრულად იშლებიან. საფერმენტაციო ფოთლებს, რომელთაც სიმწვანის ელფერი არ გააჩნიათ მონაწილეობს მხოლოდ სამი პიგმენტი: კაროტინი, ლუთეინი და ვიოლოქსანტინი.

თამბაქოს, რომელსაც ფერმენტაციამდე სიმწვანე გააჩნდა აღმოჩენილი იქნა ფერმენტაციის შემდეგ ქლოროფილის დაშლის პროდუქტები: ფეოფეტინები ა და ბ, აგრეთვე ფეოფორბიდები ა და ბ. ამ ნივთიერებებს გააჩნიათ მიწისფერ-მონაცრისფრო შეფერვა და აძლევენ თამბაქოს ფერმენტირებულ ფოთოლს ზეითუნის ნაყოფის მუქ შეფერილობას, რომელიც ფერმენტაციამდე შენიღბულია უფრო ღია მწვანე პიგმენტებით.

მაშასადამე, პიგმენტების შედგენილობით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ თამბაქოს ფოთლის ადების და ადების შემდეგი ტექნოლოგიების ჩატარების სისწორეზე.

სასიგარე თამბაქოს, წიგოს, თესლევისა და ღეროების ქიმიური შეღბენილობა

8.1 სასიგარე თამბაქოეობი

მსოფლიოში სიგარების წარმოეობა და მოხმარეობა საკმაროდ მაღალ დონეზე დეას. სასიგარე თამბაქოეობი სასიგარეტე თამბაქოეობისაგან განსხვავდებოიან არა მარტო ჯიშ-ტიპების მიხედვით, არამედ მისი მოყვანა, მოწევისა და შემდგომი გადამუშავების ტექნოლოგიეობით. რის შემდეგ თამბაქო იძენს სპეციფიკურ გარეგნულ და მოსაწევეს თვისეობებს, რომელიც მხოლოდ სასიგარე თამბაქოს ახასიათებს.

პირველი მონაცემეობი სასიგარე თამბაქოს ცალკეული კომპონენტების შესახებ მოცემულია ა. ა. შმუკის მონოგრაფიაში. ამ თამბაქოეობისათვის დამახასიათებელია წყალში ხსნადი ნახშირწყლების (0,1-1%) დაბალი და ნიკოტინის (4,8%) მაღალი შემცველობა. სასიგარე თამბაქოეობში აღმოჩენილია აგრეთვე ქლოროგენის მუავა (4,5%) და სხვა ორგანული მუავეობი (ცხრილი 21).

ცხრილი 21

ორბანული მშავების შემცველობა თამბაქოში, %
შშრალ ნიშნითრეობაზე ბაღანბაროშეობით

თამბაქოს ჯიშ-ტიპი	მუავეობი		
	ვაშლის	ღიმონის	მუავუნის
ჰავანა	3,50	5,32	2,08
ბრაზილია	3,56	6,00	3,05
სუმატრა	4,95	6,40	2,50
ვირჯინია	6,20	2,81	1,80
მაკედონის	3,78	0,55	3,72
ბონსია	3,08	1,63	2,20

სასიგარე თამბაქოები მეთილის სპირტის დაბალი შემცველობით გამოირჩევა (0,012-დან 0,14%-მდე). თუ ყვითელ თამბაქოებში მისი რაოდენობა შეიძლება შეადგენდეს 0,6%-ზე მეტს, სასიგარე თამბაქოებში მისი რაოდენობა ძლიერი ბიოქიმიური გარდაქმნების გამო მცირდება, მოსავლის აღების შემდგომი გადამუშავებისას, ხდება მეთილის სპირტის მოხლეჩა და აქროლება, ამასთანავე ეს წარმოებს რთული ეთერული კავშირით შეკავშირებულ (პექტინთან) მეთანოლთან. მარტივი ეთერული კავშირები (ლიგნინში) იშლება ნაკლებად. ნაცრის შემცველობის საშუალო მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 22.

ცხრილი 22

ნაცრის ელემენტების შემცველობა თამბაქოში, %

სუფთა ნაცრის შემცველობა	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂	Cl
17,2 (საშუალო)	29,1	3,2	36,0	7,0	2,0	4,7	6,0	5,8	6,7
23,0 (მაქსიმუმი)	52,7	11,1	54,3	15,7	13,1	10,4	12,4	32,4	17,6
8,5 (მინიმუმი)	11,4	0,0	18,1	0,7	კმ- ლი	1,2	1,8	0,3	0,4

შედარებით თანამედროვე მონაცემები სასიგარე თამბაქოების შედგენილობის შესახებ მოცემულია ცხრილში 23. ისინი კიდევ ერთხელ მიუთითებენ იმაზე, რომ ძირითადი განსხვავება სასიგარე და სასიგარეტე თამბაქოებს შორის აღინიშნება ნახშირწყლებისა და აზოტშემცველ ნაერთებთან მიმართებაში, ხოლო დანარჩენი კომპონენტებისათვის არც თუ ისე შესამჩნევია.

სასიბარე და სასიგარეტო თამბაქოების ქიმიური შემადგენილობა,
% მშრალ ნივთიერებაზე ბაღაანბარით

კომპონენტები	სასიგარე თამბაქო	სასიგარეტე თამბაქო
ნაცარი	14,0	12,0
უჯრედანა	9,5	10,0
პენტოზანები	3,0	2,0
პექტინი	7,0	7,0
ფისოვანი ნივთიერებები	6,0	7,5
ტანინები (პოლიფენოლები, ფენოლმჟავები)	2,5	2,0
მუაუნმჟავა	2,0	2,0
აზოტშემცველი ნივთიერებები (ცილე- ბი, ამინომჟავები, ამიდები, ნიტრატები, ამიაკი, ალკალოიდი)	23,0	15,5
ნახშირწყლები (პოლი- და მონოშაქრე- ბი, სახამებელი, დექსტრინები)	1,0	28,0
ეთერში ხსნადი ორგანული მჟავები (ლიმონის, ვაშლის და სხვ.)	10,0	11,0
არაიდენტიფიცირებული ნახშირწყლები ორგანული მჟავები	7,0	8,0

8.2. ყ ე კ ო

მოსაწვევი პროდუქტის ერთ სახეს - *Nicotiana rustica* - წარმოადგენს. ადრე საკმაოდ გავრცელებული კულტურა, თანდათანობით კარგავს მასზე მოთხოვნებს, ამიტომ მისი წარმოება თანდათანობით მცირდება. მიუხედავად იმისა, რომ ის კარგავს კონკურენციის უნარს, როგორც მოსაწვევი საშუალება, ის შესაძლებელია გამოყენებული იქნას პერსპექტივაში როგორც ტექნიკური კულტურა ნიკოტინის და სხვა სასარგებლო ნივთიერებების მისაღებად.

წვეკოს შედგენილობა საკამოდ დაწერილებით არის აღწერილი მშუკის შრომებში. ცალკეული ნივთიერებების შემცველობით წვეკო ემსგავსება სასიგარე თამბაქოს. მასში მცირეა წყალში ხსნადი ნახშირწყლები (0,5-1%) და საკამოდ მნიშვნელოვანი რაოდენობით აზოტშემცველი ნივთიერებები.

წვეკო საკამოდ მდიდარია ნიკოტინით, ვიდრე საპაპიროსე თამბაქოები, არსებობს მონაცემები იმის შესახებ, რომ წვეკო ნიკოტინს მშრალ ამინდში უფრო მეტი რაოდენობით აგროვებს, ვიდრე წვიმიან ამინდში. მაგ. როდესაც ნიადაგში ტენშემცველობა იყო 30%, თამბაქოში აღმოჩნდა ნიკოტინი 4,1%, ხოლო 60% ფარდობითი ტენიანობის დროს - 29%. ცალკეულ შემთხვევებში წვეკოში ნიკოტინის შემცველობა 7-8% აღწევს. ცხრილში 24 მოტანილია შედარებითი მაჩვენებლები ნიკოტინის შემცველობაზე თამბაქოსა და წვეკოში, რომლებიც ერთნაირ პირობებში იყო მოყვანილი:

ცხრილი 24

ნიკოტინის შემცველობა თამბაქოსა და წვეკოში, %

სასუქი	თამბაქოს ჯიშ-ტიპი ტრაპიზონი	წვეკო ჯიშ-ტიპი		
		დალეში	ბრაზი- ლიური	ერბა- ხანტა
სასუქის გარეშე კომპოსტი	1,70	2,19	2,7	3,82
კომპოსტი და მინერალები	1,95	6,43	3,4	3,48
სასუქის დამატებით	2,32	8,32	3,4	5,22

ნიკოტინის მაღალი შემცველობა საშუალებას იძლევა წვეკოდან გამოყოფილი იქნას საწარმოო მნიშვნელობის ნიკოტინი.

წვეკო აგროვებს მნიშვნელოვანი რაოდენობით საერთო აზოტს და ცილებს (ცხრილი 25).

ცხრილი 25

წვეკოში აზოტის შემცველობა

მოყვანის ადგილ- მდებარეობა	საერთო აზოტი	ცილის აზოტი	ამინომჟაური აზოტი
ვორონეჟის მხარე	4,09	16,37	0,365
ბრიანსკის მხარე	3,47	13,56	0,778

განსაკუთრებულ ყურადღებას ინარჩუნებს წეკოს ორგანული მუავები, რომელიც დიდი ხნის განმავლობაში წარმოადგენდა ლიმონის მიღების წყაროს. ლიმონმუავეას შემცველობა წეკოში გაცილებით მაღალია ვიდრე თამბაქოში. ის იშვიათად არის 5%-ზე ნაკლები და საშუალოდ 7-8%-ს შეადგენს, ზოგჯერ 18%-მდეც ადის. წეკოში მუავების დაგროვება ძალიან მაღალია. წეკოს 1 ჰექტარიდან შესაძლებელია 300კგ ლიმონმუავეის მიღება, რაც დამოკიდებულია აგრეთვე აგროტექნიკურ და სხვა ღონისძიებებზე. ლიმონმუავეას მკვეთრი დაგროვება შეინიშნება ჰაერზე შრობის დროს, თუმცა გახანგრძლივებული ჩაყვითლების პროცესი მის შემცველობას ამცირებს. ინტერესს იწვევს ლიმონმუავეასთან ერთად ნიკოტინის დაგროვების საკითხი, რამდენადაც წეკო ორივე ამ ნივთიერების მიღების წყაროს წარმოადგენს. ცდებით დაადგინეს, რომ ორივეს ამ ნივთიერების დაგროვებას თავისი გზა გააჩნია.

წეკოს ფისების ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ის შეიცავს იგივე ნაერთებს, რასაც ჩვეულებრივი თამბაქო.

წეკოდან ფისების ექსტრაქციას აწარმოებდნენ ბენზოლით. ჩარეცხილი და გასუფთავებული ფისებიდან მიღებული იქნა ნახშირწყალბადების ფრაქცია რეზენები, ფისოვანი მუავები, ფენოლები, ეთერები, სპირტები (ცხრილი 26).

ცხრილი 26

წეკოს ფისების საერთო შემდგენლობა

ფრაქცია	150გ ფისების შედგენილობა, გ.	ფისების შედგენილობა, %
ცივ სპირტში ხსნადი (მუავები, რეზენები, ეთერები და ფენოლები)	108,00	72,00
ცხელ სპირტში ხსნადი (ნახშირწყალბადები)	37,60	25,06
სპირტში უხსნადი (ეტერში ხსნადი)	4,76	3,17

ამ ცხრილში წარმოდგენილი ფრაქცია დაყოფილი იქნა ცალკეულ ჯგუფებად, მაგრამ ინდივიდუალურ კომპონენტებად იდენტიფიცირებული არ იქნა.

თამბაქოსთან შედარებით, წვეკოში ეთერზეთები კვალის სახით არის. ნაცრის შემცველობით წვეკო ახლოს დგას საპაპიროსე თამბაქოებთან (ცხრილი 27).

ცხრილი 27

ნაცრის შიშვანილობა წვეკოში, %

ნაცრის ელემენტები	წვეკოს ხარისხები	
	უმაღლესი	უდაბლესი
ნელი ნაცარი	15,7-21,4	17,3-24,0
სუფთა ნაცარი	13,7-19,4	14,3-20,3
SiO ₂	0,5-2,7	0,6-3,4
Fe ₂ O ₃	0,2-1,8	0,7-1,9
CaO	4,7-8,3	4,8-7,6
MgO	0,5-1,7	0,4-1,6
SO ₃	1,2-3,0	1,3-24,0

ა. ა. შიშვის მიხედვით გოგირდის შემცველობა წვეკოს სხვადასხვა ნიმუშებში შეადგენს 0,4-1,3%, ამასთანავე მისი შემცველობა არის მინერალური ფორმით. ინტერესს იწვევს სხვადასხვა ჯიშის წვეკოს ქიმიური შედგენილობა (ცხრილი 28), რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ამ შედგენილობის მიხედვით.

ცხრილი 27

წვეკოს ქიმიური შიშვანილობა

ნივთიერებათა ჯგუფები	წვეკოს ხარისხი		
	კორნეის 2	"პესლეც" 39/84	მაღალმზარდი მწვანე
1	2	3	4
რედუცირებადი ნივთიერებები	1,2	1,8	1,7
წვალშისნადი ნახშირწყლები	არ არის	კვალი	არ არის
სახამებელი	არ არის	არ არის	არ არის

1	2	3	4
პექტინოვანი ნივთიერებები	2,10	2,90	2,40
ნიკოტინი	4,90	4,90	5,70
თავისუფალი ფუძეები	0,70	1,00	1,10
საერთო აზოტი	4,60	4,10	4,50
ცილოვანი აზოტი	2,70	2,10	2,00
ამიაკი	0,79	0,76	0,71
ამინომჟავები	0,33	0,23	0,16
ორგანული მჟავები	15,90	24,40	21,60
ლიმონის მჟავა	10,10	5,70	5,80

8.3 თამბაქოსა და წიკოს თესვები

თამბაქოს ადების შემდეგ რჩება ძალიან დიდი მასა (თითქმის ადებული მასის ტოლი) ღეროებისა, რომელთაც ჯერ-ჯერობით პრაქტიკული გამოყენება ვერ ჰპოვეს.

ნიკოტინი თამბაქოს მცენარეში არათანაბრადაა გადანაწილებული. ღერო გაცილებით ღარიბია ნიკოტინით ვიდრე ფოთლები. ა. შშუკის მონაცემები ნიკოტინის შემცველობის შესახებ თამბაქოს სხვადასხვა ჯიშის სხვადასხვა ღეროს ნაწილებში (%) შემდეგია: ზედა - 0,07-0,17, შუა - 0,08-0,2, ქვედა - 0,04-0,15.

ამ შედეგების ანალიზი აჩვენებს, რომ ნიკოტინი ღეროს ზედა ნაწილში უფრო მეტია ვიდრე სხვა ნაწილებში.

სხვა ლიტერატურული მონაცემებით ღეროში ნიკოტინის შემცველობა შეადგენს 0,208%-დან 0,625%-მდე, მაშინ როდესაც ფესვებში მისი რაოდენობა აღწევს 0,69%-ს. სასიგარე თამბაქოს ღეროებში უფრო მეტია ნიკოტინი, ვიდრე ყვითელი თამბაქოს ღეროებში (0,55%-მდე). რაც შეეხება წიკოს მცენარეს, მის ღეროებში ზოგიერთ შემთხვევაში აღმოჩენილია 0,88-1,3% ნიკოტინი. ამ ნიშნით წიკოს ღეროები მკვეთრად განსხვავდება თამბაქოს ღეროებისაგან.

მინერალური ნივთიერებები წიკოს ღეროში იმდენივეა რამდენიც ფოთოლში. განსხვავებულია მხოლოდ ზრდასრული მცენა-

რის ღერო, რომელიც 1-3 - 1-4-ით მეტს შეიცავს ნაცარს, ვიდრე ფოთლები. მონაცემები მოტანილია ცხრილში 30.

ცხრილი 30

სუშობა ნაცრის შემცველობა მცენარის სხვადასხვა ნაწილებში, %

მცენარის ნაწილი	სუფთა ნაცრის წილი, %	SiO ₂	Cl	SO ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
ღერო	4,54	0,50	2,94	3,84	2,53	1,18	22,71	9,70	54,59	4,26
ფოთლები	10,01	1,55	2,66	5,34	7,17	0,63	28,66	10,98	42,46	2,46

თამბაქოს ახალგაზრდა მცენარის ღერო აგროვებს 0,614% ნიტრატულ აზოტს, მაგრამ ყვავილობის პერიოდში ამ ფორმის აზოტი ეცემა 0,27%-მდე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წყეკოს ღეროს შედგენილობაში უჯრედანა და პენტოზანები. თუ თამბაქოს ფოთლებში უჯრედანას რაოდენობა შეადგენს 8-10%-ს, ღეროებში მათი რაოდენობა შედარებით მაღალია (ცხრილი 31). გ. კორჟენიკოვის მონაცემები თამბაქოს ორი ნიმუშის ღეროების შედგენილობის შესახებ მოცემულია ცხრილში 32.

ცხრილი 31

უჯრედანასა და პენტოზანების შემდგენილობა წყეკოსა და თამბაქოში, %

თამბაქოსა და წყეკოს ჯიშები	უჯრედანა	პენტოზანები
არკადია 92	34,91	18,71
დიუბეკი 44	26,48	22,44
ტიკკულაკი 235	31,16	17,04
სამსუნი 57	31,90	17,82
ამერიკანი 48	36,16	20,02
ტრაპიზონი 93	32,95	18,50
მწვანე ბაკუნი (წეკო)	32,54	19,11
მწვანე მალაღმზარდი (წეკო)	34,61	22,55

თამბაქოს ღეროების ქიმიური შედგენილობა, %

მაჩვენებლები	ღეროს ნიმუში	
	№1	№2
უჯრედანა	40,39	37,50
პენტოზანები	21,33	21,22
ლიგნინი	20,15	18,43
ბენზილსპირტიანი ექსტრაქტი	14,46	10,23
ნახშირწყლები წყლიან ექსტრაქტში	2,63	2,63
ნახშირწყლების საერთო რაოდენობა (გლუკოზაზე გადაანგარიშებით)	56,80	55,31
ნაცარი	6,14	4,18

ქიმიური შედგენილობის საშუალო მონაცემები ამერიკული თამბაქოებისათვის %-ში ქვემოთ:

საერთო აზოტი	1,03
ცილოვანი აზოტი	0,59
α-ამინური აზოტი	0,06
ნიკოტინი	0,37
რედუცირებული შაქრები	4,36
შაქრების ჯამი	6,13
პექტროლენის ეთერით	
ექსტრაგირებული ნივთიერებები	0,91
წლიანი ექსტრაქტის pH	4,98
სუფთა ნაცარი	4,49

ღეროს შედგენილობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ეს შესაძლებელია გამოყენებული იქნას როგორც უჯრედანით მდიდარი პროდუქტი. ა. შმუკი იძლეოდა რეკომენდაციას ღეროების ქაღალდის მიღების მიზნით გამოყენებას. თანემედროვე გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ღერო შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ალდგენილი თამბაქოს ბოჭკოს მისაღებად.

თამბაქოს წვის პროცესი

აკადემიკოსი ა. შმუკი მრავალჯერ მიოუთითებდა, რომ თამბაქოს ბოლი უნდა იყოს კვლევის ძირითადი ობიექტი. თამბაქოს ფიზიკო-ქიმიური თვისებების შესწავლის გარეშე თამბაქოს ტექნოლოგიაში მნიშვნელოვანი საკითხების გადაწყვეტა აზრს კარგავს. თამბაქოს ბოლის შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს, მაგრამ შედეგი იყო უმნიშვნელო. ეს იმით იყო განპირობებული, რომ ბოლის შედგენილობა საკმაოდ რთულია და დამოკიდებულია მოწვევის პირობებზე, შებოჭვის მეთოდებზე და ბოლის ანალიზზე, რომელიც არც თუ ისე სრულყოფილია.

თამბაქოს ბოლის შედგენილობის და თვისებების შესახებ ინფორმაცია მეცნიერულ დამაჯერებლობას იძენს მხოლოდ 1950-იანი წლების შემდეგ, როდესაც გამოყენებული იქნა მოსაწვევი მოწყობილობა, ბოლის დამჭერი, ქრომატოგრაფიული და სხვა ზუსტი მეთოდები თამბაქოს ბოლის ქიმიური ანალიზისათვის.

9.1 თამბაქოს წვის დროს ბოლის წარმოქმნა

წვის ზონას გააჩნია კონუსის ფორმა, რომლის ფუძე სიგარეტის დიამეტრს შეესაბამება. ფერფლის კონუსის სიმაღლე დამოკიდებულია ჰაერის მიწოდებაზე დროის ერთეულში, მოწვევისას ის იზრდება, პაუზის დროს მცირდება.

წვის ზონაში ტემპერატურა აღწევს 900°C-ს და მიწოდებული ჟანგბადის რაოდენობა არასაკმარისია სრული წვისათვის. წვის ზონაში ძირითადად წარმოიქმნება დაბალმოლეკულური პროდუქტები CO₂ და H₂O.

წვის ზონის მიღმა არის ფერფლწარმოქმნის ზონა სადაც მშრალი დისტილაციის შედეგად თამბაქოს მაღალ ტემპერატურაზე მადულარი ნივთიერებები ხვდებიან ჰაერის ნაკადში. ამრიგად წვის ზონაში ბოლი არ წარმოიქმნება დაფერფვლის ზონაში, ამ ზონაშივე წარმოიქმნება პიროსინთეზის შედეგად მაღალ-მოლეკულური ნივთიერებები, რომლებიც თამბაქოში არ იმყოფებიან. დისტილაციის და პიროსინთეზის პროდუქტები სწრაფად კონდენსირდებიან მცირე აეროზოლის ნაწილაკების სახით დაფერფვლის ზონის ახლოს (მილიმეტრის ზომაში). ასეთი ნაწილაკების წარმოქმნის ცენტრებს წარმოადგენს სხვადასხვა გვარის მტვრის ნაწილაკები, დამუხტული ნაწილაკები, თავისუფალი ნაწილაკები და ა. შ. ნივთიერებათა ნაწილი, რომელთა ორთქლს გააჩნია დაბალი დრეკადობა კონცენტრირდებიან აეროზოლის ნაწილაკებში, ხოლო აქროლადი ნივთიერებების ორთქლი და ჭეშმარიტი გაზები გარს შემოეყვებიან ამ ნაწილაკებს და ქმნიან ბოლის გაზურ ფაზას.

ბოლის ლაბორატორიულ პირობებში მიღება

ბოლის ფიზიკო-ქიმიური თვისებების შესასწავლად გამოიყენება მოწყობილობა, რომელიც საშუალო მწვევლზე არის მოდელირებული. ბუნებრივი მოწვევა ხასიათდება შემდეგი მახევენებლებით.

მოწვევის მოცულობა - ჰაერის რაოდენობა, რომელიც გაივლის სიგარეტში (წვის ზონა და პერანგი) მოწვევის პერიოდში, მლ-ში;

მოწვევის დრო - დრო, რომელიც საჭიროა მოსაწვევად, წმ-ში;

მოწვევის პროფილი - შეწოვილი ჰაერის შემოსვლა მოწვევის დროს;

მოწვევის ხასიათი - "ღია" ან "დახურული" დაფერფვლა, დამოკიდებულია იმაზე, მუნდშტუკი ეკონტაქტება თუ არა შემოსულ ჰაერს;

ნამწვის სიდიდე, მმ.

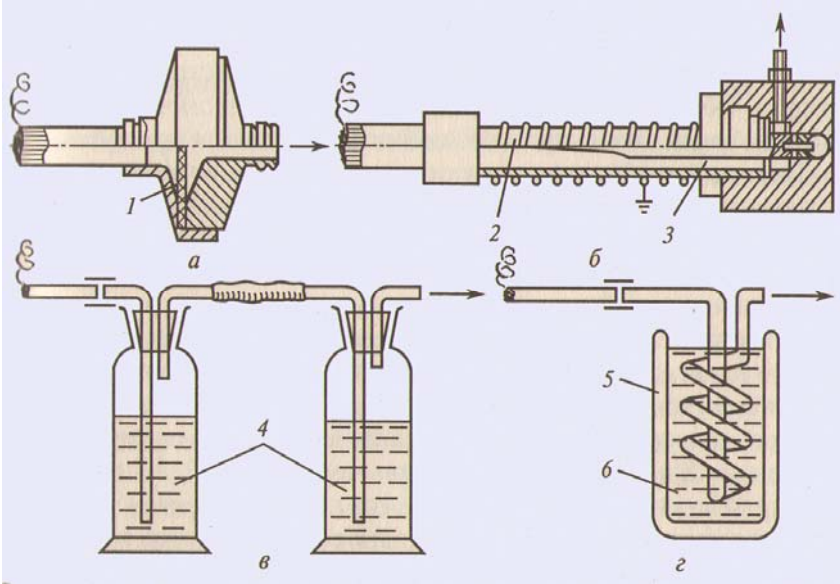
აღნიშნულ მონაცემებზე დამოკიდებულებით ბუნებრივი მოწვევის რეჟიმები საკმაოდ დაწვრილებით იქნა შესწავლილი.

მიმდინარეობდა ფარული და ღია დაკვირვება მწვეელის ხასიათზე სხვადასხვა პირობებში. მწვეელების ინდივიდუალური ხასიათი განსხვავებულია და მრავალი დაკვირვების შემდეგ გამოყვანილი იქნა მწვეელის მოქმედების საშუალო მაჩვენებელი: მოწვევის მოცულობა 35მლ, მოწვევის დრო - 2წმ, პაუზა - 58წმ, მოწვევის პროფილი სწორკუთხა, მოწვევის ხასიათი "ღია" და "დახურული" დაფერფვლა, ნამწვის სიგრძე – 23 მმ უფილტრო სიგარეტებისათვის და პლუს 8 მმ ფილტრის სიგრძე ფილტრიანი სიგარეტებისათვის.

ზემოთ აღნიშნული რეჟიმით მოწვევის პირობების დაცვა არის აუცილებელი პირობა, თამბაქოს ბოლის შესწავლის დროს ხელმისაწვდომი რეჟიმების მისაღებად. მოწვევის რეჟიმის სტანდარტული მოდელის შესაქმნელად ლაბორატორიაში გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის მოსაწვევი მოწყობილობა. ის იძლევა საშუალებას ერთდროულად აღებული იქნას 1-დან 30-მდე სიგარეტი, მუშაობენ ნახევრად ან სრულ ავტომატურ რეჟიმში, უზრუნვეყოფენ ბოლის სხვადასხვა ნაწილაკების დაჭერას, რომელიც სხვადასხვა პრინციპზე არის დამყარებული.

ბოლის გამოყოფა დარტყმითი ეფექტის საშუალებით

ბოლის გამოყოფის პრინციპი დამყარებულია აეროზოლის ნაწილაკების დაჭერით (მყართხევად ფაზაში), რომელსაც დამჭერში გაველისას (სურ. 5, ა) წინ რაღაც ეღობება ან ფილტრის ბოჭკოების სახით ან თავისთავად ერთმანეთის სახით. ამ დროს ნაწილაკები კარგავს თავის ენერგიას და ილექებიან. დამჭერებს შორის, რომელიც დამყარებულია ზემოთ აღნიშნულ პრინციპზე მეტი გავრცელება ჰპოვა კემბრიჯის ფილტრმა, რომელიც დამზადებულია მინის ბოჭკოებისაგან, რომელსაც დამატებული აქვს 5% შემაკავშირებელი აკრილის ტიპის მასალა. ასეთ ფილტრს უნარი აქვს შეაკავოს 99,9% აეროზოლის ნაწილაკები 0,6მკმ დიამეტრის მქონე. დამჭერებში მას იყენებენ დისკის ფორმის სახით. ფილტრის ნაკლს წარმოადგენს ის, რომ შეუძლებელია ზოგიერთი კომპონენტის შეუქცევადი აღსორბაცია და მათი გამოწველილვა შემდგომი ანალიზისათვის.



სურ. 5. თამბაქოს დამჭერების სქემები, რომელიც სხვადასხვა პრინციპზეა დაფუძნებული

a - ბოლის გამოყოფა დარტყმითი მეთოდით; ნ - ბოლის ელექტროსტატიკური დალექვა;

ბ - კომპონენტების გამსხნელი დაჭერა, რ - ბოლის გამოყოფა დალექვის მეთოდით; 1 - აეროზოლის ფილტრი, 2 - მინის მილი, 3 - მეტალური ელექტროდი - ნემსი, 4 - გამსხნელი ან რეგენტი, 5 - დიუარის ჭურჭელი, 6 - გამაცივებელი აგენტი.

ბოლის ელექტროსტატიკური დალექვა

ბოლის ელექტროსტატიკური დალექვის მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს - თამბაქოს ბოლი შედის მინის მილში (სურ. 5,a), რომლის შიგნით მოთავსებულია მეტალური ნემსი, რომელსაც მიეწოდება 15-25კვ - ძაბვა. ზევიდან დამჭერზე მოთავსებულია დამიწებისათვის მეტალური სპირალი. დამჭერში იქმნება ელექტროსტატიკური ველი. აეროზოლის ნაწილაკები იმუხტებიან და ილექებიან მინის მილის შიგა ზედაპირზე.

ბოლის კომპონენტების დაჭერა გამსხნელით. ბოლის დასაჭერად იყენებენ ბარბატიორებს (სურ. 5, B), რომელიც შევსებულია ორგანული გამსხნელებით, რომელიც დიდი რაოდენობით ბოლის კომპონენტებს იჭერს, ან შესაბამისი რეაგენტის გამსხნელით, რომლითაც გამოიყოფა საანალიზო ნივთიერებათა კლასი.

