

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ
KƏND TƏSƏRRÜFATI NAZİRLİYİ**

**AZƏRBAYCAN KƏND TƏSƏRRÜFATI
AKADEMİYASI**

Əliyev Mirzə Mikayıl oğlu

Xankişişiyev Yusif Həsən oğlu

**ƏRZAQ MALLARININ KEYFİYYƏTİNƏ NƏZARƏTİN
FİZİKİ VƏ KİMYƏVİ ÜSULLARI**

Azərbaycan Respublikası Təhsil
Nazirliyi Elmi-Metodik Şurası
“İqtisadiyyat” bölməsinin 12.02.2008-
ci il tarixli iclasının qərarı ilə təsdiq
edilmişdir (22 sayılı protokol).

Gəncə-2008

L – 104

Az – 2008

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 15 aprel 2008-ci il tarixli 456 sayılı əmri ilə qrif verilmişdir.

M.M.Əliyev, Y.H.Xankişiyev - Ərzaq mallarının keyfiyyətinə nəzarətin fiziki və kimyəvi üsulları. Dərs vəsaiti. AKTA nəşriyyatı. Gəncə. 2008. -155 səh

Rəy verənlər: professor Ə.Nəbiyev, dosent N.Əliyev

Kitabda ərzaq mallarının fiziki, fiziki-kimyəvi və kimyəvi müayinə üsulları, eləcə də, texnoloji proseslər zamanı keyfiyyətə nəzarətdə istifadə edilən avtomatik ölçü cihazlarının iş prinsipləri verilmişdir.

Dərs vəsaiti istehlak mallarının keyfiyyət ekspertizası, ərzaq mallarının əmtəəşünaslığı, gömrük ekspertizası, baytarlıq, baytarlıq əczaçılığı ixtisaslarının bakalavr və magistr pillələrinin tələbələri və bu sahədə çalışan mütəxəssislər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

GİRİŞ

Beynəlxalq iqtisadi və ticarət əlaqələrinin genişləndiyi müasir dövrdə, bütün məhsulun, o cümlədən, yeyinti məhsullarının keyfiyyəti vacib problemdir. Məhsulun keyfiyyəti onun fiziki xassələrindən və kimyəvi tərkibindən asılıdır. Keyfiyyətin idarə edilməsində onun standartları və standarta uyğunluq sənədləri-sertifikatları əsas götürülür. Bütün ölçmələr fiziki-kimyəvi xassələri öyrənən cihazlardan ibarətdir. Ona görə də fənnin məqsədi texnoloji proseslərdə istifadə olunan cihazların iş prinsipini tələbələrə öyrətməkdən ibarətdir.

Fiziki-kimyəvi xassələr əsasında çox sayda cihazlar yaradılmışdır. Laboratoriyalarda maddələrin fiziki-kimyəvi xassələri, tarixən kimyəvi üsullar ilə təyin edilmişdir. Müasir dövrdə keyfiyyət ekspertizasının təyini üçün ekspress ölçü üsullarına üstünlük verilir. Bunun da səbəbi odur ki, bu üsullar keyfiyyətin təyini müddətini azaldır; nümunənin miqdarı qramın hissələri qədər olur. Hətta elmin son nailiyyətləri əsasında elektron-inteqral sxemli cihazlar yaradılmışdır. Bu ölçü cihazları avtonomluq, səyyarlıq və s. keyfiyyətlərə malikdirlər. Bunların ölçüsü o qədər kiçikdir ki, hətta onları cibdə gəzdirlirlər.

Fiziki-kimyəvi xassələrin ölçülməsi üçün istifadə edilən cihazların əsasını məhsulun mexaniki, istilik, elektrik, maqnit, optik, şüalanma, şüasındırma və s. kimi xassələri təşkil edir.

Məhsulun şüasındırma xassəsinin ölçülməsinə əsaslanan refraktometr cihazları 200-250 ildir ki, elmi-tədqiqatlarda istifadə edilir. Bu cihazlar vasitəsi ilə məhsulun tərkibindəki quru maddənin miqdarını 1-2 dəqiqəyə təyin etmək mümkündür. Hər hansı sulu məhlulda əlavə qarışığı, məsələn, şəkərlərin miqdarını, spirtin faizini və s. təyin etmək üçün əlverişli ölçü vasitəsidir.

Optik cihazların tarixi, Faradeyin, Nyutonun vaxtından başlasa da son illərdə keyfiyyətin orbitraj yoxlamalarında geniş istifadə edilir. Fotometrik ölçü cihazlarına kolorimetrlər, spek-

tral fotometrler, polyarimetrler, saxarimetrler, nefelometrler, fotoelektrokolorimetrler, fluorimetrler və s. aiddir. Bu cihazların işləməsinin fiziki əsasını məhsulun optik xassələri təşkil edir.

Yeyinti məhsullarının struktur quruluşunda karbon atomlarının qeyri simmetrik düzülüşü, onların optik aktivlik xassələrini yaradır. Bu xassə əsasında yeyinti məhsullarının tərkibində şəkərlər ölçülür. Həmçinin fotoelektrokolorimetrler vasitəsi ilə həmin məhsulların tərkibində mikroelementlər təyin edilir.

Dərs vəsaiti istehlak mallarının keyfiyyət ekspertizası, ərzaq mallarının əmtəəşünaslığı, gömrük ekspertizası, baytarlıq, baytarlıq əczaçılığı ixtisaslarının bakalavr və magistr pillələrində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Kitabdan əmtəəşünaslar, əmtəəşünas-ekspertlər, gömrük ekspertləri, ekspertiza laboratoriyalarının işçiləri və baytar həkimləri də istifadə edə bilərlər.

FİZİKİ VƏ FİZİKİ –KİMYƏVİ ÜSULLAR

Ərzaq mallarının fiziki-kimyəvi xassələri

Ərzaq məhsullarının əksəriyyəti dispers sistemlərdən ibarətdir (suspenziya, emulsiya, məsaməli məhsullar, köpüklər və s.). Məhsulun kolloid xassəsi onun nə dərəcədə dispers (səpələnmiş, xırdalanmış) olmasından asılıdır. Xırdılanma molekulundan böyük və göz ilə görünə bilən $10^{-7} \div 10^{-2}$ sm ölçüdə ola bilər. Disperslik artdıqca vahid kütləyə düşən səth də artır: $S_0 = S / m$. Kolloid halda bu səth yüzələrlə m^2/qr olur. Bu mənada, məsaməli-kapilyar maddələr də kolloid sayılır (çörək, sorbentlər və s.). Məsələn, aktiv kömürün xüsusi səthi minlərlə m^2/qr olur. Bir tərəfli ötürücülüü olan məsaməli nazik təbəqələr membran adlanır. Zərrəciklərinin ölçüsü 1 mkm-dən böyük ($10^{-4} \div 10^{-2}$ sm) məhsullar suspenziya, emulsiya, toz və s. adlanır, ölçüsü 1 mkm (10^{-6} sm) kiçik olanlar isə yüksək dispers adlanır. Ona görə də fiziki-kimyəvi xassələrə görə, yeyinti məhsullarını real həyatı maddələr adlandırmaq lazımdır. Yeyinti məhsulları bərk, maye və qaz fazalarının qarışığından ibarətdir. Fazaların görüldüyü səthlərdə olan molekullar əlavə səth enerjisinə malik olduğundan, yeyinti məhsullarının xassələrini müəyyən edir.

Yeyinti məhsullarını disperslik dərəcəsinə, aqreqat halına, strukturuna, faza arası təsir növünə, fazaların müxtəlifliyinə görə sinifləşdirmək olar.

Ölçüsü 10^{-7} sm-dən kiçik olan zərrəciklər dispers sayılmır, onlar molekulyar və ya ion məhlullar adlanır.

Aqreqat vəziyyətinə görə dispers sistemlər (məhlullar) 9 sifə bölünür:

1) Aqreqat halına görə. Ərzaq malları xarici təzyiq və temperaturdan asılı olaraq əsasən bərk, maye və qaz halında olurlar. Maye halında olan maddələrin molekullararası cəzbətmə qüvvəsi qazlarınkına nisbətən çox olur. Ona görə də

mayelər öz formasını asanlıqla, həcmi isə çox az dəyişir. Maddələrin bərk halında molekul, atom və ionlar müəyyən ardıcılıqla yerləşərək, kristal qəfəsi əmələ gətirir.

2) Quruluşuna (strukturuna) görə yeyinti məhsulları sərbəst və əlaqəli dispers sistemlərə bölünür. 1-cilərdə zərrəciklər sərbəst hərəkət edir (suspenziya, emulsiya, kül, aerosollar), 2-cilərdə fazalardan biri sərbəst hərəkət edir (kapilyar, membran, qatı məhlullar, maye şəbəkəli hava və s.).

3) Fazalar arası təsirlərə görə dispers sistemlər liofil və ya liofob olur. 1-cidə bu qüvvə güclü, 2-cidə zəif olur (yunanca liofil - həll olmağı sevən, liofob - həll olmağı sevməyən deməkdir).

4) Molekulyar kolloid məhlullar (məsələn, suda zülallar). Yüksək molekul birləşmələri bu qrupa aid etmək olar. Dispers sistemlər fizikanın Broun hərəkəti, osmos, diffuziya xassəsinə malikdirlər. Yeyinti kolloid məhsulların molekulyar-kinetik və optik xassələrinin ölçülməsini birlikdə aparmaqla yaxşı nəticələr almaq olur. Işıqı səpələmə xassəsinə görə kolloid məhlulları molekulyar və ion məhlullardan ayırmaq olur.

5) Yeyinti məhsullarının reoloji xassələri onun struktur xassələrindən, fazaların təsirlərindən və quruluşundan asılıdır. Ona görə də reoloji xarakteristikalar, məhsulun keyfiyyəti haqqında daha çox məlumat verir. Adətən yeyinti məhsullarının deformasiyasının zaman asılılığından onların keyfiyyət göstəriciləri təyin edilir. Reoqramma adlanan deformasiyasının zaman asılılığı keyfiyyət haqqında informasiya mənbəyidir.

Sabit qüvvə tətbiq etdikdə sistemdə elastiki deformasiya xarici təsirə cavab verir. Yüku kənar etdikdən sonra elastiki deformasiya yox olur, qismən elastiklik qalır və qalıq deformasiyaya yaxınlaşır, buna qalıq deformasiya deyilir. Bu növ reoloji xarakteristikalar, məhsulun elastiklik, özlülük, elastiklik həddi və s. haqqında məlumat verir.

Xarici qüvvənin təsirinə görə struktur-mexaniki xassələr yeyinti məhsullarının keyfiyyətini aşkar edir. Deformasiya kimyəvi əlaqələrin dayanıqlığını göstərir. Əgər mütləq deforma-

siya, məhsulun ilk ölçüsünə bərabər olarsa, bu kəmiyyətə elastiklik modulu deyilir. Deformasiya üzvlərin sürüşməsinə, sıxılmasına, həcmi dəyişməsinə bölünür. Özlülük yeyinti məhsullarının çox vacib roloji xarakteristikasıdır. Çox sayda yeyinti məhsullarının xassələri fizikanın Nyuton qanunlarına tabe olmur, çünki, onların özlülüyü deformasiyadan asılı olur.

Özlülük daha həssas reoloji göstəricidir, özündə daha çox keyfiyyət informasiyası daşıyır. Özlülük xassəsinə temperatur, qatılıq, dispreslik təsir edir.

Sıxlıq da özlülük kimi vacib reoloji xassədir. Onun qiyməti məhsulun kimyəvi tərkibindən, qatılığından və s. asılıdır.

6) Yeyinti məhsullarının istilik-fiziki xassələri, xüsusilə istilik tutumu onun tərkibindən asılıdır. Yeyinti məhsullarının molekulyar əlaqə enerjiləri, onların istilik keçirmə xassəsinə görə təyin edilir.

Nəmlik yeyinti məhsulunun əsas fiziki xassəsidir. Nəmlik kimyəvi, adsorbsion, kapilyar, quruluş nəmliyinə ayrılır. Kimyəvi nəmlik istilik ilə qurutmada kənar edilə bilmir. Adsorbsion nəmlik səth molekulaları tərəfindən ətraf mühitdən tutulur.

Kapilyar nəmlik məhsulun məsamələrində olur və səthi gərilmə ilə bağlanır. Bu nəmlik kapilyarlarda həm maye, həm də buxar formasında hərəkət edir.

Yeyinti məhsulunun aqreqat halı, faza dəyişmələri, onun fiziki xassələrinə təsir edir. Ona görə də keyfiyyətin ölçülməsi zamanı bu əlaqələr effektiv məlumat verir. Məhsulun istilik effekti, onların istilik keçiriciliyindən (λ), istilik tutumundan (c) və sıxlığından (ρ) asılıdır:

$$\varepsilon = \sqrt{\lambda c g}$$

Məhsulun istilik tutumu onun molekulyar tərkibi ilə aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\tilde{N}_p = \frac{a \cdot A\rho + b \cdot B\rho + dD\rho + eE\rho}{M},$$

Burada;

$A\rho$, $B\rho$, $D\rho$, $E\rho$ -molekulyar, ya da atomar istilik tutumları;

M -mayenin molekulyar kütləsidir.

Məhsulun daxilində temperaturun yayılma sürəti, onun nəmlik, temperatur, sıxlıq, məsaməlilik, yağlılıq və s. xassələrindən kəskin asılıdır: $a = \lambda / \rho \cdot c$. Deməli, hər bir məhsulun istilik xassələrini ölçməklə onun keyfiyyəti haqqında dəqiq məlumatlar verilir. Ən vacib tədqiqat üsullarından biri, faza keçidləri zamanı məhsulun istilik xassələrinin ölçülməsidir.

7) Məhsulun keyfiyyət analizində onun elektrokimyəvi xassələrinin ölçülməsindən geniş istifadə edilir. Bu xassələrə onun elektrik keçiriciliyi, dielektrik nüfuzluğu, elektrokimyəvi ekvivalentlik əmsalı, polyarizasiya xassəsi, səthi potensiallar xassəsi, elektroforetik xassələri və s. aiddir. Məsələn, ərzaq məhlullarından elektrik cərəyanı buraxmaqla, elektrodların ilk və son çəkisini dəqiq ölçməklə, tərkibdən ayrılan metalları və onların oksidlərini təyin etmək olar. Məhsulun elektrik keçiriciliyi onun təbiətindən, qatılığından, temperaturundan, dielektrik nüfuzluğundan və s. asılıdır.

Yeyinti məhsullarının tərkibində ion keçiriciliyi olan turşu, qələvi, duz və s. maddələri vardır. Onların elektrodlar ilə toxunma nöqtələrində potensiallar fərqi yaranır. Bu elektrik sahəsini ölçməklə, məhsulun keyfiyyətini dəqiq öyrənmək olar.

Elektrik sahəsində məhsulun ionlaşması (polyarizasiyası) xassəsini ölçmək üsulundan keyfiyyət analizində geniş istifadə edilir. Məhlulə daxil edilmiş elektrod səthində ikiqat elektrik təbəqəsi yaranır. Elektrik sahəsini gücləndirdikdə, məhlulun elektrik keçiriciliyi artır. Beləliklə, elektrik sahəsinə gətirilmiş məhlulda ionlar hərəkət edir (elektroforez). Bu növ ölçmə üsulunun dəqiqliyi faza sərhəddinə təsir edən qatılıq, diffuziya, potensial, istilik qradientlərinin təsirindən asılıdır.

8) Məhsulun şüaudma, şüasındırma, xarici təsirlərdən şüalanma xassələri onun optik xassələrinə aiddir.

Şüaudma $\Phi = \Phi_0 \cdot 10^{\varepsilon \cdot c \cdot \ell}$ yaxud: $\lg \Phi^0 / \Phi = \varepsilon \cdot c \cdot \ell = T$

kimi təyin edilir.

Burada;

Φ_0, Φ - düşən və udulan şüaların intensivliyi;

ε -sabit kəmiyyətdir, hər məhsulun növündən, düşən şüanın dalğa uzunluğundan asılıdır;

C-məhsulun qatılığı;

ℓ -məhsul təbəqəsinin qalınlığıdır.

İkinci vacib optik xassə şüasındırmadır: $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$; əgər

$\beta=90^0$ olarsa, $n_2=1$, onda $n_1 = \frac{1}{\sin \alpha}$; α -tam daxili qayıtma

bucağı adlanır. Bu üsulla çox sayda refraktometrlər yaradılıb ki, bunlar da məhsulun keyfiyyətini təyin edir.

9)Məhsulun xarici şüa təsirindən rəngini dəyişməsi, lüminesensiya adlanır. Məhsulun flüoresensiya (şüa altında) və fosforesensiya (davamlı) xassəlini ölçməklə onun saxlanması zamanı baş verən keyfiyyət dəyişmələri təyin edilir. Bu üsulla kimyəvi tərkib, süddə zülallar, yağlar, vitaminlər, ağır metalların duzları, pestisidlər və s. təyin edilir.

Məhsulun tərkibinin və fiziki-kimyəvi xassələrinin ölçülməsi, texnoloji ölçmələrin və avtomatik cihazların iş prinsipinin əsasını təşkil edir. Sənaye texnologiyasından keçmiş hər bir məhsulun tərkibi standartın texniki tapşırığı ilə təsdiq edilir. Ölsmələrin texniki vasitələri də standartlar ilə müəyyən edilir.

Məhsulun keyfiyyəti fiziki-kimyəvi xassələrin cəmindən ibarət olmaqla, onun qidalılığa yararlığını göstərir. Məhsulun keyfiyyət kompleksini öyrənən elm-kvalimetriya adlanır. Məhsulun keyfiyyət göstəricisinin miqdarı təyini ölçü, hesablama və ekspert üsulu ilə təyin edilir. Ekspert üsulu o vaxt tətbiq olunur ki, məhsulun keyfiyyət xarakteristikasını cihaz vasitəsilə ölçmək mümkün olmur.

Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasında ilk informasiyalar signal çeviriciləri ilə əldə edilir.

Məhsul maye, qaz və bərk halda ola bilər, onların hamısına birlikdə maddə deyilir. Hər bir maddənin özünə məxsus fiziki-kimyəvi xassələri vardır. Fiziki-kimyəvi xassələrə sıxlıq, özlülük, şüasındırma əmsalı, istilik törətmə qabiliyyəti, elektrik xassələri və s. aiddir.

Yeyinti məhsulları iki və daha çox qarışıqlardan ibarət olur. Ona görə də onlar müxtəlif keyfiyyətə malik olur. Fiziki-kimyəvi ölçmələr keyfiyyət və kəmiyyət xarakterli olur. Məhsulun tərkibində olan qarışıqın miqdarına qatılıq deyilir. Bu kəmiyyət, ölçülən komponentin miqdarının tərkibinə daxil olan cəmi komponentlərin miqdarına nisbətində bərabərdir, adətən, faiz ilə ifadə olunur.

Keyfiyyətin təyini üsullarından fiziki-kimyəvi üsullar cəldliyinə görə (ekspreslik) əlverişlidir, xüsusilə, istehsalın avtomatlaşdırılmasında əvəz olunmazdır. Fiziki-kimyəvi ölçü üsulu məsafədən keyfiyyəti təyin etməyə imkan verir.

Cədvəl 1

Məhsulun keyfiyyətinə nəzarətdə tətbiq olunan fiziki və fiziki-kimyəvi üsullar

Üsülün adı	Təyin olunan göstərici	Tətbiq sahələri
1.Spektral a) spektroskopiya b) kolorimetriya v) spektralfotometriya g) nefelometriya	Kimyəvi tərkibi, pestisidlər, məhsulun parçalanma və xarab olma izlərinin təyini, yağın miqdarı; şirələrin, içkilərin, bitki yağlarının təmizliyi, içkilərin şəffaflığı.	Bütün yeyinti istehsal sahələri; süd, yağ, şirə, içkilər və s.
2.Elektrokimyəvi: a) elektroqrametriya b) kulonometriya v) konduktometriya g) potensimetriya d) polyarimetriya	Ağır metalların miqdarı. Ağır metalların miqdarı. Nəmlik, qatılıq. Turşuluq, kimyəvi tərkib Kimyəvi tərkib, qatılıq.	Konserv, qənnadı istehsalı. Konserv, qənnadı istehsalı. Un məhsulları, makaron, qənnadı süd və s. Bütün yeyinti sahələri. Konserv, qənnadı istehsalı sahələri.

3. Elektroforez: a) kağız üzərində b) aqar gelində v) nişasta gelində g) poliakrilamid gelində	Kimyəvi tərkib, qarışıqlar, parçalanma və xarab olma izləri	Ət, süd, balıq, yumurta və s. istehsalı sahələrində
4. Xromatoqrafiya a) kolonkalı b) kağız v) nazik qatlı	Kimyəvi tərkib, qarışıqlar, pestisidlər, ağır metallar, parçalanma və xarab olma izləri	Taxıl, meyvə-tərəvəz, qənnadı, ət, süd, konserv və s. istehsalı sahələri
5. Reoloji: a) özlülük üsulu b) areometriya v) konsistometriya g) tenzometriya d) adqezimetriya	Məhsul və mayələrin özlülüyünün təyini. Maye məhsulların sıxlığı Klassik, möhkəmlik, bərklik, axıcılıq, yapışqanlıq	Şirə, qənnadı istehsalı Süd, qıvcırma, likör-araq, yağ-piy və s. Çörək, qənnadı, kolbasa, süd, meyvə-tərəvəzin emalında
6. Lyüminesent: a) vizual b) flüorimetriya, spektral lüminesent xemilüminesent	Meyvə-tərəvəzdə xəstəliklər, taraların təmizliyi. Kimyəvi tərkib, vitaminlər, ağır metallar, qarışıqlar, parçalanma və xarabolma izləri	Un, ət, süd, yağ-piy, kolbasa, konserv və s. istehsalı sahəsində

Fiziki-kimyəvi üsullar məhsulun quruluşunu pozmadan ölçməyə imkan verir. Məsələn, şüa, lazer, maqnit spektroskopiyası. Fiziki-kimyəvi analizin xətası $2 \div 5\%$ -dir, bu da klassik üsullardan üstündür. Məsələn, kylonometriya $10^{-3}\%$ tərtibində ölçməyə malikdir.