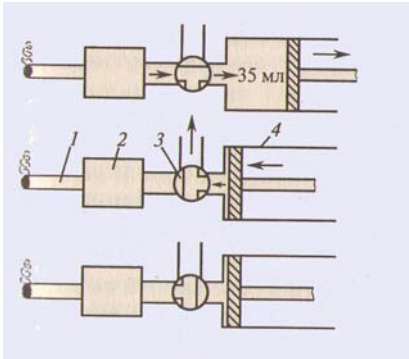
ბოლის გამოყოფა გაცივების მეთოდით. ეს პრინციპი დაფუძნებულია სპირალისებრი ან ბარბატიორების ტიპის დამჭერების გამოყენებაზე (სურ. 5, r). გასაცივებლად იყენებენ მშრალ ყინულს (მყარი ნახშირორჟანგი), თხევად ჰაერს. დამჭერები გამოიყენება გაზური ან მყარი ფაზის დასაჭერად.

კომბინირებული დამჭერების გამოყენება. ზოგიერთ შემთხვევაში გამოიყენება დამჭერები, რომელთა მოქმედების პრინციპები და კონსტრუქცია დაფუძნებულია ერთდროულად რამდენიმე ზემოთ აღწერილ ელემენტზე.

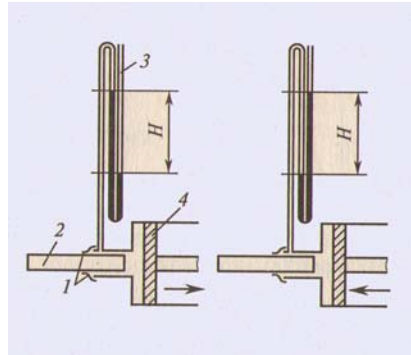
სიგარეტების მოწვევა. დღეისათვის ლაბორატორიულ პრაქტიკაში გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის და მწარმოებლობის მქონე მოსაწვევი აპარატები. ძირითადად ისინი შედგებიან: სიგარეტის დამჭერისაგან და ბოლის მოსაქაჩი მოწყობილობისაგან. სიგარეტის დამჭერი უნდა იყოს ჰერმეტიკული, რომ არ მოხდეს ჰაერის შეწოვა გარედან. ეს მიიღწევა ელასტიური რეზინის მემბრანის გამოყენებით, რომელიც უზრუნველყოფს მუნდშტუკის დეფორმაციის თავიდან აცილებას. სიგარეტში ჰაერის ნაკადის მიწოდება წარმოებს ან ვაკუუმ ტუმბოს (ჰაერის სინქარე იზომება როტამეტრით) საშუალებით, ან დგუშით, რომლის წინსვლით უკუსვლითი მოძრაობა უზრუნველყოფს ჰაერის შეწოვას და გამოდევნას (სურ. 6). ბოლის ნაკადის მიმართულების შეცვლას და მოწვევის რეჟიმის დაცვას დროის გარკვეულ მონაკვეთში ახორციელებენ ელექტრომაგნიტური ონკანის ან მექანიკური ონკანის საშუალებით.

სტაბილური და სანდო მონაცემების მიღებისათვის საჭიროა სიგარეტები მოწვევამდე წინასწარ იყოს მომზადებული. სიგარეტებს 48 სთ-ის განმავლობაში აყონებენ 21°C ტემპერატურასა

და 60% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. ახარისხებენ მასის მიხედვით (სიგარეტის საშუალო მასა ± 20 მგ), ირჩევენ მოწვევისადმი წინააღმდეგობის მიხედვით ($\pm 4\%$), მოწვევის წინააღმდეგობის საშუალო მაჩვენებელზე. ბოლო მონაცემის განსასაზღვრავად ჩვეულებრივად იყენებენ მოწვობილობას, რომელიც ზომავს წნევის დაცემას სიგარეტის ბოლოზე, სიგარეტის მოწვევისას მასში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარით 17,5 მლ/წმ (ნახ. 7), ღგუშის დიამეტრს და მისი მოძრაობის სიჩქარეს ირჩევენ ისე, რომ ცილინდრის დიაფრაგმის ღრეჩოში გადიოდეს ან შეიწოვებოდეს 17,5მლ/წმ-ში ჰაერი.



ნახ. 6. ცილინდრული ღგუშოანი ტიპის მოსაწვევი მოწვობილობა
1 - სიგარეტი, 2 - დამჭერი,
3 - ნაკადების გადამრთველი, 4 - ღგუში



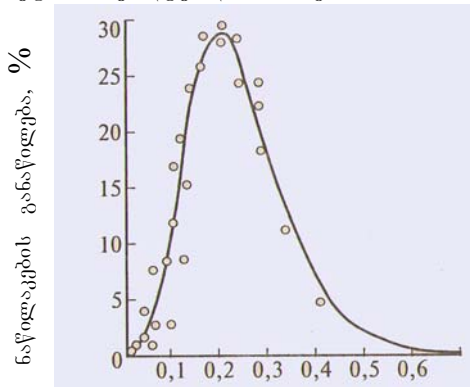
ნახ. 7. მოსაწვევი ნაწარმის და ფილტრების მოწვევისადმი წინააღმდეგობის სიდიდის გამზომი მოწვობილობა. 1 - ელასტიური დიაფრაგმა, 2 - სიგარეტი 3 - წყლის მანომეტრი, 4 - ღგუში.

მოსაწვევ ნაწარმს რიგრიგობით ათავსებენ დიაფრაგმის ღრეჩოში და მანომეტრის შკალით აფიქსირებენ ჭარბ წნევას ან გაიშვიათებას ცილინდრში - ეს მაჩვენებლები ახასიათებენ მოწვევის წინააღმდეგობის სიდიდეს H-ს.

9.2. თამბაქოს ბოლის ფიზიკო-ქიმიური მაჩვენებლები

თამბაქოს წვის ტემპერატურა. ტემპერატურის გაზომვის სიზუსტე მით მეტია, რაც ნაკლებია თერმო წვეილის დიამეტრი. 0.05 მმ დიამეტრიანი თერმოწვეილით ტემპერატურის გაზომვისას აღმოჩნდა, რომ წვის ზონაში ტემპერატურა 850-900°C არის, ამასთანავე თამბაქოს ჯიშ-ტიპი, ტენიანობა და მოწვევის მოცულობა მასზე მნიშვნელოვან გავლენას ვერ ახდენენ. აღსანიშნავია, რომ პაპიროსებისა და სიგარეტების წვის ზონის ტემპერატურა ერთნაირია. პაუზის პერიოდში წვის ზონაში 50°C-ით ეცემა.

ბოლის აეროზოლის ნაწილაკების ზომა და რაოდენობა. ელექტრული მიკროსკოპის ქვეშ შესაძლებელია დავინახოთ, რომ თამბაქოს ბოლის აეროზოლის ნაწილაკებს სფეროს ფორმა აქვს. ამ ნაწილაკების განაწილების და დიამეტრის განსაზღვრა საკმაო სირთულეს წარმოადგენს. ნახაზზე 8 წარმოდგენილი მონაცემების მისაღებად გამოყენებული იქნა შემდეგი მეთოდიკა. სიგარეტის ბოლს აზავებდნენ ჰაერით 300-ჯერ და ცენტრიდანულ ველზე ყოფდნენ ნაწილაკების დიამეტრის მიხედვით. იმავდროულად ითვლიდნენ მათ რაოდენობას. 1 მლ ბოლში, რომელიც იყო სხვადასხვა თამბაქოსგან მიღებული, ნაწილაკების ზომა მერყეობდა $3,01 \cdot 10^9$ -დან $3,25 \cdot 10^9$ -მდე. მათი საშუალო დიამეტრი შეადგენდა 0,23მკმ.



ნაწილაკების დიამეტრი, მკმ

ნახ. 8. ბოლის ნაწილაკების დამოკიდებულება მის დიამეტრთან

სხვადასხვა თამბაქოს ბოლის ანალიზით დადგინდა, რომ ნაწილაკების საშუალო დიამეტრმა შეადგინა 0,20 - 0,22 მკმ და ძალიან მცირედ არის დამოკიდებული მის ტენიანობაზე და სიგარეტში თამბაქოს მასაზე, მოწვევის დაწყებაზე, მოცულობაზე და მოწვევის ნომერზე.

1 მლ-ში ბოლის ნაწილაკების რაოდენობა არ არის დამოკიდებული მოწვევის მოცულობაზე, მაგრამ კანონზომიერად იზრდება, მოწვევის ნომერთან ერთად $2,24 \cdot 10^9$ -დან $4,31 \cdot 10^9$ -მდე და მცირდება სიგარეტში თამბაქოს მასის ზრდასთან ერთად. თამბაქოს ტენიანობის ზრდასთან ერთად 3,6-დან 20,4%-მდე ნაწილაკების რაოდენობა მცირდება $4,66 \cdot 10^9$ -დან $1,65 \cdot 10^9$ -მდე.

ბოლის აეროზოლის ნაწილაკების ელექტრული მუხტი. თამბაქოს ბოლი შედგება სამი ტიპის აეროზოლის ნაწილაკებისაგან: ნეიტრალური, დადებითი და უარყოფითი მუხტის მქონე ნაწილაკებისაგან. ლიტერატურაში გვხვდება ერთმანეთის გამომრიცხავი მონაცემები ნაწილაკების რაოდენობის შესახებ. ასე მაგ. ხოლმესი (1959) გვიჩვენებს, რომ თამბაქოს აეროზოლის მთლიანი რაოდენობა ნეიტრალურია, აქედან 40%-მდე ნაწილაკებს გააჩნიათ დადებითი მუხტი, ხოლო 30%-ს - უარყოფითი. უმეტეს დამუხტულ ნაწილაკებს გააჩნიათ 1-დან 10-მდე ელემენტარული მუხტი. ნორმანი (1965) აგრეთვე გვიჩვენებს, რომ ბოლი ძირითადად ნეიტრალურია, მაგრამ დამუხტული ნაწილაკების რაოდენობა 44,6% რაც გაცილებით მეტია ვიდრე ხოლმესმა დადგინა. თითქმის 48% დამუხტულ ნაწილაკებს გააჩნდათ მხოლოდ ელემენტარული მუხტი. ერკსლენის (1966) მიხედვით თამბაქოს აეროზოლის დამუხტული ნაწილაკები 3%-ს არ აჭარბებს, ამასთანავე ნამწვის შემცირებასთან ერთად საერთო მუხტის პოლარობა სინუსოიდალურად იცვლება.

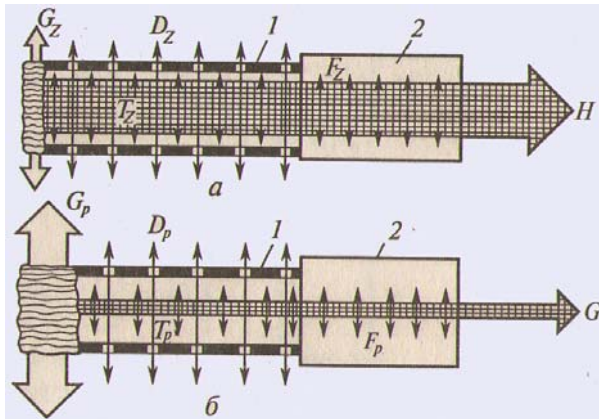
ეს არაერთგვაროვანი მონაცემები იმაზე მიუთითებს, რომ საკითხი სრულყოფილად არ არის შესწავლილი და შემდგომ გამოკვლევებს საჭიროებს.

თამბაქოს ბოლის pH. თავის დროზე ა. შმუკის მიერ დადგენილი იქნა, რომ ყვითელი თამბაქოს ბოლს გააჩნია მჟავე რეაქცია, ხოლო შავს - ტუტე რეაქცია.

თამბაქოს ბოლის pH-ის განსაზღვრის მეთოდები დაფუძნებულია იმაზე, რომ ბოლს ბოჭავენ ან ხსნარში ან ფილტრზე (შემდგომი გამორეცხვით), შემდეგ განსაზღვრავენ ჩვეულებრივი არსებული მეთოდებით. პრინციპულად ახალი მეთოდი, რომელიც ამერიკელმა მეცნიერებმა შეიმუშავეს იმსახურებს ყურადღებას, რომლის მიხედვით ელექტროდებს უშუალოდ ათავსებენ აეროზოლში და საზღვრავენ pH-ს მოწვევიდან მოწვევამდე. სხვადასხვა ნიმუშებში თამბაქოს ბოლის pH მერყეობს 5,66-დან 7,76-მდე.

9.3. თამბაქოს ბოლის ნაკადები

მწვეელის ორგანიზმში თამბაქოს წვის შედეგად წარმოქმნილი ბოლის მხოლოდ ნაწილი ხვდება. მნიშვნელოვანი ნაწილი იფანტება ირგვლივ ატმოსფეროში, ამ პროცესების არსის ახსნას გააჩნია პრაქტიკული ინტერესი, თამბაქოს გამოსავლიანობის მიმართული რეგულირების მიზნით. ბოლის წარმოქმნა და ნაკადად მიმართვა ნაჩვენებია ნახაზზე 9. განვიხილავთ მას დაწვრილებით.



ნახ. 9. თამბაქოს ბოლის ნაკადების ფორმირება მოწვევის (ა) და პაუზის (ბ) დროს: 1 - სიგარეტი, 2 - ფილტრი.

მთავარი ნაკადი - H ფორმირდება ბოლისაგან, რომელიც რჩება მუნდშტუკის ბოლოს, მოწვევის დროს. მხოლოდ ეს ბოლი ხვდება ადამიანის ორგანიზმში და შეიბოჭება აგრეთვე დამჭერებში მოსაწვევ მანქანში. წვის ნაკადები G_z და G_p წარმოადგენს ბოლს, რომელიც იფანტება ატმოსფეროში სიგარეტის ბოლოდან მოწვევისა და პაუზის დროს. ვიზუალურად მისი დაკვირვება ადვილი შესაძლებელია.

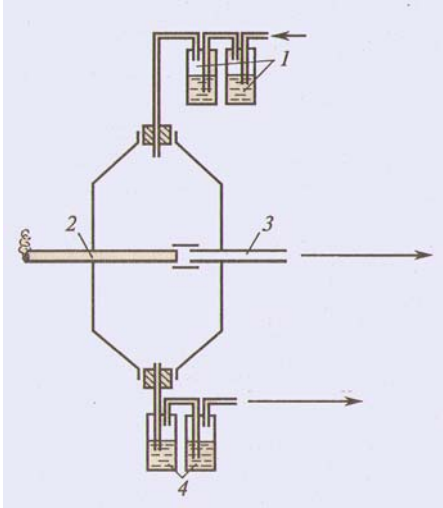
დაფერფვლის ნაკადი G - წარმოიქმნება პაუზის დროს. ექსპერიმენტულად დადგენილი იქნა, რომ ნამწვის სიგრძის შემცირებასთან ერთად იზრდება დანაცრების ნაკადი და მოცულობა, რაც მეტია სიგარეტის წინააღმდეგობა მით ნაკლები ხდება G. ფილტრის არსებობა მნიშვნელოვნად ამცირებს ამ ნაკადის წარმოქმნას.

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ეფუზიის ნაკადი D_z . მოწვევის დროს სიგარეტის შიგნით ჰაერი ხვდება არა მარტო წვის ზონიდან, არამედ სიგარეტის ქაღალდის ფორებიდან, ერთდროულად მიმართული ჰაერის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ, ფორებიდან ქროლდება ბოლის ძირითადი ნაკადის კომპონენტები. როგორც ჩანს, ამის საფუძველია ბროუნის მიხედვით მოლეკულების და ნაწილაკების მოძრაობა

ზოგირთ ნაშრომებში ირიბად იქნა დამტკიცებული CO, CH_4 -ის და H_2 -ს დაკარგვა სიგარეტის ქაღალდის ფორების საშუალებით, მოწვევის დროს. პირდაპირი გზით ეს დადგენილი იქნა რუსეთის თამბაქოს და წვეოს სამეცნიერო საკვლევ ინსტიტუტში. სურ. 10. ნაჩვენებია სქემა, რომელიც გამოყენებული იქნა ექსპერიმენტის დროს.

სიგარეტს ეწეოდნენ უწყვეტნაკადურად. იმავედროულად საკანში ჰაერის სუსტ ნაკადს უშვებენ, რომელსაც ეფუზიის ნაკადის კომპონენტები შეაქვს ბარბაციორებში, რომელიც საშუალებას იძლევა დაიჭიროს კარბონული ნაერთები, HCN და სხვა კომპონენტები. ყველა ეს ნივთიერებები აღმოჩენილი იქნა დამჭერებში, რაც აჩვენებს და ადასტურებს ეფუზიის D_z ნაკადის არსებობას. პროცესები, რომელიც დაკავშირებულია ნაკად-

თან D_p მცირედ შესწავლილია. ზოგადად ბოლის აქროლება სიგარეტის ქაღალდის ფორებიდან პაუზის დროს სრულად შესაძლებელია თეორიულად და დადასტურებულია ექსპერიმენტულად.



სურ. 10. ეფუზიის ნაკადის დამჭერი მოწყობილობის სქემა.
 1 - პაერის გამწმენდი ბარბაციორები,
 2 - სიგარეტი, 3 - მილი,
 4 - საანალიზო ნიმუშის დამჭერი ბარბაციორები.

ბოლის ნაკადის ის ნაწილი, რომელიც ქროლდება ატმოსფეროში, უწოდებენ თანმდევ ნაკადს $N = G_p + G_z + D_p + D_z + G$ (დახურული მოწვევისას $G = 0$) თამბაქოს ბოლის მთლიანი რაოდენობის ბალანსში გათვალისწინებული უნდა იქნას, ბოლი შეკავებული თამბაქოს ბოჭკოების (შტრანგი) მიერ T და ფილტრის მიერ F . უნდა განვსხვავოთ დაღეჭილი ბოლისა მოწვევის და პაუზის დროს, რამდენადაც ბოლის თავისებურება და შედგენილობა ამ შემთხვევაში დისტილიაციის და რედისტილიაციის გამო იცვლება. ჯერ-ჯერობით ვერ შეძლეს რაოდენობრივად განისაზღვროს ბოლის ის რაოდენობა, რომელიც დაჭერილი იქნა მოწვევის დროს T_z და F_z და პაუზის დროს T_p და F_p .

ამიტომ მიზანშეწონილია ბოლის ნალექი გამოვეყოთ მთლიანად ბოლიდან, ძირითადი და თანმდევი ბოლის ნაკადთან ერ-

თად, მაშინ ბოლის საერთო გამოსავლიანობა სიგარეტის წვის დროს იქნება:

$$R=H+T+F+N \text{ (უფილტრო სიგარეტებისათვის } F=0)$$

ბოლის მთავარი ნაკადის მიზანმიმართული ცვლილება შეიძლება მოხდეს ბოლის გადანაწილებისას, როდესაც $R = const$ და ბოლის საერთო რაოდენობის ცვლილება, როდესაც $R \neq const$.

თამბაქოს ბოლის ქიმიური შედგენილობა

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს მთავარი ნაკადის - H -ის ქიმიური შედგენილობა. რამდენადაც ის განაპირობებს მოსაწვევი ნაწარმის ხარისხს. ნაკადის H შედგენილობას ახასიათებს ცხრილი 33-ის მონაცემები.

ცხრილი 33

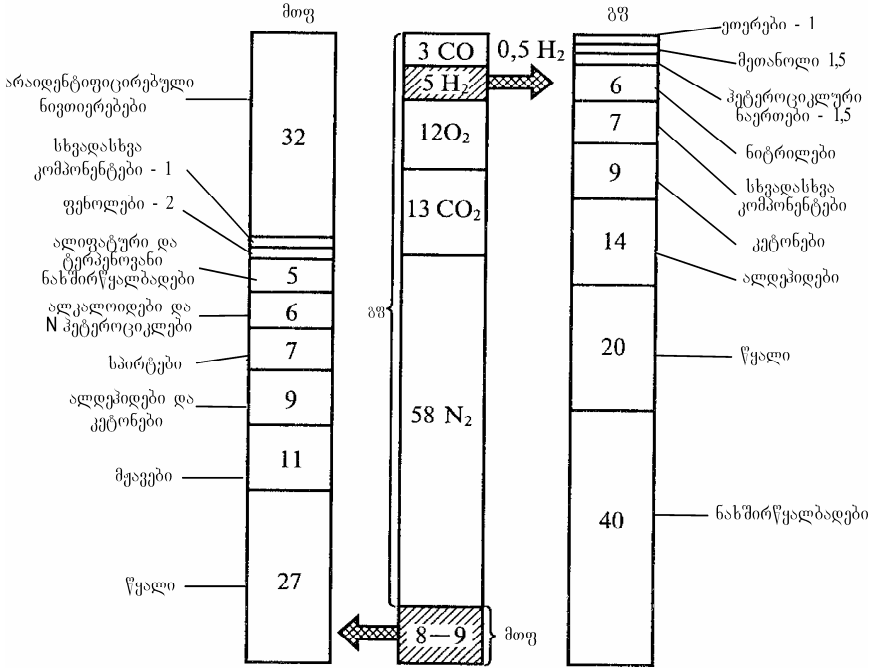
თამბაქოს ბოლის მთავარი ნაკადის შედგენილობა

კომპონენტები	შედგენილობა	
	მგ/სიგარეტზე	%
ჰაერი	289,8	57,9
ნარჩენი აზოტი	74,4	15,5
გაზური ფაზა	97,8	19,6
მყარტხევადი ფაზა	40,6	8,2

მყარტხევადი (მთფ) და გაზური ფაზის (გფ) ქიმიური შედგენილობა მოცემულია სურათზე 11.

თამბაქოს ბოლის ანალიზის დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მყარტხევადი ფაზის საერთო რაოდენობის განსაზღვრას, განსაკუთრებით კი უწყლო ნაწილს - მშრალ კონდენსატს. კონდენსატში წყლის განსასაზღვრავად რამოდენიმე მეთოდი არის შემუშავებული. უფრო ხშირად გამოიყენება ფიშერის მეთოდი, ინფრაწითელი სპექტროსკოპია და გაზური ქრომატოგრაფია. აგრეთვე ყურადღებას იმსახურებს კონდენსატის განსაზღვრის სწრაფი მეთოდი სპექტროსკოპის $\lambda=420$ ნმ-ზე აცეტონის ხსნარში (ფილტრთან ერთად АФА), რომელიც შეიმუშავეს (ВИТИМ-ის) ქიმიის ლაბორატორიაში.

თამბაქოს ბოლის მთავარი ნაკადის ქიმიური შედგენილობა განსაკუთრებულად რთულია და შედგება მრავალი კომპონენტისაგან.



ნახ. 11 მყართხევადი (მთვ) ფაზის და გაზური ფაზის (გვ) მატერიალური ბალანსი, თამბაქოს ბოლის შედგენილობაში (მას.%)

10.1 ალკალიდები და სხვა აზოტოზომცველი ნივთიერებები

რამდენადაც თამბაქოს ალკალიდები განსაკუთრებით ნიკოტინი განაპირობებს თამბაქოს ბოლის ფიზიოლოგიურ თვისებებს, განსაკუთრებულად ფაქიზად შეისწავლებოდა.

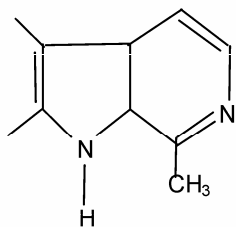
ბოლის ნიკოტინისა და სხვა ალკალიდების განსასაზღვრავად გამოიყენება სპექტროფოტომეტრული მეთოდი, რომელსაც იყენებენ თამბაქოს კვლევის დროსაც. განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ ბოლის ანალიზის დროს გამოიყენება ერთი და-მატებითი ოპერაცია: კონდენსატს წინასწარ შეამჟავებენ და გა-

დადენიან ორთქლით აქროლად არაალკალოიდურ ნაერთებს. ამის შემდეგ კოლბაში ნარჩენს შეატუტიანებენ და განმეორებით გადადენიან ორთქლით. მიღებულ დისტილიატში ჩვეულებრივი სპექტროფოტომეტრული მეთოდით განსაზღვრავენ ალკალოიდების ჯამურ რაოდენობას.

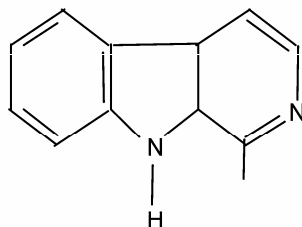
რამდენადაც ნიკოტინი ითვლება წამყვან ალკალოიდად (95%-ზე მეტი) ამ კლასის სხვა ნივთიერებებს შორის, ყველა მონაცემს მასზე გადაიანგარიშებენ. ბოლის ალკალოიდების ჯამური რაოდენობის განსაზღვრის მეთოდების გარდა შემუშავებული იქნა ნორნიკოტინის განსაზღვრის მეთოდი და პირიდინის განსაზღვრის მეთოდი. ამისათვის იყენებენ პირიდინის შეფერვის რეაქციას ქლორთან და ბარბიტურის მჟავასთან.

უფრო ფართოდ იყენებენ ალკალოიდების განსასაზღვრავად გაზურ ქრომატოგრაფირებას.

თამბაქოს ბოლში აღმოჩენილი იქნა ყველა ალკალოიდი, რომელიც მონაწილეობს თამბაქოში. გარდა ამისა აღმოჩენილი იქნა ორი ახალი ალკალოიდი (გარმანი და ნორგარმანი):

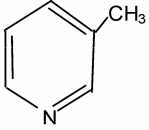


გარმანი

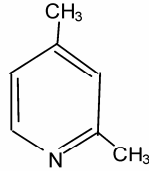


ნორგარმანი

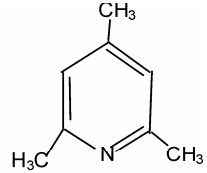
ალკალოიდებთან ერთად კონდენსატში აღმოჩენილია მრავალი სხვადასხვა პირიდინის ნაწარმი: პიკოლინი, ლუტიდინი, კოლიდინი, ქინოლინი, იზოქინოლინი, კარბონილის ჯგუფის პირიდინის ნაწარმი და სხვა, მაგ.:



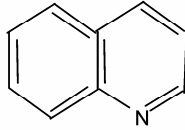
β -ნიკოტინი



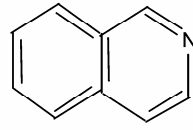
α, γ ლუტიდინი



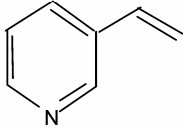
კოლიდინი



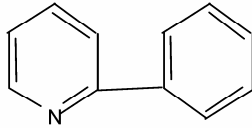
კინოლინი



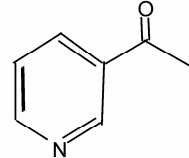
იზოკინოლინი



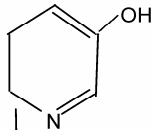
3-ვინილ-პირიდინი



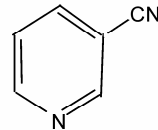
2-ფენილ პირიდინი



3-პირიდილმეთილკეტონი

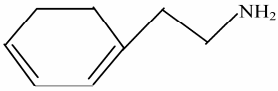


3-ჰიდროქსი პირიდინი



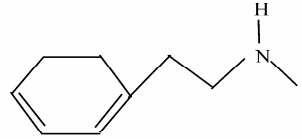
3-ციანოპირიდინი

მნიშვნელოვანი შრომები მიეძღვნა ამინების შესწავლას თამბაკოს ბოლში ამიაკთან ერთად (61-108 მკგ/სიგ) შესაძლებელი შეიქმნა აღმოეჩინათ მრავალი პირველი, მეორადი და მესამეული ალიფატური ამინები, მათ შორის (მკგ/სიგ.) მეთილამინები - 22,3, დიმეთილამინი - 0,3, ბუთილ ამინი - 3,3,იზობუთილამინი - 3, იზოპენტილამინი - 4,5, აგრეთვე β -ფენილეთილამინი - 4,5 და მეთილ- β -ფენილეთილამინი - 0,6.

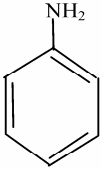


β ფენილეთილამინი

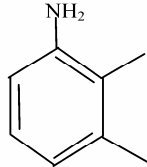
თამბაქოს ბოლში აღმოჩენილია 20-მდე არომატული ამინი, მათ შორის შემდეგ:



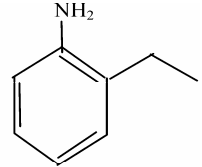
მეთილ - β - ფენილეთილამინი



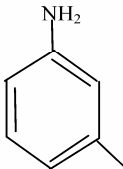
ანილინი
(1,2 მკგ/სიგ)



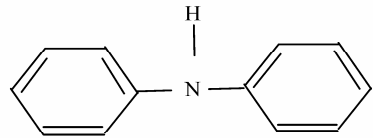
2,3 - დიმეთილ
ანილინი



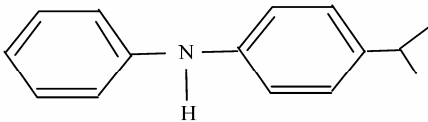
2-ეთილანილინი



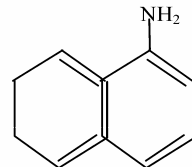
3-მეთოქსიანილინი



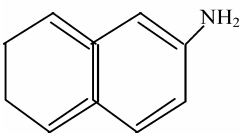
დიფენილამინი



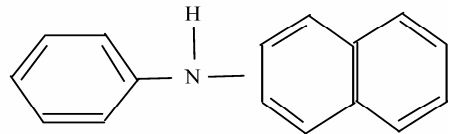
N-ფენილ-4-იზოპროპილფენილამინი



1-კაპტინამინი (0,027მკგ/სიგ)

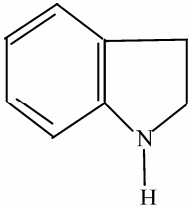


2-ნაფტილამინი (0,021 მკგ/სი გ)

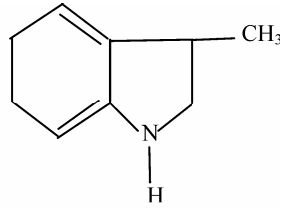


N-ფენილ-2-ნაფტილამინი

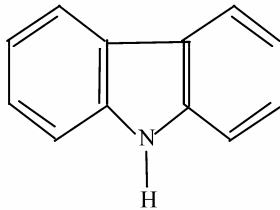
გარკვეულ ინტერესს იწვევს აზოტშემცველი ჰეტეროციკლური ნაერთები (ინდოლი, სკატოლი, კარბაზოლი) და მათი წარმოებულები



ინდოლი



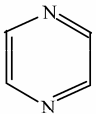
სკატოლი



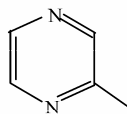
კარბაზოლი

ამ ნივთიერებებს ინტენსიური სუნი აქვთ: ინდოლის შემცველობა 1 სიგარეტის ბოლში შეადგენს 14 მკგ-ს, სკატოლი - 14, კარბაზოლი - 2მკგ-ს.