Fiziki-kimyəvi üsulların çatışmayan cəhəti odur ki, onların aparılması zamanı ölçü üçün etalon, standart məhlul və dərəcələmə əyrisi tələb olunur. Fiziki-kimyəvi ölçmə birbaşa və dolayı olur. Birbaşa ölçmədə məhsulun təbiətindən və qatılığından asılı siqnallardan istifadə edilir. Alınmış siqnalların xarakterindən məhsulun keyfiyyəti təyin edilir. Siqnalın intensivliyi məhsulun qatılığı ilə müqayisədən tədqiq olunur: $J = A \cdot C$ A- sabiti təcrübə ilə tapılır.

Birbaşa ölçmənin geniş yayılmış üsulu nümunə (standart məhlul) ilə qrafik qurma, molyar xassə üsulu, əlavə etmə üsuludur.

Qrafik üsulunda bir neçə standart nümunə (və ya məhlul) üçün siqnallar ölçülür və $J = f(c)$ qurulur. Sonra isə həmin şəraitdə analiz olunan məhsulun siqnalları ölçülür və dərəcə əyrisindən qatılıq təyin edilir.

Molyar xassə üsulunda, yenə də bir neçə standart nümunədə siqnallar ölçülür və $J = f(c)$ qrafiki qurudulur. 1 mol maddəyə uyğun $A = J/c$ -sabitı təyin edilir. Sonra isə həmin şəraitdə analiz olunan məhsul üçün siqnal ölçülür və $C = J/A$ nisbətindən axtarılan qatılıq təyin edilir.

Əlavə etmə üsulunda, əvvəlcə analiz olunan məhsulda siqnal ölçülür, sonra isə həmin məhsula standart həcmli məhlul əlavə edilir (C_{st}) və yenə siqnal ölçülür. Birinci ölçmədə $J_x = AC$, ikinci ölçmədə isə $J_{x+st} = A(C_x + C_{st})$ olar, bunlardan alırıq:

$$\tilde{N}_x = C_{st} \cdot \frac{J_x}{J_{x+st} - J_x}$$

Dolayı ölçmədə titrləmədən istifadə edilir. Titrantın həcmi V olmaqla (ml), titrləmə zamanı J siqnalı ölçülür və $J = f(v)$ qrafiki qurulur, qrafikdən ekvivalentlik nöqtəsi təyin edilir.

Keyfiyyət ölçmələri məhsulun fiziki-kimyəvi xassələrini təyin edir. Bu xassələr isə məhsulun təminatı və standart üçün əsaslar verir, texnoloji prosesləri avtomatik idarə etmənin əsas vasitələrini yaradır. Məhsulun keyfiyyət göstəricisi onun xassələrinin cəmidir. Bu göstəricilər texniki ölçmə, hesablama və ekspert üsullar ilə icra olunur. Kimyəvi-texnoloji proseslərdə məhsulun fiziki-kimyəvi xassələri avtomatik işləyən texniki vasitələr ilə ölçülür. Avtomatik idarə etmədə məhsulun xassələri əsas nəzarət olunan parametr sayılır. Nəzarət olunan parametrlər-ümumi-texniki, texnoloji, kimyəvi tərkib, fiziki xassə, keyfiyyət göstəriciləri, ekoloji -gigiyenik olur.

Müasir dövrdə məhsulun keyfiyyətinin avtomatik, cəld (ekspres) üsulla təyini və ona nəzarət geniş tətbiq olunur. Analiz sözü yunanca parçalamaq, tərkibə ayırmaq, seçmək anlayışlarını verir. Anaziz fiziki, fiziki-kimyəvi və kimyəvi olur; fiziki üsulda məhsulun fiziki xassələri ölçülür, fiziki-kimyəvi üsulda kimyəvi çevrilmələrdə fiziki parametrlərin dəyişməsi (məsələn, temperatur, şüalanma və s.), kimyəvi üsulda, reaksiya nəticəsində maddə və enerji dəyişmələri ölçülür.

Analiz zamanı məhsula təsirə görə dağıdılan və bütöv qalan üsulları qeyd etmək olar. Məhsulun keyfiyyət dəyişmələri fiziki olduqda, fiziki xassələr dəyişir (məsələn aqreqat halı), kimyəvi dəyişmədə isə məhsulun tərkibi dəyişir.

Analiz zamanı, fiziki yaxud kimyəvi tədqiqat tərkibin bir növünə, yaxud bir qrupuna əsaslanıbsa, ona çevrə üsul (selektiv), tərkibin bütün komponentlərinin yekun fiziki-kimyəvi dəyişməsi qeyd olunursa, buna inteqral üsul deyilir.

Məhsulun keyfiyyət ölçmələrinin texniki vasitələrinə analizator deyilir. Keyfiyyət haqqında informasiyanı ötürən, göstərən cihaza yaxud vasitəyə indikator deyilir. Analizatorlar laboratoriya və sənaye səviyyəli olur.

Ərzaq mallarının istilik tutumu və istilik keçiriliciyinin təyini

Ümumi istilik-fiziki xassələrə temperatur, istilik tutumu və istilik keçiriliciyi aid edilir. Onlar ayrı-ayrı mal nümunəsinin və mal kütləsinin quruluşuna, kimyəvi xassələrinə, tərkibinə, həmçinin ayrı-ayrı malların arasında olan boşluqlara görə karakterizə olunur.

Temperatur-əsas fiziki göstərici olmaqla ayrı-ayrı nümunələrin və mal partiyalarının istilik vəziyyətini müəyyən edir. Malların və mal partiyalarının temperaturu ətraf mühitin temperaturundan asılıdır. Malların bir mühitdən digər mühitə yerləşdirilməsi zamanı temperatur fərqi yaranır. Belə hallar malların və taraların üzərinə kondensat nəmliyin çökməsinə, həmçinin

nin malların nəmlənməsinə səbəb olur. Bunun nəticəsi olaraq malların kütləsi artır, mallarda arzuolunmaz keyfiyyət dəyişkənliyi (mikrobioloji xarabə, malların korroziyası və s.) baş verir.

Malların temperaturu onun saxlanılmasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Yüksək temperaturda biokimyəvi, mikrobioloji və bir sıra fiziki proseslərin (məsələn, quruma) intensivliyi yüksəlir. Nəticədə mallarda itki, malların saxlanılma qabiliyyətinin pisləşməsi, saxlanma müddətinin qısalması müşahidə olunur. Aşağı temperatur bir sıra proseslərin intensivliyini aşağı salır, həmçinin bir sıra neqativ hallar (donma, soyuqurma) da baş verə bilər. Ona görə də malların optimal temperaturu hər bir mal və mal qrupu üçün fərdi olur. Məsələn, südün temperaturu 8°C-dən yuxarı, 0°C-dən isə aşağı olmamalıdır.

Bu göstəricilər xüsusən tez xarabə olan ərzaq malları üçün vacibdir. Hətta bu bəzən malların standartlarında da öz əksini göstərir. Çox zaman malların temperaturu deyil, onların saxlandığı temperatur rejimi müəyyən edilir.

İstilik tutumu müəyyən kütlədə olan obyektin temperaturunun müəyyən temperatur həddinə qədər qaldırılması üçün lazım olan istiliyin miqdarına deyilir.

İstilik tutumu göstəricisi kimi, xüsusi istilik tutumu istifadə olunur. Xüsusi istilik tutumu 1 kq məhsulun temperaturunun 1°C yüksəltmək üçün lazım olan istilik hesab olunur və coul/kq.dəqiqə ilə ifadə olunur.

Suyun istilik tutumu 1, karbohidratlarınkı -0,34, yağınkı -0,42, zülallarınkı- 0,37 coul/kq. dəqiqədir.

İstilik tutumu (C) aşağıdakı formula ilə tapılır.

$$C = \frac{Q}{(t_2 - t_1)}$$

Burada: Q -istiliyin miqdarı, Coulla;

t_1 və t_2 -məhsulun əvvəlki və sonrakı temperaturlarıdır.

Müxtəlif malların istilik tutumu eyni deyildir. Aşağıdakı

cədvəldə yeyinti məhsullarını xüsusi istilik tutumu və istilik keçirmə əmsalı verilmişdir.

Cədvəl 2

Müxtəlif yeyinti məhsullarının xüsusi istilik tutumu və istilik keçirmə əmsalları

Məhsulun adı	Quru maddələrin xüsusi istilik tutumu (coul/kq.dəqiqə)	İstilik keçirmə əmsalı (coul/dəqiqə.m.saət)
Tərəvəzlər	1298-1465	0,60-0,62
Ət (müxtəlif toxumaları)	1465-1675	0,41-0,56
Balıq (müxtəlif toxumaları)	1147-1633	0,43-0,55
Süd məhsulları	1717-5620	0,13-0,20

Malların istilik tutumu onların kimyəvi tərkibindən və temperaturundan, mal partiyasında isə həm də mal partiyası daxilində olan hava boşluqlarından asılıdır. Havada temperatur və nəmlik yüksəldikcə məhsulun istilik tutumu da yüksəlir.

İstilik keçiriciliyi – bir-birinə əks sahələrdən 1°C temperatur fərqi ilə müəyyən kütlə və sahəsindən keçən istiliyin miqdarıdır.

Bu xassənin göstəricisi xüsusi istilik keçiriciliyi və ya istilik keçiriciliyinin əmsalıdır. Bu bir-birinə əks sahələri 1°C temperatur fərqi ilə 1 m qalığında olan məhsulun 1 m² sahəsində 1 saat müddətində keçən istiliyin miqdarıdır.

İstiliyin miqdarı $Q = \lambda \frac{T}{l} \cdot s \cdot t$ formulası ilə hesablanır.

Burada: λ -istilik keçiriciliyi əmsalı;

T -temperaturlar fərqi, $^{\circ}\text{C}$ -lə;

l -qatın qalınlığı, m-lə;

s -səthin sahəsi, m²-lə;

t -zaman, saatla.

İstilik keçirmə əmsalı $\lambda = \frac{Q \cdot l}{T \cdot s \cdot t}$ formulası ilə hesablanır.

İstilik keçiriciliyi əmsalının vahidi $\frac{\text{coul}}{\text{dəqiqə} \cdot \text{m} \cdot \text{saat}}$ -dır.

Havanın istilik keçirmə əmsalı 0,092 $\frac{\text{coul}}{\text{dəqiqə} \cdot \text{m} \cdot \text{saat}}$ -dir.

Suyun istilik keçirmə əmsalı 2,13 $\frac{\text{coul}}{\text{dəqiqə} \cdot \text{m} \cdot \text{saat}}$ -dur.

Quru maddələrin istilik keçirmə əmsalı 0,42-0,84 $\frac{\text{coul}}{\text{dəqiqə} \cdot \text{m} \cdot \text{saat}}$ olur.

Ona görə də mal partiyasında hava boşluğu nə qədər çox olarsa və nəmlik nə qədər aşağı olarsa, istilik keçiriciliyi də bir o qədər aşağı olur. Aşağı temperaturda saxlanılan məhsullar (ət, balıq, meyvə, tərəvəz və süd məhsulları) üçün, həm də fizioloji istilik ixrac edən mallar (un, yarma, təzə meyvə və tərəvəzlər) üçün də spesifik istilik-fiziki xassələr müşahidə olunur. Onlara quruluş-mexaniki, istilik-fiziki, elektrik, optiki və akustiki xassələri göstərmək olar.

Mal nümunələrinin fərdi olaraq termodinamiki vəziyyəti onların bərkimə və donma temperaturu ilə xarakterizə olunur.

Ərzaq mallarının ərimə, bərkimə və donma temperaturunun təyin edilməsi

Ərimə və bərkimə temperaturu—malların ayrı-ayrı komponentlərinin bərk haldan maye hala və ya maye haldan bərk hala keçdiyi temperatur hesab olunur. Belə dəyişikliklər əsasən yağlarda, yağabənzər maddələrdə, bir sıra doymamış karbohidratlarda və s. müşahidə olunur. Yüksək temperaturda (180-190⁰C) şəkərlərdə də ərimə müşahidə edilir.

Ərimə və bərkimə temperaturlarına ərzaq mallarının konsentrisiyası təsir göstərir. Hər bir həlledici müəyyən temperaturda donur və müəyyən temperaturda qaynayır. Həlledicidə hər hansı bir maddə həll olduqda onun donma və qaynama temperaturu

dəyişir. Belə ki, məhlulun donma temperaturu, təmiz həlledicinin donma temperaturundan aşağı olur. Təmiz həlledici məhlulə nisbətən tez donur. Donma temperaturunun aşağı düşməsi həll edilmiş maddənin miqdarından asılıdır. Yəni həll olmuş maddənin miqdarı nə qədər çox olarsa, onun donma temperaturunun da aşağı düşməsi o qədər çox olar. Məhlulun donma temperaturunun aşağı düşməsi, məhlul üzərində buxar təzyiqinin təmiz həlledici üzərində olan buxar təzyiqinə nisbətən aşağı olması ilə əlaqədardır. Həlledicini soyutduqda onun buxar təzyiqi azalır.

Yağların ərimə və bərkimə temperaturu onların tərkibindəki yağ turşularının müxtəlifliyindən asılıdır. Doymuş yağ turşularının əmələ gətirdikləri triqliseridlərin ərimə temperaturu, doymamış yağ turşularının triqliseridlərinə nisbətən yüksəkdir. Ona görə də tərkibində doymuş yağ turşuları miqdarca çox olan heyvanat yağları otaq temperaturasında bərk halda, doymamış yağ turşuları çox olan bitki yağları isə maye halında olur.

Yağların insan orqanizmində tez və ya gec, az və ya çox mənimsənilməsi onların ərimə və bərkimə temperaturundan asılıdır. Yağların ərimə temperaturu nə qədər aşağı və orqanizmin temperaturuna yaxın olarsa, o, orqanizm tərəfindən bir o qədər də asan həzm olunur. Ərimə temperaturu 37⁰C-dən aşağı olan yağlar orqanizm tərəfindən 97-98%, ərimə temperaturu 37⁰C-dən yüksək olan yağlar isə 89-97% mənimsənilir. Məhz buna görə də marqarin və mətbəx yağlarının istehsalında elə yağlardan istifadə olunur ki, onların ərimə temperaturu 33-35⁰C-dən yüksək olmasın.

Ərimə temperaturu bərkimə temperaturasından yüksək olur.

Malların daşınılması və saxlanması zamanı temperatur rejiminin seçilməsində ərimə və bərkimə temperaturunun nəzərə alınması vacibdir. Bu malların keyfiyyətinin aşağı düşməsinin və itkisinin qarşısını alır. Belə ki, isti vaxtlarında lazımi temperatur şəraiti olmadıqda yağların əriməsi, şokalad məmulatından, halvalardan, yağlı peçenyələrdən, həmçinin krem və pirojnalardan yağın ayrılması müşahidə olunur.

Aşağı temperatur maye yağların bərkiməsinə, çox komponentli maddələrdə layların əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Maddələrin ərimə temperaturu aşağıdakı kimi təyin edilir: Ərimə temperaturunu təyin ediləcək maddə toz halına salınır. Ondan bir qədər şüşə kapilyara yığılır. Kapilyanın bir ucu bağlı, digər ucu açıq olmalıdır. Kapilyar termometrə bağlanılır. Kapilyara bağlanmış termometr probka vasitəsi ilə sınaq şüşəsinə yerləşdirilir. Həmin sınaq şüşəsi də probka vasitəsi ilə içərisində sulfat turşusu olan kolbaya yerləşdirilir. Bu cür hazırlanmış cihazı ştativə bağlayıb, yavaş-yavaş qızdırırlar. Maddə əriyib şəffaf olduqda, termometrin göstəricisi qeyd edilir. İş üç dəfə təkrar edib, orta qiymət çıxarılır. Alınmış orta qiymət tədqiq olunan maddənin ərimə temperaturu hesab olunur.

Donma temperaturu— suyun maye haldan bərk hala keçdiyi temperaturdur. Donma ərzaq maddələrinin keyfiyyətinə müxtəlif formada təsir göstərir. Buz kristalları əmələ gəldikdə məhsulun həcmi genişlənir. Bu da şüşə qabların dağılmasına, metal və polimer qabların şişməsinə səbəb olur. Bunlardan əlavə maddələrə məxsus struktura pozulur, nəticədə isə onun keyfiyyəti (konsistensiyası, mənimsənilməsi) pisləşir, hemogenizasiya olunmuş maddələrdə (süd, pure, şirələr və s.) təbəqələşmə müşahidə olunur.

Bunlarla yanaşı bir sıra yeyinti məhsullarının (çörək, bəzi meyvə-tərəvəzlər, ət, balıq), dondurulması onların saxlanılma müddətini uzadır.

Ət və ət məhsullarında mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətini və fermentlərin fəallığını zəiflətmək üçün onları müxtəlif üsullarla dondururlar. Ət şirəsi $-0,6 \div -1,2^{\circ}\text{C}$ arasında donur. Dondurulmuş ət saxlanılmaya və daşılmaya davamlı olur. Ətin yavaş dondurulması üsulu $-18 \div -23^{\circ}\text{C}$, intensiv dondurulması $-23 \div -30^{\circ}\text{C}$, sürətli dondurulması isə $-30 \div -35^{\circ}\text{C}$ temperaturu olan kameralarda həyata keçirilir.

Ət cəmdəklərinin temperaturu bud nahiyəsində, sümüyə yaxın yerdə əzələlərin içərisində ölçülür.

Məhlulların donma temperaturunu ölçmək üçün işlədilən cihaza krioskop deyilir.

Donma temperaturu malların saxlanılma rejiminin seçilməsində əsas göstəricilərdən hesab olunur. Onun aşağı həddi malların dondurmanı keçirmə qabiliyyətindən asılı olur. O, malların ki, dondurma zamanı keyfiyyəti pisləşir, onların saxlanılma temperaturu donma temperaturundan yuxarı olmalı və ya ona yaxın olmalıdır.

Bir çox mallarda donma temperaturu 0°C -dən -5°C -yə qədərki həddə dəyişir. Donma temperaturu suyun və quru maddələrin, o cümlədən, duzların, şəkərlərin və spirtin miqdarından asılı olur. Malda suyun miqdarı nə qədər çox olursa, onun donma temperaturu da 0°C temperaturla o qədər də yaxın olar.

Donma temperaturu bir göstərici kimi yeyinti məhsullarının (meyvə-tərəvəzlərin, alqaqollu və alqaqolsuz içkilərin, ətin, balığın, südün və s.) keyfiyyətini xarakterizə edən mühüm xassədir.

Ərzaq mallarının sıxlığının ölçülməsi üsulları

Sıxlıq məhsulun fiziki xassələrindən biri olub, onun miqdarı vahid həcmə düşən kütləni göstərir: $P = \frac{m}{v} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$. Sıxlıq ölçən

texniki vasitələr «plotnometr» və ya «densitometr» adlanır. Bu cihazlar məhsulun fiziki xassələrinə-çəkisinə, maye mühitinə daxil edilmiş bərk cismin üzməsinə, mayenin borularda axımına və s. xassələrinə əsasən işləyir. Məhsulun sıxlığı areometrik və piknometrik üsullarla təyin edilir.

a) Areometrik üsul. Bu üsul bərk cismin mayədə üzməsinə (Arxind qanununa) əsaslanıb. Areometrin kürə formalı ucunun çəkisi onun bölgülü silindr hissəsindən iki dəfə ağır olur. Areometrlərin sıxlığı birbaşa göstərən, məsələn südün sıxlığını-laktodensitometr, mayədə həll olmuş maddələrin faizini göstərən-spirtometr, saxarometr, sıxlığı şərti ölçü vahidi ilə göstərən-metallaik spirtometr areometr Bom və s. növləri vardır.

Areometr vasitəsi ilə məhsulun sıxlığını təyin etdikdə, təyin ediləcək məhsuldan bir qədər silindrə töküüb, areometri ehtiyatla

onun içərisinə salırlar. Areometr silindrin divarına toxunmamalıdır. Şkaladan rəqəmin oxunması areometrin silindrə salınmasından 1-2 dəqiqə sonra aparılır.

b)Piknometrik, yaxud çəkili sıxlıq ölçən (piknos-latinca sıxlıq deməkdir). Bu cihazların iş prinsipi sıxlığı ölçülən məhsulun çəkisinin suyun məlum həcmnin çəkisinə olan nisbətində əsaslanıb. Deməli, sıxlıq xüsusi çəki vasitəsi ilə tapılır.