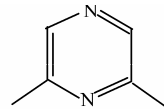
აგრეთვე თამბაქოს ბოლში ყურადღებას იქცევს აზოტშემცველი ნაერთები, რომლებიც პირაზინებს განეკუთვნებიან, ეს ჯგუფი 20-მდე კომპონენტს ითვლის, მათ შორის:



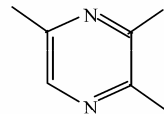
პირაზინი



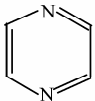
მეთილპირაზინი



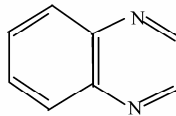
2,6-დიმეთილპირაზინი



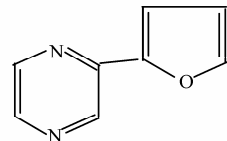
ტრიმეთილპირაზინი



ტეტრაიმეთილპირაზინი



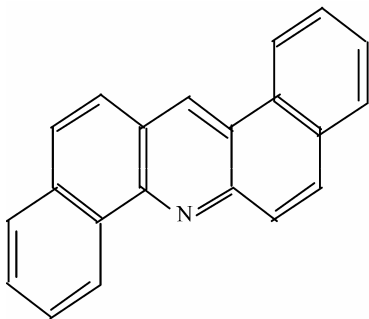
ქინოქსალინი



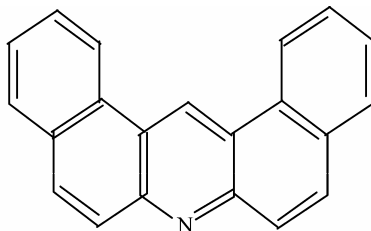
2-ფურულიპირაზინი

თამბაქოს ბოლში ნაპოვნი იქნა აგრეთვე ნიტრონაერთების წარმომადგენლები (ნგ/სიგ): ნიტრობენზოლი - 25,3; 2-ნიტროტოლუოლი - 21,4; 3-ნიტროტოლუოლი - 10,4 და სხვა ამ კლასის ნივთიერებები. შედარებით დიდი რაოდენობით ბოლში მონაწილეობს პირველადი და მეორადი ნიტროალკანები (მკგ/სიგ): ნიტრომეთანი - 0,53, ნიტროეთანი - 1,1; 2-ნიტროპროპანი - 1,1; 1-ნიტროპროპანი - 0,73; 1-ნიტრო-n-ბუთანი - 0,71; 1-ნიტრო-n-პენტანი - 0,22.

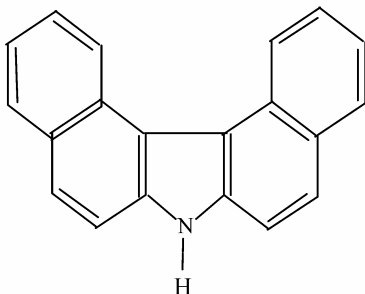
სუსტი ფუძეებიდან კონდენსატში აღმოჩენილი და იდენტიფიცირებული იქნა პიპერედინი, პიროლიდინი, 2-მეთილპიროლიდინი და სხვა. ვინდერის და ჰოფმანის (1967) მონოგრაფიაში მითითებულია ბოლში პოლიციკლური აზოტ შემცველი ნაერთების არსებობის შესახებ:



1,2,5,6 - დიბენზაკრიდინი
(0,01მკგ/100სიგ)

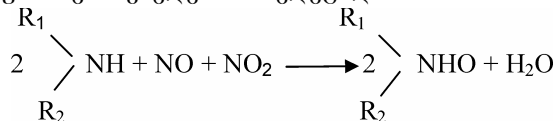


1,2,7,8 - დიბენზაკრიდინი
(0,27-1 მკგ/100სიგ)



3,4,5,6 - დიბენზკარბაზოლი (0,07 მკგ/100სიგ)

ბოლო დროს მკვლევარების ყურადღება მიიპყრო ნიტრონა-ერთებმა, რომელთაც მაღალი კონცერეგენული აქტივობა გააჩნია. ისინი წარმოიქმნებიან ბოლში მეორადი ამინების აზოტის ოქსიდთან ურთიერთქმედების შედეგად:



ამ ნივთიერებებს შორის იდენტიფიცირებულია N-ნიტროზო-დიმეთილამინი და N-ნიტროზოპიროლიდინი (0,004 მკგ/სიგ), N-ნიტროზომეთილ-n-ბუთილამინი (0,04 მკგ/სიგ), N-ნიტროზოდიეთილამინი და N-ნიტროზოპიპერედინი.

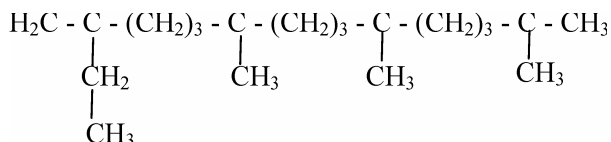
აზოტ შემცველი ნივთიერებებიდან თამბაქოს ბოლში აღმოჩენილია აგრეთვე ნიკოტინის მეავის ამიდი, მეთილნიტრატი CH₃ONO, მეთილიზოციანატი CH₃NCO, აგრეთვე მნიშვნელოვანი რაოდენობა ნიტრილებისა (მკგ/სიგ): აცეტონიტრილი C₂H₅CN - 140, აკროლინიტრილი CH₂=CHCN-10, იზობუთილნიტრილი C₄H₉CN-8 და სხვა.

10.2. ნახშირწყალბადები

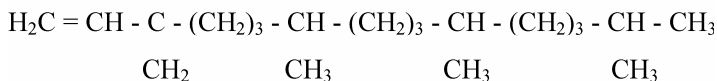
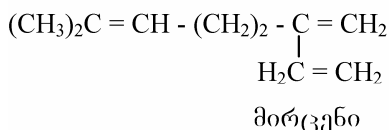
ნახშირწყალბადები ყველაზე მრავალმხრივი ნივთიერებების კლასია ბოლის შედგენილობაში. დღეისათვის იდენტიფიცირებულია 200-ზე მეტი ნახშირწყალბადი, რომელიც მონაწილეობს ბოლის გაზურ და მყარტხევედ ფაზაში.

ალკანები. მათ შორის დიდი რაოდენობით აღმოჩენილი იქნა გაზისებრი ნივთიერებები (მკგ/სიგ): მეთანი - 1,2; ეთანი - 0,5; პროპანი - 0,25; n-ბუთანი - 0,07; იზობუთანი - 0,02; n-პექსანი - 0,01 და სხვა. ამ კომპონენტების შესასწავლად ძირითადად გამოიყენებოდა გაზური ქრომაროგრაფია. იგივე მეთოდით იქნა ნაპოვნი პარაფინები C₁₀-დან C₂₀-მდე. არსებობს მონაცემები ბოლში ალკანების არსებობის შესახებ ჯერ კიდევ უფრო მაღალი ნახშირბადატომებით.

ალკენები. ალკენები აღმოჩენილი იქნა თამბაქოს ბოლის გაზურ ფაზაში დიდი ჯგუფის სახით მათ შორის (მკვ/სივ ეთილენი - 240, პროპილენი - 240, იზობუთილენი - 64, ბუთენ-1-6,2 და სხვა. მოხერხდა მაღალმოლეკულური ნივთიერების იდენტიფიცირება ამ კლასის ნივთიერებებიდან, კერძოდ 6,10,14 - სამიმეთილ-2-ეთილპენტადეკენ-1:



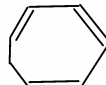
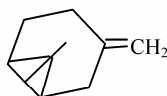
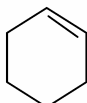
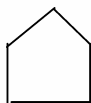
ალკადიენი. ეს ნივთიერებები წარმოდგენილია თამბაქოს ბოლში პროპადიენის, ბუტადიენის - 1,2, ბუტადიენი 1,3, იზოპრენით; პენტადიენ-1,2-ით და სხვა ნივთიერებებით. ბოლში აღმოჩენილია აგრეთვე მირცენი და ფიტადიენი.



ფიტადიენი

ალკინები. ალკინებს შორის ნაპოვნია აცეტილენი (26მკვ/სივ) პროპინი, ბუტინი - 1, 1,5 - გეპტადიენ-3, $\text{CH}_2 = \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{HC} = \text{CH} - \text{CH}_3$ და სხვა.

ციკლური არაარმატული ნახშირწყალბადები.—თამბაქოს ბოლში 17-ზე მეტი ასეთი ნივთიერებაა, მათ შორის ციკლოპენტანი, ციკლოექსენი, β -პინენი, ციკლოგეპტატრიენი:



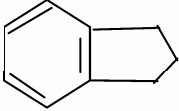
ციკლოპენტანი

ციკლოექსენი

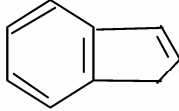
β პინენი

ციკლოგეპტატრიენი

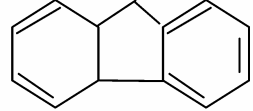
არმატული ნახშირწყალბადები. ისინი საკმაოდ მრავალ-
მხრივი არიან თვისობრივი თვალსაზრისით და შემდეგი ჯგუფე-
ბით არიან წარმოდგენილი ბენზოლის ჯგუფი (მკგ/სიკ): ბენზო-
ლი -12-48, ტოლუოლი -46-164, 0-კსილოლი -6-22 და სხვა ბენზო-
ლის წარმომადგენლები. გარკვეულ ინტერესს იწვევს ისეთი
ნივთიერებები, როგორცაა ინდანი, ინდენი, ფლოურენი:



ინდანი

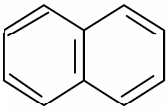


ინდენი

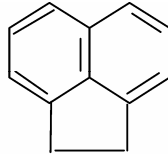


ფლოურენი

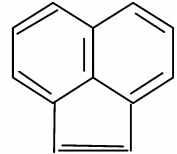
ნაფტალინის ჯგუფი წარმოდგენილია ნაფტალინით, მისი
მრავალი წარმოებულთ, აგრეთვე აცენაფტენით და აცენაფტი-
ლენით:



ნაფტალინი

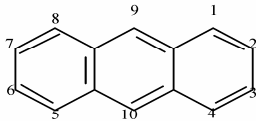


აცენაფტენი

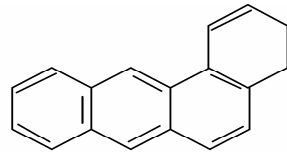


აცენაფტილენი

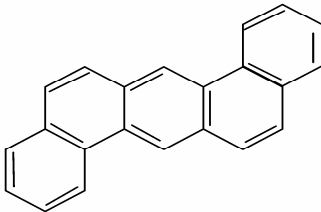
ანტრაცენის ჯგუფი: იდენტიფიცირებული იქნა 11-ნაერთი,
მათ შორის ანტრაცენი, 1,2 - ბენზანტრაცენი, 1,2,5,6,- დიბენზან-
ტრაცენი, 1,2,3,4,5,6 - ტრიბენზანტრაცენი:



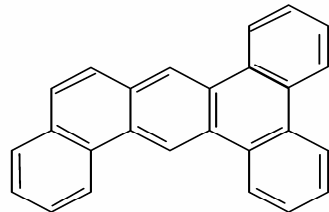
ანტრაცენი



1,2 - ბენზანტრაცენი

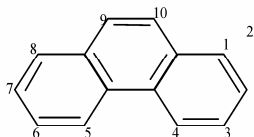


1,2,5,6 - დიბენზანტრაცენი

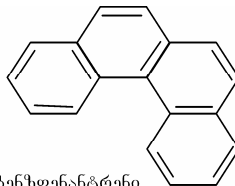


1,2,3,4,5,6 - ტრიბენზანტრაცენი

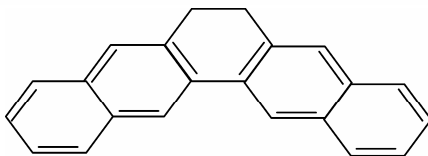
ფენანტრენის ჯგუფი: იდენტიფიცირებული 7-კომპონენტი, მათ შორის ფენანტრენი, 3,4-ბენზოფენანტრენი, 1,3,6,7 - დიბენზოფენანტრენი.



ფენანტრენი

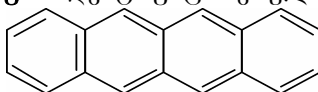


3,4 - ბენზოფენანტრენი



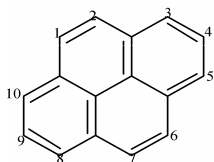
2,3,6,7 - დიბენზოფენანტრენი

ნაფტაცენის ჯგუფი. იდენტიფიცირებულია სამი ნაერთი.

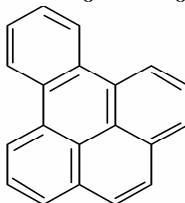


ნაფტაცენი

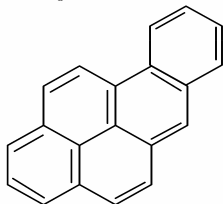
პირენის ჯგუფი. იდენტიფიცირებულია 13 ნივთიერება, მათ შორის პირენი, 1,2 ბენზოპირენი, 1,2,3,4 ბენზოპირენი; 3,4-ბენზოპირენი



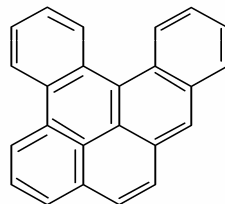
პირენი



1,2 - ბენზოპირენი

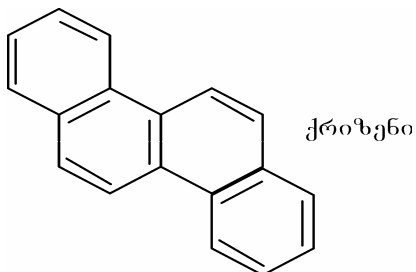


3,4 - ბენზოპირენი

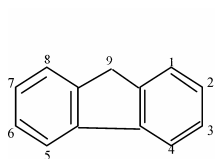


1,2,3,4 - ბენზოპირენი

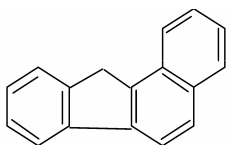
ქრიზენის ჯგუფი. ქრიზენის გარდა იდენტიფიცირებულია მისი მეთილწარმოებულები



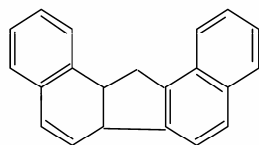
ფლუორენის ჯგუფი. იდენტიფიცირებული იქნა 11 ნივთიერება, მათ შორის ფლუორენი, 1,2 - ბენზოფლუორენი, 1,2,7,8 - დიბენზოფლუორენი:



ფლუორენი

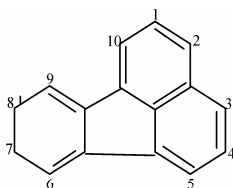


1,2 - ბენზოფლუორენი

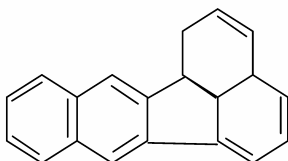


1,2,7,8 - დიბენზოფლუორენი

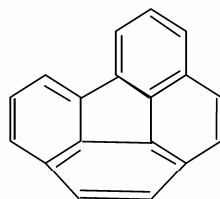
ფლუორანტენის ჯგუფი. იდენტიფიცირებული იქნა 9 ნივთიერება, მათ შორის ფლუორანტენი, 8,9 - ბენზოფლუორანტენი, 6,7 - ბენზოფლუორანტენი:



ფლუორანტენი

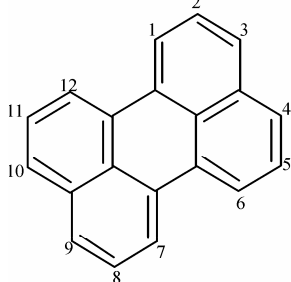


8,9 - ბენზოფლუორანტენი

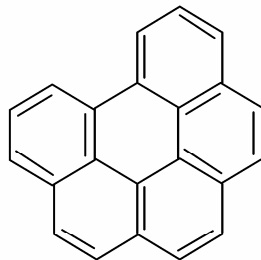


6,7 - ბენზოფლუორანტენი

პერილენის ჯგუფი: იდენტიფიცირებული იქნა 2 ნივთიერება - პერილენი და 6,7 - ბენზპერილენი:



პერილენი



6,7- ბენზპერილენი

თამბაქოს ბოლის ნახშირწყალბადების თვისობრივი შედგენილობა განსაკუთრებით რთულია. მისი გაშიფვრის შესაძლებლობა შეიქმნა თანამედროვე ანალიზური მეთოდების კომპლექსური გამოყენებით ნაჯერ და უჯერ ნაერთებად, ხოლო შემდეგ გაზური ქრომატოგრაფიის გამოყენებით წარმოებდა მათი დაყოფა.

პოლიციკლური ნაერთების კვლევა საკმაოდ რთულია, ვინაიდან ბოლის კონდენსატში მცირე რაოდენობით არიან და ამასთანავე რთული შედგენილობით ხასიათდებიან, ამიტომ საკვლევად იყენებენ სვეტურ, თხელ შრეზე და ქადალდზე ქრომატოგრაფირების მეთოდებს, თხევადი ექსტრაქციის და სპექტროფოტომეტრულ მეთოდებს.

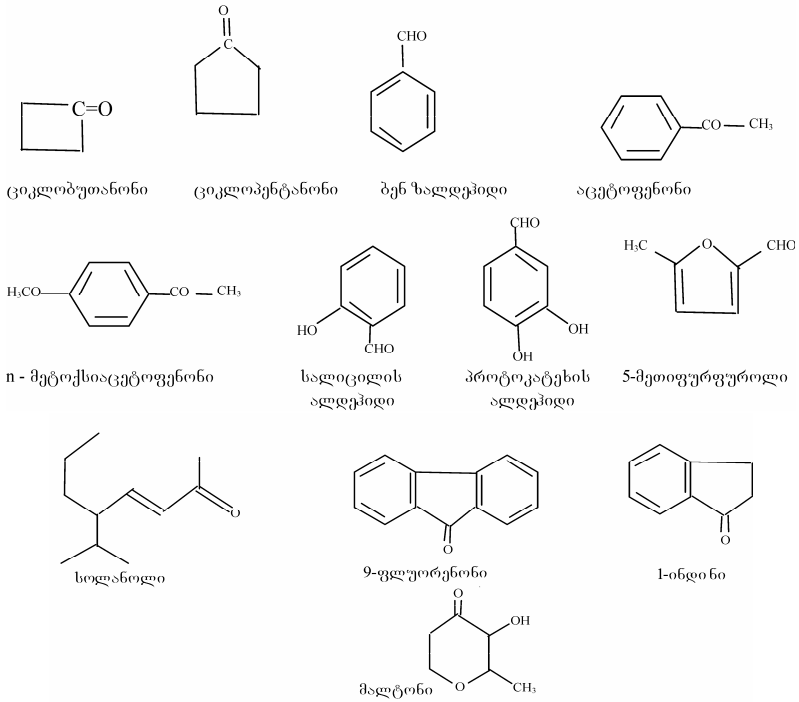
10.3 კარბონული ნაერთები

თამბაქოს ბოლის შედგენილობაში 55-ზე მეტი კარბონული ნაერთია. მათ შორის ალიფატური ალდეჰიდები და კეტონები მოცემულია ქვემოთ (მკგ/სიგ).

ფორმალდეჰიდი (HCHO)	-----	20-41
აცეტალდეჰიდი (CH ₃ CHO)	-----	800-1310
პროპიონის ალდეჰიდი (CH ₃ CH ₂ CHO)	-----	15-61

ერბოს ალდეჰიდი	$(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CHO})$	-----	10-38
ვალერიანის ალდეჰიდი	$(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CHO})$	-----	8
აკროლენი	$(\text{CH}_2=\text{CH} - \text{CHO})$	-----	45-83
კროტონის ალდეჰიდი	$(\text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH} - \text{CHO})$	-----	14-16
აცეტონი	$(\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3)$	-----	360-650
მეთილეთილკეტონი	$(\text{CH}_3\text{CO CH}_2 \text{ CH}_3)$	-----	80-250
მეტილიზოპროპილკეტონი	$(\text{CH}_3\text{COOH}(\text{CH}_3)_2)$	-----	6
მეტილპროპილკეტონი	$(\text{CH}_3\text{CO} (\text{CH}_2)_2 \text{ CH}_3)$	-----	12
დიეთილკეტონი	$(\text{CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ COOH}_2 \text{ CH}_3)$	-----	12
დიაკეტილი	$(\text{CH}_3\text{COCO} - \text{CH}_3)$	-----	45
ბუტენონი	$(\text{CH}_3\text{COCH}=\text{CH}_2)$	-----	28
ვინილეთილკეტონი	$(\text{CH}_3 \text{ CH}_2\text{COCH}=\text{CH}_2)$	-----	45

არსებობს აგრეთვე მონაცემები თამბაქოს ბოლში შემდეგი ტიპის ციკლური კარბონული ნაერთების არსების შესახებ:



ბოლის კარბონული ნაერთების შესასწავლად ს. ვ. კამენში-კოვას მიერ შემუშავებული იქნა რამდენიმე ორიგინალური მე-თოდი დიფერენცირებულად ქაღალდზე და გაზური ქრომატოგრაფირების საშუალებით. ამ მეთოდების საშუალებით არმოჩენილი იქნა არა მარტო ნეიტრალური კარბონული ნაერთები, არამედ ნივთიერებათა დიდი ჯგუფი, რომლებიც შექრებს მიეკუთვნებიან (გლუკოზა, არაბინოზა, ფრუქტოზა, ქსილოზა), კეტოშაყვები (α კეტოგლუტარის, გლიოქსილის, პიროყურძნის) და პირიდინის ნაწარმები.

10.4. მჟანგები

თამბაქოს ბოლის მჟაური შედგენილობა რთულია. იგი გამოკვლეული იქნა რუსეთის თამბაქოსა და წიკოს საკვლე ინსტიტუტში, რომელთა მიხედვით აქროლადი ცხიმოვანი მჟაგებიდან იდენტიფიცირებული და რაოდენობრივად განსაზღვრული იქნა (მკგ/სიგ): ჭიანჭველამჟაგა - 280-600, ძმარმჟაგა - 650-1030, პროპიონის - 100-300, ი-ერბოს - 45, იზოერბოს - 139, ი-ვალერიანის - 48, იზოვალერიანის - 139 და სხვა. საერთო შედგენილობა აქროლადი მჟაგებისა აღემატებოდა 2მგ/სიგ.

ეთერში ხსნადი არააქროლადი მჟაგები ექსტრაგირდებოდა გოგირდის ეთერით დისტილაციის დამთავრების შემდეგ კოლბიდან გადანადენში. რაოდენობა ცვალებადობდა 0,75-დან 4,18 მკგ/სიგ. მჟაგების ამ ჯგუფში აღმოჩნდა 50-ზე მეტი კომპონენტი, მათ შორის ცხიმოვანი მჟაგების მთელი ნაკრები ი-კაპრონის მჟავიდან სტეარინის მჟვამდე. აგრეთვე ოლეინის, ლინოლენის და ლინოლის მჟაგები. რაოდენობრივად აღემატება კაპრონის, კაპრილის, ლაურინის, მირისტინის და ოლეინის მჟაგები.

არააქროლადი მჟაგების საერთო რაოდენობა შედგენს 0,47-1,44 მკგ/სიგ. ამ ნივთიერებებს შორის აღმოჩენილია 45 მჟაგა, მათ შორის: გლიკოლის, რძის, მჟაუნის, ფუმარის, ქარვის, გლუტარის, კორპის, ვაშლის, სებაცინის, ლიმონის და სხვა. რაოდენ-

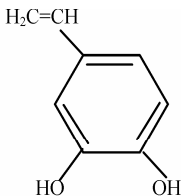
ნობრივად აღმატებიან მალონის, ქარვის, ფუმარის, გლუტარის და გლიკოლის მუაგები.

ფენოლმუაგების საერთო რაოდენობა შედგენს 0,7-1,27 მგ/სიგ. სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით ბოლში აღმოჩენილია 32-ზე მეტი ფენოლმუაგა, კერძოდ კოფეინის, ფერულის, ვანილინის n-კუმარის, პროტოკატეხის და სხვა.

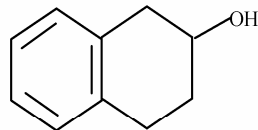
10.5. ფენოლები

საკმაოდ მრავალი მასალა არსებობს თამბაქოს ბოლში ფენოლების შედგენილობის შესახებ. აქროლადი ფენოლების საერთო რაოდენობა განისაზღვრება სპექტროფოტომეტრული მეთოდით ტუტე არეში 4-ამინოანტიპირინის და $K_3Fe(CN)_6$ - თანაობისას. ამ დროს წარმოიქმნება შეფერილობა. აქროლადი ფენოლების საერთო რაოდენობა შეადგენს 354-768 მკგ/სიგ.

ფენოლების ხარისხობრივი შედგენილობის შესახებ ბოლში, გამოკველეული იქნა ქადალდზე და გაზური ქრომატოგრაფიის მეშვეობით. თამბაქოს ბოლში 40-მდე ფენოლი იქნა აღმოჩენილი, ამასთანავე (მკგ/სიგ) ფენოლი - 109-182, კრეზოლი - 80, დიმეთილფენოლი - 20-30, ტრიმეთილფენოლი და ეთილფენოლი - 84, პიროკატეხინი - 61, ჰიდროქსინი - 61, ჰიდროქსინონი - 83, გვიაკოლი - 15-25, ევგენოლი - 6, სკოპოლეტინი - 14-27, აგრეთვე ვინილკატეხოლი და 1,2,3,4 - ტეტრაჰიდრო-2-ნაფტოლი.



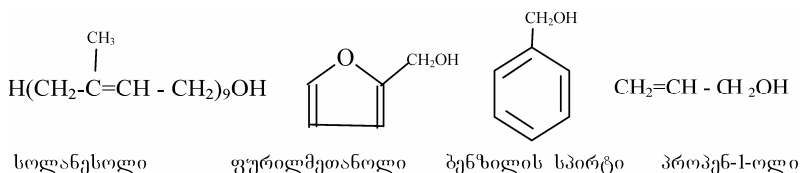
ვინილკატეხოლი



1,2,3,4 - ტეტრაჰიდრო-2-ნაფტოლი

10.6 სპირტები

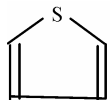
თამბაქოს ბოლში აღმოჩენილია გარკვეული რაოდენობის ალიფატური სპირტები (მკგ/სიგ): მეთანოლი - 90-180, ეთნოლი - 2, n-პროპანოლი-4, იზოპროპანოლი, n-ბუთანოლი-5, სოლანგსოლი, ფურილმეთანოლი, ბენზილის სპირტი პროპენ-1-ოლი-3.



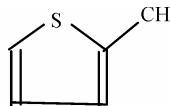
ეს თვისებები გაზური ქრომატოგრაფირებით იქნა აღმოჩენილი.

10.7 ბოზირღუმცხელი ნივთიერებები

თამბაქოს ბოლის შედგენილობაში იდენტიფიცირებულია (მკგ/სიგ) გოგირდწყალბადი - 12, გოგირდის დიოქსიდი, გოგირდნახშირწყალბადი, გოგირდნახშირბადის ოქსიდი (COS), მეთილმერკაპტანი (CH_3SH) ეთილმერკაპტანი ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$), დიმეთილრულფიდი ($\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$), მეთილთიონიტრიტი (CH_3-SNO), თიოციანატი ($\text{N}\equiv\text{C}-\text{S}-\text{C}\equiv\text{N}$), თიოციანმჟავა ($\text{HS}-\text{C}\equiv\text{N}$)-5, აგრეთვე თიოფენი და 2-მეთილთიოფენი.



თიოფენი



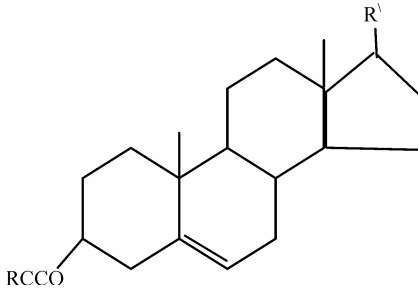
2-მეთილთიოფენი

ბოლიდან ამ ნივთიერებებს ვერცხლიწყლის წარმოებულების სახით გამოყოფენ, უკეთებენ რეგენერაციას და გაზური ქრომატოგრაფირების საშუალებით განსაზღვრავენ.

10.8. რთული ეთერები

რთული ეთერები წარმოადგენს ძალიან მრავალფეროვანი ნივთიერებების ჯგუფს. მათი სპირტოვანი ნაწილი წარმოდგენილია ალიფატური სპირტებით C₁-დან C₂₇-მდე, მჟაური C₁-დან C₂₈-მდე. ზოგიერთი ნაშრომის მიხედვით ბოლის რთული ეთერების ფრაქციაში მონაწილეობს 270-მდე კომპონენტი.

უფრო მეტი რაოდენობით წარმოდგენილია რთული ეთერები მეთანოლის და ძმარმჟავას (8-12 მკგ/სიგ) მეთანოლის და ჭიანჭველამჟავის (30მკგ/სიგ). დამწვარ თამბაქოში 0,0025%-ის რაოდენობით ნაპოვნი იქნა სოლანესოლაცეტატი, აგრეთვე მცირე რაოდენობით ფითოსტერილის ეთერი მოცემული ტიპის:



ბოლის რთულ ეთერებს უმეტესად იკვლევდნენ გაზური ქრომატოგრაფირების საშუალებით.

10.9. მუტალები

თამბაქოს წვის დროს მაღალი ტემპერატურის შედეგად შეინიშნება მეტალების გადასვლა ბოლში, რომლებიც თამბაქოში მარილების სახით იმყოფებიან.

სპექტრალური ანალიზის შედეგად ბოლის კანდენსატში აღმოჩენილია შედეგი მეტალები (მკგ/სიგ): კალიუმი - 135, ნატრიუმი - 8, კალციუმი - 0,2, მაგნიუმი - 0,07, ალუმინი - 0,02, რკინა -

0,1, კალიუმის პერმანგანატი - 0,04, სპილენძი - 0,08, ტყვია - 2, თუთია - 0,1, ღარიშხანი - 0,3-1,4, ნიკელი - 0,1.

10.10. სხვა ნაერთები

ზემოთ ჩამოთვლილ ნაერთთა გარდა თამბაქოს ბოლში მონაწილეობს სხვა ნივთიერებებიც, რომელთაც შეუძლიათ არსებითი გავლენა მოახდინონ თამბაქოს მოსაწევ და ტოქსიკურ თვისებებზე.

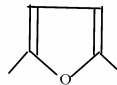
მაგ. გაზურ ფაზაში CO და CO₂-თან ერთად აღმოჩენილი იქნა აზოტის ოქსიდები (მკგ/სიგ): N₂O, NO-110-600, NO₂-5-მდე. გაზურ და მყარფაზად ფაზაში ნაპოვნია სინილის მჟავა HCN - 150 - 300მკგ, აგრეთვე ეთილენის ოქსიდი 0,02 მკგ 1 მლ გაზურ ფაზაში. იდენტიფიცირებულია აგრეთვე ქლორის შემცველი ნივთიერებები: მეთილქლორიდი CH₃Cl, ჰეპტილქლორიდი C₇H₁₅Cl და სხვა.



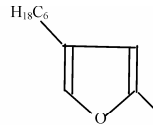
ფურანი



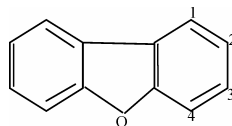
2-მეთილფურანი



2,5 დიმეთილფურანი



2-მეთილ-4-პექსილფურანი



დიბენზფურანი

თამბაქოს ბოლში ნაპოვნია ფურანის ჯგუფის ნაერთების, აგრეთვე დიბენზფურანი (100ნგ/სიგ) და მათი წარმოებულები: 1-, 2-, 3- და 4-მეთილდებენზფურანი (200ნგ/სიგ).

მყარფაზად ფაზაში არსებული კომპონენტებიდან გამოყოფილი იქნა ე. წ. პიგმენტები (1-3 მგ/სიგ). ისინი ხასიათდებიან მაღალი მოლეკულური მასით - 100000-მდე. ამ ნივთიერებების

ჰიდროლიზის შემდეგ იდენტიფიცირებული იქნა ამინომჟავების მნიშვნელოვანი რაოდენობა (გლიცინი, ლეიცინი, ალანინი, ვანილინი და სხვა), ფუძეები (პიროლი, პიკოლინი, მეთილ-3-პირიდოლილქეტონი), ქინაქინის მჟავა, სხვადასხვა ფენოლები და მჟავები. ნიშანდებულ ნიკოტინზე ანალიზმა აჩვენა, რომ ის აგრეთვე წარმოადგენს პიგმენტების ნაწილს.

10.11 თანმდევი ნაკადის ქიმიური შედგენილობა

ხარისხობრივი თვალსაზრისით ბოლის თანმდევი ნაკადი - N შეიცავს კომპონენტების იგივე ნაკრებს, რასაც მთავრი ნაკადი, მაგრამ რაოდენობრივად მათ შორის არსებითი განსხვავება არსებობს (ცხრილი 34).

ცხრილი 34

ბოლის ძირითადი და თანმდევი ნაკადების შედგენილობა
 ნოირატის მისეჯვით, 1 სიზარმტზე ბალანსბარიშმბით

ნაკადი	მშრალი კონდენსატი, მგ.	ნიკოტინი, მგ.	აქროლადი ფენოლები, მკგ.	3,4 ბენზპირენი, მკგ.
მთავარი - H	31,4	1,48	228	0,38
თანმდევი - N	52,0	3,99	603	0,131

ასეთი მკვეთრი განსხვავება ძირითადი და თანაური ბოლის ნაკადების შედგენილობას შორის აიხსნება იმით, რომ წვის პირობები, მოწვევის პერიოდი და პაუზა მკვეთრად განსხვავებულია.

თამბაქოს ბოლის კომპონენტების წარმოქმნის წყარო

თამბაქოს ბოლის კომპონენტების წარმოქმნის საკითხი ინტერესს იწვევს იმ თვალსაზრისით, რომ გავიგოთ თუ რა კავშირი არსებობს თამბაქოსა და ბოლის ქიმიურ შედგენილობას შორის. ამ საკითხის შესწავლა დამოკიდებულია მთელი რიგი მეთოდების განსაკუთრებულობასთან.

თამბაქოსა და მისი ბოლის ქიმიური შედგენილობის კავშირის დასადგენად აწარმოებდნენ სხვადასხვა სახის თამბაქოსა და მათი ბოლის ანალიზს. შემდეგი მათემატიკური სტატისტიკის საფუძველზე ადგენდნენ მათ შორის დამოკიდებულებას. მიღებული შედეგები იძლეოდნენ საშუალებას პროგნოზირება გაკეთებინათ, კონდენსატის, ნიკოტინის და სხვა ნივთიერებების გამოსავლიანობის დასადგენად, მაგრამ ასეთი მეთოდით იმის დადგენა, თამბაქოს წვის დროს თუ რომელი ნივთიერება წარმოიქმნება, ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. ამიტომ სარგებლობენ სხვა მეთოდით, რომელიც დაფუძნებულია მკაცრად დაცულ მოწვევის მოდელირებულ პირობებზე.

ცნობილია ბოლის წარმოქმნის ორი პრინციპული გზა: ერთი - მოწვევის დროს თამბაქოდან ზოგიერთი ნივთიერებების პირდაპირ ბოლში აორთქლება, მეორე - ნივთიერებების წარმოქმნა პიროლიზისა და თერმოქიმიური რეაქციების დესტრუქციის შედეგად.

პირველი გზით ბოლში ნივთიერებების მცირე ნაწილი გადადის, ესენი ძირითადად აქროლადი და თერმომდგრადი ნივთიერებებია, რომელთა შედგენილობა თამბაქოში დაწვრილებით არის შესწავლილი. თამბაქოსა და ბოლის შედგენილობის ანალიზმა აჩვენა, რომ თამბაქოს ზოგიერთი ნივთიერება პირდაპირ გადადის ბოლში (მაგალითად აქროლადი კარბონული ნაერთები), იმის დასადგენად, პირდაპირ გადადის ბოლში თამბაქოში შემ-

ვალი ნივთიერებები თუ არა, გამოიყენება ნიშანდებული ატომები.

ამ შემთხვევაში თამბაქოს ამდიდრებენ ნიშანდებული ატომებით, კერძოდ რადიაციული ^{14}C -ით. შემდეგ საზღვრავენ ამ ნივთიერების რადიოაქტიურობას ბოლში და ადგენენ ამ ნივთიერების თამბაქოდან ბოლში პირდაპირ გადასვლის შესაძლებლობას. დადგენილია, რომ მაგალითად ბოლის დოტრიაკონტანის 95% პირდაპირ გადადის ბოლში, ხოლო 5% - თერმოსინთეზის შედეგია.

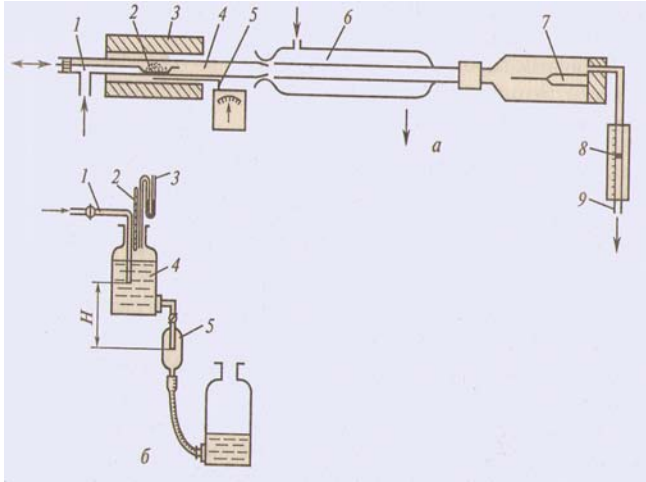
ანალოგიური შედეგები იქნა მიღებული მენტოლის ქოლესტერინისა და სიტოსტერინის მიხედვით.

მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს რადიაციული ნივთიერებების გამოყენებას, საკმაოდ ეფექტურია იმის დასადგენად, თუ რა რაოდენობის და რომელი ნივთიერებები გადადის ბოლში პირდაპირ და თერმოგარდაქმნების შედეგად, მაგრამ საკმაოდ რთულია.

უფრო ფართო გავრცელება ჰპოვა სხვა მეთოდმა - პიროლიზის წინასწარ განსაზღვრულ პირობებში. სურ. 12-ზე ნაჩვენებია თამბაქოს პიროლიზის დანადგარის სქემა, რომელიც გამოიყენებოდა რუსეთის თამბაქოსა და წიკოს საკვლევი ინსტიტუტის ქიმიის ლაბორატორიაში. ამ დანადგარის ძირითად ნაწილს შეადგენს კვარცის მილი, რომელიც ხურდება დაგეგმილ ტემპერატურამდე მილისებური ღუმელით, თერმორეგულირებით. მილში უწყვეტ ნაკადად მიეწოდება ჰაერის ნაკადი მუდმივი სიჩქარით (ჩვეულებრივად 17,5მლ/წმ). თამბაქო, რომელიც პლატინის ნავში არის მოთავსებული მტვერისებრ მდგომარეობაში წვავენ მცირე ულუფობით. (დაახლოებით 1გრ). ბოლის მყართხევად ფაზას ბოჭავენ ელექტროსტატიკურ დამჭერში 15-20 კვტ ძაბვის ქვეშ. გაზურ ფაზას აგროვებენ სპეციალურ ასპირატორში, რომელიც უზრუნველყოფს მის რაოდენობრივ დაგროვებას, მუდმივ ნაკადში რეგულირებადი ძაბვის პირობებში.

როგორი შესაძლებლობა აქვს ამ სისტემას? ნივთიერებათა შედგენილობა, რომელიც წარმოიქმნება ბოლში პიროლიზის მოწყობილობაში თამბაქოს წვის შედეგად, რა თქმა უნდა გან-

სხვაგვარი იქნება იმ ნივთიერებათა შედგენილობიდან, რომელიც წარმოიქმნება სიგარეტის წვის შედეგად, მაგრამ შესაძარებლად კონტროლისათვის აიღება ერთი და იგივე თამბაქო და აგრეთვე მკაცრად არის დაცული პიროლიზის პირობები სიგარეტის წვის შესაბამისად, რომელსაც ძალიან დიდი მნიშვნელობა არ ენიჭება.



სურ. 12. თამბაქოს ბოლის წინამორბედი ნივთიერებების კომპონენტების შესასწავლი მოწყობილობის სქემა:

ა) - პიროლიზის მოწყობილობა; 1 - ჰაერის ან აზოტის მიმწოდი; 2 - პლატინის ნაფი; 3 - მილოვანი ღუმელი; 4 - კვარცის მილი. 5 - თერმომწვეილი; 6 - ლიბისის მაცივარი; 7 - ელექტროსტატიკური დამჭერი; 8 - როტამეტრი; 9 - გაზური ფაზის გამტარი;

ბ) მუდმივი სიჩქარით მოძრავი ბოლის გაზური ფაზის შემგროვი მოწყობილობა: 1 - მიმწოდი მილი; 2 - თერმომეტრი; 3 - მანომეტრი; 4 - ასპირატორი; 5 - ჩამოსასხმელი მილი.

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ თამბაქოს ბოლი, რომელიც მიიღება პიროლიზის შედეგად ნებისმიერ პირობებში იდენტურია. პიროლიზის მოწყობილობაში შესაძლებელია დაიწვას ინდივიდუალური ნივთიერება და შეგროვილი იქნას ბოლი შემდეგი ანალიზისათვის. შესაძლებელია აგრეთვე გამოვლენილი იქ

ნას თამბაქოში არსებული ნივთიერებები, რომლებიც ბოლის შედგენილობის წინამორბედს წარმოადგენენ. ამისათვის თამბაქოს აექსტრაგირებენ სხვადასხვა პოლარობის ხსნარებით (წყალი, პეტროლეინის ან გოგირდის ეთერი) და შემდეგ უტარებენ პიროლიზს როგორც ექსტრაქტებს აგრეთვე ექსტრაგირებულ თამბაქოს.

ბოლის ალკალოიდების შესწავლის დროს გათვალისწინებული იქნა, რომ თამბაქოს ნიკოტინის 27% შესაძლოა მოხვდეს თამბაქოს ბოლის ძირითად ნაკადში. ნიკოტინის გადასვლა ბოლში დამოკიდებულია არა მარტო თამბაქოში მის აბსოლუტურ რაოდენობაზე, არამედ თამბაქოს ქიმიურ შედგენილობაზე. ნიკოტინის უფრო მეტი რაოდენობის გადასვლა ბოლში აღინიშნებოდა სასიგარე ტიპის მუქ თამბაქოებში, რომელსაც ტუტე არე გააჩნიათ.

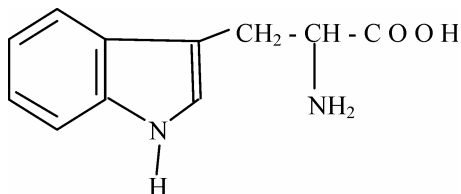
გარკვეულწილად შესაძლებელია ყველა ალკალოიდის გადასვლა თამბაქოდან ბოლში, მაგრამ ეს გადასვლა დამოკიდებულია ცალკეული ნივთიერებების თვისებებზე, ასე მაგალითად თუ ნიკოტინი პიროლიზის დროს იშლება 34%-ით, მაშინ ნორნიკოტინი - 90%-ით.

თამბაქოდან ბოლში გადადის მნიშვნელოვანი რაოდენობა ამიაკისა და აგრეთვე ერთეული რაოდენობით სხვადასხვა ამინი.

ამასთან ერთად ბევრი ფუძე, განსაკუთრებით პირიდინის ჯგუფის ნაერთები წარმოიქმნებიან ალკალოიდების თერმული დესტრუქციის შედეგად.

მაგალითად, ნიკოტინი და ნორნიკოტინი წარმოადგენს წყაროს ისეთი ნივთიერებების წარმოსაქმნელად, როგორიცაა მიოზმინი, 3-ვინილპირიდინი, 3-აცეტილპირიდინი, 3-ციანოპირიდინი, ქინოლინი, იზოქინოლინი და სხვა ფუძეები. მიოზმინის, ანაბაზინის და ნორნიკოტინის მთავარ წყაროს წარმოადგენს ნიკოტინი, რომელიც პროდუცირებას განიცდის პიროლიზის დროს.

პიროსინთეზის ტიპურ პროდუქტს წარმოადგენს გარმანის ალკალოიდები. მისი წარმოქმნის სავარაუდო წყაროს წარმოადგენს - ამინომჟავა ტრიფტოფანი.

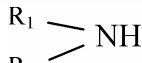
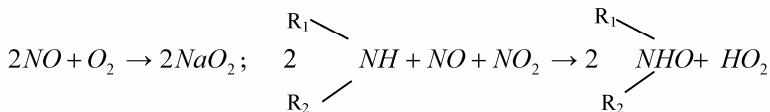
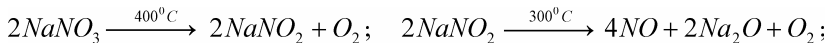


ბევრი ფუძე ნაერთი პირიდინის რიგიდან წარმოადგენს ცილამაგვარი კომპლექსის წარმოქმნის წყაროს. პიროლიზის შედეგად ეს ნივთიერებები წარმოქმნის ქინოლინს და იზოქინოლინს, აგრეთვე ნიკოტინს, სკატოლს და ინდოლს.

თამბაქოს ნიტრატები - წარმოადგენს ნიტროალკანების წინამორბედს. თამბაქოში ნიტრატების ზრდა კანონზომიერად ზრდის ბოლში ნიტროალკანების შემცველობას. ასეთივე სურათი იქმნება ნიტრობენზოლისა და 3-ნიტროტოლუოლისათვის.

შესაძლოა ალკილინდოლების, იზოქინოლინის და ქინოლინის წინამორბედს ტრიფტოფანი წარმოადგენდეს. ამინომჟავებისაგან ლიზინი და ლეიცინი, შეიძლება წარმოიქმნას ანილინი, ქინოლინი და იზოქინოლინი.

საინტერესოა ნიტროზოამინების წარმოქმნის მექანიზმი, რომელიც წარმოადგენს ბოლის ძლიერ კანცეროგენულ ნივთიერებას:



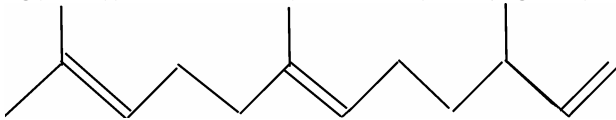
მაშასადამე მეორადი ამინები R_2 , როგორც უკვე აღვნიშნეთ ურთი-ერთქმედებენ აზოტის ოქსიდებთან და წარმოქმნიან ნიტროზოამინებს.

ბოლის ნახშირწყალბადების გამოკვლევა, მათი რთული შედეგნილობის გამო გაძნელებულია. აიროვანი ნახშირწყალბადები უმეტესად წარმოიქმნებიან ბოლში პიროსინთეზის შედეგად. აიროვანი ნახშირწყალბადების წარმოქმნა შესაძლებელია პრაქ

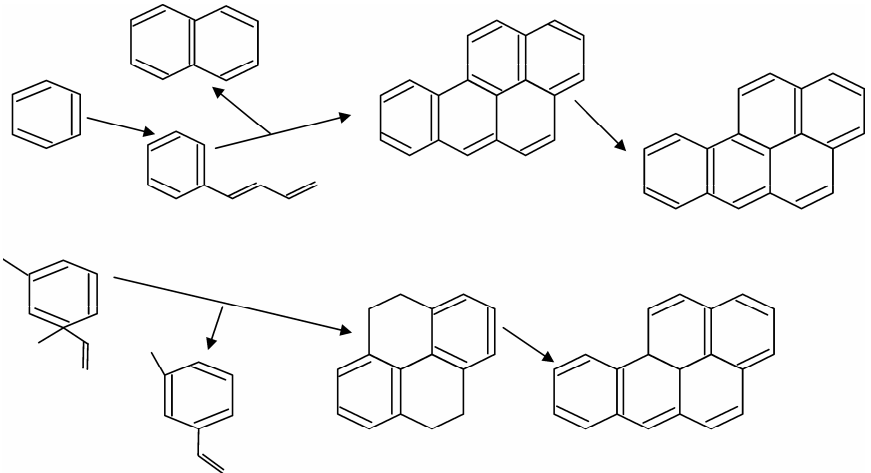
ტიკულად თამბაქოს ყველა ნივთიერებების წვის შედეგად, მაგრამ მათ უმეტეს რაოდენობას იძლევა უჯრედანა.

პარაფინების დაწვრილებითი შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ამ ნივთიერებების დიდი ნაწილი გადადის ბოლში მათი პირდაპირი აორთქლების შედეგად. პარაფინების მცირე ჯგუფი - დაბალმოლეკულური მასით წარმოიქმებიან პიროსინთეზის დროს.

პიროსინთეზის პროდუქტი შეიძლება იყოს ბოლის სხვადასხვა პოლიფენოლები, როგორცაა მაგალითად ფარნეხენი:



განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს პოლიციკლური ნახშირწყალბადების წარმოქმნა, განსაკუთრებით 3,4-ბენზოპირენი, თამბაქოში ეს ნივთიერებები პრაქტიკულად არ არსებობენ, ამიტომ მათი წარმოქმნა შესაძლებელია მხოლოდ პიროსინთეზის საშუალებით. ქვემოთ მოყვანილია 3,4 ბენზოპირენის წარმოქმნის შესაძლებლობა დაბალმოლეკულური არანაჯერი ნახშირწყალბადებისაგან:



3,4-ბენზპირენის დიდი რაოდენობა მიიღება თამბაქოს იმ ნივთიერებების პიროლიზის შედეგად, რომელთაც აქვთ პექსანში გახსნის უნარი.

ამათ მიეკუთვნება თმბაქოს პარაფინები, რომლებიც პიროლიზის დროს წარმოქმნიან რამდენიმეჯერ მეტ 3,4-ბენზპირენს ვიდრე თვით თამბაქოშია. ცილამაგვარი კომპლექსი და უჯრედანა ასევე წარმოადგენს 3,4-ბენზპირენის და სხვა პოლიციკლური ნაშირწყალბადების წარმოქმნის წყაროს.

თამბაქოს კარბონილური ნაერთები არ შეიძლება იყოს თამბაქოს კეტონებისა და ალდეჰიდების წარმოქმნის წყარო. უკანასკნელნი ძირითადად არ წარმოიქმნებიან პიროლიზის დროს, ამიტომ შესწავლილი იქნა კარბონილური ნაერთების წინამორბედთა ჯგუფი.

გარკვეულ ინტერესს იწვევს წყალში ხსნადი ნივთიერებები, რომლებიც წარმოადგენენ არააქროლადი კარბონული ნაერთების წარმოქმნის წყაროს. გადამწყვეტი მნიშვნელობა არააქროლადი კარბონული ნაერთების პროდუცირებაში აქვს ორგანული მჟავების მარილებს, აქედან გამომდინარე უფრო ნათელი ხდება ბოლში დი- და ტრიკარბონული მჟავების წარმოქმნის შესაძლებლობა.

წყალში ხსნად ნივთიერებებს შორის მოიპოვება ნახშირწყლები, რომლებიც თამბაქოს ხარისხობრივ განსაკუთრებულობასთან არიან დაკავშირებული.

გამოკვლევების შედეგად, როდესაც თამბაქოს დაუმატეს გლუკოზა, ფრუქტოზა და საქაროზა, დადგინდა, რომ ეს ნახშირწყლები პიროლიზის დროს იძლევიან არააქროლადი კარბონული მჟავების მცირედ, ხოლო აქროლადი მჟავების მკვეთრ ზრდას.

ბოლის მჟავების წინამორბედების დადგენის პრობლემა შეიძლება გადაწყდეს ძირითადად, თამბაქოდან ბოლში მჟავების პირდაპირი გადასვლის შესწავლის გზით. ცხიმოვანი მჟავების ძირითადი ნაწილი ხვდება ბოლში, თამბაქოდან მათი გადადენის შედეგად. მჟავების გადასვლის წილი მოდის პალმიტინის, სტეარინის, ოლეინის, ლინოლენის და ლინოლის ხარჯზე, რომელიც სხვადასხვა თამბაქოსთვის შეადგენს 16-32%.

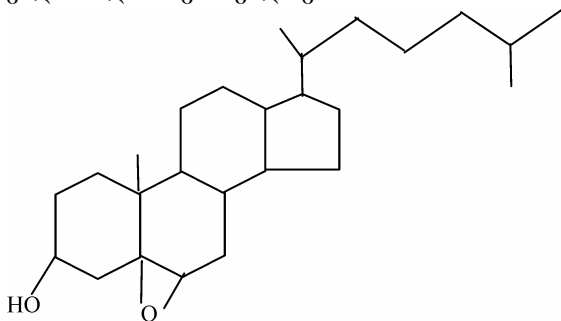
წყალში ხსნადი მჟავების რაოდენობა ბოლში ბევრად ნაკლებია, ვიდრე თამბაქოში. თუ მათი რაოდენობა თამბაქოში 10-13%-ია, ბოლში მათი რაოდენობა შეადგენს 0,14%-ს.

ინდივიდუალური ნივთიერებების პიროლიზის ანალიზმა აჩვენა, რომ სხვადასხვა მჟავების რთული ეთერები და ნახშირწყლები წარმოქმნის მნიშვნელოვანი რაოდენობის აქროლად მჟავებს, ამავე დროს ვაშლის და ლიმონის მჟავის ბარიუმის მარილები საერთოდ არ წარმოიქმნებოდნენ მჟავების პიროლიზის შედეგად.

თამბაქოში აღმოჩენილია ფენოლები, რომლებიც მცირედ განსხვავდებიან ბოლში არსებული ფენოლებისაგან, შესაძლოა ვივარაუდოთ, რომ მათი ნაწილი უცვლელად გადადის თამბაქოდან ბოლში. როგორც ჩანს სუსტად აქროლადი ფენოლების წარმოქმნის წყაროს ბოლში (სკოპოლეტინი, სკოპოლინის და სხვ.) წარმოადგენს ეს ნივთიერებები, ხოლო რაც შეეხება აქროლად ფენოლებს, მათი რაოდენობა თამბაქოში რამდენადმე ნაკლებია ვიდრე ბოლში - 15-30მკგ 1 გრ. თამბაქოში.

ნიშანდებული გლუკოზით დადგენილი იქნა, რომ ნახშირწყლები წარმოადგენენ აქროლადი ფენოლების წინამორბედებს, მათ გარდა ასეთივე როლს თამაშობს ძლიერ პოპულარული ნივთიერებები, ცილამაგვარი კომპლექსი და პექტინები. ოგანულ მჟავებს ასეთი როლი არ ეკისრებათ.

ბოლოს განვიხილავთ ბოლის სხვა ნივთიერებების წარმოქმნის წყაროს. საშუალოდ თამბაქოდან ბოლში სტეროლების გადასვლა შეადგენს 15%-ს. იგივე შეიძლება ითქვას ეპოქსიდზე, პეროქსიდზე და ჰიდროპეროქსიდზე.



თამბაქოში აღმოჩენილი ტერპენებიდან როგორცაა სოლანეზოლი, ნეოფიტადიენი და სოლანეზენი, უნარი აქვს წვისას გადავიდეს ბოლში.

თამბაქოში მონაწილეობს მნიშვნელოვანი ნაწილი პირველადი ნორმალური სპირტები C₁₇ - C₂₃. ასეთივე სპირტები ნაპოვნია თამბაქოს ბოლში, რომელიც მის პირდაპირ გადასვლაზე მიუთითებს. მეთილის სპირტის წინამორბედს წარმოადგენს პექტინოვანი ნივთიერებები, რომელიც ადვილად თავისუფლდება წვის დროს მეთოქსილირებული ჯგუფებიდან.

დადგენილი იქნა, რომ თამბაქოს ფისების ნეიტრალური ნაწილი – წარმოადგენს რთული ეთერების წინამორბედს, სადაც შედის ჭიანჭველის, ძმრის და პროპიონის მჟავები.

ბოლში შესაძლებელი შეიქნა აღმოეჩინათ მაღალმოლეკულური აზოტშემცველი პიგმენტები. ცხრილში 35 მოცემულია ბოლისა და თამბაქოს პიგმენტების შედგენილობის შედარებითი ანალიზი, რომელიც გამოკვლეული იქნა დიმიკის მიერ 1969 წელს (აილებოდა თითოეულ შემთხვევაში 10გ. პიგმენტი)

ცხრილი 35

პიგმენტების შედგენილობა, გრ.

ნივთიერებები	ბოლი	თამბაქო
გაუსაპნავი ნაწილი	6,10	2,70
ფუძე	0,09	0,16
ნეიტრალური ნივთიერებები	0,13	0,09
აქროლადი მჟავები	0,60	0,21
წყალშისხნადი ნივთიერებები	1,80	4,30
არააქროლადი მჟავები	0,36	0,40
სხვა ნივთიერებები	0,92	2,10

მიუხედავად იმისა, რომ ბოლის პიგმენტები არსებითად განსხვავდება თამბაქოს პიგმენტებისაგან, ვერ ვიტყვით, რომ არ მონაწილეობენ ბოლის პიგმენტების წარმოქმნაში.

მეტალები, რომლებიც ბოლშია აღმოჩენილი, მეტნაკლებად გადადიან თამბაქოდან ბოლში. მათი რაოდენობა შემდეგია (%): K – 0,5, Ca – 0,001, Cu – 0,4-1,7, As – 3,5-5,3.