Piknometrik üsulla sıxlığı təyin etmək üçün əvvəlcə təmiz piknometr analitik tərəzidə çəkilir, nişan xəttindən bir az yuxarı səviyyəyə qədər distillə edilmiş su ilə doldurulur və termostata qoyulur (termostatda temperatur 20°C olmalıdır). Piknometr termostatdakı mayeyə elə yerləşdirilir ki, mayenin səviyyəsi piknometrin nişan xəttindən aşağı olsun. Sonra xırda zolaq şəklində kəsilmiş süzgəc kağızı ilə piknometrin boğazındakı artıq su götürülür və suyun səviyyəsi nişan xətti ilə düzəldilir. Piknometr 5 dəqiqə termostatda saxlandıqdan sonra çıxarılır, səthi quruyuncayadək süzgəc kağızı ilə silinir və analitik tərəzidə çəkilir.

Daha sonra piknometrdəki su boşaldılır, tədqiq olunan məhlulla yaxalanır və doldurulur. Su üçün apardığımız ölçmədə olduğu kimi, piknometr termostata yerləşdirilir və məhlulun səviyyəsi nişan xətti ilə düzəldilir.

Piknometr termostatdan çıxarılır, səthi süzgəc kağızı ilə silinir və çəkilir. Tədqiq olunan mayenin və suyun çəkisini müəyyən etdikdən sonra mayenin sıxlığı hesablanır.

$$d = \frac{\text{tədqiq olunan mayenin çəkisi}}{\text{suyun çəkisi}}$$

Texnoloji proseslərdə avtomatik sıxlıqölçənlərdən istifadə olunur. Bunlara üzən, hidrostatik və aerostatik sıxlıqölçənlər aiddir. Ölçülən maye daxilində üzən üzgəc mayenin sıxlığından asılı olaraq aşağı-yuxarı hərəkət edir, ona ağırlıq və Arximed qüvvələri təsir edir. Üzgəc aşağı-yuxarı hərəkət etdikdə onun ucundakı nüvənin hərəkəti ilə transformatorada elektrik signalı yaranır. Bu signal icra mexanizminə ötrülür və mayenin sıxlığı avtomatik ölçülür.

Turşuluğun təyini

Xammalın və hazır məhsulların keyfiyyət analizində turşuluq əsas fiziki-kimyəvi xassələri əks etdirən göstərici olub, dövlət standartları ilə müəyyənləşdirilir və normallaşdırılır. Məhsulun turşuluğu ümumi (titrlənən) və aktiv (pH) turşuluqlara ayrılır. Ümumi və aktiv turşuluq göstəriciləri, eləcə də, uçucu yağ turşularının miqdarı yeyinti sənayesində işlədilən xammal, yarım-fabrikat və habelə, hazır məhsul növlərinin keyfiyyətini xarakterizə edir. Həmin göstəricilərin qiyməti xammalın təbiətindən və hazır məhsulun keyfiyyətindən, təzəliyindən, saxlanılmasından, emal üsulundan, şəraitindən və s. asılıdır. Hər bir hazır yeyinti məhsulunun ümumi turşuluğu müvafiq standara uyğun olaraq normallaşdırılır. Məsələn, üzüm şirəsində ümumi turşuluq 0,2 %-dən, alma şirəsində 0,3%-dən, mandarin şirəsində 0,5%-dən, qara qarağat şirəsində 1,5%-dən az olmamalı, tünd tomat sousunda 1,5%-dən, tomat sousunda hazırlanan balıq konservlərində 0,6%-dən, ət-tərəvəz konservlərində 0,4%-dən çox olmamalıdır.

Məhsulun dadında hiss olunan turşuluq onların emalı və saxlanılması zamanı gedən bakterioloji və biokimyəvi çevrilmələrin nəticəsində yaranmış ümumi turşuluğun miqdarından deyil, onların ionlaşmış halda olan hissəciklərinin miqdarından çox asılıdır. Ona görə də istehsalata nəzarət praktikasında çox vaxt məhsulun aktiv turşuluğu – pH-ı təyin edilir.

Ərzaq mallarında ümumi turşuluğun təyini

Ərzaq məhsullarının keyfiyyət analizində ümumi turşuluq fiziki-kimyəvi xassələri əks etdirən əsas göstəricidir. Titrlemə ilə təyin edilən ümumi turşuluq, sərf olunan qələvinin miqdarına deyilir. Məhsulun titrlənməsində yalnız sərbəst turşular deyil, turş duzlar, uçucu turşular və s. də iştirak edir. Müxtəlif növ yeyinti məhsullarında müxtəlif turşular üstünlük təşkil edir. Məsələn, bəzilərinde şərab turşusu, bəzilərinde alma turşusu, bəzilərinde süd turşusu, bəzilərinde də turş duzlar üstünlük

təşkil edir. Ona görə də ümumi turşuluğun ölçü vahidi olan dərəcə anlayışı müxtəlif məhsullarda bir-birindən fərqlənir. Turşuluq vahidi olaraq un-qənnadı mallarında 100 q məhsulda olan turşuluğu neytrallaşdırmaq üçün sərf olunan qələvinin mq ilə miqdarı, süd məhsullarında-Terner dərəcəsi, yəni 100 ml süddə turşuluğun neytrallaşmasına sərf olunan 0,1 n. qələvi məhlulunun ml ilə miqdarı, yağlarda 1q yağda olan sərbəst yağ turşularının neytrallaşmasına sərf olunan qələvinin mq ilə miqdarı götürülür.

Mühitin reaksiyasının təyininə indikatorların rolu böyükdür. Turşuluğun və qələviliyin dəyişməsi ilə öz rəngini dəyişən maddələrə indikatorlar deyilir. Indikatorlar kimyəvi xassələrinə görə bir-birindən tamamilə fərqlənirlər. Onların yalnız bir ümumi xassələri vardır ki, bu da onların tədqiq olunan maye içərisinə düşdükdə mühitin pH-dan asılı olaraq öz rəngini dəyişməsidir. Indikatorlar müxtəlif üzvi birləşmələr olub, zəif turşu və ya zəif əsasdır. Onların dissosiasiya etməyən molekulları bir rəngdə, dissosiasiya etdikdən sonra əmələ gələn ionları başqa rəngdə olur. Indikatorlara metiloranj, metilrot, lakmus, fenolftolein və s. aiddir. Bunlardan bəziləri öz rəngini yalnız turş mühitdə (metilrot), digəri qələvi mühitdə (fenolftolein) dəyişir. Bəziləri isə (lakmus, fenolrot) turş mühitdə bir rəng, qələvi mühitdə isə başqa rəng alır. Fenolftoleindən istifadə etdikdə məhsulun tərkibində karbon qazı (CO₂) varsa, onda məhsulun rəngi dəyişmir. Bunun üçün məhlulu çalxalayıb karbon qazını çıxarmaq lazımdır.

Konservləşdirilmiş məhsulların ümumi turşuluğu aşağıdakı kimi təyin edilir. Orta sınaqdan götürülmüş nümunəni (20 q) analitik tərəzidə 0,01 q dəqiqliklə çəkib, 250 ml-lik kolbaya keçirirlər. Kolbanın təqribən $\frac{3}{4}$ hissəsinə qədər isti halda (80⁰C) distillə edilmiş su əlavə edib, yaxşıca çalxalayır və 30 dəqiqə gözləyirlər. Bu müddətdə də onu hərdən bir çalxalayrlar. Sonra kolbanı su kranının altında otaq temperaturuna qədər soyudub, üzərinə nişanlanmış yerinə çatıncayadək distillə edil-

miş su əlavə edib və ağzını probka ilə qapayıb yaxşıca qarışdırırlar. Sonra mayeni süzğəcdən quru stəkana və ya kolbaya süzülür. Süzüntüdə 50 ml götürüb, tutumu 200-250 ml olan konusvari kolbaya tökür, üzərinə 3-5 damcı fenolftaleinin spirtdə 1%-li məhlulunu əlavə edib və 0,1n. qələvi məhlulu ilə titrləyirlər. Ümumi turşuluq müvafiq turşuya görə faiz ilə ifadə edilir. Hesablama aşağıdakı düsturla aparılır:

$$X = \frac{n \cdot K \cdot 5 \cdot 100}{a}$$

Burada: n -titrləməyə sərf olunmuş 0,1n. qələvinin miqdarı, ml-lə;

K -müvafiq turşuya görə hesablama əmsalı (alma turşusuna görə hesabladıqda-0,0067, limon turşusuna görə hesabladıqda-0,0064, sirkə turşusuna görə hesabladıqda-0,006, süd turşusuna görə hesabladıqda-0,009, çaxır turşusuna görə hesabladıqda-0,0075);

a -götürülmüş nümunənin çəkisi və ya həcmi, q və ya ml-lə.

100 ml südün neytrallaşması üçün sərf edilən 0,1 n. natrium və ya kaliyum qələvisinin millilitrə miqdarına onun turşuluq dərəcəsi deyilir. Südün ümumi turşuluğu Terner dərəcəsi ($^{\circ}T$) ilə göstərilir. Sağlam heyvandan təzə sağılmış südün ümumi turşuluğu 16-18 $^{\circ}T$ olur. Süd saxladıqda onun tərkibində inkişaf edən süd turşusu bakteriyaları laktozanı süd turşusuna kimi parçaladığına görə onun turşuluğu artır. Yeni sağılmış süddə turşuluğun yüksək olması, heyvanın yelinində və orqanizmində funksional pozğunluqların olmasını göstərir. Südə su və ya soda qatdıqda onun turşuluğu aşağı düşür.

Südü bişirdikdə və ya pasterezə etdikdə onun turşuluğu 2-3 $^{\circ}T$ aşağı düşür. Bu südün tərkibində olan karbon qazının uçması hesabına baş verir.

Standartların tələbinə görə tədarük edilən inək südünün turşuluğu 20 $^{\circ}T$ -dən artıq olmamalıdır. Südün ümumi turşuluğu 1-ci növ süddə 16-18 $^{\circ}T$, ikinci növdə isə 18-20 $^{\circ}T$ olmalıdır. Südün ümumi turşuluğu yay aylarında 20 $^{\circ}T$ -dən, qış aylarında

isə 22⁰T-dən yüksək olduqda satışı buraxılır.

Südün ümumi turşuluğunu təyin etdikdə onun 10 ml-ni 20 ml distillə edilmiş su ilə durulaşdırır, üzərinə 3 damcı fenolftaleinin spirtdə 1%-li məhlulunu əlavə edib, onu 0,1n. qələvi məhlulu ilə titrləyirlər. Sonra isə 10 ml süddə olan turşuların neytrallaşmasına sərf olunan qələvinin həcmi 10-a vururlar. Çünki süd üçün qəbul edilmiş Terner dərəcəsi (⁰T), 100 ml süddə olan turşuları neytrallaşdırmaq üçün sərf edilən qələvinin millilitrə miqdarıdır.

Süd qəbulu və emalı müəssisələrində eyni vaxtda bir neçə nümunədə ümumi turşuluğu təyin etmək üçün aşağıdakı üsullardan istifadə edilir. Sınaq şüşəsinə 10 ml distillə edilmiş su, 2 damcı fenolftaleinin spirtdə 1 %-li məhlulu və 1 ml 0,1 n. qələvi məhlulu əlavə edilir. Sonra sınaq şüşəsinə 5 ml yoxlanılacaq süd əlavə edilib çalxalanır və məhlulun rənginə fikir verilir. Əgər süd öz rəngində qalarsa, onun turşuluğu 20⁰T-dən artıq olmasını, qırmızı, yaxud çəhrayı rəngin əmələ gəlməsi isə südün turşuluğunun 20⁰T-dən aşağı olmasını göstərir.

Spirt sınağı. Sınaq şüşəsində bir qədər süd götürüb, üzərinə eyni miqdarda 68%-li etil spirti əlavə edib, möhkəm çalxalayrlar. Sınaq şüşəsində pambıqvari çöküntünün görünməsi südün ümumi turşuluğunun 21-22⁰T-dən artıq olmasını göstərir.

Qaynatma sınağı. Sınaq şüşəsinə bir qədər süd töküüb qaynadılır. Ümumi turşuluğu 25-26⁰T olan süd qaynadıldıqda çürüyür.

Hidrogen ionları qatılığının (aktiv turşuluğun) təyini

Hidrogen ionları qatılığının təyin edilməsinin fiziki, kimyəvi və bioloji proseslərin öyrənilməsində böyük əhəmiyyəti vardır.

Kimyəvi təmiz sü turşu, əsas və duzlar kimi az da olsa ionlaşır.



Məhlula turşuluq xassəsi verən hidrogen, qələvilik xassəsi verən isə hidrosil ionlarıdır. Bunların birinin qatılığının dəyiş-

məsi ilə məhlulun xassəsi dəyişir.

Məhlulda hidrogen ionlarının qatılığı 10^{-7} -ə bərabər olduqda, yəni hidrogen ionları qatılığı hidrosil ionları qatılığına bərabər olduqda məhlul neytral xassə daşıyır.

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ q-ion/l}$$

Məhlulda hidrogen ionları qatılığı 10^{-7} -dən böyük olduqda, yəni hidrogen ionları qatılığı OH ionunun qatılığından çox olduqda, məhlul turş xassə daşıyır.

$$[H^+] > 10^{-7}$$

Məhlulda H^+ ionunun qatılığı 10^{-7} -dən kiçik olduqda, məhlulda H^+ ionunun qatılığı OH^- ionunun qatılığından az olur. Odur ki, məhlul qələvi xassə daşıyır.

Deməli, pH-ın qiyməti 0-la 14 arasında dəyişir. pH 0-dan 7-yə qədər olduqda məhlul turş, 7 olduqda neytral, 7-dən 14-ə qədər olduqda isə məhlul qələvi xassə daşıyır.

Hidrogen göstəricisi (pH) hidrogen ionlarının qatılığını əks (mənfi) loqarifmasıdır:

$$pH = -\lg C_H = \lg \frac{1}{C_H}$$

Bütün sulu məhlullarda hidrogen və hidrosil ionları qatılığının hasili sabit ədəd olub 10^{-14} -ə bərabərdir.

Məhlulların pH-ı bir neçə üsullarla təyin edilir. Onlardan ən çox işlədilən kolorimetrik və elektrometrik üsullardır.

Kolorimetrik üsulla pH-ın təyini

Bu üsul müxtəlif qatılıqda hidrogen ionları təsirindən indikatorların rənginin dəyişməsinə əsaslanır.

Məhlulların pH-nı təyin etmək üçün Mixaelis cihazından istifadə edilir. İş iki mərhələdə aparılır. İşin birinci mərhələsində tədqiq olunan məhlulun pH-ı universal indikatorla təxmini təyin edilir. İşin ikinci mərhələsində isə tapılmış təxmini pH-a görə məhlulun pH-ı dəqiq müəyyən edilir.

1. Cihazda olan dörd indikatordan (m-nitrofenol, p-nitrofenol,

γ -dinitrofenol, α -dinitrofenol) tədqiq olunan məhlul üçün uyğunluğunu seçilir. Bunun üçün əvvəlcə tədqiq olunan məhlulun pH-ı universal indikatorla təyin edilir. Universal indikatorla pH-ı təyin etmək üçün tədqiq olunan məhluldan 5 ml götürüb sınaq şüşəsinə töküüb və üzərinə 0,3 ml universal indikator əlavə etməklə məhlul qarışdırılır. Məhlulun rəngi komparatorda universal indikatorun rəng şkalası ilə tutuşdurulur və buna əsasən tədqiq olunan məhlulun pH-ı təxmini (0,5 dəqiqliklə) təyin olunur.

Komparatorda rənglərin müqayisəsi aşağıdakı qaydada aparılır: Komparatorun şüşəsinə çıxarıb kənarında olan gözüne distillə suyu olan sınaq şüşəsi və onun da yanında tədqiq olunan məhlul tökülmüş sınaq şüşəsi qoyulur. Rənglər uyğun gələndə qədər rəng şkalası hərəkət etdirilir. Rəngləri müqayisə edərkən komparatoru günəş işığına tərəf tutmaq lazımdır. Uyğun gələndə rəngin yanındakı rəqəm məhlulun təxmini pH-dır.

2. Tapılmış təxmini pH-a görə cihazda olan dörd indikatorun hansı ilə işləmək mümkün olduğu müəyyən edilir. Bundan sonra tədqiq olunan məhluldan 6 ml götürüb üzərinə 1 ml seçilmiş indikator əlavə edilir və qarışdırılır. Məhlulun rəngi yenə komparatorda müqayisə edilir. Bunun üçün komparatorda tədqiq olunan məhlulun yanına seçdiyimiz indikatorun rəngli etalon sırası qoyulur. Etalonların dəyişdirilməsi rənglərin uyğun gələməsinə qədər davam etdirilir. Rəngi uyğun gələndə etalonun üzərindəki rəqəm tədqiq olunan məhlulun dəqiq pH-ı olacaqdır.

Elektrometrik üsulla pH-ın təyini

Elektrometr və ya potensiometr üsulu ilə pH-ın təyin edilməsi, qalvanik elementdə elektrik hərəkət qüvvəsinin (ehq) ölçülməsi ilə əlaqədardır. Kimyəvi enerjini elektrik enerjisinə çevirən bu cihaz qalvanik element adlanır. Qalvanik element iki elektroddan ibarətdir. Elektrod öz ionu olan məhlul içərisinə salınmış metal lövhədir. Mis-sink qalvanik elementində mis lövhələri mis-sulfat (CuSO_4) məhluluna, sink lövhələr isə ZnSO_4 məhluluna salınmışdır.

Elektrometrik üsul elektrod potensialının ölçülməsinə əsaslanır. Bu məqsədlə potensialı hidrogen ionlarının qatılığında asılı olan elektrodlar istifadə edilir. Bu cür elektrodlara hidrogen, xinhidron, kolomel, şüşə və s. elektrodlar misal ola bilər.

Qalvanik elementin elektrik hərəkət qüvvəsi elektrod potensiallarının fərqiə bərabərdir.

$$E = E_1 - E_2$$

Burada: E-qalvanik elementin elektrik hərəkət qüvvəsi;

E_1 və E_2 -elektrod potensiallarıdır.

Elektrod potensialının qiyməti metalın təbiətindən və onun məhlulda olan ionunun qatılığında asılıdır.

Hidrogen elektrodu ilə pH-ı təyin etmək üçün müəyyən qalvanik elementi tərtib edib, onun elektrik hərəkət qüvvəsini ölçmək lazımdır. Həmin qalvanik elementi iki hidrogen elektrodundan əmələ gəlib, hidrogen-hidrogen elementi və yaxud dövrəsi adlanır. Bu dövrənin yarımelementlərindən biri tədqiq olunan məhlula salınan E_x potensiallı hidrogen elektrodu, ikincisi isə köməkçi elektrod vəzifəsini görən normal hidrogen elektrodudur (potensialı E_H). Hidrogen ionunun potensialını hesablamaq üçün $E_x = E_o + \frac{0,058}{n} \lg C$ formulundan istifadə edilir.

$$E_o = 0, n = 1 \text{ və } C = [H^+]_x \text{ olduğundan } E_x = 0,058 \lg [H^+]_x$$

Hidrogen-hidrogen dövrəsinin elektrik hərəkət qüvvəsi (ehq) bərabərdir:

$$\begin{aligned} E &= E_H - E_x = 0 - 0,058 \lg [H^+]_x = -0,058 \lg [H^+]_x = \\ &= 0,058 \left\{ -\lg [H^+] \right\} \\ pH &= -\lg [H^+] \text{ olduğundan } E = 0,058 pH \end{aligned}$$

$$pH = \frac{E}{0,058}$$

Deməli, hidrogen elektrodunun iştirakı ilə tədqiq olunan məhlulun pH-ı həmin formula ilə hesablanır.

Qalvanik dövrədə standart elektrod olan normal hidrogen elektrodunu kalomel elektrodu ilə əvəz etmək olar. Bu zaman hidrogen-kolomel dövrəsi alınır.

20⁰C temperaturda normal kalomel elektrodunun potensialı 0,2816 volt olduğuna görə, həmin temperaturda normal kalomel elektrodunun iştirakı ilə tədqiq olunan məhlulun pH-ı aşağıdakı formula ilə hesablanır.

$$pH = \frac{E - 0,2816}{0,058}$$

Doymuş kolomel elektrodundan istifadə etdikdə isə tədqiq olunan məhlulun pH-ı aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$pH = \frac{E - 0,2426}{0,058}$$

Əgər məhlulun pH-ı 8-dən az olarsa, pH-ı təyin etmək üçün hidrogen-xinhidron dövrəsindən istifadə edilir. Xinhidron elektrodunun potensialı 0,7044 volt olduğuna görə xinhidron elektrodunun iştirakı ilə tədqiq olunan məhlulun pH-ı aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$pH = \frac{0,7044 - E}{0,058}$$

Xinhidron və kalomel elektrodlarından istifadə etdikdə tədqiq olunan məhlulun pH-ı aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$pH = \frac{0,4541 - E}{0,058}$$

İkiquat xinhidron dövrəsindən istifadə etdikdə tədqiq olunan məhlulun pH-ı aşağıdakı formula ilə hesablanır:

$$pH = 2,04 + \frac{E}{0,058}$$

Potensiometrik analiz iki formadan—düzünə patonsiometriya və patensiometrik titrləmədən ibarətdir. Laboratoriya şəraitində pH-ı ölçmək üçün LPU-01, LP-5, LPM-60 m, pH-121, pH-261, pH-262, pH-340 pH-metrlərdən istifadə olunur.

Potensiometrik titrləmə metodu, müayinə olunan məhlulda ionların konsentrasiyasının titrləmə ilə təyininə əsaslanır. Bu metod neytrallaşdırma, oksidləşmə-bərpa, çökdürmə və s. tətbiq olunur. Potensiometrik titrləmə ərzaq məhsullarının rənglənmiş və bulanlıq məhlullarının turşuluğunun təyininə istifadə olunur. Hansı ki, belə məhlullarda başqa yolla titrləmə analizi aparmaq mümkün olmur.

Potensiometrik analiz zamanı elektrod cütliyündə elektrik hərəkət qüvvəsini ölçmək üçün potansimetrlərdən (P-4, P-6, PK-4, PPTB-1, P-307, P-309, P-345 və s.), yaxud xüsusi avtomatik titrləmə bloklarından (BAT-12 və BAT-15) istifadə olunur.

Mayələrin özlülüyünün təyini

Özlülük məhsulların istehsalı, nəqli və saxlanması proseslərində onların keyfiyyətini xarakterizə edən mühüm xassədir. Məhsulun özlülüyünə onun temperaturu, konsistensiyası, disperslik dərəcəsi və s. təsir göstərir.

Müxtəlif diametrlili boru ilə axan maye ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında müxtəlif sürətlə hərəkət edən təbəqələrə ayrılır. Mayenin hərəkət sürəti təbəqələrarası və kənar təbəqə ilə borunun daxili səthi arasındakı sürtünmə qüvvəsindən asılıdır. Sürtünmə qüvvəsi isə mayenin və ya məhlulun qatılığından asılı olaraq artır ki, bu da onun axma sürətini azaldır. Beləliklə sürtünmə qüvvəsi sayəsində maye təbəqələri bir-birinin hərəkətinə müqavimət göstərir. Maye təbəqələrinin hərəkəti zamanı bir-birinə göstərdiyi bu müqavimətə **özlülük və ya daxili** sürtünmə deyilir. Mayenin boru ilə hərəkət etməsi üçün bu müqaviməti yox edəcək qüvvə lazımdır. Əgər axan mayenin bir-birindən 1 sm məsafədə olan S səthli iki təbəqəsini götürüb onlardan birini digərinə paralel olaraq V sürətlə hərəkət etdirsək, onda

$$\eta = \frac{S}{1} \cdot V \text{ qüvvəsi (F) sərf etməlidir.}$$

Burada, η (eta) -özlülük əmsalıdır.

Özlülük əmsalı səthi 1 sm² olan maye təbəqəsini 1 sm aralı olan digər təbəqəyə nisbətən 1 sm/san. sürəti ilə hərəkət etdirmək üçün lazım olan qüvvəyə deyilir. Özlülük vahidi olaraq puaz (özlülüğü öyrənən alim Puazeylin adından götürülmüşdür) götürülür. Puaz sahəsi 1 sm² olan iki maye təbəqəsinin birinin digərinə nisbətən vahid sürətlə 1 sm² sahəyə 1 dina qüvvə ilə təsir etdikdə, onun sürüşməsi nəticəsində yaranan özlülüyə deyilir.

Özlülük mütləq və nisbi olur. Suyun mütləq özlülüyü 20°C temperaturda 0,01 puaza bərabərdir. Nisbi özlülük suya görə (nisbətən) təyin olunur. Bu zaman suyun özlülüyü vahid götürülür. Benzolun nisbi özlülüyü 0,79, qanını 4,5-6,0, qan zərdabının 1,64-1,70, gənəgərçək yağının 1250-yə bərabərdir. Asan hərəkət edən mayelərin (su, spirt, efir və s.) özlülüyü az, zəif hərəkətli mayelərin (qliserin, gənəgərçək yağı) isə olduqca çoxdur. Özlülük məhlulların qatılığından asılıdır. Məhlulun və ya mayenin qatılığı artdıqca özlülüyü də çoxalır. Temperatur artanda özlülük əmsalı azalır.

Müxtəlif mayelərin, o cümlədən, yeyinti məhsullarının özlülüyünü təyin etmək üçün əsasən viskozimetrlərdən istifadə olunur.

Viskozimetrlə özlülüyün təyini kapillyardan mayenin axma müddətinin müəyyən edilməsinə əsaslanır.

Müəyyən həcmdə distillə edilmiş su və yoxlanılan mayenin kapillyardan axmasına sərf olunan vaxt müəyyənləşdirilir. Suyunku vahid götürülərək, buna nisbətən yoxlanılan mayenin nisbi özlülüyü tapılır.

Viskozimetrə geniş borulu tərəfindən bir neçə millilitr distillə edilmiş su tökülür. Kiçik borulu tərəfinə rezin boru keçirilərək, tökülmüş distil su balaca genişlənmənin yuxarı hissəsində olan bölgüdən bir qədər yüksək səviyyəyə kimi sorulur. Suyun bir hissəsi aşağıdakı rezervuarda qalmalıdır. Viskozimetrə tökülmüş suyun miqdarı qeyd olunur. Viskozimetrdəki su tökülür və göstərilən qayda ilə yenidən yuxarıdakı bölgüyə qədər doldurulur. Sonra suyun yuxarı bölgüdən aşağıdakı bölgüyə kimi axmasına imkan verilərək, sərf olunan vaxt dəqiq olaraq saniyələrlə qeyd edilir. Bu əməliyyat bir neçə dəfə (2-3) təkrar olunur. Eyni qayda ilə yoxlanan mayenin axmasına sərf edilən vaxt müəyyən olunur (viskozimetr yoxlanan maye ilə yuyulduqdan sonra). Yoxlanılan mayenin axmasına sərf olunan vaxtı (a) suyun axımına sərf olunan vaxta (b) bölərək, nisbi özlülük (z) tapılır.

$$Z = \frac{a}{b}$$

Təcrübənin gedişi ərzində viskozimetr müəyyən hərarətdə olan su hamamında və yaxud termostatda saxlanılır.

Müxtəlif mayelərin özlülüyü müxtəlif viskozimetrlərlə təyin edilir. Özlülüğü artıq olan mayelər üçün geniş kapilyarlı, özlülüğü az olanlar üçün isə dar kapilyarlı viskozimetrdən istifadə edilir.

Axım xəttində ərzaq məhsullarının özlülüyünü ölçmək üçün AKV-3, AKV-5 avtomatik viskozimetrlərdən, horizontal viskozimetrdən və VK-4 viskozimetrindən istifadə olunur.

Adsorbsiya

Bəzi cisimlər xarici mühitdə olan maddələri udmaq (özünə çəkmək) qabiliyyətinə malikdir. Bu hadisəyə sorbsiya deyilir. Bir maddə (məsələn, fuksin, sirkə turşusu məhlulu və s.) udularaq, digər maddənin (məsələn, heyvan və ya bitki kömürü, gil, pemza, Al_2O_3 , $CaCO_3$) səthində yığılarsa belə hadisəyə adsorbsiya, daxilində yığılarsa absorbsiya deyilir. Deməli, adsorbsiya həll olunmuş maddənin səthi təbəqədə yığılmasına deyilir.

Adsorbsiya zamanı udulan maddəyə adsorbktiv, udan maddəyə isə adsorbent adı verilir. Bir adsorbent bir neçə maddəni (adsorbktiv), onların adsorbsiya olunma qabiliyyətlərindən asılı olaraq, adsorbsiya edə bilər. Əgər adsorbktiv səthi təbəqədə çox yığılarsa müsbət adsorbsiya adlanır. Bu zaman səthi gərilmə də azalır. Səthi gərilməni və səthi enerjini azaldan maddələrə müsbət səthi fəal maddələr deyilir. Səthi təbəqədə adsorbktiv az olduqda (mənfi adsorbsiyada) səthi gərilmə artır. Belə hadisəni törədən maddələrə mənfi səthi-fəal maddələr deyilir. Deməli, səthi gərilmənin dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq adsorbsiya prosesi də dəyişilir.

Adsorbsiya nəinki səthi gərilmədən, eyni zamanda temperaturdan da asılıdır. Temperaturun artması adsorbsiyayı azaldır. Adsorbsiya prosesində müəyyən miqdar istilik də ayrılır. Bu

istilik kimyəvi adsorbsiyada fiziki adsorbsiyadan çox olur.

Adsorbsiya dönən prosesdir. Ona görə də adsorbsiya olunmuş maddəni geri almaq mümkündür. Bəzən adsorbktiv geri alınaraq, başqası ilə əvəz olunur. Bu hadisəyə mübadilə adsorbsiyası deyilir. Məsələn, təbii tseolitlər və ya süni permutitlər özlərindən natrium ionunu verərək, məhluldan bərabər miqdarda kalsium və maqnezium ionları alırlar. Tseolit və permutitlərin bu xassəsindən suyun codluğunu azaltmaq üçün istifadə olunur.

Adsorbsiya hadisəsinin texnikada, biologiyada, təbabətdə, baytarlıqda, yeyinti sənayesində, torpaqşünaslıqda və başqa sahələrdə çox böyük əhəmiyyəti vardır. Bir sıra xəstəliklərin (alkaloidlərlə, bakteriya toksinləri ilə zəhərlənmədə və s.) müalicəsində adsorbentlərdən (məsələn, heyvani kömürdən) istifadə olunur. Adsorbsiyanın katalizdə də böyük rolu vardır. Həzm, tənəffüs və həyati proseslərin gedişində də adsorbsiya hadisəsinin rolu böyükdür.

Adsorbsiya bitkilərdə, torpaqda gedən proseslərdə xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Adsorbsiya hadisəsi bioloji mayələrin, toxumaların tərkib hissələrinə ayrılmasında da əvəz edilməz rola malikdir. Çünki başqa üsullarla (kristallaşdırma, distillə, həlletmə və s.) bu maddələri davamsız olduqlarına görə ayırmaq mümkün olmur. Ona görə də adsorbsiyaya əsaslanan xromatoqrafiya üsulundan bioloji maddələri (vitaminləri, aminturşuları, karbohidratları, piqmentləri, fermentləri, alkaloidləri və s.) ayırmaq və təmizləmək üçün geniş istifadə olunur. Bu üsul (xromatoqrafiya) ilk dəfə rus alimi M.S.Tsvet tərəfindən təklif edilmişdir. 1931-ci ildən isə xromatoqrafiya üsulu vəsfi (keyfiyyət) təhlildən başqa, miqdar təhlili aparmaq üçün də işlədilir. Bu üsuldan karbohidrogenlərin, aminturşularının, fermentlərin, yağ turşularının, vitaminlərin, zülalların, nuklein turşularının, mineral maddələrin və qeyri birləşmələrin dəqiq təyin edilməsi üçün geniş istifadə olunur.

Xromatoqrafiya üsulları

Mürəkkəb qarışıqların xromatoqrafiya üsulları ilə ayrılmasını ilk dəfə rus botaniki M.S.Tsvet tərəfindən 1903-1906-cı illərdə kəşf edilmişdir. İlk dəfə müəllif bu üsullardan bitki piqmentlərinin ayrılması üçün istifadə etmişdir.

Elə həmin dövrdə M.S.Tsvet başa düşürdü ki, xromatoqrafiya üsulu nəinki rəngli maddələrin, həmçinin, bütün mümkün rəngsiz üzvi maddələrin ayrılması və təmizlənməsi üçün də yararlıdır.

Bütün bunlara baxmayaraq xromatoqrafiya üsulu yalnız XX əsrin 30-cu illərindən, yəni Kun və onun əməkdaşlarının bu üsuldan istifadə edərək α və β -karotini, ksantofili, lütein və yumurta sarısının zeaksantinini ayırmasından sonra geniş istifadə edilməyə başladı.

Xromatoqrafiya üsulu ilə ayrılmanın ilk variantı qarışıq komponentlərin müxtəlif dərəcədə adsorbsiya qabiliyyətinə əsaslanırdı. Hazırda isə xromatoqrafiyada adsorbsiyadan başqa, digər amilləri də nəzərə alırlar.

Xromatoqrafiya üsulu ilə ayrılmanın bütün növləri həll olan maddənin çoxfazlı və əsasən ikifazlı sistemdən keçərkən müxtəlif mütəhərrikiyə malik olmasına əsaslanır.

Hər bir maddə üçün fazalar arası xarakterik qatılıq tarazlığı yaranır. Uzun borunun hər bir nazik təbəqəsindən məhlul keçdikdə bu proses çoxlu sayda təkrar olunur və ayrı-ayrı komponentlərin tarazlıq vəziyyətindəki ən kiçik fərq belə onların bir-birindən ayrılması üçün kifayət edir.

Əgər maddə qarışığını kolonkanın yuxarı hissəsinə yerləşdirib, onu həlledici ilə yusaq, bu halda yuxarıda göstərdiyimiz mexanizm üzrə maddənin hamısı aşağıya doğru hərəkət edərək ayrı-ayrı zonalarda yerləşəcəkdir. Bu zaman tarazlıq halında həllediciyə kimyəvi təbiətinə görə daha yaxın olan maddə kolonkanın aşağısına doğru yüksək sürətlə yerini dəyişəcəkdir.

Aktiv adsorbentlə və məhlulda olan maddənin fiziki-kimyəvi qarşılıqlı təsirindən asılı olaraq xromatoqrafiyanın üç növü

mövcuddür: adsorbsiya, bölüşdürücü və ionmübadiləsi.

Adsorbsiya xromatoqrafiyası bərk fazanın səthində həll olan maddənin sorbsiyasına əsaslanır.

Bölüşdürücü xromatoqrafiyada maddə biri hərəkətsiz olan iki maye faza arasında paylanılır.

İonmübadilə xromatoqrafiya həll olan maddə ilə sorbentın yüklü qrupları arasında ion tipli birləşmənin əmələ gəlməsinə əsaslanır.

Praktikada bu proseslər çox zaman bir yerdə baş verir. Məsələn, əgər sistemdə su olan az fəal sorbentlərdə maddəni ayırmaq lazım gəlsə, bu halda adsorbsiya xromatoqrafiyası bölüşdürücü xromatoqrafiya ilə müşahidə olunur. Əgər ayrılan maddə xassəcə sorbent-daşıyıcıya daha yaxındırsa, onda bölüşdürücü xromatoqrafiya adsorbsiya xromatoqrafiyası ilə müşahidə olunur. İon mübadilə xromatoqrafiyası demək olar ki, həmişə adsorbsiya ilə müşahidə olunur.

Metodiki xüsusiyyətlərinə görə zərif təbəqəli, kağız və kolonkalı xromatoqrafiyadan istifadə edirlər.

Xromatoqrafiyanın tətbiqi üzvi və bioloji kimyanın, xüsusi ilə təbii birləşmələr kimyasının inkişafına təkan verdi. Çünki, köhnə üsullar olan fraksiyalı kristallaşma və distillə yolu ilə təbii birləşmələri bir-birindən ayırmaq çox çətin idi.

Xromatoqrafiyanın əsas tətbiq sahəsi olan mürəkkəb qarışıqların vəsfi və miqdarı təyinindən başqa bu üsul aşağıdakı mühüm məsələlərin həllində həlledici rol oynayır:

Maddələrin eyniləşdirilməsi və onların arasındakı fərqin təyini;

Preparativ məqsəd üçün mürəkkəb qarışıqların ayrı-ayrı komponentlərinə ayrılması;

Maddələrin təmizliyinin və bircinsliyinin təyini;

Maddələrin qarışıqlardan təmizlənməsi;

Maddənin qatılaşdırılması və onun duru məhlullardan və ya qarışıqlardan ayrılması.

Son zamanlar xromatoqrafik üsuldan fərdi maddələrin bir sıra fiziki və fiziki-kimyəvi xassələrinin təyinində istifadə et-

məyə başlamışlar. Məsələn, xromatoqrafik zolağın nisbi hərəkət sürəti; sorbsiya sırasında maddənin vəziyyəti; sorbsiya istiliyi; sorbsiyanın izotermi. Göstərilən bu xassələrin çoxu maddənin mühüm fiziki xarakteristikası və molekulun quruluşu ilə əlaqədardır.

Xromatoqrafik analiz üsulu vasitəsi ilə mürəkkəb üzvi və qeyri-üzvi maddələr qarışığını ayrı-ayrı komponentlərə ayırmaq olur. Bitki və heyvan piqmentlərinin izotoplarını, nadir torpaq elementlərini və s. bir-birindən bu üsul vasitəsi ilə ayırırlar.

Adsorbsiyalı xromatoqrafiya qarışıqdan ayrılan komponentlərin adsorbsiya xassələrindəki fərqi əsaslanır. Bərk adsorbent sətində aktiv hissələr olur ki, bunlar da kənar maddə molekullarını fiksə edirlər. Kolonkada və ya zərif təbəqədə adsorbent tədqiq olunan məhlulla yerdəyişməsinə əsaslanan xromatoqrafiyanın çəkilməsi zamanı sorbent sətində həll olan maddənin fasiləsiz olaraq sorbsiyası və desorbsiyası baş verir.

Vahid zamanda sətində adsorbsiya olunan hissəciklərin sayı, səthi tərək edən hissəciklərin sayına bərabər olduqda (bu halda sorbsiyanın sürəti desorbsiyanın sürətinə bərabər olur) adsorbsiyada tarazlıq vəziyyəti yaranır. Tarazlıq halında adsorbsiya olunan maddənin hər bir qatılığı onun adsorbentdə müəyyən miqdarına uyğun gəlir. Sabit temperaturda tarazlıq halında adsorbsiya olunan maddənin miqdarının qatılığından asılılığı Freyndlax və Lenqmyur adsorbsiya izotermi ilə ifadə olunur. Adsorbsiya olunan maddə miqdarının onun məhluldakı qatılığından asılılığı (tarazlıq şəraitində, sabit temperaturda) adsorbsiya izotermi adlanır. Mürəkkəb maddələrin xromatoqrafik ayrılma üsullarında adsorbsiya izomerinin formasının əhəmiyyəti vardır.

Adsorbsiyanın getməsi üçün, adsorbsiya olunan maddə adsorbent səthinə toxunmalı və onun sərbəst aktiv sahəsinə düşməlidir. Adsorbent səthinə toxunan molekulların sayı onu əhatə edən mühidə maddələrin qatılığı ilə düz mütənasibdir.

Xromatoqrafiya üçün istifadə olunan adsorbentə əsas tələb odur ki, analiz olunan maddə ilə adsorbent arasında kimyəvi

qarşılıqlı təsir olmamalıdır. Həmçinin, adsorbent həm həllediciyə, həm də ayrılan qarışığa katalitik təsir göstərməməlidir. Adsorbentlərin katalitik təsirini azaltmaq vasitələrindən biri adsorbentlərin qarışıqlarından diqqətlə təmizlənməsi və onların turş və ya əsasi xassələrinin neytrallaşdırılmasıdır. Katalitik oksidləşməni təsirsiz qaz mühitində aparmaqla da aradan qaldırmaq olar.

Adsorbentə ikinci mühüm tələb onun seçiciliyidir, yəni ayrılan qarışıqların adsorbsiya qabiliyyətləri arasında fərqin böyük olmasıdır.

Adsorbentləri polyar və qeyri-polyar olmaqla iki qrupa bölürlər. Polyar adsorbentlərə polyar maddələrin adsorbsiya olunması, qeyri-polyarların polyarlara adsorbsiya olunmasından xeyli yüksəkdir. Müəyyən dispersiyə malik olan adsorbentin seçilməsinin də xromatoqrafiyada böyük əhəmiyyəti vardır.

Ən çox tətbiq olunan adsorbentlərdən alüminium oksidini göstərmək olar ki, bu da maddə qarışıqlarının həm polyar, həm də qeyri-polyar həlledicilərdə geniş spektrdə xromatoqrafiya çəkilişinə imkan verir. Alüminium oksidin bu xassəsi onun amfoter xassəyə malik olması ilə izah olunur. Texniki alüminium oksidi zəif qələvi mühitə malikdir (pH 9-10).

Neytral alüminium oksidi hazırlamaq üçün texniki məhlulu duru nitrat və ya xlorid turşusu ilə yuyurlar. Alüminium oksidin aktivliyi, onun tərkibində rütubəti saxlamasıdır. Alüminium oksidin müxtəlif aktivliyə malik komponentlərini almaq üçün, suyun müxtəlif miqdarı ilə nəmləndirmək lazımdır.

Ən mühüm maraqlı sorbentlərə molekulyar ələk adlanan təbii və sintetik maddələri göstərmək olar. Bunlar təbii və sintetik mineralların –seolitlərin kiçik məsaməli kristallarıdır. Bu cür kristalların məsamələrinin ölçüsü maye və ya qaz halında olan maddələrin ölçüsünə (4-10 Å) bərabərdir. Maddə molekullarının öz ölçüsünə görə belə məsamələrə daxil olması nəticəsində seolit kristalında sorbsiyalaşır, daha böyük ölçülü molekul isə sorbsiyaya uğramır. Müxtəlif ölçüyə malik məsaməli seolitlərdən istifadə, müxtəlif maddə qarışıqlarının seolitdə çox

dəqiq ayrılmasına imkan verir. Təbii seolitlər- bir çox mineral maddələr qrupundan ibarət olub, kalsiumun, natriumun və digər metalların sulu alümosilikatlarıdır.

Seolitlər özünün daxili xüsusi səthinin ölçüsünə görə ən çox istifadə olunan adsorbentləri, məsələn, alüminium oksidini də geridə qoyur.

Üç saylı cədvəldə qarışıq maddə məhlullarının adsorbsiyalı xromatoqrafiya üsulu ilə ayrılmasında ən çox istifadə olunan həlledici və adsorbentlər verilir.