ბოლში შედის ნივთიერებები, რომელიც დანამატებისაგან წარმოიქმნება, მაგალითად ბოლში გადადის თამბაქოს ქაღალდის წვის პროდუქტები, თამბაქოს ბოლთან შედარებით ქაღალდის ბოლში მეტია მეთანოლი და ნაჯერი კარბონული ნაერთები. თამბაქოს ტექნოლოგიური ღირსების გაზრდის მიზნით მას უმატებენ (4%) სხვადასხვა გლიკოლებს. მოწვევის დროს მისი 5% გადადის ბოლში, რაც უარყოფითად აისახება ბოლის შედგენილობაზე.

**თამბაქოს ბოლის კომპონენტების გავლენა
ადამიანის ორგანიზმზე**

თამბაქოს ბოლის გავლენა ადამიანის ორგანიზმზე ძირითადად ორი ფაქტორით განისაზღვრება:

1. ორგანოლეპტიკური მახვენებლებით, რომელიც დაკავშირებულია თამბაქოს გემოსთან, არომატთან და თამბაქოს ბოლის სხვა მოსაწევ ღირებულებებთან;

2. ტოქსიკური თვისებებით, რომელიც უარყოფით გავლენას ახდენს მწვეელი ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

სრულიად შესაძლებელია, რომ ნივთიერებებს რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს თამბაქოს გემოსა და არომატის ფორმირებაში, შეიძლება ტოქსიკური თვისებები გააჩნდეთ. ამასთან დაკავშირებით თამბაქოსა და ბოლის ხარისხის შეფასება უნდა მოხდეს კომპლექსურად.

**12.1 თამბაქოს ბოლის კომპონენტების
ორბანოლეპტიკური თვისებები**

თუ რომელი ნივთიერებები ახდენს გავლენას ბოლის არომატსა და გემოზე, ერთგვაროვანი და ამომწურავი პასუხის გაცემა ძალიან ძნელია. ცნობილია, რომ თამბაქოს ალკალოიდების უმეტესობას გააჩნია მწარე გემო. ალკალოიდების დიდი რაოდენობით არსებობის შემთხვევაში ბოლის გემო შეიძლება გაუარესდეს სიმწარის გაზრდის შედეგად. ბევრ ნაშრომში აღინიშნება მიოზმინის უარყოფითი გავლენა ბოლის არომატულ მახვენებლებზე.

თამბაქოს ბოლში პირიდინისა და მისი ჰომოლოგების დიდი რაოდენობით არსებობა განაპირობებს ბოლის მდგრად არასასი-

ამოგონო სურნელს. ეს ნივთიერებები იწვევს ზედა სასუნთქი გზების გაღიზიანებას და უარყოფით გავლენას ახდენენ ბოლის მოსაწვევ თვისებებზე.

ნახშირწყალბადების ბოლის მოსაწვევი თვისებების გავლენაზე შესწავლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ პარაფინები გარკვეულწილად არბილებენ ბოლის გემოვნურ სიმაგრეს. შესაძლოა ისინი წარმოქმნიან სასუნთქი გზების ლორწოვან გარსზე დამცავ აპკს, რომელიც იცავს მას სხვა გამაღიზიანებელი კომპონენტების ზემოქმედებისაგან. ნახშირწყალბადების აიროვანი გაზის გავლენა ბოლის მოსაწვევ თვისებებზე მცირედ არის შესწავლილი. ზოგიერთი ექსპერიმენტებით დადგენილ იქნა, რომ ამ ნივთიერებებს გააჩნიათ არასასიამოვნო სუნი. რაც შეეხება პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებს - ისინი იმდენად მცირედ არიან ბოლის შედგენილობაში, რომ მის ღირსებებზე გავლენას ვერ ახდენენ.

არომატული კარბონილური ნაერთები, რომლებიც ორ ნაწილად არის წარმოდგენილი: აქროლადი, რომელიც მონაწილეობს აირად ფაზაში და არააქროლადი, რომელიც მონაწილეობს მყარფაზაში, აღმოჩნდა რომ გააჩნიათ ძლიერგამოსატული სასიამოვნო არომატი. აქროლადი კარბონილური ნაერთების დიდ ნაწილს (აცეტალდეჰიდი, აკროლენი, აცეტონი და სხვ.) გააჩნია არასასიამოვნო მჟავე სუნი.

ბოლის მჟავებს ენიჭებათ მნიშვნელოვანი როლი მისი ტუტიანობის შემცირებაში რაც თავისთავად აუმჯობესებს ბოლის გემოვნურ თვისებებს. ბოლის მჟავების მრავალგვაროვანი შედგენილობა სხვადასხვაგვარად მოქმედებს ბოლის გემოვნურ თვისებებზე. მაგალითად, ჭიანჭველმჟავას და ძმარმჟავას გააჩნიათ მძაფრი სუნი და გემო, სხვა აქროლად ცხიმოვან მჟავებს მძაფრი გემო და სუნი არ გააჩნიათ, ხოლო β- მეთილვალერიანის მჟავას გააჩნია კარგი არომატი.

უმადლესი ცხიმოვანი მჟავები ამცირებენ ბოლის გამაღიზიანებელ თვისებებს, ამჟღავნებენ რა პარაფინის ანალოგიურ თვისებებს. ბოლის ფენოლური მჟავები ხასიათდებიან საკმაოდ სა-

სიამონო თამბაქოს არომატით, რომელიც ზოგჯერ მოგვაგონებს გამშრალი ხილის ჩირისა და დამწვარი შაქრის სუნს.

ფენოლური ნაერთები დადებითად მოქმედებენ თამბაქოს ბოლის არომატზე. მისი დადასტურებაა ტრიესტას მონაცემები, რომლის მიხედვითაც მიზანშეწონილად მიიჩნევა გაფილტრული ბოლის ფენოლური ნაერთების დანაკარგების, ხელოვნური არომატიზატორებით კომპენსირებას.

თამბაქოს ბოლის აქროლადი ფენოლების გამოკვლევა დადასტურა მათი დადებითი გავლენა მოსაწევ ღირსებებზე, რასაც ვერ ვიტყვით გოგირდშემცველ ნივთიერებებზე, რომელთაც უკიდურესად ცუდი, არასასიამონო სუნი გააჩნიათ.

თამბაქოს ბოლის კომპონენტების გავლენა მის მოსაწევ ღირებულებაზე მეტად აქტუალურია და შემდგომ გამოკვლევებს საჭიროებს.

12.2. თამბაქოს ბოლის კომპონენტების ტოქსიკური თვისებები

თამბაქოს ბოლის ტოქსიკური თვისებების შესწავლას მრავალი შრომა მიეძღვნა. ძირითადად იკვლევდნენ მოწეული სიგარეტების რაოდენობის გავლენას სასუნთქი გზების სიმსივნურ დაავადებებზე, რომელიც მოცემულია ცხრილში

თამბაქოს მოწევის დამოკიდებულება
ჰოლტვის კიბოს დაავადებებთან

1 დღეში მოწეული სიგარეტების რაოდენობა	დაავადების შემთხვევები 100 ათას მოწეველზე ასაკთან დამოკიდებულება		
	34-დან 54-წლამდე	55-დან 69-წლამდე	70-დან 84-წლამდე
არამწეველები	6	19	25
1-9	38	68	134
10-19	24	168	243
20-39	58	264	446
40 ცალზე მეტი	47	334	754

ანალოგიური დინამიკა იქნა მიღებული გულის დაავადების, ანგინის, ტრომბოზის და სხვა დაავადებების დროს. ეს ქმნის

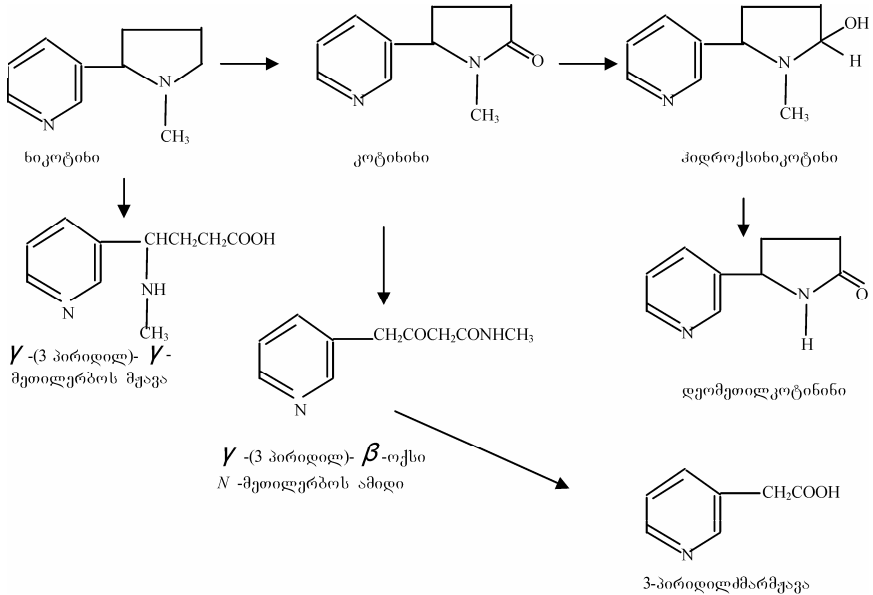
საჭიროებას შესწავლილი იქნას თამბაქოს ბოლის ტოქსიკურობა და მოიძებნოს მისი შემცირების გზები.

ადამიანის ორგანიზმზე ბოლის ტოქსიკურობის ზემოქმედება დამოკიდებულია არა მარტო მოწეული სიგარეტების რაოდენობაზე, არამედ მოწევის მოცულობაზე სიღრმეზე და რაოდენობაზე, აგრეთვე დარჩენილი ნამწვის სიდიდეზე და სხვა ფაქტორებზე.

ვალტცის გაანგარიშებით მოწევის ნაფაზის მოცულობა 17-დან 51-მლ-მდე ზრდის კონდენსატის გამოსავლიანობას ერთი სიგარეტისათვის 13,9-დან 31,6-მგ-მდე. ნამწვის ნარჩენის სიდიდის მიხედვით 1,7-დან 36-მმ-მდე მცირდება კონდენსატის გამოსავლიანობა 30,1-მგ-დან 19,4-მგ-მდე. ერთ სიგარეტზე მოწევის ნაფაზის რაოდენობის გაზრდა 5-დან 25-მდე ზრდის კონდენსატის რაოდენობას 9,2-მგ-დან 46,3-მგ-მდე. ამრიგად ერთი სიგარეტის მოწევისას ფილტვებში ჩაედინება 9-დან 46-მგ-მდე კონდენსატი, რაც ზრდის ფილტვების დაავადებების რისკს, რომელიც აგრეთვე დამოკიდებულია ორგანიზმის მიერ ამ ნივთიერების შებოჭვაზე ნაფაზის სიღრმეზე დამოკიდებულებით და შეადგენს 10-დან 80%-ს, ასეთი დიდი განსხვავება თამბაქოს ბოლის შებოჭვაზე სხვადასხვა ფაქტორებზე დამოკიდებულებით იძლევა იმის თქმის საშუალებას, რომ 20 მგ კონდენსატის შესათვისებლად ერთ მწვეველს დასჭირდება 1 ცალი სიგარეტი, ხოლო მეორეს 39 ცალი.

პირველდაწყებით გამოკვლევებს თამბაქოს ბოლის ტოქსიკურობაზე აწარმოებდნენ ადამიანის ორგანიზმზე დაკვირვებით, ნიკოტინი რომელიც ლორწოვანი გარსისა და ფილტვების საშუალებით ხვდება სისხლში, უარყოფითად მოქმედებს ნერვულ, გულსისხლძარღვთა სისტემაზე, სასუნთქ, ენდოკრინულ და საჭმლის მომნელებელ სისტემებზე. მცირე დოზით ის იწვევს ნერვული სისტემის აღზუნებას, ხოლო დიდი დოზით იწვევს დამუხრუჭებას. ნიკოტინი აღაგზნებს სისხლძარღვთა მამოძრავებელ სისტემას რაც იწვევს წნევის აწევას. სხვადასხვა ავტორების მონაცემებით ადამიანისათვის ნიკოტინის სასიკვდილო დოზა 10-დან 80-მგ-ს შეადგენს.

ადამიანის ორგანიზმში ნიკოტინი ძალიან მალე იშლება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება მცირედ ტოქსიკური ან არატოქსიკური ნივთიერებები. აღნიშნული სქემა მოცემულია ქვემოთ:



ნიკოტინის უარყოფითი ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე უპირველეს ყოვლისა გამოიხატება სასუნთქი გზების წამწამების მოძრაობის ინჰიბირებაში, რაც საშუალებას იძლევა აიროვანი და მყარფენი ფაზის ფილტვებში დაყოვნდეს და უფრო დრმად შეაღწიოს ადამიანის ორგანიზმში, სადაც ვლინდება მათი კომპონენტების კონცერგენული აქტივობა. ეს პროცესი გარკვეულწილად ძლიერდება კონცერგენული ნივთიერებებით, რომლებიც შესაძლოა ასრულებს ორ ფუნქციას: იცავს კანცერგენულ ნივთიერებებს დაშლისგან და აძლიერებენ მის აქტივობას, მაგალითად ადამიანის ორგანიზმის უჯრედებზე წინასწარი ზემოქმედების შედეგად.

თამბაქოს ბოლის კონდენსატის კომპონენტები, რომლებიც ბავშვებს ახლენენ მოციმციმე წამწამების აქტივობაზე

ნივთიერებები	რაოდენობა, რომელიც საჭირო არის წამწამების 50% აქტივობის შესამცირებლად, მკგ	გაზური ფაზის მიახლოებითი კონცენტრაცია თამბაქოს ბოლში, მკგ/სიგარეტში
სინილის მჟავა	20	50
აკროლეინი	50	20
აცეტალდეჰიდი	1300	140
ამიაკი	70	10
აზოტის დიოქსიდი	50	20
ფენოლი	50	12

ბოლის კომპონენტების მოქმედება სასუნთქი გზების მოციმციმე წამწამების აქტივობაზე

თამბაქოს ბოლის კონდენსატის მჟაური ნაწილი ამცირებს სასუნთქი გზების მოციმციმე წამწამების აქტივობას, რაც ძირითადად განპირობებული უნდა იყოს თავისუფალი რადიკალებისა და ბოლის დამუხტული ნაწილაკებით. ცხრილში 37 წარმოდგენილი არის ნივთიერებების ზემოქმედება სასუნთქი გზების აქტივობაზე, სადაც მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ციანწყალბადს, აგრეთვე აზოტის დიოქსი ახდენს გავლენას აქტივობაზე, მაგრამ არანაკლებ გავლენას უნდა ახდენდეს აზოტის დიოქსიდი, რომელიც 5-ჯერ უფრო მეტია აიროვან ფაზაში, ვიდრე აზოტის დიოქსიდი. აგრეთვე დამთრგუნველად მოქმედებს ბოლის მჟაეები (ჰიანტუელის, ძმარმჟავა, პროპიონმჟავა, n-ციხიმოვანი მჟავა და ბენზონის მჟავა) სასუნთქი გზების მოციმციმე წამწამების აქტივობაზე.

კანცეროგენული ნივთიერებები.

მკვლევარების ყურადღებას იმსახურებს პოლიციკლური ნივთიერებების “ელასიკური” წარმომადგენლები რომლებიც იწვევენ სიმსივნურ დაავადებებს. ყველაზე ძლიერი კანცეროგენუ-

ლი აქტივობა გააჩნია თამბაქოს ბოლში შემავალ პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებს, როგორცაა 3,4-ბენზპირენი და 1,2,5,6-დიბენზანტრაცენი, მაგრამ მათი კანცეროგენული აქტივობა შეადგენს ბოლის კონდენსატის კანცეროგენული აქტივობის მხოლოდ 3%-ს, გამომდინარე აქედან სავარაუდოა, რომ სხვა კომპონენტებსაც გააჩნიათ აღნიშნული აქტივობა.

ბოლო წლებში დიდი ყურადღება ექცევა ნიტროზოამინს, რომლის ბოლში არსებობა დამტკიცებულია, ის მცირე რაოდენობით არის ბოლის შედგენილობაში, მაგრამ მას გააჩნია დიდი კანცეროგენული აქტივობა.

მრავალი მეცნიერი სიმსივნური წარმონაქმნების მიზეზად სწორედ ზემოთ აღნიშნულ ნივთიერებებს მიიჩნევს, რომელიც თამბაქოს მოწვევის შედეგად ხვდება ადამიანის ორგანიზმში.

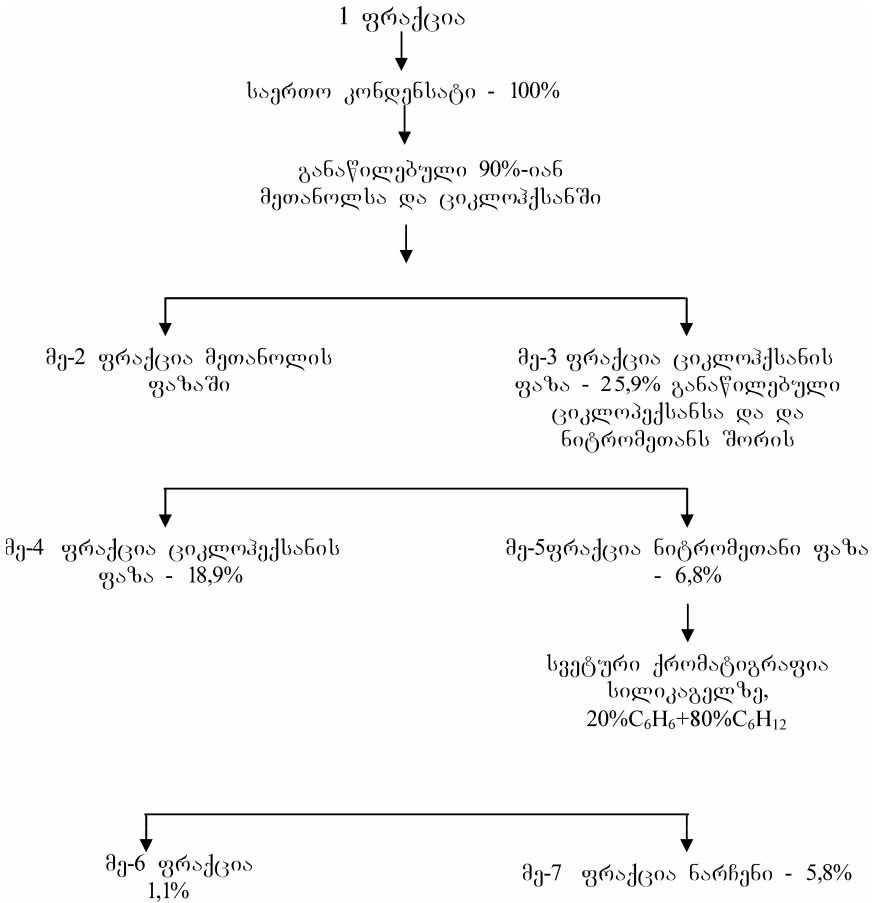
არსებობს ცნობები ბოლში სხვა კანცეროგენების არსებობის შესახებ, როგორცაა- ჰეტეროციკლური ნახშირწყალბადები (1,2,5,6-დიბენზოაკრიდინი, 1,2,7,8-დიბენზოაკრიდინი, 3,4,5,6-დიბენზოკარბაზოლი), სხვადასხვა სტეროლებში.

ბოლში აღმოჩენილ იქნა კანცეროგენული აქტივობის მქონე იზოტოპები, $^{210}P_0$, $^{226}R_a$, $^{222}R_n$, ^{40}K ასეთივე თვისებები გააჩნია ნიკელტეტრაკარბონილს, პესტიციდებს, რომელთაც შეუძლიათ თამბაქოდან გადავიდნენ ბოლში.

ზოგიერთი მეცნიერი აღნიშნავს აგრეთვე თამბაქოს ბოლის პიგმენტების კანცეროგენული თვისებების შესახებ.

ზემოთ აღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ თამბაქოს ბოლში არსებობს მრავალი კანცეროგენული თვისების მქონე ნივთიერებები და მას ვერ მივაწერთ ერთ რომელიმე ნივთიერებას.

დონტენვილის მიერ გამოცდილი იქნა ცხოველებზე თამბაქოს ბოლის ფრაქციების კანცეროგენული აქტივობა:



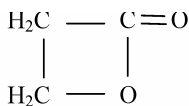
თუ საწყის კონდენსატს (1-ფრაქცია) გააჩნია სუსტი კანცეროგენული აქტივობა, მაშინ მე-5-ფრაქციას (რომელიც შეიცავს პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებს და პოლარულ ნივთიერებებს) გააჩნია 17-ჯერ მეტი აქტივობა, ვიდრე საწყისს, (აიღებოდა ერთი და იგივე რაოდენობა). მე-6- ფრაქცია, რომელიც შეიცავს თითქმის ყველა პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებს და დანარჩენ არაპოლარულ ნივთიერებებს 50-ჯერ აღემატება საწყის კონდენსატს აქტივობით.

კანცეროგენული ნივთიერებები

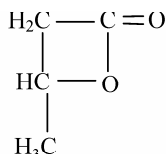
ცხოველებზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტმა დაადასტურა, რომ კანცეროგენული აქტივობა სუფთა 3,4-ბენზპირენისა მკვეთრად იზრდება ბოლის კონდენსატის თანაობისას. შესაბამისად უკანასკნელი შეიცავს კოკანცეროგენულ ნივთიერებებს, რომლებიც სტიმულირებას უკეთებს 3, 4-ბენზპირენის მოქმედებას. გარკვეული როლი როგორც კოკანცეროგენული ნივთიერება მიეწერება მაღალმოლეკულურ ალიფატურ ნახშირწყალბადებს. ვარაუდობენ რომ ისინი თითქოს გარსშემოერთეციან პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებს, რის შედეგადაც ასეთი კომპლექსი ადვილად გადალახავს ფიზიკურ ბარიერს იმ ადგილის მისაღწევად, სადაც მისი აქტივობა გამოვლინდება. შესაძლოა ასეთ შემთხვევაში კომპლექსი იცავს კანცეროგენული ნახშირწყალბადს რაიმე მეტაბოლური პროცესებისგან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება არა კანცეროგენული ნახშირწყალბადები.

ძლიერ კანცეროგენულ აქტივობას ავლენს თამბაქოს ბოლში ფენოლები კრეზოლი და დიმეთილფენოლი. დანარჩენ ფენოლებს აქტივობა ან სუსტი აქვთ ან სრულებით არ აქვთ.

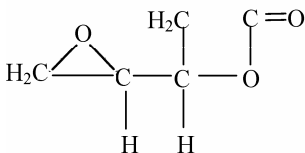
ნაჩვენებია ზოგიერთი ტერპენების (ნეოფიტადიენის) კო კანცეროგენული აქტივობა, აგრეთვე შემდეგი ლაქტონების: β -პროპიოლაქტანი, β - ბუთილოლაქტანი, 4,5-ეპოქსი- β -ვალეროლაქტანი, აფლატოქსინ- β_1 .



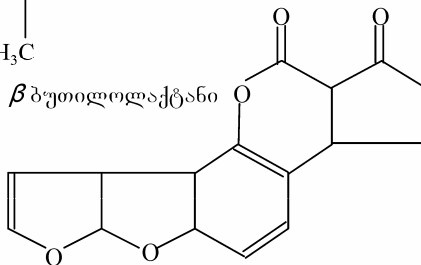
β პროპიოლაქტანი



β ბუთილოლაქტანი



4,5-ეპოქსი- β პროპიოლაქტანი



აფლატოქსინ B_1

ცხოველებზე ცდებით დადგენილ იქნა, რომ მაღალი რიგის ცხიმოვან მჟავებს (ლაურინის, ოლეინის, ლინოლის, ლინოლეინის) გააჩნიათ თითოეულს ცალ-ცალკე და ერთადაც კოკანცეროგენული აქტივობა. ასევე შეიძლება ითქვას ზოგიერთ ეთერებსა და სპირტებზეც (სოდანენსოლის, ფიტოსტეროლის, ფიტოლის და სხვ.).

თამბაქოს ბოლის საერთო ტოქსიკურობის განსაზღვრა და მისი შემცირების გზები. ზემოთქმულიდან გამომდინარე თამბაქოს ბოლის ტოქსიკურობა ეჭვს არ იწვევს, ამიტომ საჭირო არის განისაზღვროს მისი საერთო რაოდენობა. გავრცელება პპოვა ბოლში მშრალი კონცენტრატის საერთო რაოდენობისა და ნიკოტინის რაოდენობის განსაზღვრამ. უფრო ზუსტად ბოლის ტოქსიკურობის განსაზღვრა შესაძლებელია არა მისი საერთო რაოდენობის მიხედვით, არამედ მასში ნიტრომეთანის ფრაქციის რაოდენობის განსაზღვრით.

ბოლის ტოქსიკურობის მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს ბოლის აიროვან ფაზაში ნახშირბადოქსიდის რაოდენობის განსაზღვრა, ეს ნივთიერება უეჭველია იწვევს მრავალ დაავადებას.

მრავალი გამოკვლევები მიმდინარეობს თამბაქოს ბოლის მავნებლობის შესამცირებლად, რომელიც ძირითადად ორი მიმართულებით მიმდინარეობს: ნიკოტინის მავნებლობისა და სხვა დანარჩენი ნივთიერებების მავნებლობის შესწავლა. იმისათვის, რომ შევინარჩუნოთ მომხმარებლის მოთხოვნები თამბაქოს ხარისხისადმი და შემცირებულ იქნას ბოლის ტოქსიკურობა, ახალი პროდუქციის მარკების შექმნისას გათვალისწინებული უნდა იქნას ნედლეულის ქიმიური შედგენილობა, გამოყენებული უნდა იქნას ალდგენილი თამბაქო, გაფართოებული ძარღვით, გამოყენებულ იქნას სელექციური ფილტრები, მაღალი ჰაერგამტარი და პერფორირებული სიგარეტის ქაღალდი და შემოსაკრეული ქაღალდი.

თამბაქოს ბოლის შედგენილობის რეგულირების საფუძვლები

თამბაქოს ტოქსიკურობის შესამცირებლად, აგრეთვე მისი მოსაწვევი თვისებების გაუმჯობესების მიზნით წარმოებს თამბაქოს ბოლის შედგენილობის შეცვლის მეთოდების დამუშავება დასახული მიმართულებით. აგრეთვე გათვალისწინებული უნდა იქნას ბოლის ძირითადი ნაკადის ქიმიური შედგენილობა, რომელიც ხვდება მწვეველის ფილტვებში თამბაქოს მოხმარების დროს.

ბოლის ძირითადი ნაკადის შედგენილობა ყოველთვის ერთნაირი არ არის და დამოკიდებულია მთელ რივ ფაქტორებზე:

- მწვეველის თვისებებზე, როგორცაა ნაფაზის რაოდენობა, სისწრაფე, ნამწვის სიგრძე და სხვა;

- თამბაქოს შედგენილობაზე, რომელიც დამოკიდებულია ჯიშ-ტიპზე, სასაქონლო ხარისხზე, მისი მოყვანის პირობებზე და მოსავლის აღების შემდგომი ტექნოლოგიების განსაკუთრებულობაზე;

- მოსაწვევი ნაწარმის ტექნოლოგიურ თვისებებზე – თამბაქოს ტენიანობაზე, ბოჭკოს სიფართოზე, სიგარეტებისა და პაპიროსის გრძივ ზომაზე, მოწვევის წინააღმდეგობაზე და სხვა;

- ფილტვის შედგენილობაზე, რომელიც მის მასალაზეა დამოკიდებული, აგრეთვე ფილტვის ტექნოლოგიურ მანქანებლებზე;

- სიგარეტის ქაღალდის თვისებებზე (წვადობა, ჰაერგამტარებლობა).

განვიხილავთ ამ ფაქტორების მოქმედებას უფრო დაწვრილებით.

13.1 მწვევლების ინდივიდუალური თვისებები

1960 წლიდან დიდი ყურადღება ექცეოდა ბუნებრივ პირობებში მოწვევის რეჟიმების სისტემატურ ზედამხედველობას (დაკვირვებას).

ამის მიზანი არა მხოლოდ სტატისტიკური მონაცემების შეგროვებაა მოწვევის შემდეგი მოდელირებისათვის, არამედ, შესწავლილი უნდა იქნას სხვადასხვა ხერხის ეფექტურობა მიმართული მოსაწვევი ნაწარმის ხარისხის შეცვლაზე და მოხმარების ხასიათზე, განსაზღვრული იქნას მწვეველის ჩვევის ცვლილების ტენდენცია, შეგროვილი იქნას მედიკო-ბიოლოგიური ხასიათის მასალები, მოწვევის ფსიქოლოგიასთან და დაავადების რისკთან დაკავშირებით.

მწვეველის ინდივიდუალური ჩვევების შესწავლა და დაკვირვება მრავალ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული. შედარებით ადვილია მაგალითად განისაზღვროს მოხმარებული სიგარეტების რაოდენობა და ნამწვის სიგრძე, ხოლო თვითონ მოწვევის რეჟიმის (მოცულობა, მოწვევის ხანგრძლივობა და ა. შ.) დადგენა ხშირად ვერ ხერხდება მწვეველის პირდაპირი დაკვირვებით ბუნებრივ პირობებში. ამასთან დაკავშირებით იყენებენ სხვადასხვა მეთოდებს და აპარატურას, რომელიც მეტნაკლებად იძლევა ობიექტურად შეფასების საშუალებას. იმის დასადგენად თუ როგორ ახდენს გავლენას მოწვევის რეჟიმი ბოლის გამოსავლიანობაზე, მიმართავენ მანქანურ მოწვევის მეთოდს სხვადასხვა პირობებში.