Cədvəl 3

Ayrılan qarışıqlar	Həlledicilər	Adsorbentlər
Spirtlər	İzopropil spirti, n-butil spirti, dietil spirti, xloroform, dioksan, benzol, petroleyn efiri	Aktivləşdirilmiş kömür, alüminium oksid, silikagellər
Mürəkkəb efirlər	petroleyn efiri, benzol, dietil spirti, karbon 4-oksid, xloroform, n-heksan	Al ₂ O ₃ , silikagellər, aktivləşdirilmiş kömür
Aminlər, amidlər	petroleyn efiri, benzol, karbon 4-xlorid, dietil efiri	silikagellər, Al ₂ O ₃
Aminoturşular	Su, metil spirti, formalin, dietil spirti, fenol məhlulu, m-krezol, xloroform	Aktivləşdirilmiş kömür, silikagellər, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , nişasta
Vitaminlər	petroleyn efiri, benzol, su, etil-asetat, etil spirti	Al ₂ O ₃ , Ca (OH) ₂ , MgO

Bölüşdürücü xromatoqrafiya. Bölüşdürücü xromatoqrafiya ayrılan qarışıq komponentlərinin bir -biri ilə qarışmayan iki mayelər arasında ayrılma əmsallarındakı fərqə görə bölünməsinə əsaslanır. Eyni zamanda həmin komponentlər bu mayelərdə həll olur və mayelərdən biri (hərəkətsiz faza) uyğun təsirsiz, bərk daşıyıcı tərəfindən saxlanır. Həlledici (yəni hərəkətdə olan faza) hərəkətsiz fazadan keçərək daşıyıcıda olan ayrılan

maddələri özünə tərəf çəkir. Xromatoqrafiya prosesində hər bir maddənin hərəkətsiz və hərəkətdə olan faza arasında bölünməsi tarazlıq vəziyyəti yaranana qədər davam edir. Tarazlıq sabiti seçilmiş həlledicidən və xromatoqrafiyası çəkilən maddənin təbiətindən asılıdır. Bu sabit (K) Nernstin paylama əmsalı adlanır:

$$K = \frac{C_1}{C_2}$$

Burada: C_1 və C_2 hər iki fazada maddənin molyar qatılıqlarıdır.

Nernst qanununa uyğun olaraq müəyyən fazalar sistemində, müəyyən maddələr üçün paylanma əmsalı sabit kəmiyyətdir və maddənin qatılıqlarından asılı deyildir.

Nernst qanununa cavab verən izoterm düz xəttidir. Ona görə də bölüşdürücü xromatoqrafiyada maddə zolağı simmetrik formada olur. K-nın qiymətindəki fərqə görə maddələr sürətlə və ya tədricən bərk fazada hərəkət etməklə bir-birindən ayrılırlar.

Bərk daşıyıcının təbiətindən və hərəkətsiz maye fazanın xassələrindən, həmçinin, təcrübənin aparıldığı üsuldən asılı olaraq bölüşdürücü xromatoqrafiya kolonkalı, kağız və zərif təbəqəliyə ayrılır. Kolonkalı və zərif təbəqəli paylaşdırıcı xromatoqrafiyada istənilən bərk daşıyıcıdan istifadə olunur ki, o da hərəkətsiz fazanı özündə möhkəm saxlayaraq hərəkətdə olan fazanı asan keçirir və aralıq hadisələr baş vermir (qarışıq maddənin adsorbsiyası, qarışıq komponentlərinə katalitik təsiri və s.). Belə daşıyıcı kimi çox zaman silikagel, gips, seolit, nişasta, sellüloza, diatomitdən istifadə olunur. Polyar birləşmələrin bölüşdürücü xromatoqrafiyasında hərəkətsiz faza adətən su, hərəkətdə olan faza isə onunla qarışmayan nisbətən az polyar üzvi həlledicidən istifadə olunur. Qeyri-polyar (hidrofob) maddələrin ayrılması üçün çevrilmiş bölüşdürücü xromatoqrafiyadan istifadə edilir ki, bu halda daşıyıcıya qeyri polyar üzvi maddələr (parafin yağı, müxtəlif özlülü silikon yağları, tetradekan və s.) hopdurulur. Polyar faza kimi polyar üzvi həlledicilərdən istifadə olunur ki, onu da adətən hərəkətsiz faza ilə doydururlar. Orta polyarlığa

malik maddələrin ayrılmasında hərəkətsiz faza kimi bəzi uçucu olmayan polyar mayelərdən, məsələn, formamid, polietilenqlikoldan; hərəkətdə olan faza kimi az polyar və qeyri-polyar mayelərdən, hərəkətsiz faza ilə doydurulmuş xloroform və heptondan istifadə olunur.

Hopdurma üçün götürülən həlledicinin miqdarı (hərəkətsiz faza) təcrübi yolla dəqiq müəyyən edilməlidir.

Kağız üzərində xromatoqrafiyada hərəkətsiz maye fazanın daşıyıcısı kimi xüsusi kağızdan istifadə olunur. Belə kağızlar məsamələri ilə əsasən hərəkətsiz fazadan ibarət olan çoxlu mayeni özündə saxlayır.

Kalonkalı bölüşdürücü xromatoqrafiyada ayrılan qarışıq komponentlərinin hərəkət zolağı miqdarca R_f ilə xarakterizə olunur və mütəhərliklik adlanır:

$$R_f = \frac{S}{S_n + K_p S_H}$$

Burada: S -kalonkanın eninə kəsiyinin diametri;
 S_n -hərəkətdə olan maye fazanın eninə kəsiyinin diametri;
 S_H -hərəkətsiz maye fazanın eninə kəsiyi;
 K_p -paylanma əmsalıdır.

Belə ki, kağız üzərində xromatoqrafiyada R_f -in qiymətini ölçmək qeyri-mümkündür, ancaq kağız üzərində zolağın xarakteristikası üçün R_f -in qiymətindən istifadə etmək lazım gəlir.

$$R_f = \frac{\text{bir komponent zolağının hərəkət sürəti}}{\text{hərəkətdə olan maye fazanın sürəti}} = \frac{R_f S_n}{S} = \frac{S_n}{S_n + K_p S_H}$$

R_f -in qiymətini, həmçinin təmiz həlledici ilə yuyulma zamanı zolağın yerini dəyişməsi ilə də ifadə etmək olar. Zolağın dəyişməsini x ilə göstərsək, onda o aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$x = \frac{V}{S_n + K_p S_H},$$

burada V -kalonkanın həcmidir

Buradan,

$$R_f = \frac{X \cdot S}{V} \text{ və } x = \frac{R_f \cdot V}{S}$$

Əgər həlledicinin dəyişməsinə X_f ilə işarə etsək, bu halda X_f aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$X_f = \frac{V}{S_n}, R_f = \frac{X}{X_f},$$

Yəni, R_f - zolağın yerdəyişməsinin həlledicinin yerdəyişməsinə olan nisbətində bərabərdir.

İonmübadilə xromatoqrafiyası. Sorbsiya prosesinin müxtəlif növlərindən biri olan ionmübadilə xromatoqrafiyası praktikada geniş tətbiq edilməkdədir. Məsələn, duru məhlulların qatılaşdırılmasında, maddələrin başqa qarışıqlardan təmizlənməsində, təbii sulara codluğun aradan götürülməsində və s. istifadə edilir.

Rus torpaqşünası K.K.Hidroysin (1872-1932) apardığı tədqiqatlar, iondəyişmə prosesinin öyrənilməsində və inkişafında mühüm rol oynayır.

İonmübadilə xromatoqrafiyasının əsasını məhlulda olan maddənin mütəhərrik ionlarının dönən mübadiləsi təşkil edir ki, bunlara da ionitlər və ya iondəyişdiricilər deyilir. Qarışıqın ayrılması məhluldakı ionların ionitdəki ionlarla müxtəlif cür mübadiləsinə əsaslanır.

İondəyişdiricilər-tərkibində ionlaşmaya meyli funksional qrupları olan yüksəkmolekullu həll olmayan birləşmələrdir və əksyüklü ionlarla həll olmayan duzlar əmələ gətirir. İonlaşdırıcı qrupların xarakterindən asılı olaraq ionitlər kationitlərə və anionitlərə ayrılır. Bundan başqa kation və anionların eyni zamanda mübadiləsinə aparmaq qabiliyyətinə malik amfoter ionitlər də mövcuddur. Belə iondəyişdiricilər amfolitlər adlanır. İoniti-özündə müsbət və ya mənfi yükü olan gövdə (karkas) kimi təsəvvür etmək olar ki, o da əks yüklü ionlarla kompensasiya olunur. Başqa sözlə ionitlər neytraldırlar. İonitlərin mübadilə qabiliyyətini karkas ətrafındakı əksyüklü ionların müəyyən dərəcədə mütəhərrikliyi təmin edir.

İondəyişdiricilərin ən mühüm xassələrindən biri onların

həcm tutumudur. Bu da sabit kəmiyyət olub, fiksə olunmuş ionların, yəni karkasın yükünü müəyyən edən ionların sayını əks etdirir.

Həcm tutumu, adətən sorbsiya olunmuş ionların milliqram ekvivalentlərinin prosesdə hidrogen və xlorid formada olan və təmizlənməklə sorbsiya olunmuş maddədən ayrılan quru ionitin qramına olan nisbəti ilə müəyyən edilir.

Bir çox təbii və süni maddələr ionitlər xassəsini daşıyırlar. Bunların ən mühümü sintetik qatranlar, kömür və bəzi mineral ionitlərdir. Daha çox praktiki əhəmiyyətə malik olanları üzvi ionitlərdir ki, onlar da polimer maddələr əsasında sintetik qatranlardan alınır.

İondəyişdirici qatranlar şişməyə meyilli olan polielektrolit gəllərdir. Lakin onların şişməsi polimer molekulunda olan molekullararası rabitə hesabına məhdud olur. İondəyişdiricilərin hidrogen (kationitlər üçün) və hidrosil (anionitlər üçün) ionlarına münasibətinə görə təsnifatı vardır. Birinci tip ionitlər qüvvətli turşu və ya qüvvətli əsaslardır. Bu tip kationitlər (KY-2, KY-3, CDB-2, AP) özlərindən hidrogen ionunu məhlulun digər kationları tərəfindən asan sıxışdırıb çıxarılması ilə xarakterizə olunurlar. Bu tip kationitlərdə fiksə olunmuş ion çox zaman $-SO_3H$ qrupu olur ki, o da asanlıqla karkasda qalan $-SO_3^-$ ionuna və protona dissosiasiya edir. Birinci tip anionitlərlə (AB-16, AB-17) hidrosil ionu məhlulun anionuna asan əvəz olunur.

Belə anionitlərdə dördlü ammonium əsası ($\equiv NOH$) olur ki, onlar da asanlıqla hidrosil və karkasın (gövdənin) ionitinə daxil olan $\equiv N^+$ ionuna dissosiasiya edirlər.

İkinci tip ionitlər zəif turşu və ya zəif əsas xassəsi göstəririlər. Bu kationitlərdə zəif turşulara mənsub $-COOH$, $-SiO_3H$, fenol hidrosili və s. qrupları olur. İkinci tip anionitlərdə fiksə olunmuş ion qrupları: $^-MH_3^+$, $=MH_2^+$, $\equiv MH^+$ olur. Üçüncü tip ionitlər qarışıq tipli olub, tərkibində birinci və ikinci tip ionitlər saxlayır.

Nazik (zərif) qatlı xromatoqrafiya. Bu xromatoqrafiya müxtəlif sinfə mənsub maddələrin, karbohidrogenlərin, spirtlərin, turşuların, zülalların, karbohidratların, steroidlərin və s. mürəkkəb qarışıqlarının analizi üçün ən əlverişli üsuldur. Onun mahiyyəti belədir: kiçik şüşə lövhənin bir hissəsinə xüsusi valın köməyi ilə sorbentin nazik qatını yerləşdirirlər. Sorbent qatının start xəttinə maddə və onun qarışığının nümunəsini çəkirlər. Start xəttindən aşağı olan lövhənin ucu geniş şlifli qaba tökülmüş həlledici ilə yüklənir. Kapilyar qüvvələrin hesabına həlledici lövhə boyu yerini dəyişir və bu zaman maddə qarışığı ayrılır. Mayenin qalxma sərhəddi qeyd edilir, lövhə qurudulur və aşkarlanır.

Lövhənin nazik qat sorbentlə hazırlanması. Sorbentin nazik qatını hazırlamaq üçün uzunluğu 15-20 sm və eni 4-20 sm olan şüşə lövhədən istifadə edilir. Qarışığı preparativ məqsəd üçün ayırmaq lazım gəldikdə uzunluğu 40-50 sm və eni 30-40 sm olan şüşə lövhə götürülür. Xromatoqrafiya zamanı bərkidilməmiş və bərkidilməmiş sorbent qatından istifadə edirlər.

Hərəkətsiz təbəqə almaq üçün sorbent şüşə üzərindəki fiksatorlardan (gips, nişasta) birinin köməyi ilə bərkidilir.

Lövhənin üzərinə sorbenti suspenziya şəklində, fiksator və su yerləşdirib, onların səthini bərabərləşdirirlər. Sonra lövhə otaq temperaturunda 15-20 dəqiqə müddətində qurudulur. Onu quruducu şkafda qızdırmaqla və ya 24 saat müddətində 20⁰C-də havada saxlamaqla aktivləşdirirlər.

Bərkidilməmiş qatın alınma üsulu olduqca sadədir. Lazımı aktivliyə malik sorbenti şüşə (yaxşı olar ki, tutqun şüşədən istifadə edilsin) üzərinə səpir və uclarında 0,5-1,0 mm qalınlaşdırıcı olan polad kürəciklə səthi bərabərləşdirilir.

Tədqiq olunan maddə nümunəsinin lövhəyə yerləşdirilməsi. Lövhəyə yerləşdirilən maddə və ya maddə qarışıqlarının miqdarı nazik qatlı xromatoqrafiyada maddələrin ayrılmasında əhəmiyyətli rol oynayır. Əgər tədqiq olunan maddədən artıq istifadə edilərsə bu halda böyük və pis formalı ləkələr alınır.

Tədqiq olunan maddə nümunəsi (adətən 0,1-50 mkq) löhvə-

yə onun efirdə, xloroformda və ya müvafiq həlledicidə məhlulu şəklində, şüşə kapilyar və ya tutumu 0,1 ml olan pipetkanın köməyi ilə keçirilir.

Preparativ məqsəd üçün nümunə dayanmayan xətt üzrə lövhəyə yerləşdirilir və ayrı-ayrı nümunələr arasındakı məsafə 1 sm-dən az olmamalıdır.

Lövhədə maddələrin ayrılması. Əgər həlledici lövhəyə kapilyar qüvvələrin təsiri altında aşağıdan yuxarıya daxil olursa, bu halda xromatoqrafiya yüksələn xromatoqrafiya adlanır. Bunun üçün şlifli kranı olan şüşə qaba həlledicini elə miqdarda tökürlər ki, maddə ilə örtülmüş lövhə həlledici sahəsinə 5 mm daxil olsun. Sorbent qatı bərkidilmiş lövhəni kamerada şaquli vəziyyətdə, ancaq bərkidilməmiş qatı 15-20 dərəcəlik bucaq altında yerləşdirirlər.

Əgər həlledici lövhəyə yuxarıdan aşağıya daxil olursa, onda enən, yəni get-gedə zəifləyən xromatoqrafiya adlanır. Bu növ xromatoqrafiya üçün cihaz kağız üzərindəki enən xromatoqrafiyadakı cihaza oxşar şəkildə düzəldilir.

Xromatoqramda maddənin təyin edilməsi (ləkənin aydınlaşdırılması). Bir çox maddələr ultrabənövşəyi şüalanmada öz-özünə işıq saçmaq qabiliyyətinə malikdir. Ultrabənövşəyi şüalanma zamanı ləkə müxtəlif rənglərə çalır. Ultrabənövşəyi spektr oblastında udulan maddəni təyin etmək üçün çox zaman işıqlandırıcı ilə birlikdə sorbent qatından və ya qarışıq ayrıldıqdan sonra xromatoqramı işıqlandırıcı maddə məhlulu ilə çiləyirlər. Lövhəni ultrabənövşəyi şüa ilə şüalandırdıqda spektrin bu oblastında udulan maddə tutqun ləkələr şəklində olur.

Əgər optiki üsullarla nəticəni aydınlaşdırmaq mümkün olmur, bu halda kimyəvi, çox zaman yod buxarı ilə aydınlaşdırma aparılır. Lövhəni yod kristalı və bir neçə millilitr su ilə birlikdə eksikatora yerləşdirir, 10-15 dəqiqədən sonra lövhəni çıxarır və yodun artığının buxarlanması üçün havada saxlayırlar. Işıqlı sahədə maddənin rəngli ləkələri əmələ gəlir. Ləkəni, həmçinin pulverizatorla (mayeni toz halında səpələyən) çilənmiş reagentin ayrılan maddə ilə rəngli reaksiya verməsinə görə də

aydınlaşdırmaq olar. Bəzən çiləmədən sonra lövhəni 80-100°C və daha yuxarı temperaturda qızdırmaq lazım gəlir.

Kolonkəli xromatoqrafiya. Bu üsulda istifadə olunan kolonkələrdə adsorbsiyalı, paylaşdırıcı və ionmübadilə xromatoqrafiyası aparılır. Ən çox diametri 0,5-10 sm və hündürlüyü 10-150 sm olan kolonkələrdən istifadə edilir.

Kolonkanın adsorbentlə və ya daşıyıcı ilə doldurulması və maye axımının nizamlanması. Adsorbenti kolonkəyə elə yerləşdirirlər ki, o, hava qabarcıqları olmayan bərabər sıxlığa malik sütun əmələ gətirsin.

Həllədicini ilə doydurulmuş alüminium- oksidini birbaşa kolonkəyə vermək lazımdır. Onu həllədicidə suspenziya şəklində də daxil etmək olar. Kalonkədə adsorbentin sütunu şüşəli pambığın və ya kolonkanın aşağı hissəsinə yerləşdirilmiş məsəməli lövhənin köməyi ilə dayanır.

Paylaşdırıcı xromatoqrafiya üçün bərk daşıyıcını hərəkətsiz faza olan həllədicini ilə yuyurlar. Sonra ikinci həllədicidə (hərəkətdə olan faza) onu suspenziyalaşdırırlar. Alınan sıvıq mayeni bərabər ölçüdə kolonkəyə daxil edirlər. Daşıyıcının yuxarı səthi həmişə həllədicini ilə örtülü olmalıdır ki, o qurumasın. Əgər həllədicini kolonkədəki sorbentdən olduqca yavaş keçirsə, bu halda yaxşı olar ki, təzyiq altında iş aparılsın, bu da xüsusi nasosla və ya yüksək təzyiq yaradan (bir atmosferdən yuxarı olmamaqla) cihazın köməyi ilə həyata keçirilir. Həmçinin, su nasosunun köməyi ilə də kolonkədə müəyyən qədər seyrəkləşdirmə də yaratmaq olar. Daha yaxşı olar ki, həllədicinin kolonkədə hərəkətini sürətləndirmək üçün, kolonkanın aşağı hissəsindəki həllədicini kənarlaşdırılsın.

Maye kolonkədən arzu olunmayan dərəcədə sürətlə keçərsə, bu halda sıxacın köməyi ilə qəbuledicidəki havanı buraxmaqla, axımın sürətini dəyişdirməklə, kolonkəyə verilən mayenin sürətini tənzimləmək olur.

Məhlulun buraxılması və xromatoqramın göstəricisinin aydınlaşdırılması. Hazırlanmış qıfa ehtiyatla uyğun həllədicidə tədqiq olunan maddənin məhlulunu yerləşdirirlər. Adsorbsiyalı

və paylaşdırıcı xromatoqrafiyada məhlul imkan daxilində qatı olmalı və həcmi kalonka həcmnin 1/10-dən çox olmamalıdır. Əgər maddə hərəkətdə olan fazada pis həll olursa, onda onu digər müvafiq həlledicidə həll edir, daşıyıcının bir hissəsi ilə yuyur və seyrəkləşdirməklə qurudurlar. Beləliklə, hopdurulmuş daşıyıcı kalonkanın yuxarı hissəsinə lay şəklində yaxılır.

İonmübadilə xromatoqrafiyası zamanı kalonkaya daha çox həlledici əlavə edilir, belə ki, təmiz ionlaşmamış həlledicilər zonanı genişləndirə bilmir. Bu səbəbdən mühitə, həmçinin duru tədqiq olunan məhlul daxil edilir və onu sorbentdə qatılaşıdırırlar.

Xromatoqramı aydınlaşdırmaq üçün həlledicidən istifadə olunur ki, onun təsirindən zona sorbent qatı üzrə orta sürətlə aşağı yerini dəyişir. Adsorbsiyalı xromatoqrafiyada olduğu kimi, paylaşdırıcı xromatoqramı aydınlaşdırmaq üçün həlledici qarışığından istifadə olunur ki, bu halda az mütəhərrik zonalar da hərəkətə gəlir. Məsələn, üzvi turşuları qarışıqda butil spirtinin miqdarını fasiləsiz artırmaqla, butil spirti və xloroformun qarışığı ilə ayrılırlar.

Rəngsiz və işıq saçmayan maddələrin ayrılması zamanı nəticəni, kalonkadan xaric olan məhlulun tədqiqi müəyyən edirlər. Daha əlverişlisi avtomatik cihazdır ki, (kollektor) bünün köməyi ilə 0,5-10 ml porsiyalar üzrə fraksiyaları seçmək mümkün olur. Fraksiyaları eyni həcmə və ya eyni kütləyə, həmçinin bərabər zaman müddətinə görə ayrılırlar.

Kalonkada xromatoqrafiya zamanı aşkarlanma. Aşkar etmə üsulu üç əsas qrupa ayrılır: 1) Maddənin bilavasitə kalonkada müşahidə edilməsi; 2) Maddənin kalonkadan xaric olduqdan sonra bilavasitə qeyd olunması; 3) Götürülmüş fraksiyalarda maddənin aşkar olunması. Maddənin bilavasitə kalonkada aşkar olunması daha sadə və əlverişli üsul hesab olunur. Əgər ayrılan maddələr rənglidirsə (məsələn, amin- turşuların dinitrofenil törəmələri), bu halda maddə qarışıqlarının ayrılması ilə kalonkada rəngli zonalar əmələ gəlməyə başlayır.

Kalonkada maddənin aşkar edilməsini ultrabənövşəyi şüala-

rın köməyi ilə də aşkar etmək olar. Turşu xassəli maddələri xromatoqrafiyadan əvvəl daşıyıcıya az miqdar uyğun indikator hopdurulursa, onları daha asan aşkar edirlər. Kalonkadan çıxan anda maddəni qeyd etmək üçün bir neçə üsul vardır. Turş xarakterli maddə üçün indikatorla rəngli reaksiyadan istifadə etmək olar.

Daha əlverişli və çirklənmə baş verməyən üsul maddənin kalonkadan çıxandan sonra onu mikroküvetdə toplamaqdır. Sonra onu fasiləsiz olaraq potensiometrik, refraktometrik və kolorimetrik üsullarla analiz etməkdir. Çox zaman hər fraksiyanı xromatoqrafiya edirlər və yaxud reaksiya məhsullarını tədqiq etməklə kimyəvi çevrilmədən istifadə edirlər.

Kağız üzərində xromatoqrafiya. Hazırda kağız üzərində xromatoqrafiyanın aşağıdakı növləri daha çox inkişaf etmişdir; birölçülü, ikiölçülü, dairəvi və elektroforetik. Birölçülü və ikiölçülü iki variantda: həlledici axınının qalxan və enən hərəkəti üzrə həyata keçirilir.

Birölçülü qalxan xromatoqrafiya. Tədqiq olunan məhlulun damcısı xromatoqrafiya kağızının aşağı hissəsindəki zolağa yerləşdirilir. Əgər hərəkətsiz faza sudan ibarətdirsə, bu halda kağızı xüsusi şəraitdə işləmək lazım gəlmir, belə ki, bu kağızın tərkibində 20-22% rütubət olur.

Hərəkətdə olmayan faza ilə doydurulmuş hərəkətdə olan faza xromatoqrafiya üçün qabın dibinə tökülür. Kağızın aşağı uc zolağı mayeyə salınır. Kağızın yuxarı ucunu elə bərkidilir ki, kağız zolaq qabın divarına toxunmadan sərbəst aşağı sallansın. Kapilyar qüvvələrin təsiri altında hərəkətdə olan faza kağız üzrə yuxarı qalxır və qarışıq komponentlərini zonalara ayırır ki, onlar da kağız layı üzrə müxtəlif sürətlə hərəkət edirlər.

Təcrübə o vaxt bitmiş hesab olunur ki, hərəkətdə olan faza frontu kağızın yuxarı ucuna çatmış olur. Bundan sonra kağız zolağı qabdan çıxarılır, front xətti qeyd olunur. Xromatoqramı qurudur və aydınlaşdırırlar. Kağız üzərinə kapilyarın köməyi ilə maddə məhlulundan 0,005-0,001 ml-i yerləşdirilir. Bir təcrübə üçün götürülən nümunə zolağının eni adətən 2-5 sm olur. Uzun-

luğu isə ayrılma şəraiti ilə müəyyən edilir. Eyni zamanda bir neçə məhlulun xromatoqrafiyası zamanı enli kağız zolağı götürülür. Bu halda start xəttində tədqiq olunan məhluldan 2-3 sm məsafədə nümunələr yerləşdirilir.

Birölçülü enən xromatoqrafiya. Xromatoqrafiya qutusunun yuxarı hissəsinə kiçik vanna bərkidilərək, içərisinə mütəhərrik olmayan həlledici ilə doydurulmuş mütəhərrik həlledici tökülür. Silindrin dibinə mütəhərrik həlledici ilə doydurulmuş mütəhərrik olmayan həlledici yerləşdirilir. Bu kağızdan həlledici-cinin buxarlanmasının qarşısını alan doymuş buxar atmosferi yaradır. Kağızın ucundan 5 sm məsafədə kağız zolağına tədqiq olunan məhluldan bir damcı yerləşdirib zolağın ucunu içərisində mütəhərrik faza olan vannaya salırlar.

Kapilyar və ağırlıq qüvvələrinin təsiri altında həlledici vandan kağız üzrə axmağa başlayır. Təcrübə o vaxt bitmiş hesab olunur ki, həlledici frontu kağızın aşağı ucundan 3-5 sm məsafədə olsun.

Dairəvi xromatoqrafiya. Dairəvi xromatoqram almaq üçün xromatoqrafiya kağızının mərkəz dairəsinə tədqiq olunan məhluldan bir damcı yerləşdirilir. Bunun üçün eksikatorun istifadə etmək əlverişlidir. Kağız dairənin diametri eksikatorun aşağı nazik hissəsinin diametrindən 2-3 sm çox olmalıdır. Dairəni eksikatorun aşağı nazik hissəsinə yerləşdirir, eksikatora isə qeyri-mütəhərrik həlledici ilə doydurulmuş mütəhərrik həlledici olur.

İkiölçülü xromatoqrafiya. Əgər bir həlledici ilə mürəkkəb qarışığı ayırmaq mümkün olmur, bu halda ardıcıl olaraq müxtəlif paylama əmsalına malik iki həlledicidən istifadə etmək lazım gəlir. Bu xromatoqrafiya ikiölçü adlanır. İkiölçülü xromatoqram almaq üçün ölçüsü 20x20, 30x30, 40x40 sm olan kağız vərəqlərindən istifadə olunur.

Təcrübənin əvvəlində tədqiq olunan məhluldan kağızın ucundan 5 sm aralı onun sol küncünə yerləşdirilir. Qurudulduqdan sonra kağızı xromatoqrafiya üçün qaba yerləşdirib, seçilmiş həlledicilərdən birinə salıb, qalxan metodla xromatoqramını

alırlar.

Kağızı qurutduqdan sonra onu çevirib xromatoqrafiya üçün yeni qaba yerləşdirib, onun aşağı ucunu ikinci həllediciyə salır və qalxan metodla xromatoqramını alırlar. Aydınlaşdıraraq, ikiözlü xromatoqram alınır.

Xromatoqrafiya üçün kağız. Paylaşdırıcı xromatoqrafiyada kağıza aşağıdakı tələblər qoyulur; kimyəvi təmiz, kimyəvi və adsorbsiya baxımından neytral, sıxlığına görə birincisli olmalıdır, həlledicinin müəyyən sürətini təmin etməlidir. Belə xromatoqrafiya kağızlarında lazımi miqdarda qeyri-mütəhərrik fazalar olmalıdır.

Suda həll olmayan üzvi birləşmə qarışıqlarını ayırmaq üçün hidrofil kağızı hidrofoba çevirmək lazımdır. Bunun üçün kağıza müxtəlif hidrofob maddə hopdurur və asetilləşdirirlər (sirkə anhidridinin köməyi ilə). Burada həlledicinin düzgün seçilməsinin böyük əhəmiyyəti vardır. 4 sayılı cədvəldə kağız xromatoqrafiyasında qarışıqların ayrılması üçün ən çox istifadə olunan mütəhərrik fazalar verilir.

Cədvəl 4

Həlledicilər	Həlledicilərin nisbəti və hazırlanma qaydası	Ayrılan maddə qarışıqları
1	2	3
n-butil spirti, sirkə turşusu, su	4:1:5 həcmə görə. Qarışıq laylara ayrıldıqdan sonra üst laydan istifadə olunur.	Aminturşular, karbohidratlar və digər üzvi maddələr
n-butil spirti, qarışqa turşusu (20%-li məhlulu), su	5:1:1 həcmə görə.	Aminturşular
n-butil spirti, n-propil spirti, su	12:5:3 həcmə görə.	Aminturşular
n-amil spirti, piridin	9:1 kütləcə	Aminturşular
Fenol, su	100 ml distillə olunmuş suda zəif qızdırmaqla 400 ml fenol həll edirlər	Aminturşular, karbohidratlar
Etilasetat, piridin, su	2:1:2 həcmə görə.	Karbohidratlar

1	2	3
Etilasetat, sirkə turşusu, su	3:1:3 həcmə görə.	Karbohidratlar
Sulu n-butil spirti, sirkə turşusu,	sirkə turşusunun qatılığı 1-2 mol/l	Üzvi oksitürşular
n-butil spirti (ammonyakla doydurulmuş)	n-butil spirti ilə 1,5 n ammonyakın sulu məhlulunun bərabər həcmələri	Yağ turşuları
Etil spirti, ammonyakın qatı sulu məhlulu	99:1 həcmə görə.	Yağ turşularının ilk səkkiz homoloqu
Karbon 4-xlorid, sirkə turşusu, su	5:1:1 həcmə görə.	Yağ turşusu və onunun Na-duzu

Kağız xromatoqramın aydınlaşdırılması. Bir çox hallarda kağız üzərində xromatoqram qurudulduqdan sonra rəngsiz olur. Ona görə də alınan xromatoqramı aydınlaşdırırlar. Bu məqsəd üçün müxtəlif maddə məhlullarından istifadə olunur ki, bunlar da analiz olunan qarışıq komponentləri ilə qarşılıqlı təsirdə rəngli birləşmələr əmələ gətirirlər. Bəzən məlum maddə qarışıqlarının xromatoqramını çəkərək, onu tədqiq olunan maddənin xromatoqramı ilə müqayisə etməklə, maddənin təmizliyini daha dəqiq təyin etmək olur.

Frontal xromatoqrafiya. Qarışıq ardıcıl olaraq sorbentlə doldurulmuş borudan keçirilir. Əvvəlcə bütün komponentlər udulur və borudan ancaq həlledici çıxır. Sonra nisbətən zəif udulan komponent azad olur. Çıxan komponentin miqdarı getdikcə artır. Müəyyən vaxt keçdikdən sonra məhlulda (daşıyıcı qaz) zəif udulan komponentin miqdarı qurtarır.

Bundan sonra digər komponentin sorbsiyası, nisbətən böyük olan komponentin ayrılması başlayır. Borudan çıxan məhlulda birinci və qatılığı getdikcə artan ikinci komponent olur. Sonra üçüncü komponentin ayrılması başlayır və o vaxta qədər davam edir ki, borudan çıxan və daxil olan komponentlərin miqdarı bir-birinə bərabər olsun.

Qaz xromatoqrafiyası

Qaz xromatoqrafi qaz və maye buxarlarını analiz etmək üçündür. Qaz xromatoqrafinin əsas konstruktor hissələrinə dozator, bölüşdürücü kolonka və detektor aiddir. Bunlar kapilyar boru vasitəsi ilə birləşirlər. Nümunə daşıyıcı qaza qarışır, qızdırılır və əgər mayedirsə buxar əmələ gəlir. Nümunə daxili sorbent ilə dolu olan bölüşdürücü kalonkada öz tərkib hissəsinə ayrılır.

Daşıyıcı qaz (arqon, azot və s.) hidrogen ilə qarışır, yanma kamerasına daxil olur, oraya hava verilir və yandırılır (elektrik şamı ilə), ionlar əmələ gəlir, ionlar 100V elektrik sahəsindən keçir, ion cərəyanının qiyməti analiz olunan qaz və ya maye buxarının qatılığı ilə mütənasib olur. Yanma kamerasının gövdəsi ilə elektrod arasındakı potensiallar fərqi gücləndirilir və özünü yazan cihazda qeyd edilir.

Xromatoqrafin həssaslığı və dəqiqliyi onun detektorundan asılıdır. Detektor qaz xromatoqrafi cihazının ən əsas hissəsidir. Detektor kalonkadan çıxan qazın tərkibini aşkar edib qeydedici cihaza ötürür. Analizin həssaslığı, dəqiqliyi, analiz müddəti, nümunə çəkisinin miqdarı bu cihazdan asılıdır.

Qrafiki qeydiyyatın xarakterindən asılı olaraq, inteqral və diferensial detektorlar vardır.

İnteqral detektorlar ayrılan komponentlərin həcmələrini cəmləyir. Bu zaman, vaxtından asılı olaraq, çəkilən xromatoqram əyrisi pilləli olur, hər pillənin hündürlüyü nümunədəki komponentin miqdarına uyğun gəlir.

Diferensial detektorlar ölçü özəyində komponentin ani qatılığını ölçür. Lakin komponentin kalonkadan çıxması müəyyən vaxt ərzində olduğu üçün, ölçü özəyinə dərhal daxil olmur. Odur ki, komponentin qatılığı özəkdə əvvəlcə az, sonra maksimuma çataraq, yenidən azalır. Qatılığın bu dəyişməsi xromatoqramda dalğa və ya piklər şəklində göstərilir. Piklərin sayı nümunənin tərkibindəki komponentlərin sayını göstərir. Bundan əlavə, detektorları cihaza qoyulmuş maddələrin xassəsindən asılı olaraq dərəcələrə bölmək olar.

Detektorların əsas hissəsi, ya təyin edilərək komponentlə hərəkətedici faza arasındakı istilik keçirmənin fərqlinin ölçülməsinə (termiki detektorlar) və yaxud tədqiq olunan maddələrin ionlaşması nəticəsində elektrik keçirməsinin dəyişməsinin ölçülməsinə əsaslanır.

Xromatoqramın hesablanması. Qaz xromatoqrafiyasında analiz aparmaq üçün differensial detektorlardan daha geniş istifadə edilir. Analiz nəticəsində xromatoqram piklər şəklində alınır. Absis oxunda kalonkadan çıxan qazın həcmi və yaxud buna uyğun gələn zaman qeyd olunur. Ordinat oxunda isə kalonkadan çıxan maddənin qatılığı qeyd edilir. Maddə kalonkadan çıxmamış özüyazan cihazın qələmi düz xətt çəkir. Bu xətt əsas xətt adlanır, burada sıfır nöqtəsi nümunənin kalonkaya daxil edilməsinə uyğundur.

Tədqiq olunan qarışıqı miqdarca təyin etmək üçün piklərin hündürlüyü və sahəsindən istifadə olunur.

Pikin hündürlüyü xromatoqrafik analizin aparılma şəraitindən asılı olaraq tez dəyişir. Piklərin eni və hündürlüyü xətkəş vasitəsilə ölçülür. Çox vaxt pikin sahəsini tapmaq üçün onun hündürlüyünü eninə (hündürlüyünün orta hissəsinə uyğun gələn) vururlar.

Maddənin miqdarını təyin etmək üçün adətən kalibrəmə üsulundan istifadə edirlər. Kalibrəmə əyrisini müxtəlif komponentlərin dəqiq miqdarına əsasən qururlar. Onların xromatoqram əyrisi çəkilir və hər bir komponent üçün pikin hündürlüyü ilə qatılığı arasında kalibrəmə əyrisi qurulur. Əgər qarışıqın tərkibində neçə komponent iştirak edirsə, o qədər də, kalibrəmə əyrisi qurulur.

Maddənin uyğun qatılıqlarına müvafiq alınan piklərin sahəsi aşağıdakı tənliklə hesablanır:

$$S = h \cdot a$$

Burada: h-pikin hündürlüyü;

a-pikin hündürlüyünün $\frac{1}{2}$ hissəsindəki enidir.

Əgər iki və üç maddənin piklərinin xromatoqramını çəkib, hündürlüklərini taparaq müqayisə etsək, onların hansı nisbətdə qarışığını müəyyən etmiş olarıq.

Aminturşuların kağız üzərində xromatoqrafiya üsulu ilə təyini

Həlledici kimi 10 ml n.butil spirti, 10 ml buzlu sirkə turşusu və 50 ml distil sudan ibarət qarışıqdan istifadə edilir. Qarışığı ayırıcı qıfda çalxalayır, təbəqələşmədən sonra üst layını ayırıb həlledici kimi istifadə edirlər.

Aminturşulara reagent-indikator kimi ümumi və ən həssası ninhidrin reaksiyasıdır.

Hər bir aminturşusunun su və ya spirtdəki məhlulundan ayrı-ayrılıqda xromatoqrafiya və ya xüsusi süzgəc kağızından kəsilmiş zolaq üzərinə damcı şəklində tökülür və onun ucu müvafiq üzvi həllediciyə salınır. Həlledici olaraq əsasən n.butil spirti, sirkə turşusu və suyun (4:1:5) qarışığından istifadə edilir.

Həlledici layının hündürlüyü silindrin dibindən 1 sm-dən çox olmamalıdır. Həlledici zolaq vasitəsilə sorulur və özü ilə bərabər kağıza hopmuş aminturşuları müxtəlif sürətlə apararaq kağız üzərində paylayır.

Aminturşuların suda həll olması nə qədər az, butil spirtində həll olması isə nə qədər çox olarsa, üzvi həlledici də onları bir o qədər sürətlə özü ilə aparar. Aminturşuların kağız üzərindəki vəziyyəti rəngli ninhidrin reaksiyası ilə təyin edilir. Müxtəlif aminturşularının hərəkət sürəti paylanma əmsalı (R_f) ilə təyin olunur. Paylanma əmsalı aminturşu qarışığı tökülən yerdən (çıxış xətti) hər bir aminturşusu ləkəsinin ortasına qədər olan məsafənin (a , millimetrlə), çıxış nöqtəsindən həlledicinin hərəkət etdiyi hissəyə (front xəttinə) qədər yoluna (b , millimetrlə) olan nisbətində görə hesablanır:

$$R_f = \frac{a}{b}$$

İşin gedişi. Uzunluğu 12-15 sm, eni 1-1,5 sm olan xromatoqrafiya kağızı zolağı kəsilir. Onun bir ucu iynə ilə dəşilərək sap keçirilir və ilgək bağlanılır. Kağız zolağın o biri kənarından 1 sm aralı adi karandaşla diametri 4-5 mm olan kiçik dairə çəkilir. Həmin dairənin mərkəzinə 1 damla tədqiq olunan aminturşular qarışığı tökülür və havada qurudulur. Əvvəlki damcı quruduqdan sonra, bu əməliyyat 5-8 dəfə təkrar edilir.

Bundan sonra, diametri 2-3 sm, uzunluğu 18-20 sm olan sınaq şüşəsinə divarlarına tökülməmək şərti ilə həlledici qarışığı məhlulu tökülür. Sapdan tutularaq xromatoqrafiya kağızının ucu məhlula toxundurulur (elə etmək lazımdır ki, onun kənarları sınaq şüşəsinin divarlarına toxunmasın). Sınaq şüşəsinin ağzı tıxacla bağlanır və temperaturu 35-40⁰C olan termostatda 1 saat saxlanılır.

Butanol və fenolu buxarlandırmaq üçün xromatoqrafiya kağızları çıxarılır, quruducu şkafda saplardan asılır və 80-100⁰C temperaturda 10-15 dəqiqə saxlanılır.

Həlledicilər sistemi: I. Aseton-su (3:2); II Üçlü amil spirti; III. Benzil spirti; IV. n-butanol-benzil spirti-(1:1); V. İzoyağ turşusu; VI. Tetrahidrofuran-su (3:2); VII. Tetrahidrofuril spirtisu (4:1); VIII. Piridin-su (65:35); IX. Furil spirti-piridin-su (67:8:25).

Qurumuş zolaqlara pulverzatorla ninhidrin məhlulu səpilir və 5 dəqiqə quruducu şkafda qurudulur. Yaxşı olar ki, xromatoqram tədricən qaranlıqda qurudulsun. Aydınlaşan ləkə ehtiyatla karandaşla işlənir və lazım gələrsə onu nikel sulfat məhlulu ilə bərkidirlər. Bundan sonra xromatoqram yenidən havada qurudulur.

Aminturşu qarışıqlarının vəsfi tərkibi hər bir ləkə üçün R_f -in qiyməti üzrə hesablanır və alınan qiymətlər R_f -in göstəriciləri ilə müqayisə edilir.