პირველ ყოვლისა ინტერესს იწვევს ბოლის გამოსავლიანობა მოწვევიდან მოწვევამდე, აღმოჩნდა, რომ თითოეული კომპონენტის გამოსავლიანობა დამოკიდებულია მოწვევის რიგით ნომერზე და იზრდება მისი გადიდებით. ამან შესაძლო გახადა მათემატიკურად იქნას აღწერილი ბოლის ნივთიერებების პროგრესირებადი გამოსავლიანობა ერთი მოწვევიდან მეორე მოწვევამდე.

$$\theta_E^n = \theta_1 n^\beta,$$

θ_E^n - კომპონენტების გამოსავლიანობა n მოწვევის შემდეგ;

θ_1 - პირველი მოწვევის შემდეგ გამოსავლიანობა;

β - საკვლევი ნივთიერების გამოსავლიანობის კოეფიციენტი.

სიგარეტების ნიმუშებიდან ერთი სიგარეტისთვის კონდენსატის გამოსავლიანობის მიხედვით მიღებული იქნა შემდეგი მონაცემები: 1-4 მოწვევისას იყო 25% კონდენსატი, 5-8 მოწვევისას – 35%, ხოლო 8-11 მოწვევისას – 40%. აღსანიშნავია, რომ ბოლო ნაფაზი ბოლის შედგენილობის მიხედვით ნივთიერებათა დიდი კონცენტრაციით განსხვავდებიან, ამასთან დაკავშირებით ნაშვის სიგრძის გაზრდა (ნაფაზის რაოდენობის შემცირება) ამცირებს მწვეველის მიერ თამბაქოს ბოლზე მოთხოვნას.

ბოლის მთავარი ნაკადის გამოსავლიანობა უმეტესად იზრდება მოწვევის (ნაფაზის) მოცულობის გაზრდით. იგივე ხდება პაუზის შემცირების და მოწვევის გახანგრძლივებით. კონდენსატის გამოსავლიანობა ერთი და იგივე სიგარეტისთვის მოცემულია ცხრილში 38.

ცხრილი 38

მოწვევის ღრუს კონდენსატის ბამოსავლიანობა

მოწვევის ხასიათი	მოწვევის (ნაფაზის) რაოდენობა	კონდენსატის გამოსავლიანობა, მგ/სიგ
1	2	3
		მგ/სიგ
მოწვევის მოცულობა, მლ/წმ		
5	15	11,1
17,5	12	32,8
25	12	44,5
მოწვევის სიხშირე წთ-ში		
1	12	36,3
2	17	51,0
3	19	57,0
მოწვევის სიხშირე წმ-ში		
2	12	36,3
4	9	69,5
6	8	82,3
შეუწვევბელივ	1	139,3

1	2	3
თამბაქოს დამწვარი ნახვევის სიგრძე. მმ		
25	8	19,6
40	12	32,8
55	17	51,3

ცხრილის მონაცემებიდან თვალნათლივ ჩანს, რომ სიგარეტის გამოყენების ხასიათი თამბაქოს ბოლის გამოსავლიანობაზე დიდ გავლენას ახდენს. ეს თავის მხრივ იმასთან არის დაკავშირებული თუ როგორ “ითვისებს” მწვეველის ორგანიზმი ბოლს, მაგრამ ამ დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს სხვა ფაქტორი: რა სიღრმის ნაფაზს აკეთებს მწვეველი და რა ხანგრძლივობით ყოვნდება ბოლი მის ორგანიზმში. ზოგ შემთხვევაში ბოლის შეკალება 20-50%, სხვა შემთხვევაში თუ ის იმყოფება ფილტვებში 5-დან 30წმ-მდე – შეკალება ხდება 82-97%-ით. ამ მიმართულებით ცდები მცირე რაოდენობით არის ჩატარებული.

ინდივიდუალური განსაკუთრებულობის შესწავლამ სიგარეტების გამოყენებისას შესაძლებელი გახადა შემდეგი ტენდენციის დადგენა: როდესაც სისტემატურად იზრდება ნამწვის სიდიდე, კანონზომიერად იზრდება ერთი მწვეველის მიერ გამოყენებული სიგარეტების რაოდენობა, მაგრამ ამავედროულად მცირდება მწვეველის მიერ ნიკოტინის და კონდენსატის მოხმარება. უკანასკნელი განისაზღვრება არა მხოლოდ ნამწვის გაზრდით, არამედ რიგი სხვა მიზეზებითაც, რომელიც უზრუნველყოფს ბოლის გამოსავლიანობის შემცირებას.

დიდი ხნის განმავლობაში მწვეველის მანერებზე ზემოქმედება ითვლებოდა შეუძლებლად, რამდენადაც თვლიდნენ, რომ აქ მოქმედებს უამრავი ფაქტორი. ვინაიდან მოსაწვევი ნაწარმის მოხმარების ხასიათი სრულებით არ წარმოადგენს სტაბილურ სიდიდეს და მასზე რიგი მაჩვენებლებით შეიძლება მნიშვნელოვანი ზემოქმედება.

13.2. თამბაქოს შედგენილობის გავლენა ბოლის შედადგენილობაზე

დაგროვილია მნიშვნელოვანი ექსპერიმენტული მასალები სხვადასხვა თამბაქოს ბოლის შედგენილობაზე. მაგალითად ზოგიერთი თამბაქოს ნიმუშის ანალიზის დროს კონდენსატის გამოსავლიანობა მასში იცვლებოდა ზღვრებში 24-დან 28 მგ. 1 გ დამწვარ თამბაქოზე. ეს დამოკიდებულია მრავალ მიზეზზე, მათ შორის თამბაქოს ბოტანიკურ ჯიშზე. ამერიკელი მკვლევარების მიხედვით ჯიშ-ტიპ ბრაიტში კონდენსატის რაოდენობა ვარირებს შემდეგი რაოდენობით 32,8 მგ/სიგ., ბერლეიში – 14,6მგ/სიგ, აღმოსავლური – 25,2 მგ/სიგ; არსებობს აგრეთვე მონაცემები ბოლში CO-ს მოცულობითი წილის შესახებ თამბაქოს ზოგიერთ ჯიშ-ტიპებში (%): ბერლეი – 5,2, თურქული – 2,9, ბერძნული – 1,8, აფრიკული – 3,9. თამბაქოს ბოლის შედგენილობა დამოკიდებულია შეტეხის ჯერზე და კონდენსატის გამოსავლიანობა იზრდება ქვედა შეტეხიდან ზევით.

თამბაქოს მრეწველობის მრავალი სპეციალისტი დასაბუთებულად ამტკიცებს, რომ თამბაქოს შედგენილობა უფრო მეტად არის დამოკიდებული აგროტექნიკურ ღონისძიებებზე, ვიდრე მის ბოტანიკურ ჯიშზე. თამბაქოს მოვლა-მოყვანის პირობების მიხედვით შეგვიძლია თამბაქოში ნიკოტინის შემცირება. რუსეთის თამბაქოსა და წეკოს საკვლევი ინსტიტუტის ქიმიის ლაბორატორიაში შეისწავლებოდა წყლით მომარაგებისა და სასუქებით კვების გავლენა თამბაქოს მცენარეზე (სამსუნი – 930). ამ ფაქტორების ცვლილებით შესაძლებელი შეიქნა ბოლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება გარკვეულ ზღვრებში: პარაფინი – 1,69 – 3,8 მგ/გ, არააქროლადი კარბონული ნაერთები – 5 – 9,1 მგ/გ, არააქროლადი მჟავები – 50,9 – 125,1 მგ/გ, აქროლადი ფენოლები – 302 – 610 მკგ/გ. ეს დამაჯერებლად უსვამს ხაზს აგროეკოლოგიური ფაქტორების მნიშვნელობას. აგრეთვე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს თამბაქოს ბოლის შედგენილობაზე ფოთლის სიმწიფე და მასზე მწვანე ნაწილის არსებობა.

ყურადღებას იქცევს აგრეთვე შრობის მეთოდის გავლენა თამბაქოს ბოლის შედგენილობაზე. გამოკვლეული იქნა თამბაქოს ჯიშ-ტიპი ამერიკანი 572, რომელიც სხვადასხვა მეთოდებით იქნა გამშრალი. მიღებული იქნა ნიმუშები შემდეგი შეფერილობით: წითელი, ორანჟისფერ-წითელი, ორანჟისფერ-ყვითელი. ბოლის ანალიზის შემდეგ მიღებული იქნა შემდეგი შედეგები (მგ/გ: პარაფინები – 1,16 – 4,2, არააქროლადი კარბონული ნაერთები – 7,43 – 17,64, აქროლადი კარბონული ნაერთები – 3,69 – 5,26.

აგრეთვე გაანალიზებული იქნა სიგარეტების მახასიათებლები, რომლებიც იწარმოებოდა რუსეთში 1994 წლიდან 2001 წლამდე (ცხრილი 39).

ფერმენტაციის პროცესის რეჟიმები გავლენას ახდენს არა მარტო თამბაქოს შედგენილობაზე, არამედ მის ბოლზეც და წეკოს საკვლევი ინსტიტუტის (ВИТИМ ქიმიის ლაბორატორიის კვლევის შედეგებით დადგენილი იქნა, რომ თამბაქოს ფერმენტაციის რეჟიმები და მათი ცვალებადობა გავლენას ახდენს ნივთიერებათა ცალკეული ჯგუფების შედგენილობასა და კომპონენტების ცვლილებაზე:

ალკალოიდები – 1,22 – 1,71 მგ/გ, ინდოლის ნივთიერებები – 52,2 – 180 მკგ/გ, არააქროლადი მჟავები – 149,3 – 205,9 მკგ/გ, აქროლადი მჟავები – 458,4 – 542,5 მგ/გ, აქროლადი ფენოლები – 502 – 692 მკგ/გ.

თამბაქოსა და ბოლის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება შეინიშნება თამბაქოს ორთქლით თერმული დამუშავების შედეგად და აგრეთვე სხვა ტექნოლოგიური ოპერაციების გამოყენების შედეგად.

ზემოთ თქმული მიუთითებს იმაზე, რომ ბოლის შედგენილობა არ არის მუდმივი სიდიდე, მასზე შეგვიძლია ვიმოქმედოთ ფართო დიაპაზონში და ვცვალოთ დაგეგმილი მიმართულებით. ბოლის შედგენილობის ცვალებადობა შესაძლებელია თამბაქოზე სხვადასხვა დანამატების გამოყენების გზით. მაგ. თამბაქოს არომატული და გემოვნური თვისებების გასაუმჯობესებლად შესაძლებელია დამატებული იქნას საკმაოდ მრავალფეროვანი ბუ-

ნებრივი და სინთეზური არომატიზატორები., ნარჩენებიდან ორგანული გამსხნელებით მიღებული ფრაქციები, შესაძლებელია თამბაქოზე იქნას დამატებული, რომელიც აუმჯობესებს თამბაქოს მოსაწევ ღირებულებას. კარგი შედეგები იქნა მიღებული თამბაქოდან თხევადი დიოქსიდით მიღებული ფრაქციის გამოყენების შედეგად. თამბაქოს არომატისა და გემოს გასაუმჯობესებლად ფართოდ იყენებენ ექსტრაქტებს, რომლებიც თამბაქოდან არ არის მიღებული.

აღსანიშნავია, რომ ბუნებრივი არომატიზატორების გამოყენების შედეგად იზრდება ბოლში (70-80%) მცირედაქროლადი კარბონული ნაერთები, რომელიც აუმჯობესებს მის არომატულ თვისებებს.

ცხრილი 39

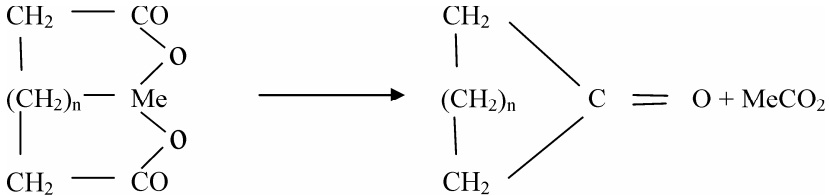
სიბარამუბის ხარისხის ცვლილების დინამიკა

წლები	შეგენილობა მგ/სიგ	
	ფისები	ნიკოტინი
1	2	3
1994	23	1,5
1995	22	1,3
1996	20	1,2
1997	18	1,1
1998	15	1,0
1999	15	0,9
2000	13	0,9
2001	12	0,8

თამბაქოს გამდიდრება მენტოლით არომატიზაციის მიზნით იწვევს ამ კომპონენტის ბოლში საკმაო რაოდენობით გამოჩენას. იგივე ხდება კუმარინისა და მისი წარმოებულების გამოყენების შედეგად.

ბოლში სასურველი კარბონული ნაერთების გაზრდის მიზნით, თამბაქო შესაძლებელია დამუშავებული იქნას ორგანული მჟავების მარილებით და ორვალენტიანი მეტალებით (Ca, Ba, Sr

და სხვა). მაგალითად მაღალ ტემპერატურაზე ბოლში შესაძლებელია წარმოიქმნას კეტონები:



ასეთი გზით შესაძლებელი შეიქნა ბოლში გაზრდილიყო კარბონული ნაერთები 10-50%. მოსაწვევი თვისებების გაუმჯობესების ეფექტი შეიმჩნევა, ბარიუმის მალონატის სტეარატისა და ბარიუმის ფორმატის ნარევის გამოყენებისას.

თამბაქოს ბოლში 3,4-ბენზპირენის შესამცირებლად თამბაქოს უმატებენ ნივთიერებებს, რომლებიც იმ პირობებში, რომელიც დამახასიათებელია წვის ზონისათვის, უნდა მოახდინონ ინჰიბირება, 3,4-ბენზპირენის კატალიზური და ჯაჭვური რეაქციების პიროსინთეზისას. წვის ზონა გამდიდრებული უნდა იქნას ჟანგბადით, 3,4-ბენზპირენის დაშლის მიზნით შემცირებული იქნას მისი კონცენტრაცია წვის ტემპერატურის შემცირების ხარჯზე. ამ მიმართულებით შესრულებული არის უამრავი ნამუშევარი. წვის ზონაში ტემპერატურის შემცირების მიზნით გამოყენებული იქნა $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, გლიცერინი და სხვა ნივთიერებები. თამბაქოს NaNO_3 -ით დამუშავება მკვეთრად სცემს ბოლში 3,4-ბენზპირენის და სხვა ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობას.

პრაქტიკაში მითითებული ნივთიერებების გამოყენების რეკომენდაცია გაძნელებულია, რამდენადაც ბოლში 3,4-ბენზპირენის შემცირება იწვევს სხვა კანცეროგენული ნივთიერებების – ნიტროზოამინების ტიპის ნივთიერებების გაზრდას. ეს იმაზე მითითებს, რომ დანამატების გამოყენება შეფასებული უნდა იყოს კომპლექსურად და არა ერთი რომელიმე კომპონენტის მიმართ. ამის მაგალითად შეიძლება გამოყენებული იქნას ბენერის გამოკვლევები, რომელმაც მიაღწია ბოლში შეემცირებინა კონდენ-

სატის შემცველობა (36,8-დან 30,4 მგ/სიგ) თამბაქოს ბორის მჟავით და ნატრიუმის ტეტრაბორატით დამუშავების გზით, მაგრამ ამავე დროს 2-ჯერ იზრდებოდა ფენოლის და 3,4-ბენზოპირენის რაოდენობა.

ბოლში მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეიმჩნევა თამბაქოს სხვადასხვა გამსხნელებით ექსტრაქციის შემდეგ, კერძოდ არსებითად მცირდება ბოლში პოლიციკლური ნაერთები და კონდენსატი, მაგრამ ტექნოლოგიასთან მიმართებაში, ეს ოპერაცია მოუხერხებელია და მან პრაქტიკული გამოყენება ვერ ჰპოვა.

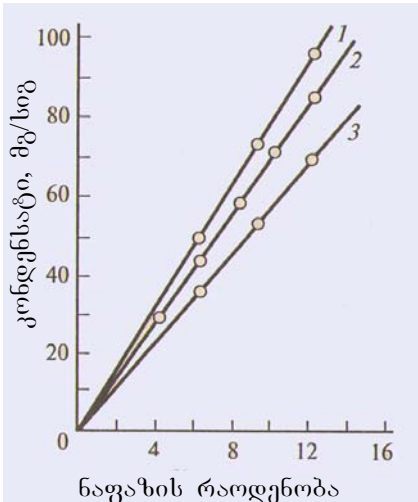
ბოლოს მიზანშეწონილია შეეწერდეთ აღდგენილი თამბაქოსა და აფეთქებული ძარღვის თვისებებზე. წვისას ისინი წარმოქმნიან 30-40% ნაკლებ თამბაქოს ბოლს და სხვა ტოქსიკურ ნივთიერებებს, ვიდრე ნატურალური თამბაქო, ამიტომ აღდგენილი თამბაქოს გამოყენება წარმოადგენს ერთ-ერთ ეფექტურ და პერსპექტიულ მეთოდს, ბოლის მთავარ ნაკადზე ზემოქმედებისათვის.

13.3 თამბაქოს მოსაწივი ტექნოლოგიური თვისებების გავლენა თამბაქოს ბოლის შედგენილობაზე

სამწუხაროდ არც ერთი ტექნოლოგიური პროცესი არ შესწავლილა ისე დაწვრილებით, როგორც თამბაქოს ტენიანობის გავლენა სიგარეტის ბოლის ქიმიურ შედგენილობაზე. ცდები მიმდინარეობდა ტენიანობის საკმაოდ დიდ ზღვრებში: 3-დან 22%-მდე. დადგენილი იქნა, რომ ტენიანობის გაზრდასთან ერთად იზრდება თამბაქოს რაოდენობა, რომლის წვის შედეგად წარმოიქმნება ბოლის მთავარი ნაკადი (45-58%), ამის ხარჯზე რამდენადმე იზრდება მშრალი კონდენსატის გამოსავლიანობა (26,7-29,7 მგ/სიგ), მაგრამ მცირდება ნიკოტინის შემცველობა (1,73-1,47 მგ/სიგ) და აქროლადი ფენოლები (250-150 მკგ/სიგ). ნიკოტინის რაოდენობა და ფენოლების შემცირება გამოწვეულია ალბათ იმით, რომ თამბაქოს ტენიანობის გაზრდისას იზრდება მოწვევისადმი წინააღმდეგობა დაუწველი სიგარეტის სიგრძის

მიხედვით და შედეგად იზრდება მისი შემკაველობის უნარი ბოლის ნივთიერებების მიმართ. აღსანიშნავია, რომ აიროვანი ნივთიერებებისათვის (CO) ეს არ შეინიშნებოდა.

გარკვეულ ინტერესს იწვევს ბოლის გამოსავლიანობაზე ისეთი ურთიერთდაკავშირებული მაჩვენებლების გავლენა, როგორც არის მოწვევისადმი წინააღმდეგობა და სიგარეტის მასა (ნახ. 13). აღსანიშნავია, რომ ნაკლები მასის მქონე სიგარეტები წარმოქმნის მეტ ბოლს.



ნახ. 13. მოწვევის წინააღმდეგობა და სიგარეტის მასის გავლენა ტენიანი კონდენსატის გამოსავლიანობაზე.

1 – (431 ± 24) პა, 0,97 – 0,985 გ.

2 – (588 ± 24) პა, 1,045 – 1,055 გ.

3 – (931 ± 4) პა, 1,19 – 1,205 გ.

ბოლის შედგენილობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს თამბაქოს ბოჭკოს სიგანე (ცხრილი 40). შეიმჩნევა გარკვეული კანონზომიერება: ბოჭკოს სიგანის გაზრდასთან ერთად იზრდება ბოლის გამოსავლიანობა. ასეთივე სურათი შეიმჩნევა ნიკოტინის გამოკვლევის დროს.

პაპიროსის ფორმატი აგრეთვე დაკავშირებულია ბოლის გამოსავლიანობასთან, რაც დადგენილი იქნა ქიმიის ლაბორატორიაში თამბაქოსა და წვეკოს საკვლევი ინსტიტუტში (ВИТИМ-ში). შედეგებს ღებულობდნენ 1 გ. დამწვარ თამბაქოზე გადაანგარი-

შებით. ფორმატის გაზრდით მცირდებოდა ფუძეების რაოდენობა, მაგრამ მნიშვნელოვნად იზრდება კარბონული ნაერთების სპირტების და მჟავების რაოდენობა.

ცხრილი 40

თამბაქოს ბოჭკოს სიზანისა და ბოლის შემდგენილობის ურთიერთდაამოკიდებულება

თამბაქოს ბოჭკოს სიფართე, მმ	კონდენსატი, მგ/სიგ	3,4 ბენზპირენი მკგ/100სიგ
0,37	23,0	2,1
0,45	24,4	2,3
0,75	25,4	3,3
1,12	27,3	3,4
2,80	29,1	3,7

ბოლის შედგენილობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მოსაწვევი პროდუქციის სახე (ცხრ. 41)

ცხრილი 41

ბოლის შემდგენილობა სხვადასხვა მოსაწვევ ნაწარმში

ნივთიერება	ჩიბუხი (ყალიონი)	სიგარეტი
კონდენსატი მგ/გ	135,0	76,0
ნიკოტინი მგ/გ	5,8	4,2
ფენოლები მკგ/გ	923,0	582,0
3,4-ბენზპირენი, მკგ/100გ	29,2	7,1

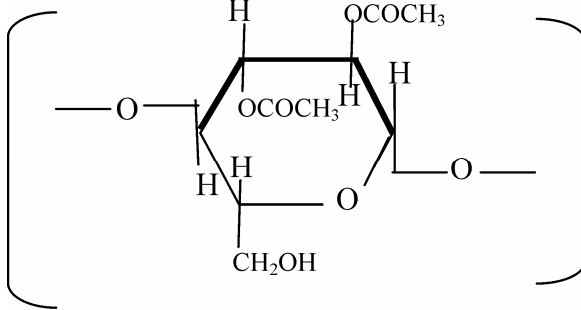
პაპიროსის და სიგარეტის მოწვევისას ბოლს აგრეთვე ექნება სხვადასხვა შედგენილობა.

13.4. ბოლის შედგენილობაზე ფილტრის მასალის გავლენა

თამბაქოს ბოლის ტოქსიურობის შემცირების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ეფექტურ საშუალებას – გამფილტრვი მასალების გამოყენება წარმოადგენს. ფილტრის გამოყენების შესაძლებლობა ჯერ კიდევ 1930-იან წლებში ა. შმუკისა და მისი თანამშრომლების მიერ შეისწავლებოდა. ფილტრმა ფართო გამოყენება 1950-1960-იან წლებში ჰპოვა, დღეისათვის მოსაწვევი პროდუქციის უმეტესობა ფილტრით გამოდის.

ფილტრის დასამზადებლად სხვადასხვა მასალები გამოიყენება: ქაღალდი, ვისკოზა, აღსორბენტები, პოლიმერული ბოჭკოები

და სხვა. ამ მასალების საფუძველზე ამზადებენ შედგენილ ფილტრებს (მაგალითად, ნახშირის ნაწილაკები აცეტატური ბოჭკოთი). ყველა ფილტრის 80%-ს აცეტატური ბოჭკოსაგან ამზადებენ, უმეტესად დიაცეტილცელულოზაგან:



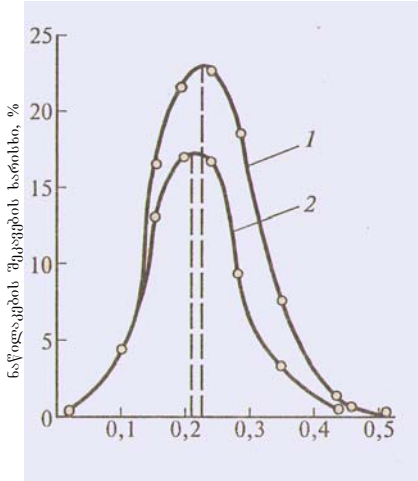
აცეტატური ფილტრები შედარებით იაფი არის და თამბაქოს ბოლის მრავალ მანვე ნივთიერებას აკავებს. შედარებით მაღალ ეფექტურობით ხასიათდება ფილტრები, რომლებიც დამზადებული არიან ძალიან წვრილი ბოჭკოებით: თუ თავიდან იყენებდნენ ბოჭკოს 16 დენიეს*, ახლა გამოიყენება ბოჭკო 1,5 დენიე. ბოჭკოს კვეთას შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ფორმა. ფილტრები არა მარტო უნდა ამცირებდნენ ბოლის რაოდენობას, რომელიც მთავარი ნაკადის სახით ხვდება ადამიანის ორგანიზმში, არამედ შერჩევით უნდა აცილებდეს ტოქსიკურ ელემენტებს ე. ი. უნდა ჰქონდეს სელექციის უნარი.

თამბაქოს ბოლის აეროზოლის ნაწილაკების ფილტრში გაფლისას წარმოებს ბოჭკოების მიერ მათი შეკავება მოლეკულათა შორის არსებული ძალების საშუალებით. შეკავების პროცესი რთულია და საკმარისად შესწავლილი არ არის. ის დამოკიდებულია მრავალ ეფექტზე: ინერციის, დიფუზიის, სედიმენტაციის, გაცრის, ელექტროსტატიკური მიზიდულობის და შეხების ეფექტზე. ამა თუ იმ ეფექტის გამოვლენა დამოკიდებულია აეროზოლის ნაწილაკების ზომებზე. თუ აეროზოლის საშუალო ნაწილაკის ზომა შეადგენს 0,23 მკმ, მაშინ სავარაუდოა რომ შეკავე-

* დენიე – 9 კმ ბოჭკოს მასა გრამებში.

ბის ეფექტი ძირითადად ინერციაზე, შეხებაზე და დიფუზიაზე მოდის.

ბოლის აეროზოლის ნაწილაკების შეკავების ხარისხი აცენტრირ ფილტრში გავლის შემდეგ დამოკიდებულია ნაწილაკების საშუალო დიამეტრზე (სურ.14)



ნახ. 14. ბოლის ნაწილაკების ზომის ცვალებადობა ფილტრში გავლის შემდეგ.

1 - გაუფილტრავი ბოლი; 2-გაფილტრული ბოლი

ნაწილაკების დიამეტრი მკმ

უფრო დიდი ნაწილაკების შეკავება ფილტრის მიერ ადვილად ხერხდება – მექანიკური გაცრის შესაბამისად. მხოლოდ ფილტრის გაცრის ეფექტის საფუძველს სულ სხვა მექანიზმი წარმოადგენს. ეს იქედანაც ჩანს რომ ჩვეულებრივი ფილტრისბოჭკოებს შორის და მის გადაკვეთას შორის მანძილი შეადგენს 100მკმ-ს, მაშინ როდესაც აეროზოლის ნაწილაკების ზომა თითქმის 400-ჯერ ნაკლებია. აქედან გამომდინარე ზემოთ აღნიშნულს ამ შემთხვევაში ადგილი არ ექნება.

ფილტრის მნიშვნელოვან მახასიათებელს შეადგენს მისი დატვირთვის (შეკავების) უნარიანობა R(%), რომელსაც პირდაპირი ან ირიბი მეთოდებით გამოთვლიან ფორმულით

$$R = E / (H+E) \cdot 100 \text{ (პირდაპირი მეთოდი);}$$

$$R = (S - H) / S \cdot 100 \text{ (ირიბი მეთოდი);}$$

სადაც, E – კომპონენტების ნაწილია ფილტრის მიერ შეკავებული,

H – კომპონენტების ნაწილია ფილტრში გატარებული;

S – კომპონენტების საერთო რაოდენობა, ფილტრში შესული.

ამრიგად, პირდაპირი მეთოდის გამოყენებისას, ანალიზს ექვემდებარება ფილტრის მიერ შეკავებული და ფილტრის მიერ გატარებული ნივთიერებები. ირიბი მეთოდისას – შესაბამისად ბოლი ფილტრიანი და უფილტრო სიგარეტებიდან.

დაგროვილია მნიშვნელოვანი მასალა ფილტრის შეკავების უნარის შესახებ. აცეტატური და ქადალდის (ცელულოზის) ფილტრებისათვის R- სიდიდე იცვლება შემდეგ ზღვრებში (ცხრ. 42)

ცხრილი №42

ფილტრის ღაჭპრის უნარი, %

ბოლის კომპონენტები	ფ ი ლ ტ რ ი	
	აცეტატური	ცელულოზის
კონდენსატი (მშრალი)	17 – 44	24 – 47
ფუჭეები	16 – 52	24 – 47
ფენოლები	36 - 89	26 - 51

ბოლის სხვადასხვა ნივთიერება არაერთგავროვნად შეკავდება ერთი და იგივე ფილტრის მასალის მიერ. R-ის მნიშვნელობა დამოკიდებულია როგორც მასალის ქიმიურ შედგენილობაზე, ასევე ფილტრის ფიზიკო-ტექნოლოგიურ პარამეტრებზე R-ის აბსოლუტური სიდიდე განისაზღვრება მრავალი ფაქტორით: ფილტრის სიგრძით, მოწვევისადმი წინააღმდეგობის უნარით, პლასტიფიკატორის სახით, რომელიც გამოიყენება ფილტრის ტექნოლოგიური თვისებების გასაუმჯობესებლად და ა. შ.

ბოჭკოებიანი ფილტრით ბოლის აეროზოლის ნაწილაკების შეკავების მექანიზმის გნხილვისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ გარკვეული ნაწილი, რომელიც შეკავებული იქნა ფილტრის მიერ შემდეგი მოწვევისას ისინი შესაძლოა შევიწროებული იქნან ფილტრის ზედაპირიდან. ეს მოვლენა გამოიყენება, მაგალითად თამბაქოს ბოლის მენტოლით გასამდიდრებლად,

რომელიც უშუალოდ ფილტრზე დაიტანება. ელუირების უნარით ხასიათდება თვითონ თამბაქოს ბოლი. ნიკოტინის ელუირებამ შეიძლება მიაღწიოს 24%-ს. სუფთა ჰაერის გატარებისას ფილტრიდან ნივთიერებების ელუირება არ ხორციელდება.

განვიხილოთ უფრო დაწვრილებით ფილტრის დამჭერი თვისებები, როგორც ფიზიკური მახვენებლების ფუნქცია. პირველ ყოვლისა ფილტრს ახასიათებენ როგორც მოწვევისადმი წინააღმდეგობა P (პა) ჰაერის მოცემული რაოდენობის მიხედვით (ჩვეულებრივად 17,5 მლ.წმ):

$$P = \varepsilon L V / A$$

სადაც, ε - წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, პა წმ/სმ³; L - ფილტრის სიგრძე, სმ; V - ჰაერის ხარჯი, მლ/წმ; A - ფილტრის განივი კვეთის ფართი, სმ².

მუდმივა ε - უზრუნველყოფს მუდმივად ფილტრების შეღარებას მათ მოწვევისადმი წინააღმდეგობაზე.

ფილტრის შეკავების უნარის R -ის ცვლილება, მის სიგრძეზე დამოკიდებულებით შეიძლება გამოიხატოს ტოლობით:

$$R = 1 - e^{-\mu L}$$

სადაც μ - ფილტრაციის კოეფიციენტი (მუდმივი სიდიდეა), სმ⁻¹.

ამ ტოლობის სამართლიანობა დადგენილი იქნა ნიკოტინის, ფისების და სხვა ნივთიერებების ანალიზის შედეგად, რომლებიც გაივლიდნენ სხვადასხვა სიგრძის ფილტრში.

დადგენილი იქნა პირდაპირი დამოკიდებულება მოწვევის წინააღმდეგობასა და ფილტრის დამჭერ უნარს შორის. ამ დამოკიდებულებას გამოხატავს ტოლობა

$$\mu = \delta \varepsilon$$

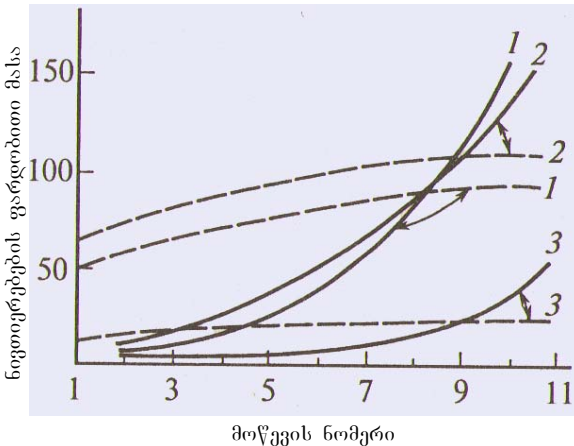
სადაც δ - არის დაჭერის კოეფიციენტი, წმ⁻¹

ამ მუდმივების მნიშვნელობა ფილტრის სხვადასხვა მასალი-სათვის მოცემულია ცხრილში №43

მასალები	E	μ	δ
აცეტილცელულოზა	0,115	0,232	2,0
ვისკოზა	0,072	0,183	2,5
თამბაქოს მარეკუი	0,042	0,130	3,1
ქაღალდი ბამბით	0,110	0,390	3,5
ქაღალდი	0,045	0,244	5,4

δ -ს მაღალი მნიშვნელობის დროს შესაძლებელია მიღწეული იქნას ფილტრის მაღალი შეკავების უნარი, ფილტრის მცირედი წინააღმდეგობით. ასე მაგალითად აცეტატური ფილტრი აკავებს ბოლის გაზური ფაზის 11%-ს, ხოლო ფილტრი აქტიური ნახშირით – 80%-ს.

ფილტრზე აღსორბილებული ნივთიერებების გამოდევნა ნათლად არის ასახული ნახ. 15-ზე, თუ აცეტატური ფილტრი რომელიც შეიცავდა 20% აქტივირებულ ნახშირს, პირველად ძალიან ძლიერად შთქანთქავდა გაზური ფაზის ზოგოერთ კომპონენტებს, მაშინ ბოლო მოწვეისას ის პროდუცირებდა გაცილებით მეტს ვიდრე საკონტროლო სიგარეტები რომელთაც ფილტრი არ გააჩნდათ.



ნახ 15. ნახშირის შემცველი აცეტატური ფილტრიდან, ბოლით, ადრე აღსორბილებული ნივთიერებების გამოდევნის უფექტურობა:

1 – იზოპრენი; 2 – აცეალდეჰიდი, 3 – აცეტონი —სიგარეტი ფილტრით, — უფილტრო სიგარეტი

ფილტრის დამჭერუნარიანობის გაზრდა არ წარმოადგენს დიდ სიძნელეს. ეს მიიღწევა მისი სიგრძის ან მოწვევისადმი წინააღმდეგობის გაზრდით, მაგრამ ამ დროს რომ არ გაუარესდეს მოსაწვევი თვისებები, საჭიროა შერჩევით იქნას მოცილებული მავნე ნივთიერებები.

ზემოთ მოყვანილი მონაცემები ადასტურებს აცეტატური ფილტრის სელექციურ მოქმედებას ბოლის ფენოლურ ნაერთებთან მიმართებაში.

რა განაპირობებს აცეტატური ფილტრის მიერ ბოლის კომპონენტების სელექციურ განდევნას? ამ საკითხთან დაკავშირებით ორი მოსაზრება არსებობს.

შეიცარიელი მეცნიერის ვალტცის მიხედვით ბოლის კომპონენტების სელექციური შეკავება, შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, თუ მათ უნარი აქვთ აეროზოლის ნაწილაკების ბოჭკოებიან ფილტრში გავლის დროს მისგან აორთქლდნენ და გადავიდნენ გაზურ ფაზაში. იმყოფებიან რა ორთქლის მდგომარეობაში, ეს ნივთიერებები კარგად ეხებიან ფილტრის ბოჭკოებს და კავდებიან სხვადასხვაგვარი ფიზიკო-ქიმიური კავშირებით. ვარაუდობენ, რომ ფენოლები შერჩევით იბოჭებიან აცეტატური ბოჭკოების მიერ. ამავე დროს ბოლის მცირედ აქროლადი ნივთიერებები (3,4-ბენზპირენი, სკოპოლექტინი და სხვა) ვერ დაკავდებიან სელექციურად ფილტრზე, რამდენადაც ისინი ბოლის გაზურ ფაზაში არ მონაწილეობენ.

მსოფლიოს მეცნიერთა გამოკვლევები აჩვენებს, რომ ვალტცის მიერ შემუშავებული თეორიული საფუძვლები ბოლის სელექციური ფილტრაციის შესახებ, ვერ ახსნის სრულყოფილად ყველა მრავალგვარ პროცესებს, რომელიც მიმდინარეობს ფილტრაციისას და გვაიძულებენ ვივარაუდოთ, რომ გაზური ფაზიდან ნივთიერებების შერჩევითი შეკავების გარდა, სელექციის რაღაც მექანიზმი კიდევ არსებობს.

რუსი მეცნიერების მიერ 1970 წელს მოწოდებული იქნა ვარაუდი სელექციური ფილტრაციის შესაძლებლობის შესახებ, იმ კომპონენტებისა, რომლებიც არიან აეროზოლის ნაწილაკებში და არ გადადიან გაზურ ფაზაში.

ამას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, თუ აეროზოლის ნაწილაკები არაერთგვაროვანია არა მარტო თავისი ზომების მიხედვით (ეს დადასტურებულია), არამედ ქიმიური შედგენილობის მიხედვით. აქ უნდა მივუთითოთ, რომ ვალტცის შემთხვევაში რომელიც ამუშავებდა სელექციური ფილტრაციის თეორიას, იქედან გამოდიოდა, რომ ბოლის აეროზოლის ნაწილაკების კომპონენტების თანაფარდობით იდენტური იყო. მიუხედავად იმისა, რომ ფილტრები ავლენდნენ გაცრის ეფექტს, ბოლში კომპონენტების თანაფარდობა არ იცვლება და სელექციური მოცილება ამა თუ იმ ნივთიერებისა, რომელიც აეროზოლის ნაწილაკებში იმყოფება, არ ხდება.

როგორც თამბაქოსა და წვეკოს საკვლევი ინსტიტუტის ლაბორატორიის გამოკვლევებმა აჩვენეს, აეროზოლის ნაწილაკების შედგენილობა არაერთგვაროვანია. დანადგარის საშუალებით ბოლის აეროზოლის ნაწილაკები პირობითად დაყვეს ორ ნაწილად: მსხვილ და წვრილ ნაწილაკებად. დადგენილი იქნა, რომ ეს ფრაქციები კომპონენტების თანაფარდობით არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამასთან დაკავშირებით გაკეთებული იქნა შემდეგი დასკვნა: რამდენადაც ფილტრები ახდენენ სელექციურ შერჩევას აეროზოლის საშუალო ზომის ნაწილაკების შესაცვლელად (გაცრის ეფექტი), ხოლო მსხვილი და წვრილი ნაწილაკების ქიმიური შედგენილობა არაერთგვაროვანია, გამორიცხული არ არის მყართხევადი ფაზის აეროზოლის ნაწილაკების კომპონენტების სელექციური გაფილტვრა.

როგორ უნდა იქნას გამოთვლილი ამ თუ იმ კომპონენტის სელექციური შებოჭვა? ამ მიზნით შესაძარებლად შერჩეული იქნა ეტალონის სახით ნივთიერება ან ნივთიერებათა ჯგუფი, რომლებიც გამოირჩევიან ორთქლის დაბალი დრეკადობით ე. ი. ვალტცის თეორიის მიხედვით არ შეუძლიათ შებოჭილი იქნან სელექციურად. ბოლში ეტალონურ ნივთიერებად იყენებენ მშრალ კონდესატს, ნიკოტინს, სკოპოლეტინს და სხვ. გამოსათვლელად შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ფორმულა:

$$S_i = (1 - R) / 1 - R_i$$

სადაც S_i - არის ფილტრის სელექციის უნარი i კომპონენტთან შეფარდებით.

R და R_i – არის შებოჭილი ნივთიერებები ეტალონური და საანალიზო ნივთიერებების შესაბამისად.

ყველა შემთხვევაში თუ ეს ნივთიერებები სელექციურად იბოჭებიან R_i უფრო მეტია R -თან შედარებით. მაგ. აცეტატური ფილტრების ანალიზმა აჩვენა, რომ მათი სელექციურობა ფენოლებთან მიმართებაში არის 1,5 – 3,3 ზღვრებში.

რაც შეეხება გაზური ფაზის კომპონენტებს, ძლიერ სელექციურობას ავლენს ე. წ. “რეაქციული ფილტრები”. მაგ. ცდებში გამოყენებული იქნა სილიკაგელი, რომელიც გაუღენთილი იყო 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინის მარილმუავიანი ხსნარით, რომელიც წარმოადგენს სპეციალურ რეაგენტს კარბონული ნაერთებისათვის, რომლითაც შესაძლებელი შეიქნა ბოლის გაზური ფაზიდან აცეტალდეჰიდების გარკვეული რაოდენობის მოცილება, აგრეთვე აკროლენისა და ამ კლასის სხვა ნივთიერებების მოცილება. სხვა რეაგენტების გამოყენება შესაძლებელს გახდის “რეაქციული” ფილტრების გამოყენების სფეროს გაფართოებას.

13.5. სიგარეტის ქაღალდის გავლენა ბოლის შებოჭის შედეგებზე

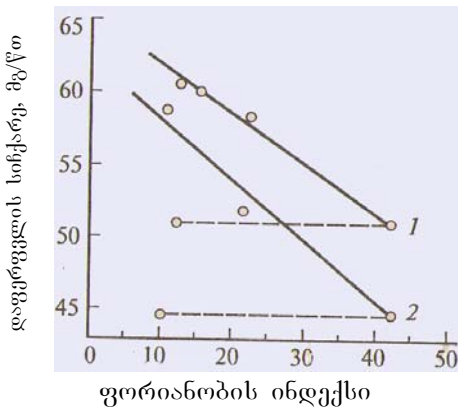
სიგარეტის ქაღალდის შედგენილობის გავლენა ბოლის შედგენილობაზე ადრე მხედველობაში არ მიიღებოდა. განიხილებოდა მხოლოდ წვადობის საკითხი მოწვევებს შორის მისი დაფერფელის დროს. ქაღალდის ჰაერის გამტარებლობაც მხედველობაში არ მიიღებოდა. მხოლოდ 1960-იანი წლებიდან ამ საკითხებზე გაამახვილეს ყურადღება. აღმოჩნდა, რომ ის საინტერესო იყო ბოლის შედგენილობის რეგულირების მხრივ. სიგარეტის ქაღალდის ჰაერგამტარებლობა დაკავშირებულია მის წვადობასთან და სიგარეტის ვენტილაციის ხარისხთან.

სიგარეტის ქაღალდის ჰაერგამტარებლობა ორ ფაქტორზე არის დამყარებული: სიგარეტის ქაღალდის ფორიანობაზე, რომელიც წარმოიშობა მისი დამზადების დროს და პერფორაციაზე – ხელოვნურად გაზრდილი ნახვრეტების რაოდენობაზე და

ზომაზე გამოწვეული მექანიკური, ელექტრული ან სხვა მეთოდებით. ქალაღლის ჰაერგამტარებლობაზე მსჯელობენ ჰაერის მოცულობის მიხედვით (მღ), რომელიც გაივლის ქალაღდში 1 წთ-ის განმავლობაში მის ზედაპირზე 980 პასკალი წნევის ზემოქმედებით, 1 სმ²-ზე. გამოიყენება სხვა მანვენებლებიც.

სიგარეტები, რომლებიც დამზადებულია ბუნებრივი ფორებიანი ქალაღლით, მათგან კონდესატის გამოსავალი უფრო ნაკლებია, ვიდრე პერფორირებული ქალაღლის გამოყენების შემთხვევაში, ერთი და იგივე ჰაერგამტარებლობისას. აღმოჩნდა, რომ ამ პირობებში ფორებიან ქალაღლს გააჩნია უფრო სწრაფი დაფერფვლის უნარი. თამბაქოს რაოდენობის გაზრდის შემთხვევაში ბოლი, რომელიც წვის შედეგად გვერდით ნაკადს წარმოქმნის ამცირებს მყართხევადი ფაზის მიწოდებას მთავარ ნაკადში. სურათზე 16 ნაჩვენებია სიგარეტის დაფერფვლის სიჩქარის დამოკიდებულება ქალაღლის შედგენილობაზე.

ცხრილში 44 მოცემულია ქალაღლის ფორიანობის დამოკიდებულება ნიკოტინის და კონდესატის გამოსავლიანობაზე. რამდენადაც სიგარეტები მაღალფორიანი ქალაღლის შემთხვევაში ხასიათდებოდნენ მაღალი დაფერფვლის უნარით, მათ მოსაწვევად საჭირო იყო ნაკლები ნაფაზების რაოდენობა. მიუხედავად იმისა, რომ ნაფაზების რაოდენობა შემცირდა 12%-ით, ნიკოტინის გამოსავლიანობის შემცირება იყო უფრო მეტი 26%-ით, ხოლო კონდენსატის 32%-ით.



სურ. 16. ქალაღლის შედგენილობის გავლენა სიგარეტის დაფერფვლის სიჩქარეზე.

1 - კალიუმის ციტრატი, 2 - ამონიუმის ფოსფატი; — ფორიანობა; - - - - - პერფორაცია.

ნიკოტინის და კონდენსატის გამოსავლიანობა ძაღაღლის
 უორიანობაზე დამოკიდებულებით

ქაღაღლის ხარისხი	ნაფაზების საშუა- ლო რიცხვი 1 სი- გარეტზე	ნიკოტინის შემცველობა ბოლში მგ/სიგ	კონდენსატის გამოსავლიანობა მგ/სიგ
C	12,2	1,06	20,6
D	11,7	0,93	18,3
E	11,3	0,90	17,7
F	10,7	0,78	14,1

შენიშვნა: ქაღაღლის ჰაერგამტარებლობა მცირდება ვერტიკალზე: $C < D < E < F$.

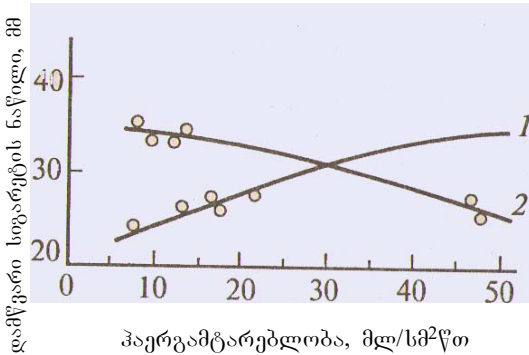
დაფერფელის უნარით, პერფორირებული და არაპერფორირებული ქაღაღლიანი სიგარეტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. პირველ შემთხვევაში ბოლის განზავების გამო მოწვევისას თამბაქო ნაკლებად იწვის, ხოლო ნაფაზები მეტი არის საჭირო, ვიდრე მეორე შემთხვევაში. შედეგად ნიკოტინის გამოსავლიანობა დაახლოებით 5%-ით მცირდება.

მიუღერის აზრით პერფორირებული ქაღაღლის გამოყენება უფრო მიზანშეწონილია, რადგანაც ამ შემთხვევაში შესაძლებელია შერჩეული იქნას ნიმუშები ჰაერგამტარებლობის მიხედვით, მექანიკური თვისებების გაუარესების გარეშე, მაშინ როდესაც ფორებიანი ქაღაღდი ძნელადგადასამუშავებელია სიგარეტების მანქანებზე.

ფილტრებისა და პერფორირებული ქაღაღლის ერთდროული გამოყენებისას შესაძლებელია კონდენსატისა და ნიკოტინის გამოსავლიანობა 40%-ით იქნას შემცირებული.

პერფორირებული ქაღაღლის გამოყენების ეფექტურობა აისნება თამბაქოს მარყუქში წარმოქმნილი ძირითადი და გვერდითი ბოლის ნაკადების თანაფარდობით. ჰაერგამტარებლობის გაზრდით 980პა დროს თამბაქოს უმეტესობა ბოლს წარმოქმნის გვერდით ნაკადებში. (ნახ. 17.)

განსაკუთრებით საინტერესო მონაცემები იქნა მიღებული რიკარდოს მიერ, რომელმაც აღმოაჩინა, რომ მცირდება გაზური ფაზის კომპონენტები, ჰაერის მაღალგამტარებლობის მქონე ქაღალდის გამოყენების დროს. ქაღალდის გამოყენებამ, რომელიც პერფორირებულია და ეს ზოლები თანაბრად არის დაცილებული და სივარეტის მთავარი ღერძის გასწვრივ არის მიმართული, შესაძლებელი გახდა გაზური ფაზა შემცირებულიყო 20-65%-ით. ამ შემთხვევაში პერფორირებულ ქაღალდს გააჩნდა აშკარა უპირატესობა, ფილტრებთან შედარებით, რომლებიც შეიცავენ აღსორბენტებს გაზური ფაზის შთანთქმისათვის.



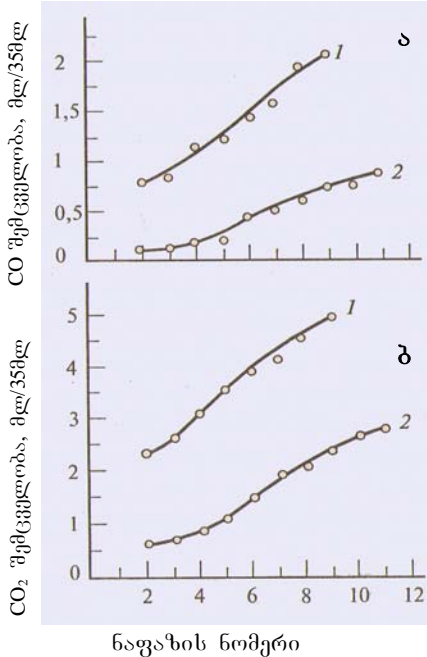
ნახ. 17. ქაღალდის ჰაერგამტარებლობის გავლენა თამბაქოს მარყუჟის წვადობაზე.

1 - გვერდითი ნაკადი;
2 - მთავარი ნაკადი

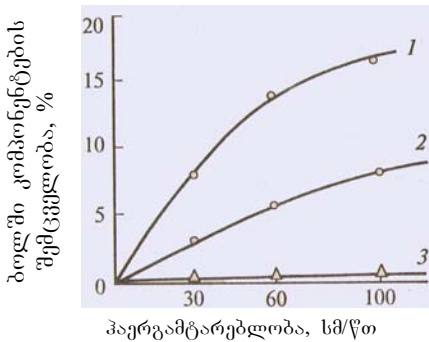
ამ შემთხვევაში პორფირირებულ ქაღალდს გააჩნდა აშკარა უპირატესობა ფილტრებთან შედარებით, რომელთაც გააჩნდათ აღსორბენტები გაზური ფაზის შთანთქმისათვის. ნახაზზე 18 ნაჩვენებია ქაღალდის პერფორაციის სახის გავლენა CO-სა და CO₂-ის გამოსავლიანობაზე მოწვევიდან მოწვევამდე (ივულისხმება ნაფაზი).

პერფორირებული ქაღალდის გამოყენებისას გაზურ ფაზაში კომპონენტები მცირდება უფრო დიდი რაოდენობით, ვიდრე კონდენსატი და განსაკუთრებით ნიკოტინი (ნახ. 19). ეს აიხსნება სივარეტის ქაღალდის ფორებში, მოწვევის დროს გაზისებრი ნივთიერებების დიფუზიით. ამრიგად, ქაღალდის ჰაერგამტარობის გაზრდით შესაძლებლობა გვეძლევა გაუმჯობესდეს ბოლის შედგენილობა განსაკუთრებით გაზისებრი და ადვილადაქრო-

ლადი ნივთიერებებით. პერფორირებული ქაღალდის გამოყენება ინტერესს იწვევს რამდენადაც იგი დამოკიდებული არ არის დამზადების რთულ ტექნოლოგიურ პროცესებთან და მიიღწევა მარტივი საშუალებებით.



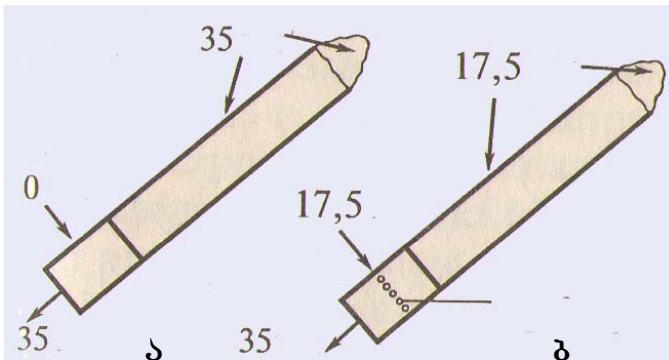
ნახ. 18. სიგარეტის ქაღალდის პერფორირების გავლენა CO (ა) და CO₂ (ბ) გამოსავლიანობაზე ფაზიდან ფაზამდე: 1 – არაპერფორირებული ქაღალდი; 2 – ქაღალდი, ორმაგი ხაზოვანი პერფორირებით



ნახ. 19. სიგარეტის ქაღალდის პერფორირების გავლენა ბოლის კომპონენტების გამოსავლიანობაზე 1 – CO; 2 – კონდენსატი; 3 - ნიკოტინი

ამასთანავე, განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ნახვრეტების ფორმა და დაშორება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პერფორირებული ქაღალდის გამოყენება აცეტატურ ფილტრებთან ერთად.

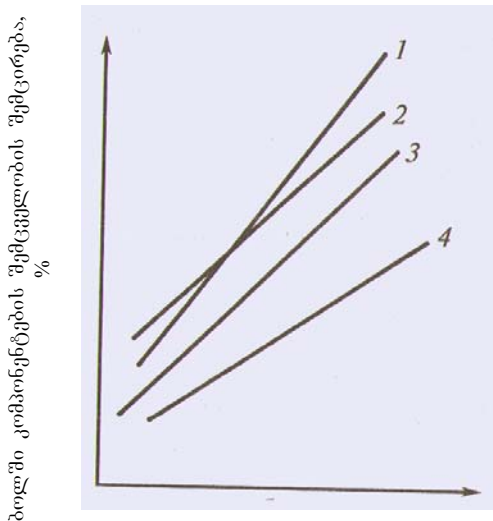
სიგარეტის ქაღალდის გამოყენების ეფექტი მდგომარეობს მომატებული ჰაერგამტარებლობით, რომელსაც საბოლოოდ მივყავართ ბოლის განზავებამდე ჰაერით. პრაქტიკაში სიგარეტების დამზადებისას, ბოლის განსაზავებლად იყენებენ ნახვრეტების დამატებით სისტემას, რომელიც მიიღწევა ყველაზე კარგად ლაზერის სხივების გამოყენებით (ნახ. 20).



ნახ. 20. სიგარეტის ბოლის განზავება ჰაერის ფილტრის გამოყენების დროს
 ა) პერფორირების გარეშე; ბ) პერფორირებით

ნახვრეტების რაოდენობისა და ზომების რეგულირებით შესაძლებელია ბოლის განზავება მიღწეული იქნას 0-დან 75%-მდე. ამის ხარჯზე შესაძლებელია პირდაპირი ზემოქმედების მოხდენა ბოლის კომპონენტებზე (ნახ 21). დადგენილია, რომ ბოლის ერთი და იგივე სიდიდით განზავებისას აირადი კომპონენტების შემცველობა (CO, NO) მცირდება უფრო მეტად, ვიდრე ფისების შემცველობა. თავის მხრივ ნიკოტინის შემცველობა მცირდება უფრო ნაკლები ხარისხით, ვიდრე ფისები. ეს ბოლის

ზოგიერთი კომპონენტის სელექციური შემცირების შესაძლებლობას უზრუნველყოფს.



ნახ. 21. ბოლის განზაფების ხარისხის გავლენა მისი კომპონენტების კონცენტრაციაზე 1-CO; 2-NO; 3 - ფისი; 4 - ნიკოტინი

თამბაქოს ზეფასება და თამბაქოს უსაფრთხოების მაჩვენებლები

თამბაქოს ქიმიის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს თამბაქოს ნედლეულისა და მოსაწევი ნაწარმის ობიექტური ხარისხობრივი მაჩვენებლების დადგენა. ამასთან დაკავშირებით განიხილება ხარისხის ობიექტური მაჩვენებლებით შეფასების მეთოდები თამბაქოს ქიმიური შედგენილობის მიხედვით.

თამბაქოს ხარისხის ობიექტური მაჩვენებლებით დადგენის მეთოდების დამუშავებაში წამყვანი როლი ა. ა. შმუკს ეკუთვნის. მრავალი გამოკვლევა, რომელსაც მისი ლაბორატორია ატარებდა სხვადასხვა ხარისხის დასადგენად, დასრულდა “რამოდენიმე ხარისხის მაჩვენებლის” დამუშავებით. მათ განეკუთვნება:

თამბაქოში ნიკოტინის საერთო რაოდენობა – ფიზიოლოგიური სიმძლავრის მაჩვენებელი;

“თავისუფალი ფუძეების” საერთო რაოდენობა, რომელშიც ნიკოტინის რაოდენობა უნდა იყოს 1,5%-ზე მეტი – გემოვნური სიმაგრის მაჩვენებელი;

ამიაკის შემცველობა – გემოვნური სიმაგრის მაჩვენებელი;

აზოტის რიცხვი – ნაწარმის გემოვნური სიმაგრის მაჩვენებელი, რომელიც წარმოადგენს ნიკოტინისა და ამიაკის აზოტის ფარდობას. (ამ რიცხვის გაზრდით თამბაქოს ხარისხი უმჯობესდება);

ნახშირწყლების საერთო რაოდენობა – გემოს ხარისხის მაჩვენებელი (ნახშირწყლების რაოდენობის გაზრდით თამბაქოს ხარისხი უმჯობესდება);

“შმუკის რიცხვი” – თამბაქოს საერთო მოსაწევი ღირებულებების მაჩვენებელი, არომატულობის გამოკვლით, რომელიც წარმოადგენს ნახშირწყლების რაოდენობისა და ცილების რაოდენობის მაჩვენებელს.

დენობის შეფარდებას (არ წარმოადგენს უნივერსალურ მაჩვენებელს და გამოიყენება ერთი და იგივე ხარისხის და ადგილმდებარეობიდან მოყვანილი თამბაქოსათვის);

ნაცრის საერთო რაოდენობა – თამბაქოს მოსაწევი საერთო ღირებულებების მაჩვენებელი (ნაცრის რაოდენობის გაზრდით თამბაქოს ხარისხი მცირდება).

ა. შმუკის მიერ შემოთავაზებულ თამბაქოს ხარისხის მაჩვენებლების სისტემას დღეისათვისაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა. ხშირად გამოიყენება “შმუკის რიცხვი”. როგორც ვხედავთ, ა. შმუკის მიერ პირველად იქნა შემოთავაზებული ხარისხის მაჩვენებლის დადგენის პრინციპი: ხარისხზე დადებითად მოქმედი ნივთიერებების რაოდენობის შეფარდება ხარისხზე უარყოფითად მოქმედ ნივთიერებებზე.