«Sürətli» tipli kağızda xromatoqrafiya zamanı sadə
aminturşuların R_f -in qiyməti

Aminturşuları	Həlledicilər sistemi və R_f -in qiyməti								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Qlisin	0,45	0,07	0,02	0,03	0,36	0,44	0,28	0,41	0,15
Alanin	0,55	0,10	0,03	0,05	0,44	0,67	0,43	0,54	0,24
Nozvalin	-	0,22	0,12	0,19	0,71	-	-	-	-
Valin	0,62	0,19	0,11	0,15	0,65	0,73	0,64	0,65	0,43
İzoleysin	0,67	0,69	0,18	0,27	0,76	0,78	0,71	0,66	0,43
Leysin	0,69	0,64	0,21	0,31	0,78	0,78	0,72	0,68	0,43
Feniealanin	0,64	0,47	0,36	0,33	0,79	0,73	0,66	0,66	0,52
Serin	0,47	0,58	0,01	0,02	0,34	0,48	0,34	0,51	0,14
Prolin	0,58	0,58	0,12	0,12	0,57	0,73	0,49	0,56	0,42
Truoptofan	0,58	0,16	-	0,30	-	0,78	0,70	0,63	0,43
Oronitin	0,16	-	0,02	0,00	0,24	0,30	0,31	0,25	0,10
Lizin	-	0,02	0,02	0,00	-	-	-	-	0,13
Asparagin turşusu	0,45	0,02	0,02	0,00	0,31	0,38	0,15	0,48	0,07
Qlutamin turşusu	0,51	0,02	0,02	0,00	0,38	0,45	0,19	0,48	0,09
Sistin	-	0,02	0,02	0,00	0,25	-	0,20	-	0,06

Şəkərlərin nazik təbəqəli xromatoqrafiya üsulu ilə təyini

Ölçüsü 6x18 sm, kənarları hamar şüşə lövhəsinin üzəri xüsusi ələk və ya məsaməli dördqat kapron corabdan ələnmiş-alüminium-oksindən ibarət 0,5-1 mm qalınlığında təbəqə (qat) ilə örtülür. Lövhənin üzərində hamar təbəqə almaq üçün uzunluğu 12-25 sm, diametri 0,5-1 sm olan şüşə boru kəsilir və onun hər iki ucuna 0,5-1 mm qalınlığında rezin borudan kəsilmiş nazik həlqələr keçirilir. Həlqələr arasında 4-5 sm məsafə saxlanır. Şüşə boru ilə alüminium- oksidi lövhə üzərində hamarlanır və eyni qalınlıqda təbəqədə düzəldilir.

Şüşə lövhənin üzərində alüminium oksid təbəqəsinin aşağı kənarından 3 sm və bir-birindən 1,5-2 sm aralı məsafədə qələmin ucu ilə kiçik yuvalar açılır. Onların hər birinə tədqiq olunan məhluldan bir damcı tökülür.

Xromatoqrafiya əməliyyatı hermetik qablarda və ya eksika-

torda aparılır. Qaba dibini örtənə qədər müvafiq həlledici tökülür və maili vəziyyətdə şüşə lövhənin ucu ona toxundurulur. Əməliyyat 20-30 dəqiqəyə başa çatır. Bundan sonra şüşə lövhəyə ehtiyatla pulverizatorla qatı sulfat turşusu çilənir. Lövhə infraqırmızı lampə (elektrik lampası, quruducu şəfə və s. istifadə etmək olar) altında bir qədər qızdırılır. Bu zaman kömürləşmiş şəkərlərin qara ləkələri əmələ gəlir. Sonra məlum qayda üzrə R_f -lər (paylanma əmsalları) hesablanır. Tərkiblərində bir və ya bir neçə sərbəst hidrosil qrupu olan şəkərlərin təyini üçün aşağıdakı həlledicilər və ya onların qarışıqları işlədilir: xloroform; xloroform-metanol (9:1); etilsirkə efiri; xloroform-metanol (1:1). Süni yolla hazırlanmış şəkərlərin spirtə bir faizli məhlullarının qarışıqları alüminium-oksidlə yaxşı ayrılır. Bunun üçün 1:1 nisbətində hazırlanmış qlükoza-ramnoza, arabinoza-qalaktoza, ramnoza-mannoza qarışıqlarından və s. istifadə etmək olar.

Aminturşuların ionmübadilə xromatoqrafiyası üsulu ilə təyini

Avtomatik aminturşu analizatorları zülal və peptidlərin hidroliz məhsullarını Şpekman, Mur və Şteynin təkmilləşdirilmiş analiz üsulu ilə (Anal, Shem, 30, 1190, 1958), həmçinin, sərbəst aminturşuları Benson üsulu (Anal Biochem, 18, 228-240, 1967) ilə kəmiyyətcə təyin edir.

Aminturşuların qarışığı ionmübadilə xromatoqrafiyası üsulu ilə ayrı-ayrı aminturşularına ayrılır, onların ninhidrinlə rəngli birləşmələri alınır. Fotokolorimetrdən keçirdikdən sonra hər bir aminturşuların ayrı-ayrılıqda qrafikləri yazılır, nəticəyə əsasən hər bir aminturşusunun miqdarı hesablanır. Aminoanalizatorada analizin gedişi avtomatlaşmış hissədə proqram yığılmaqla həyata keçirilir. Analiz nümunələri avtomatik analiz paylayıcısına yerləşdirilir (36 analiz nümunəsi yerləşdirmək mümkündür), 2,5 saat müddətində 1 nümunədə 18-22 aminturşusu kəmiyyət və keyfiyyətcə təyin edilir.

Analizator xüsusi şəraitdə saxlanılmalıdır. İşə başlamazdan

əvvəl 3 bufer məhlulu və ninhidrin reaktivi hazırlanır. Reaktivlər şüşə qabda təkrarən 2-3 dəfə distillə edilmiş suda hazırlanmalıdır. Bufer məhlullarını 20 litirlik polietilen və ya şüşə qablarda hazırlamaq lazımdır. Ninhidrin reaktivi arqon və ya azot (k.t.) mühitində hazırlanır. Bufer məhlullarının pH-ı dəqiq yoxlanmalıdır. Reaktivləri hazırlamaq üçün işlədiləcək kimyəvi qablar xüsusi təmiz olmalıdır.

Analizatorun işləmə prinsipi. Aminturşuların qarışığı dəqiq ölçülmüş həcmdə (0,1 ml) nömrəli kvetlərə doldurulur. Analitik nasoslar (1 və 2 saylı) işə salınır və nümunələri (aminturşuların qarışığını) müəyyən edilmiş və tənzimlənmiş sürətlə (1450 ml/saat) iondəyişdirici kolonkalara daşıyır. Hər bir iondəyişdirici kolonka üçün müəyyən edilmiş dəqiq pH-ı olan bufer məhlulları, nasoslar vasitəsi ilə daşınır.

İondəyişdirici kolonkada kənar qarışıqlardan təmizlənmiş aminturşuların qarışığı olan məhlul müəyyən edilmiş sürətlə kapilyar reaktora daxil olur. Həmçinin həmin reaktora 3 saylı analitik nasos vasitəsilə ninhidrin məhlulu daşınır. Kapilyar reaktorda ninhidrin və nümunə 2:1 nisbətində qarışır və 100°C temperaturda 6,5 dəqiqə ərzində aralarında reaksiya başa çatır. Aminturşuların ninhidrinlə rəngli birləşmələri alınır, müəyyən sürətlə iki kanalı olan fotometril kyuveytlərinə və oradan reometre daxil olur. Nəticələr qrafik yazan cihazda qeyd olunur.

Nümunələr kasetlərə doldurulduqdan sonra bütün əməliyyatlar proqramlaşmış hissədə avtomatik qaydada həyata keçirilir. Nümunələr və 3 bufer məhlulu nasoslar vasitəsi ilə iondəyişdirici kolonkalara daşınır. İondəyişdirici kolonkaları regenerasiya etmək üçün xüsusi məhlul hazırlanır və 5 litirlik qabda cihazın reaktivlər saxlanılan hissəsində yerləşdirilir. Analiz başa çatdıqdan sonra analizatorun bütün sistemləri (məhlul gedən xətləri) avtomatik yuyulur və elektrik şəbəkəsindən ayrılır.

Əsas əməliyyatlar aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir: S-start, O- vaxtı qeyd edilir. Bu zaman analiz olunan maddə bufer məhlulla birlikdə birinci sol böyük iondəyişdirici kolonkaya daxil olur. I-kiçik iondəyişirici kolonka işə düşür; II-iondəyişdirici

kalonkada temperatur nizamlanır; III-kiçik iondöyişdirici kolonlarda analiz başa çatır; IV-ikinci sağ böyük iondöyişdirici kolonkada analiz başlanır; V-üçüncü bufer məhlul sistemə daxil olur; VI-böyük iondöyişdirici kolonkada analiz başa çatır; VII-sistemin yuyulması başa çatır (40 dəq).

Qrafik yazı hissəsi-bu hissədə hər bir aminturşunun ayrıca qrafiki yazılır. Aminturşular aşağıdakı ardıcılıqla düzülür: lizin, histidin, arginin, triptofan, asparagin turşusu, hidroksprolin, treonin, serin, qlutamin turşusu, prolin, qlisin, alanin, sistin (1,2), valin, metionin, izoleysin, leysin.

Analizin nəticələrinin hesablanması. Aminoanalizatorların cihazının qrafik yazan hissəsi qrafikləri əsasən iki rənglə- qırmızı və göy rənglə (570 nm və 440 nm dalğa uzunluğunda) yazır. Hər bir aminturşusunun miqdarı, qrafikin sahəsinə (Hauss funksiyası) əsaslanıb hesablanır. Üçbucağı xatırladan qrafikin tili onun hündürlüyü kimi qəbul olunur. Qrafikin hündürlüyündən yuxarı hissədə sərhəd xətti qeyd olunur. Dəqiq ölçmə aparılır. Sərhəd xəttlə qrafikin uzunluğunun fərqi qrafikin təmiz hündürlüyü hesab olunur. Qrafikin eni hündürlüyünün $\frac{1}{2}$ hissəsindəki enidir .

Aminturşuların mikromollarla miqdarı (M_{mk}) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$M_{mk} = \frac{H \cdot W}{C}$$

Burada: H -qrafikin hündürlüyü, sm-lə;

W -qrafikin eni, sm-lə;

C -hər bir aminturşu üçün sabit kəmiyyətdir.

Reaktivlərin hazırlanması qaydaları. Aminoanalizatorlarda analiz aparmaq üçün istifadə ediləcək reaktivlər və ionitlər aşağıdakı qaydada hazırlanır. Müxtəlif pH-a malik Na^+ bufer qarışığının hazırlanması ardıcılığı 6 saylı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 6

İondəyişdirici kalonka	Kalonkanın hamısı üçün	Sol böyük kalonka	Sağ böyük kalonka	Kiçik kalonka	Sərbəst amin-turşular
pH	2,2±0,02	3,25±0,01	4,25±0,02	5,28±0,02	4,26±0,02
Na ⁺ ionlarının qatılığı (M)	0,2	0,2	0,2	0,35	0,78
Limon ruşusunun Na duzu (q)	9,8	392,2	196,1	686,30	745,00
HCl qatı (ml)	8,3	250,0	85,0	130,0	305,6
Tiodiqlikol (ml)	10,0	100,0	50,0	-	-
Briz-35 (ml)	2,0	64,0	32,0	64,0	64,0
Kapril turşusu (ml)	0,05	2,0	1,0	2,0	2,0
Son həcm (l)	0,5	2,0	10	20	20

Bu bufer məhlulunu regenerasiya etmək üçün 0,2 n.NaOH məhlulundan istifadə olunur.

Ninhidrin məhlulu. Bu məhlul iki giriş və çıxış xətti olan kranla təchiz olunmuş 2 litrlik qara rəngli şüşə qabda təmiz azot qazı mühitində (oksigen ninhirini oksidləşdirir) hazırlanır. Ninhidrin qabı əvvəlcədən rezin şlanqla xüsusi azot bolonuna birləşdirilir, 2 saat müddətində qabdan azot keçmək şərti ilə reaktivlər hissə-hissə tədricən qaba töküləndə qarışdırılır. 4 n. asetat buferi məhlulu (pH=5,5) hazırlamaq üçün 1088 q natrium asetatı (k.t.) 800 ml qaynar suda həll etmək, otaq temperaturuna qədər soyutmaq, üzərinə 200 ml buzlu sirkə turşusu əlavə etmək və ölçü kolbasında distillə suyu ilə həcmi 2000 ml-ə çatdırmaq lazımdır. Son zamanlar SnCl₂ məhlulunu 15%-li TiCl₃ məhlulu ilə əvəz edirlər. Ninhidrin məhlulunu sistemə birləşdirən zaman çalışmaq lazımdır ki, xəttə hava tıxacı yaranmasın.

Standart aminturşuları məhlulu. Aminturşuları ağ rəngli, suda yaxşı həll olan kristallik maddələrdir. Məhlulu hazırlamaq üçün 50 millilitrlik ölçü kolbası götürülür. Kolbaya 5 ml qatı HCl əlavə edilir (həll olmasını sürətləndirir) və yarısına qədər

distillə suyu doldurulur, analitik tərəzidə 1 ml-də 1 mkq hesabı ilə aminturşuları çəkilir və kolbaya tökülür. Həllolma başa çatdıqdan sonra kolbanın həcmi bölgü xəttinə çatdırılır.

Cədvəl 7.

Müxtəlif pH-a malik Li⁺ bufer qarışığının hazırlanması ardıcılığı

pH	2,2±0,02	2,8±0,01	4,15±0,01
Li ⁺ ionlarının qatılığı	0,3	0,3	0,3
Limon turşusu Li duzu (q)	4,1	300,6	564,0
Li sitratın qatılığı (M)	0,1	0,053	-
Litium xlorid (q)	-	119,0	-
HCl-qatı (ml)	13,0	239,0	270,0
Tiodiqlikol (ml)	10,0	50,0	50,0
Kapril turşusu (ml)	0,05	2,0	2,0
Son həcm	0,5	20	20

Cədvəl 8

Ninhidrin məhlulunun hazırlanması qaydası

Reaktivlər	2000 ml həcm üçün	Azot mühitində qarışdırılma müddəti (dəqiqə ilə)
Metilsellüloza	1500 ml	10
4 n asetat buferi	500 ml	20
Ninhidrin	40 q	30
SnCl ₂ ·2H ₂ O	0,8 q	20
TiCl ₃	10 ml	20

İonitlərin hazırlanması. Bu məqsədlə işlədiləcək ionitlər Na⁺ və Li⁺ tərkibdə olmalıdır. İonitlər göstərilən tərkibdə olmazsa həmin tərkibə keçirilir. Bu məqsədlə ionit suspenziyası 2 n. NaOH mühitində tez-tez qarışdırmaq şərti ilə 2,5 saat saxlanılır. Sonra ionit neytral reaksiya alınana qədər distillə suyu ilə yuyulur. İondəyişdirici qabı doldurmaq üçün 1 hissə ionit 4 hissə 0,2n. NaOH məhlulu qarışığı götürülür.

İoniti Li⁺ formasına keçmək üçün yuxarıdakı qayda üzrə 2n. NaOH mühitində saxlanılır.

İondəyişdirici kolonkalara doldurmazdan əvvəl ionit 5-8 həcm litium buferi ilə (pH=2,8) qarışdırılır və 1 gün saxlandıqdan sonra 1 hissə ionit 4 hissə 0,3n. LiOH məhlulu ilə qarışdırılaraq iondəyişdirici kolonkaya doldurulur.

Analiz üçün nümunələrin hazırlanması

Aminoanalizatorlar vasitəsi ilə müxtəlif obyektlərdə, orqan və toxumalarda, bitki nümunələrində, yeyinti məhsullarında həm zülal, həm də sərbəst aminturşuların miqdarı təyin edilir.

Zülal aminturşuları və peptid nümunələrinin hazırlanması. Hidroliz üçün 6n. HCl tələb olunur. Hidroliz Sial və ya Pireks sınaq şüşələrində aparılır.

Tədqiq olunan zülal və ya peptid çəkilib sınaq şüşəsinə tökülür və üzərinə pipetlə nümunəni tam örtənə qədər 6n HCl əlavə edilir. Bir analiz seriyası üçün nümunədə 0,5 q zülal və ya peptidin olması kifayətdir. Oksigen alovunda sınaq şüşəsinin ağzı kip bağlanır. Qarışıq soyuducuda dondurulur. Sınaq şüşəsi 24 saat müddətində $110 \pm 1^{\circ}\text{C}$ temperatur intervalında hidroliz olunur. Çini kasada HCl-un artığı vaakumda buxarlandırılır. İstifadə olunmayan nümunə soyuducuda $+4^{\circ}\text{C}$ temperaturda saxlanılır. Triptofanın miqdarını dəqiq almaq üçün nümunə 2n NaOH mühitində 20 saat ayrıca hidroliz olunur. Triptofanın təyini əsasən Şambers üsulu ilə (Anal. Chem. 20, 30, 1998) aparılır.

Qan nümunəsinin hazırlanması. Qan nümunələrini hazırlamaq üçün əvvəlcə sentrifuqa yolu ilə plazma (sərbəst aminturşular plazmada təyin olunur) ayrılır. Sonra zülallar pikrin turşusu vasitəsilə çökdürülür. Pikrin turşusunun artığı DOVEX 2x10 tərkibli ionitlə kənarlaşdırılır, ionitin qalığı əvvəlcə 1n HCl məhlulu ilə sonra isə neytral reaksiya alınana qədər distillə suyu ilə təmizlənir.

Bütün bu işlər aşağıdakı qaydada həyata keçirilir: 25 ml təzə qan nümunəsi 50 millilitrlik sentrafuqa şüşəsinə yerləşdirilir. 1500 dövr/dəqiqə sürətlə, 5 dəqiqə müddətində sentrafuqa vasi-

təsi ilə plazma ayrılır. Pipet vasitəsi ilə 10 ml plazma kolbaya keçirilir və üzərinə 50 ml 1%-li pikrin turşusu məhlulu əlavə edilir. Məhlul bir neçə dəqiqə avtomatik çalxalayıcıya qoyulur. Bu zaman sarı çöküntü alınır. Çöküntü tullanır. Filtratdan 50 ml götürülərək (8,3 ml plazmaya uyğundur), əvvəlcədən hazırlanmış ionitdəyişdirici kolonkadan keçirilir və ionitin qalığı ardıcıl olaraq 1n və 0,02n. HCl-la yuyulur. Alınmış şəffaf məhlul çini kasada 5 ml qalana qədər buxarlandırılır. Kənar qarışıqlardan təmizlənmiş nümunə 3 millilitrlik ağız kip bağlanan büksə keçirilir və bütün gecəni dondurulmuş halda saxlanılır. Ertəsi gün 1n. NaOH ilə məhlulun pH-ı 7,8-ə çatdırılır və sisteyinin sistinə çevrilməsini təmin etmək üçün laboratoriya temperaturunda 4 saat müddətində saxlanılır. Sonra 1n. HCl vasitəsi ilə məhlulun pH-ı 2,0-yə çatdırılır və nəhayət pH-ı 2,2-yə bərabər olduqda bufer ilə nümunə 5 ml-ə çatdırılır. Bu qayda ilə nümunə analiz üçün hazır olur. Hazır nümunə soyuducuda saxlanılır.

Toxuma nümunəsinin hazırlanması qaydası. Toxuma (ürək, qaraciyər, əzələ və s.) nümunəsini hazırladıqda qan nümunəsi analizinin gedişində olduğu kimi-zülallar pikrin turşusu vasitəsi ilə ayrılır, ionitdən keçirməklə təmizlənir. Ancaq qan nümunəsindən fərqli olaraq toxuma nümunəsini hazırlayanda iondəyişdirici kolonka bir az böyük götürülür və məhlulun həcmi isə 80 millilitrə qədər artırılır. Toxuma nümunəsini analiz üçün tez hazırlamaq lazımdır ki, onun tərkibi dəyişikliyə uğramasın. Artıq qalan toxumanı soyuducuda dondurulmuş vəziyyətdə saxlamaq lazımdır.

Bitki nümunəsinin hazırlanması. Bitki nümunəsində həm zülal (hidroliz məhsullarında), həm də, sərbəst aminturşuları təyin etmək mümkündür.

Bunun üçün bitki nümunəsini əvvəlcə 60°C temperaturda 70% etanolda və ya pH-ı 7 olan 0,01M fosfat buferində həll etmək lazımdır.

Birinci həlledicidə alanin, ikincidə isə arginin qismən parçalanır. Bu səbəbdən hər iki həlledicidən istifadə etməklə dəqiq nəticə əldə etmək olur. Məhluldan pikrin turşusu vasitəsi ilə

zülallar çökdürülür, iondəyişdirici kolonkadan keçirilir, 1n. HCl vasitəsi ilə pH-ı 2,0-yə nizamlanır və pH-ı 2,2 buferi vasitəsi ilə həcmi 10 millilitrə çatdırılır. Hazır nümunə soyuducuda ağzı kip bağlı ampulalarda saxlanılır.

Zülal aminturşularını təyin etmək üçün bitki nümunələrini ilkin həlledicidə (fosfat buferində) həll etmək lazımdır. Məhluldan zülallar asetonla və ya üçxlorlu sirkə turşusu vasitəsi ilə çökdürülür. Çöküntü süzülür, yaxşı yuyulur, 20⁰C temperaturda 5-6 saat müddətində qurudulur, tələb olunan miqdarda analitik tərəzidə çəkilib və 6 n. HCl-da hidroliz olunur. Sonra isə zülal aminturşularının təyini qaydasında olduğu kimi ardıcıl əməliyyatlar təkrar olunur.

Yem nümunələrində ümumi aminturşuların (həm zülal, həm də sərbəst) miqdarını təyin etmək üçün 0,5-5 q nümunə çəkilir. 6n. HCl-da 24-28 saat müddətində hidroliz olunur. Məhlul süzülür, HCl-un artığı vakuumda buxarlandırmaqla kənar edilir. Sonrası isə analizin gedişi yuxarıda göstərilən qaydalar üzrə ardıcıl aparılır.