ამ მიმართულებით მოგვიანებით გამოჩნდა სხვა მეცნიერების ნაშრომებიც, რომლებიც არსებითად ამ პრინციპების ანალოგიურია და მხოლოდ ისტორიული მნიშვნელობა გააჩნია.

წინგადადგმულ ნაბიჯად ითვლება ბულგარელი მეცნიერის დ. გუზულევის გამოკვლევები, რომელიც იყენებს დეგუსტაციის სრულყოფილ მეთოდს და ექსპერიმენტული მონაცემების ვარიაციულ-სტატისტიკურ დამუშავებას. მის მიერ შემოთავაზებული იქნა ორი რიცხვი (%) ხარისხის განსაზღვრისათვის:

$$\text{არმატის რიცხვი} = \frac{\text{ნედლი ნაცრის შემცველობა}}{\text{ცილების შემცველობა}}.$$

$$\text{კემოს რიცხვი} = \frac{\text{ნახშირწილების შემცველობა} + \text{ნაცრის შემცველობა} + \text{ნიკოტინის შემცველობა}}{\text{ცილების შემცვ.} + \text{ნაცრის შემცვ.} + \text{ნახშირწილების შემცვ. (15\% - ზე ზევით)} + \text{ნიკოტინის შემცვ. (1,6\% - ზე ზევით)}}$$

შემდგომმა გამოკვლევებმა მოსაწევი თამბაქოს ობიექტური შეფასების მეთოდების დამუშავების შესახებ ასახვა ჰპოვა ი. გ. მახნაჩოვისა და ა. ი. სმირნოვის შრომებში, რომლებიც გამოდიოდნენ იქედან, რომ თამბაქოს ქიმიურ შედგენილობასა და მის მოსაწევ თვისებებს შორის უსათუოდ არსებობს კავშირი, რომელიც არ წარმოადგენს უბრალოდ ერთის დამოკიდებულებას მეორესთან. ამ კავშირში არსებობს უფრო რთული დამოკიდებუ-

ლება, რომლის დადგენა თანამედროვე მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებისა და ელექტროგამომოვლელი მანქანების გამოყენების გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა. ასეთი მიდგომის საფუძველზე დამუშავებული იქნა ქიმიური და წარმოების სადგურსტაციო შეფასების მრავალწლიანი მონაცემები. შედეგად მიღებული იქნა რეგრესიის განტოლებები. თამბაქოში ნახშირწყლების (Y), ცილების (B) და კუპრის (C) საშუალებით დადგენილი იქნა არომატი (A) და გემო (B). მაგალითად ჩონჩხოვანი ტიპის თამბაქოსათვის:

$$\left. \begin{aligned} A &= 18,9 + 0,0414Y - 0,0135Y^2 - 0,278B \\ B &= 19,0 + 0,264Y - 0,0080Y^2 - 0,266B \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{ტოლობა ორი ქიმიური მაჩვენებლის -} \\ \text{Y და B მიხედვით.} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} A &= 17,3 + 0,480C - 0,2050Y - 0,0062Y^2 - 0,225B \\ B &= 17,1 + 0,372C - 0,1880Y - 0,0058Y^2 - 0,205B \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{ტოლობა სამი ქიმიური} \\ \text{მაჩვენებლის C, Y და B მიხედვით} \end{array}$$

მსგავსი ტიპის ტოლობები იქნა მიღებული აგრეთვე არომატული თამბაქოებისათვის: სამსუნისა და დიუბეკისათვის. მსგავსება სადგურსტაციო მაჩვენებლებისა გამოთვლილთან შედარებით იყო მაღალი და ხასიათდებოდა 2,5%-მდე სტანდარტული ცდომილებით. ასეთი მიდგომის უპირატესობა ობიექტურ შეფასებასთან არის თვალნათელი. მიღებული ტოლობები საშუალებას იძლევა თამბაქოს ქიმიური შედგენილობის მცირედი მონაცემებით შეფასებული იქნას არომატი და გემო ბალური სისტემის მიხედვით, რომელიც გამოიყენება მრეწველობაში.

ამ მიმართულების შემდგომი ნამუშევრებით შემუშავებული იქნა არომატისა და გემოს განსაზღვრის ექსპრეს მეთოდი. თამბაქოს სპირტიანი ექსტრაქტების სპექტროფოტომეტრული შესწავლით, რომელთა სადგურსტაციო მაჩვენებლები წინასწარ იყო დადგენილი, სხივის გამტარებლობის კოეფიციენტს T-ს ტალღის სიგრძეზე $\lambda = 665\text{ნმ}$, აქვს მჭიდრო კორელაციური კავშირი არომატთან (A) და (B) გემოსთან. რაოდენობრივი გამოთვლებისათვის გამოიყენება რეგრესიის ტოლობა:

$$A = 13,3 + 0,063T_{665}; \quad B = 19,8 + 0,052T_{665}.$$

ცდომილების სტანდარტული მაჩვენებელი არის 3%-ის ფარგლებში. მეთოდის გამარტივების მიზნით ეს ტოლობები ნომოგ-

რამების სახით დატანილი იქნა სპექტროფოტომეტრის ჩამწერ სტანდარტულ ქაღალდზე, რაც საშუალებას იძლევა პირდაპირ იქნას აღებული არომატის და გემოს მაჩვენებლები ერთი და იგივე ქაღალდზე, თამბაქოს რამდენიმე ნიმუშისათვის.

14.1. თამბაქოს ბოლის მაჩვენებლების მიხედვით მოსაწევი თვისებების ბანსაზღვრა

პირველი ხარისხობრივი მაჩვენებელი, რომელიც დადგენილი იქნა ა. ა. შმუკის მიერ, იყო ბოლის მთავარი ნაკადის რეაქცია. აღმოჩნდა, რომ აღმოსავლური ტიპის თამბაქოების ხარისხის გაუმჯობესებასთან ერთად pH – გადაინაცვლებს მჟაური მხარისაკენ. ამის საფუძველზე აღმოსავლური ტიპის თამბაქოებს მიაკუთვნებენ ე. წ. მჟავე ჯგუფს, მაშინ როდესაც სასიგარე თამბაქოები, რომელთა ბოლის ნაკადის რეაქცია ყოველთვის არის ტუტე, მიაკუთვნეს ტუტე ჯგუფს. ამგვარად ბოლის pH-ის სიდიდე უკვე გარკვეულწილად განსაზღვრავს ხარისხს. საზღვარგარეთ ეს მაჩვენებელი ძალიან ფართოდ გამოიყენება.

მეორე მაჩვენებელი, რომელიც აგრეთვე ა. შმუკის მიერ იყო შემოთავაზებული – წარმოადგენს ბოლის მარეგულირებელ უნარს (მასში კარბონული ნივთიერების არსებობა), რომელიც დაკავშირებულია მის გემოვნურ მაჩვენებლებთან. დადგენილი იქნა, რომ თამბაქოს ხარისხის გაუმჯობესებით უმჯობესდება ბოლის რედუცირების უნარი. ამ მდგომარეობაზე დამოკიდებულებით რუმინელმა მკვლევარმა ტრიფუმ შემოგვთავაზა გამოყენებული იქნას ბოლის საერთო რედუქციის ფარდობა, ბოლში საერთო აზოტის რაოდენობასთან. ის თვლიდა, რომ ეს მაჩვენებელი უფრო მჭიდრო კორელაციაშია თამბაქოს ხარისხთან.

იაპონელი მეცნიერი ობი იყენებდა ბოლის გაზური ფაზის გახქრომატოგრაფიული ანალიზის შედეგებს. ხარისხის შესაღარებლად გამოიყენება მაჩვენებელი

$$R=F/E 100,$$

სადაც F – ყველა პიკის ფართის ჯამია, რომელიც ობის ვარაუდით წარმოიქმნებოდა ნახშირწყლებისა და ფისების (იზოპრენი, 2-მეთილფურანი და სხვა)პიროლიზის შედეგად; E – აგრეთვე, იმ კომპონენტებისათვის, რომლებიც წარმოიქმნებოდნენ უჯრედანას (აცეტალდეჰიდი, ფურანი, აცეტონიტრილი და სხვა) პიროლიზის შედეგად.

K-ს სიდიდე სხვადასხვა თამბაქოსათვის არის ზღვრებში 60-120.

შეიძლება დავინახოთ, რომ აქაც გამოყენებული არის ა. შმუკის პრინციპი: სასარგებლო ნივთიერებების შეფარდება უსარგებლო ნივთიერებებთან.

რამდენადმე სხვა მიდგომა ამ საკითხისადმი მოგვაწოდა სუგავარამ, რომელმაც გაზური ქრომატოგრაფიით დაყო მყართხევადი ფაზა და თითოეული პიკი აღნიშნა ასოების სიმბოლოებით. ორგანოლექტიკური შეფასების სხვადასხვა მაჩვენებლებისათვის გამოიყენა რა პიკების შეფარდება, მან მიიღო შემდეგი ტიპის ტოლობა:

$$A=6,78(B/E)+2,56 (O/M)+14,94 (P/K)+15,06 \quad (\text{არომატისათვის})$$

სადაც, A ბოლის არომატია ბალებში. B, E, O, M, P და K პიკების, პირობითი აღნიშვნები.

მხოლოდ შემდგომმა შემოწმებამ აჩვენა დიდი განსხვავება გამოთვლილ და სადეგუსტაციო მაჩვენებლებს შორის. ამის მთავარ მიზეზს წარმოადგენს მყართხევადი ფაზის გაზური ქრომატოგრაფირების მაჩვენებლების გაძნელებული მოპოვება. შედარებით სტაბილური მაჩვენებლები იქნა მიღებული ი. გ. მახნაჩოვის მიერ. ბოლის ანალიზის შედეგები გამოყენებული იქნა შემდეგი რიგი ნივთიერებებისათვის: ტენიანი კონდენსატისათვის (BK), აქროლადი ნივთიერებებისათვის (JK), ნიკოტინისათვის (H), აქროლადი ფენოლებისათვის (JF), მეთანოლისათვის (M), კარბონული ნერთებისათვის (KC). მონაცემები ელექტროგამომთვლელ მანქანებზე შესაბამისი დამუშავების შემდეგ მიღებული იქნა შემდეგი ტოლობები:

$$A=0,0096BK-0,1844JK+0,1667H+11,3049JF+0,9866M+0,1553KC$$

უნდა აღინიშნოს, რომ მიუხედავად იმისა, რომ ეს ტოლობები შესაძლებლობას იძლევა საკმაოდ ობიექტურად იქნას შეფასებული მოსაწვევი ღირებულებები ბოლის შედგენილობის მიხედვით, მათი პრაქტიკული გამოყენება გაძნელებულია, იმის გამო, რომ საჭიროა დიდი რაოდენობით ანალიზის ჩატარება, ამ მიმართულებით არის საჭირო რაციონალური გზის ძიება, რაზედაც ქვემოთ შევჩერდებით.

14.2. სადევუსტაციო შეფასება

მოსაწვევი ღირსების შეფასების ობიექტური მეთოდების დამუშავების წარმატება დიდად არის დამოკიდებული სადევუსტაციო მაჩვენებლების სრულყოფაზე. ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ ის აისახებოდეს ხარისხის ბალურ მაჩვენებლებში, მაგრამ ამავე დროს ისმის კითხვა – რამდენად ზუსტია სადევუსტაციო მაჩვენებელი.

ცესეროს აზრით, ექსპერტების მუშაობის სისწორე შესაძლებელია შემოწმებული იქნას განმეორებითი დაშიფრული სადევუსტაციო მაჩვენებლების სტატისტიკური დამუშავებით, რაც საშუალებას იძლევა დადგინდეს იქნას დევუსტატორის ცდომილების ხარისხი (ნდობის ლიმიტი), ამისათვის დევუსტაცია ტარდება ათჯერადი განმეორებით.

დევუსტაციის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ თავიდან ექსპერტმა უნდა მიუთითოს ერთი გარკვეული მიმართულებით, ნიმუშებიდან რომელი განსხვავდება მეორისაგან. ამის შემდეგ ექსპერტი ეცნობა ნიმუშს A-ს, ხოლო შემდეგ იგი დაშიფრული სახით უნდა გამოყოს ნიმუშების წყვილისაგან A და B-საგან. იგივეს იმეორებენ მხოლოდ B – ნიმუშისათვის და ბოლო ექსპერტს, რომელსაც აძლევენ ორ ძირითად ნიმუშს და მესამეს მათგან განსხვავებულს, უნდა გამოყოს ეს მესამე ნიმუში. ექსპერტის შეგრძნების ზღვარის დასადგენად დევუსტაციის თანმიმდევრობა ტარდება ისე, რომ მუდმივად მცირდება შესამოწმებელი მაჩვენებლის ინტენსივობა. დადგინილი იქნა, რომ დევუსტატორების რაოდენობის გაზრდა (10-15 კაცი) არ იძლევა დადუ-

ბით შედეგებს და არ გამოხატავს მასობრივი მომხმარებლის აზრს. უფრო მიზანშეწონილი აღმოჩნდა მაღალკვალიფიციური ექსპერტების მცირე ჯგუფის გამოყენება.

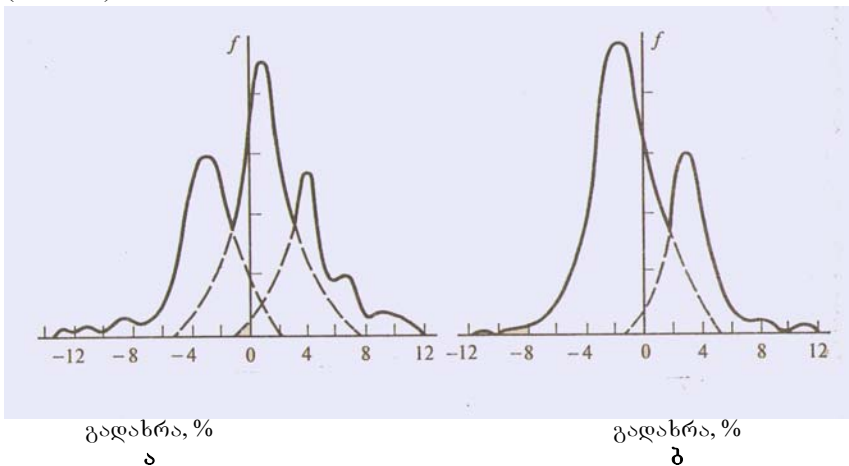
დეგუსტაციის შეცდომების დასადგენად გაანალიზებული იქნა 90 სადეგუსტაციო კომისიის სხდომის შედეგები, რომელიც საშუალოდ 7 კაცისაგან შედგებოდა. კომისიის მუშაობის შედეგების განსხვავებული მაჩვენებლები გემოს შეფასების დროს მოცემულია ცხრილში 45.

ცხრილი 45

ბანსხვაშვების სინშირე ბემოს და არომატის შვშვანებისას

შედარება, ბალებში	არომატი	გემო
1	51	69
2	23	19
3	16	2

ამრიგად, არომატის შეფასებისას უხეში შეცდომები გვხვდება უფრო ხშირად ვიდრე გემოს შეფასებისას. საშუალო ცდომილება შეადგენს 1,6 და 1,4 ბალს. შედარების სტანდარტული ცდომილების განსასაზღვრავად ნაპოვნი იქნა ცალკეული დეგუსტატორის გადახრის მაჩვენებლები პროცენტებში, საშუალო მაჩვენებლებიდან თითოეული კომისიის სხდომის ფარგლებში (ნახ. 22).



ნახ. 22. დეგუსტაციის ცდომილების განაწილების სიმკვრივე არომატის (ა) და გემოს (ბ) მიხედვით

მიღებული გრაფიკების ანალიზი გეიხვენებს, რომ გემოს განსაზღვრის სადეგუსტაციო ცდომილების მრუდს გააჩნია ორი წვერო, ხოლო არომატისას – სამი წვერო. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ გემოს აღქმის მიხედვით კომისიის წევრები იყოფოდა ორ, ხოლო არომატის მიხედვით სამ არსებითად განსხვავებულ ჯგუფად. შედარების სტანდარტულმა ცდომილებამ შეადგინა 3,95% არომატის და 3,62% გემოს მიხედვით, მაგრამ რამდენადაც სტანდარტული ცდომილება მიღებულ ტოლობებში A და B-ში თამბაქოში ფისების, ნახშირწყლების და ცილების შედგენილობის მიხედვით არ გამოდიან დეგუსტაციის სტანდარტული ცდომილების ზღვრებს მიღმა, ამიტომ შესაბამისად შესაძლებელია თამბაქოს ნედლეულის არომატი და გემო შეფასებული იქნას ნებისმიერი ტოლობის მიხედვით.

უფრო სრულყოფილი დეგუსტაციის მეთოდების დამუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა უფრო ზუსტად შეგვეფასებინა მოსაწვევი პროდუქტის ყველა განსხვავება, წარმოადგენს აუცილებელ პირობას ხარისხის განსაზღვრის ობიექტური მეთოდების შემდგომი სრულყოფისათვის, შესაბამისი ტოლობების გამოყენების საშუალებით.

14.3. თამბაქოს ხარისხის შეფასება შეფარდებითი მაჩვენებლებით

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ხარისხის ტოლობაში შედის თამბაქოს ქიმიური მაჩვენებლები. აღსანიშნავია, რომ თამბაქოში ცალკეული კომპონენტების რაოდენობის განსაზღვრა - საკმაოდ რთული ამოცანაა. ამიტომ ინტერესს იწვევს ისეთი მეთოდების მოძიება, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა მიგველო გარკვეული მოცულობის ინფორმაცია ერთი ანალიზით. უეჭველია, ნებისმიერი მცენარეული ნედლეულის ქიმიური შედგენილობა, მათ შორის თამბაქოს, შეიძლება დაახასიათო არა მარტო მასში არსებული ერთი ან რამდენიმე კომპონენტით, არამედ შეფარდებითი მაჩვენებლებით.

ისმის კითხვა, რა საშუალებებით არის შესაძლებელი, შედარებით სწრაფად იქნას მიღებული შეფარდებითი მაჩვენებლები. ამისათვის შესაძლებელია მაგალითად გამოყენებული იქნას პიროლიზური გაზური ქრომატოგრაფია. თამბაქოს პიროლიზს ახორციელებენ სპეციალურ მოწყობილობაში ($400 \pm 0,5$)⁰C 50მგ დაქუცმაცებული მასალის რაოდენობით, პიროლიზისათვის საჭირო 20 წთ-ის ხანგრძლივობით. პატარა მინის სინჯარას თამბაქოს წონაკით ათავსებენ კონტეინერში, რომელსაც ხურავენ ხრახნიანი სახურავით. ატარებენ წყალს შემამჭიდროვებელი რეზინის გასაცვივებლად და კონტეინერს ათავსებენ ღუმელში. მოცემული ექსპოზიციის შემდეგ რეზინის სახურავიდან შპრიცით ამოაქვთ 1 მლ გაზისებრი ნივთიერებები და შეჰყავთ ის გაზური ქრომატოგრაფიის სვეტში. ანალიზის შედეგები იმას მოწმობს, რომ სხვადასხვა თამბაქო იძლევა ნივთიერებათა ერთნაირ ნაკრებს ხარისხობრივი თვალსაზრისით, მაგრამ განსხვავებულს რაოდენობრივი თვალსაზრისით. პიროლიზის შერჩეული პირობებით ნებისმიერი თამბაქოს შედგენილობა შეიძლება დავახასიათოთ ყველაზე ცოტა 15 მაჩვენებლის მიხედვით. მიღებული ინფორმაციის მოცულობა შეგვეძლო გაგვეზარდა თუ ქრომატოგრაფში გამოვიყენებდით არა ჩვეულებრივ, არამედ კაპილარულ სვეტს.

მოსაძიებელმა ექსპერიმენტებმა გვანვენეს, რომ კარგი შედეგები შესაძლებელია მიღებული იქნას აგრეთვე მასს-სპექტრომეტრის საშუალებით და სპექტროფოტომეტრით ხილულ და ულტრაიისფერ სპექტრში.

ამრიგად, სხვადასხვა ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების მათემატიკური დამუშავების შედეგად შესაძლებელია ხარისხის ტოლობის მიღება, რომელიც დაფუძნებული იქნება შეფარდებით მაჩვენებლებზე.

14.4. თამბაქოს უსაფრთხოების მაჩვენებლები

თამბაქოში შემავალი მანე ნივთიერებები ლიმიტირებულია და შეადგენს:

ფილტრიანი სიგარეტებისათვის – ფისების შემცველობა 14მგ/სიგ. ნიკოტინი 1,2მგ/სიგ.

უფილტრო სიგარეტებისათვის – ფისების შემცველობა 16მგ/სიგ და ნიკოტინი 1,3მგ/სიგ.

ფისების შემცველობა განისაზღვრება, როგორც სხვაობა მასებს შორის სველ კონდენსატს, წყალსა და ნიკოტინს შორის, ძირითად ნაკადში ერთ სიგარეტზე გადაანგარიშებით.

დადგენილ მაჩვენებლებს გარდა ნორმირებულია აგრეთვე უსაფრთხოების მაჩვენებლები თამბაქოს ძირითად ნაკადში, თამბაქოში და თამბაქოს ნარევიში: სველი კონდენსატი – სსტ 30771-98-ის მიხედვით, წყალი – სსტ 30622,1-98-ის მიხედვით, ნახშირის ოქსიდი – სსტ პ 5135,8-99-ის მიხედვით (ყველა არ არის ნორმირებული).

ეს მაჩვენებლები არ წარმოადგენს აუცილებელ კონტროლირებად ნივთიერებებს, მაგრამ აქვთ დიდი მნიშვნელობა, ადამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედების მიხედვით, რაზედაც მეტყველებს მსოფლიო გამოცდილება ეპიდემიოლოგიური გამოკვლევების შედეგების მიხედვით.

საერთაშორისო მეთხოვნებით თამბაქოს და თამბაქოს ნაწარმის გამოცდისათვის ბოლის შესაბოჭად, მოსაწევ მანქანებში, გამოიყენება კემბრიჯის ფილტრი.

ანალიზისათვის თამბაქოს სიგარეტების აღება წარმოებს სასაქონლო საწყობიდან. აუცილებელია თამბაქოს ნიმუში აღებული იქნას სსტ-30039-98-ის მიხედვით. ანალიზისათვის სიგარეტის მომზადება წარმოებს სსტP50021-92-ის მიხედვით, რომელშიდაც განსაზღვრულია აუცილებელი პირობები თამბაქოს სტაბილური წვისათვის და თამბაქოს ნაწარმის ხარისხობრივი მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის.

დ ა ს კ ვ ნ ა

“თამბაქოს ქიმია” განიხილავს თამბაქოს ნედლეულის ქიმიურ შედგენილობასა და გარდაქმნებს მცენარის ზრდა-განვითარების, ფოთლის შეტეხვის, შრობისა და ფერმენტაციის დროს. აღწერილია თამბაქოს, წვეკოს ღეროსა და თესვების ქიმიური შედგენილობა მათი გამოყენების შესაძლებლობა სოფლის მეურნეობაში, ფარმაკოლოგიაში და სხვა დარგებში. განხილულია თამბაქოს წვის პროცესი, თამბაქოს ბოლის კომპონენტების იდენტიფიცირებისა და განსაზღვრის მეთოდები.

აღწერილია თამბაქოს ბოლის კომპონენტების ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე, თამბაქოს ბოლის შედგენილობის რეგულირების საფუძვლები.

განხილულია თამბაქოს ხარისხის ქიმიური და სადეგუსტაციო მანვენებლები, თამბაქოს უსაფრთხოების მანვენებლები.

ლ ო ტ ე რ ა ტ უ რ ა

1. Машков М. Ф. Химия табака - М. Пищевая промышленность, 1971. – 217с.
2. Махначёв И. Г., Загоруйко М. Г. Химия и ферментация табака – М. Легкая и пищевая промышленность, 1983. -248с.
3. Татарченко И. И. Сертификация табака, чая и кофе. –Краснодар: ВНИИС Санропродукт, 2001. -160с.
4. Татарченко И. И. Экспертиза качества сигарет. Методическое руководство МВШЭ. МР-014-2002. –М.: Автономная некоммерческая организация «Московская высшая школа экспертизы», 2002. -93с.
5. Татарченко И. И., Давиденко М. И., Касьянов Г. И. Сертификация систем качества пищевкусовых производств. Физико-химические основы отрасли. – Краснодар: Экоинвест, 2002. -146с.
6. Асмаев П. Г. Сортоведение и ферментация табака – М.: Пищепромиздат. 1956. -395с.
7. Справочник табачника / И. И. Арсеньева, М. Г. Крупская, Е. И. Копилова, О. И. Кириченко. –М.: ИПО «Полигран», 1994. -296с.
8. Татарченко И. И. Экспертиза качества сигарет. –М.: АНО «Московская высшая школа экспертизы». 2002. 93с.
9. Татарченко И. И. Сертификация табака, чая и кофе. –Краснодар. ВНИИ.
10. Татарченко И. И., Мохначёв И. Г., Касьянов Г. И. Химия субтропических и пищевкусовых продуктов, М.: Академия, 2003. - 250с.
11. დ. გ. დევდარიანი. თამბაქოს ქიმიური ანალიზის მეთოდები, თბილისი, 1982, -102 გვ.

ს ა რ ჩ ე შ ი

წინასიტყვაობა	3
თავი 1. ალკალოიდები	5
1.1 ნიკოტინი	6
1.2 ნიკოტინის თანმდევი ალკალოიდები	14
1.3 თამბაქოში ალკალოიდების განსაზღვრის მეთოდები	17
1.4 თამბაქოში ნიკოტინის განაზღვრის მეთოდიკა	21
1.5 ალკალოიდების წარმოქმნა და მათი როლი თამბაქოს მცენარეში	22
თავი 2. არაალკალოიდური ბუნების აზოტშემცველი ნაერთები	24
2.1 ამიაკი	25
2.2 ამინები	27
2.3 ამინომჟავები	28
2.4 ნიტრატები.....	28
2.5 ცილამაგვარი ნივთიერებები	29
2.6 პიგმენტები	34
თავი 3. ნახშირწყლები	36
3.1 წყალშიხსნადი ნახშირწყლები	36
3.2 პოლისაქარიდები	39
თავი 4. თამბაქოს ორგანული მჟავები	44
4.1 აქროლადი ცილოვანი მჟავები	44
4.2 უმადლესი ცხიმოვანი მჟავები	47
4.3 დი- და ტრი- კარბომჟავები	49
4.4 ალდეჰიდ და კეტომჟავები	53
თავი 5. პოლიფენოლები	55
5.1 ოქსიბენზოინის ნაერთები	57
5.1 ფენილპროპანოიდები	58
5.3 ფლავანოიდები	62
თავი 6. ეთეროვანი ზეთები და ფისები	65
6.1 ეთეროვანი ზეთები	65
6.2 ფისები	70
თავი 7. მინერალური და სხვა ნივთიერებები	80
7.1 მინერალური ნივთიერებები	80
7.2 ლიგნინი	87
7.3 პიგმენტები	89
თავი 8 სასიგარე თამბაქოს, წვეკოს ღეროსა და თესვების ქიმიური შედგენილობა	93
8.1 სასიგარე თამბაქოები	93
8.2 წვეკო	95
8.3 თამბაქოს და წვეკოს თესვები და ღეროები	99
თავი 9 თამბაქოს წვის პროცესი	102
9.1 თამბაქოს წვის დროს ბოლის წარმოქმნა	102

9.2	თამბაქოს ბოლის ქიმიო-ფიზიკური თვისებები	108
9.3	თამბაქოს ბოლის ნაკადები	110
თავი 10.	თამბაქოს ბოლის ქიმიური შედგენილობა	114
10.1	აღკალიდები და სხვა აზოტშემცველი ნაერთები	115
10.2	ნახშირწყალბადები	121
10.3	კარბონული ნაერთები	126
10.4	შეაგები	128
10.5	ფენოლები	129
10.6	სპირტები	130
10.7	გოგირდ შემცველი ნაერთები	130
10.8	რთული ეთერები	131
10.9	მეტალები	131
10.10	სხვა ნაერთები	132
10.11	თანმდევი ნაკადის ქიმიური შედგენილობა.	133
თავი 11.	თამბაქოს ბოლის კომპონენტების წარმოქმნის წყარო	134
თავი 12	თამბაქოს ბოლის კომპონენტების ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე	144
12.1	თამბაქოს ბოლის კომპონენტების ორგანოლეპტიკური თვისებები.	144
12.2.	თამბაქოს ბოლის კომპონენტების ტოქსიკური თვისებები.	146
თავი 13.	თამბაქოს ბოლის შედგენილობის რეგულირების საფუძვლები	154
13.1	მწველების ინდივიდუალური თვისებები	155
13.2.	ბთამბაქოს შედგენილობის გავლენა ბოლის შემადგენლობაზე	158
13.3	თამბაქოს მოსაწვეი ტექნოლოგიური თვისებების გავლენა თამბაქოს ბოლის შედგენილობაზე	162
13.4.	ბოლის შედგენილობაზე ფილტრის მასალის გავლენა	164
13.5.	სიგარეტის ქაღალდის გავლენა ბოლის შედგენილობაზე	172
თავი 14	თამბაქოს შეფასება და თამბაქოს უსაფრთხოების მანქენებლები	179
14.1.	თამბაქოს ბოლის მანქენებლების მიხედვით მოსაწვეი თვისებების განსაზღვრა.	182
14.2.	სადეგუსტაციო შეფასება	184
14.3.	თამბაქოს ხარისხის შეფასება შეფარდებითი მანქენებლებით.	186
14.4.	თამბაქოს უსაფრთხოების მანქენებლები.	187
დასკენა	189	
ლიტერატურა	190	