Elektroforez

Elektroforez elektroforetik metodlar hadisəsinə əsaslanmışdır. Elektroforez kolloid məhlulların və ya suspenziyaların yüklənmiş hissəciklərinin elektrik sahəsində yerdəyişməsidir. Bu metod quruluşuna görə bir-birinə yaxın olan maddələrin mürəkkəb qarışıqlarının ayrılması və təmizlənməsində, həmçinin, maddələrin xassələrinin, quruluşunun və tərkibinin öyrənilməsində geniş tətbiq olunur. Onun köməkliyi ilə zülalların, fermentlərin, antibiotiklərin, toksinlərin, polisaxaridlərin, vitaminlərin və yeyinti məhsullarının başqa komponentlərinin tərkibini tezliklə keyfiyyət və kəmiyyətə analiz etmək olur. Ona görə də elektroforez çox vaxt elmi-tədqiqat işlərində istifadə edilir.

Analiz zamanı istifadə olunan gərginlikdən asılı olaraq aşağı voltlu və yüksək voltlu elektroforezlərdən istifadə olunur. Tətbiq olunan cihazın xarakterinə və analizin şəraitinə görə elek-

troforezlər aşağıdakı növlərə ayrılır:

- frontol elektroforez;
- zonal elektroforez;
- immuno elektroforez;
- izoelektrofokuslaşdırma;
- izotaxoforez.

Frontol və ya klassik elektroforezdə yüklənmiş hissəcikləri olan müəyinə olunan məhlul həlledicinin təbəqəsi altında elə yerləşdirilir ki, onların arasında bir-birindən ayrılan, aydın bilinən sərhəd əmələ gəlsin və sonra daimi cərəyan buraxılır. Bu zaman məhlulun yüklü hissəcikləri qarşıdakı əks işarəli elektrodlara doğru hərəkət edir. Beləliklə, sərhəd ayrılığı bir-birinə qarışmağa başlayır. Sərhəddin bir-birinə qarışması müşahidə olunur. Hissəciklərin sürətinə əsasən məhlulda maddələrin tərkibi, quruluşu və xassələri müəyyən edilir. Klassik elektroforezlə zülalların mühüm fərdi xarakteristikası olan elektroforetik hərəkətiliyi və izoelektrik nöqtəsi təyin edilir, zülalların quruluşu, zülal komponentlərin tərkibi öyrənilir. Zonal elektroforezin müxtəlif modifikasiyaları böyük işgörmə qabiliyyətinə, qurğuların sadəliyinə və universallığına görə daha geniş tətbiq olunur. Yuxarıda göstərilən metodlardan fərqli olaraq zonal elektroforez məsaməli daşıyıcıdan və bufer məhluldan ibarət heterogen mühitdə aparılır. Buna görə də onu çox fəxət inert daşıyıcıda elektroforez adlandırırlar. Daşıyıcıların tətbiqi istilik konveksiyasını tam aradan qaldırır və gərginliyi xeyli yüksəldir. Bu da analiz müddətini qısaltmağa imkan verir.

Daşıyıcı kimi çox vaxt suspenziya və ya gel şəklində nişasta, sellüloza tozu, kağız, asetat-sellülozlu plyonka, poliakrilamidli və aqarlı gel işlədilir. Az-az hallarda isə azbest şüşə liflər, şüşəparça, məsaməli rezin, diatomit və s. istifadə olunur. Daşıyıcının növünə və analizin aparılması texnikasına görə zonal elektroforez kolonkalarda, bloklarda, kağızda aparılmaqla, axımlı elektroforezə, gelelektroforezə və diskelektroforezə bölünür.

Elektroforezin izoelektrofokuslaşma və izotaxoforez metod-

ları nisbətən az tətbiq olunur. Yuxarıda göstərilən metodlardan fərqli olaraq bunun üstünlüyü orasındadır ki, müəyinə olunan maddə qarışığının elektroforez gedən müddətdə ayrılmış zonaları yuyulub getmir, əksinə konsentrasiya olunur. Bu komponentlərin ayrılmasını və identifikasiyasını xeyli yüngülləşdirir.

Ətin zülal fraksiyalarının kağız üzərində elektroforez üsulu ilə təyini

Ət ekstraktında zülali maddələr kolloid halında olub, müəyyən elektrik yükü daşıyırlar. Ona görə də onlar elektrik sahəsində yüklərinin işarəsindən və qiymətindən asılı olaraq, müəyyən elektrodlara doğru müxtəlif sürətlə hərəkt edirlər. Bu hadisəyə elektroforez deyilir. Bu zaman müxtəlif zülallar ayrılaraq, fraksiyalara bölünür. Zülal fraksiyaları xüsusi boyalarla aşkara çıxarılır və kolorimetrik üsulla miqdarca təyin edilir.

Cihazlar və reaktivlər.

1. Kağız üzərində elektroforez cihazı. Bu da iki hissədən: kağız üzərində ayırma kamerasından və düzləndiricidən ibarətdir.
2. Kolorimetr və ya fotoelektrokolorimetr;
3. Quruducu şkaflar;
4. Fotovannaları (35x45 sm) və ya yarımavtomatik boyama və yuma qurğusu;
5. Mikropipet;
6. Elektroforeqramları qurutmaq üçün şüşə və ya taxta çərçivə;
7. Cilalanmış örtük şüşəsi;
8. Xromatoqrafiya kağızı;
9. Su hamamı;
10. Medinal-veronal buferi. 10,32 q medinal (veronalın natrium duzu) 1 litrlik ölçü kolbasına tökülərək, 300 ml distil suda həll edilir. Məhlulun üzərinə 1,84 q veronal əlavə olunur və onun həll olması üçün qarışdırıla-qarışdırıla su hamamında qızdırılır. Sonra qarışığın həcmi distil suyun əlavə edilməsi ilə 1 litrə çatdırılır. Məhlulun pH-ı 8,6, ion gücü 0,06 olur.

11. Amidoşvars (və ya turş göy-qara boya) məhlulu. Bu məhlul 0,2 q boya və 100 ml buzlu sirkə turşusu 900 ml metil spirtində həll edilməklə hazırlanır.

12. Boyanın zülalla birləşməmiş hissəsini yumaq üçün məhlul. Bu məhlul 100 ml buzlu sirkə turşusunu və 40 ml əridilmiş (maye) fenolu 860 ml suda qarışdırmaqla hazırlanır.

13. 0,1 n. natrium hidrokسيد məhlulu.

Təcrübənin gedişi. Ayırma kamerasının qapağı götürülərək, küvetlər medinal-veronal buferi ilə doldurulur və səviyyələri bərabərləşdirilir. Küvetlərin bölmələri süzgəc kağızı ilə əlaqələndirilir. Xromatoqrafiya kağızı 4x40 sm ölçüdə (ölçü kameranın müxtəlifliyindən asılı olaraq dəyişə bilər) kəsilir. Kağızın katod tərəfə salınacaq ucunda lazımi qeydlər (tarix, nümunənin nömrəsi, təcrübənin rejimi və s.) aparılır və 18 sm-liyində adi karandaş və xətkəşlə düz xətt çəkilir. Sonra kağızın ucları küvetlərin daxili bölmələrinə salınaraq kameraya qoyulur və qapağı bağlanır. Xromatoqrafiya kağızı tam islandıqdan sonra kameranın qapağı açılır. Mikropipetlə 0,01 ml filtrat götürülərək cilalanmış örtük şüşəsinin bir tərəfinə bərabər yayılır. Örtük şüşəsinin filtrat olan tərəfi kağızın xətt çəkilmiş hissəsinə çox təzyiq etmədən şaquli vəziyyətdə qoyularaq, sonra əyilir və filtrat tamamilə kağıza köçürülür. Örtük şüşəsi yenidən şaquli vəziyyətə gətirilərək kağız üzərindən ehtiyatla götürülür. Ayırma kamerasının qapağı bağlanır və düzləndirici ilə o da elektrik şəbəkəsi ilə birləşdirilir. Ayırma 4 v/sm gərginlikdə və 0,1-0,2 mA/sm cərəyan gücündə 18 saat ərzində aparılır. Bu müddətdən sonra kamera elektrik şəbəkəsindən ayrılır. Xromatoqrafiya kağızları çıxarılaraq şüşə (və ya taxta) çərçivəyə qoyulur və quruducu şkafta 105⁰ temperaturda 20 dəqiqə qurudulur. Qurudulmuş xromatoqrafiya kağızları fotoküvetdə boya məhlulunda 20 dəqiqə saxlanılır. Kağızlar sonra başqa küaetlərə keçirilərək boyanın zülallarla birləşməmiş hissəsini yumaq üçün hazırlanmış məhlulla hər dəfə təzələnməklə 5-6 dəfə yuyulur. Yumanın sonunda elektroforeqramlar (boyanmış və yuyulmuş xromatoqrafiya kağızları) havada qurudulur.

Zülal fraksiyalarının faizlə nisbi miqdarını hesablamaq üçün elektroforeqramlardan boyanmış zülallar xüsusi məhlulla çıxarılır və elektrofotokolorimetriya olunur. Bu məqsədlə elektroforeqramdakı fraksiyalar təkliddə qayçı ilə kəsilərək xırdalanır və hər bir fraksiya bir sınaq şüşəsinə tökülür. Kontrol nümunə (2 ədəd) elektroforeqramın boyanmamış hissəsindən kəsilir. Hər bir sınaq şüşəsinə 10 ml 0,1 n. natrium hidroksid məhlulu əlavə edilir. Sınaq şüşələri vaxtaşırı ehtiyatla çalxalanmaqla 1 saat saxılanılır. Bu müddətdən sonra elektroforemetrdən istifadə etməklə kontrol nümunələrə əsasən sınaq şüşələrindəki boyanmış məhlulların (elyuatların) ekstinsiyası (və ya optik sıxlığı) təyin olunur. Bütün sınaq fraksiyaları ekstinsiyasının cəmi 100 götürülərək onların faizlə nisbi miqdarı aşağıdakı düsturun köməkliyi ilə hesablanır:

$$\tilde{O} = \frac{a \cdot 100}{b}$$

Burada: x-hər bir zülal fraksiyasının faizlə nisbi miqdarı, %-lə;

a-hesablanan zülal fraksiyasının ekstinsiyası;

b-bütün fraksiyaların ekstinsiyasının cəmi.

Süddə kazeinin və zərdab zülallarının poliakrilamid gelində elektroforez üsulu ilə təyini

Kazein süddə olan ümumi zülallar 78-85%-ni təşkil edir. Müasir elektroforez üsulları ilə kazeinin 10-dan artıq fraksiyalarının olması müəyyən edilmişdir. Onlardan α , β və γ kazein başqalarına nisbətən çox öyrənilmişdir. Bu fraksiyalar bir-birindən tərkiblərində fosforun, kükürdün fermentlərə nisbətinə görə fərqlənilir. Kazeinin α , β və γ fraksiyalarına ayrılması sidik cövhərinin iştirakı ilə aparılır.

Südü zərdab zülalları poliakrilamid gelində (PAAG) elektroforez üsulu ilə aşağıdakı fraksiyalara ayrılır: β -laktoqlobu-

linlər, γ -laktoqlobulinlər, zərdab albuminləri, proteoz peptid fraksiyası və immunoqlobulinlər.

Bu sahədə aparılan elmi-tədqiqat işlərində respublikamızın və xarici ölkə alimlərinin aldıkları göstəricilərində fərqli nəticələr nəzərə çarpır. Bunun səbəbi onların müxtəlif elektroforez (poliakrilamid gelində, kraxmal gelində, kağız üzərində) üsulları ilə işləmələrdir.

İşin mahiyyəti. Disk-elektroforez üsulunda PAAG-də müxtəlif bufer məhlullarından istifadə etməklə, onların müxtəlif sürətlə daşınmasına əsaslanır. Bu məqsədlə işlədilan bufer məhsulları müxtəlif tərkibə və pH-a malik olurlar. Daşıyıcı rolunu isə gelin ayrı-ayrı təbəqələri yerinə yetirir. Zülalların ayrılması ardıcılığı onların molekul kütləsindən, molekulalarının ölçüsündən və elektrik sahəsindəki yükündən asılıdır.

Reaktivlərin hazırlanması.

1. Bufer məhlulları: a) pH=9,0 olan A buferini hazırlamaq üçün 250 ml 0,2M TMAM (trioksimetil aminmetan) məhlulu 75 ml 0,1M HCl məhlula qarışdırılır və distillə suyu ilə həcmi 1 litrə çatdırılır.

b) pH=6,7 olan B buferini hazırlamaq üçün 250 ml 0,2 M TMAM məhlulu ilə 485 ml 0,1 M HCl məhlulu qarışdırılır və distillə suyu ilə həcmi 1 litrə çatdırılır.

c) pH=8,5 olan C buferini hazırlamaq üçün 6 q TMAM 28,8 q qlisin amin-turşusu ilə qarışdırılır və distillə suyu ilə həcmi 1 litrə çatdırılır.

Bufer məhlullarını işlətməzdən əvvəl 10 dəfədən az olma- maq şərti ilə çalxalamaq lazımdır.

2. Gelin tərkibi: TMAM, MBA (metilenbisakrilamid), TEMED (tetrametiletildiamin), APS (ammonium persulfat) reaktivlərindən aşağıdakı qaydada hazırlanır:

3. APS-katalizator kimi istifadə olunur. Bu məhlulu hazırlamaq üçün 300 mq APS 5 ml distillə suyunda həll edilir. Məhlul dərhal işə başlayarkən hazırlanır.

4. Hərəkət edən təbəqə üçün boya məhlulu məqsədi ilə 0,1% göy bromfenoldan istifadə olunur.

5.Zülalların boya məhlulunu hazırlamaq üçün 7%-li sirkə turşusunda 1%-li 10B qara amid məhlulu həll edilir.

6.Foreqrammaları yumaq üçün 7%-li sirkə turşusu məhlulundan istifadə olunur.

Cədvəl 9.

Reaktivlər	Miqdarı	10%-li akrilamid geli üçün	3,5%-li akrilamid geli üçün
Akrilamid	q	10	3,5
MBA	q	0,184	0,184
A-buferi	ml	100	-
B-buferi	ml	-	100
Saxaroza	q	-	20
TEMED	ml	0,1	0,1
APS	ml	0,1	0,1

İşin gedişi. Kasetin şüşələri ehtiyatla yuyulur, spirt efir qarışığında (1:1) işlənir və xüsusi qurğuda qurudulur. Kolbada 10% gel və APS məhlulu qarışdırılır və bu qarışıqdan kasetin gözlərinin $\frac{3}{4}$ hissəsinə qədər doldurulur. Qalan hissəni distillə suyu ilə tamamlanır. Bu üsulla aparılan polimerləşmə 20-25 dəqiqə davam etdirilir. Polimerləşmə əməliyyatından sonra qarışıq boşaldılır və kasetlərə 3,5 %-li gel doldurulur və şüşələrdə forma alınana qədər saxlanılır.

Süd zərdabı nümunəsi 1:1 nisbətində 40 %-li saxaroza məhlulu ilə qarışdırılır və bu qarışıqdan mikropipetka ilə 50 mkl götürülüb gözlərə doldurulur. Kamera bufer məhlulu ilə doldurulur və üzərinə 1-2 damcı göy-bromfenol tökülür. Elektroforez 100 mA cərəyan (geldə 200 mA) altında aparılır. Bunun üçün universal cərəyan mənbəyindən (UCM-1) istifadə olunur. Şaquli elektroforez cihazında platin elektrodan istifadə olunur.

Elektroforez qurtardıqdan sonra gel boşaldılır. 1-1,5 dəqiqə müddətində 10B tərkibli qaraamid boya məhlulunda saxlanılır. Sonra gel 7%-li sirkə turşusu məhlulu ilə yuyulur.

Kazeinin elektroforezi üçün nümunənin hazırlanması yuxarıdakı qaydada aparılır. Bunun üçün 6,6M sidik cövhəri, B-buferi ilə 16:3 nisbətində qarışdırılır. Kazeindən 50 mq götürüb 5 ml sidik cövhərində qarışdırılır, analiz üçün bu qarışıqdan 50 mkl istifadə edilir.

Süddə kazeinin və zərdab zülallarının fraksiya tərkibi inəklərin cinsindən, yaşından, laktasiya dövründən, yemləndirilməsindən, saxlanılmasından və s. amillərdən asılıdır.

10 və 11 saylı cədvəllərdə birinci nəsəl hibrid inəklərin (Kuba zebusu x Qonur latviya) südüdə laktasiyanın 3 ayında kazein və zərdab zülallarının fraksiyalarının q% -lə miqdarları verilmişdir.

Cədvəl 10

Süddə kazein fraksiyalarının miqdarı, q%-lə (n=15) $M \pm m$

Fraksiyalar	Miqdarı
α_{s_0} -kazein	0,39±0,035
α_{s_1} -kazein	0,87±0,069
α_{s_2} -kazein	0,33±0,018
β -kazein	0,72±0,042
α -kazein	0,50±0,031
γ -kazein	0,41±0,042

Cədvəl 11

Süddə zərdab zülallarının fraksiyalarının miqdarı q% (n=15)

$M \pm m$

Fraksiyalar	Miqdarı
β -laktoqlobulinlər	0,220±0,007
γ -laktoalbuminlər	0,150±0,008
Zərdab albuminləri	0,056±0,004
Proteozo-peptid fraksiyaları	0,091±0,005
İmmunoqlobulinlər	0,1100±0,06

Ərzaq mallarının optik xassələrinin ölçülməsi

Ərzaq məhsullarının fiziki-kimyəvi xassələrinin tərkib hissəsi olan-optik xassələr, keyfiyyət analizlərində geniş tətbiq olunur. Yeyinti məhsullarının optik xassələri onların molekulyar quruluşundan və tərkibinə daxil olan elementlərin fiziki-kimyəvi xassələrindən kəskin sürətdə asılıdır. Molekulyar optika adlanan elm, məhsulun elektromaqnit şüaları ilə qarşılıqlı təsirlərinə əsaslanır. Bu xassələr aşağıdakılardır:

1. Maddələrin şüasındırma əmsalı. Şüa müxtəlif spektrlərdən ibarət olduğu üçün o, mühitdən keçdikdə dispersiya edir. Ona görə də mühitin şüasındırma əmsalı, düşən şüanın dalğa uzunluğundan asılı olur.

2. Maddələrin şüaudma xassəsi. Hər hansı molekulyar mühitə şüa düşəndə onun bir hissəsi udulur və şüa zəifləyir. Bu optik xassə mühitin qatılığından asılıdır.

3. Şüanın mühitdə səpələnməsi. Şüanın səpələnməsi maddənin tərkibinin bircins olmamasından asılıdır.

4. Maddənin şüalanma xassəsi (lüninesensiya). Bu atomda, ionda, molekulada və digər mürəkkəb maddə quruluşunda elektronların həyəcanlanmış orbitdən normal hala keçməsində yaranan şüalanmadır. Bu şüalanma istilik ilə bağlı olmadığından, bəzən soyuq şüalanma da adlanır. Yalnız şüa təsiri altında yaranan, davam edən şüalanma fluoresensiya, şüa təsiri kəsiləndən sonra da davam edən şüalanma isə fosforesensiya adlanır.

5. Şüanın polyarizasiya etdirmə xassəsi. Şüa molekulyar mühitdən keçəndə, molekula polyarizasiya müstəvisinə uyğun olaraq sağa və ya sola dönür. Bu məhsulun tərkibindəki molekulların optik aktivliyindən asılıdır.

6. Məhsulun radioaktivlik xassəsi.

Bu xassələrin ölçülməsi üçün optik siqnal çeviricələrindən istifadə olunur. Bu çeviricələrin fotometrik xarakteristikaları onların inteqral həssaslığı, şüa hiss etmə səthi və nisbi spektral hiss etmə qabiliyyətidir. Bu xassələrə görə siqnal çeviriciləri korrelyasiya olunur. Fotometriyada nisbi spektral həssaslıq, insan gözünün spektral həssaslığı ilə müqayisə olunur. İnsan

gözünün hiss etdiyi görünən şüalara nisbətən, daha geniş spektrdə işləyən yarımkeçirici signal çeviriciləri mövcuddur. İnsan gözü 550 nm (nonometr) sarı-yaşıl spektrə daha həssasdır. İşıq şüasının enerjisini elektrik signalına çevirən elementlər, birlikdə fotoelement adlanır. Fotoelementin iş prinsipi fotoeffekt fiziki hadisəsinə əsaslanır. Şüalanan səthdən elektronun ayrılması ilə gedən fotoeffekt xarici, maddənin elektrik keçiriciliyinin artması ilə müşahidə olunan isə, daxili fotoeffekt adlanır. Əgər daxili fotoeffekt iki yarımkeçirici, yaxud yarımkeçirici ilə metal sərhəddində yaranırsa, onda foto- elektrik hərəkət qüvvəsi yaranır. Buna fotoqalvanik element deyilir.

Refraktometriya

Refraktometriya şüanın bir mühitdən digərinə keçməsi zamanı onun sınmasını ifadə edən refraksiya sözündən götürülmüşdür. Refraktometr mühitin şüasındırma əmsalını ölçür.

Əgər şüa (görünən), yaxud daha geniş mənada elektromaqnit dalğası (görünməyən) iki mühit sərhəddindən keçirsə sınır. Şüanın sınma əmsalı mühitin sıxlığından, strukturundan və s. fiziki xassələrindən asılıdır.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \text{ yaxud mühitdə şüanın yayılma sürətlərinə } (\nu_1; \nu_2)$$

görə: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$. Birinci mühit vakuum, ikinci mühit hava

olarsa $n > 1$, birinci mühit ikinciyə nisbətən daha sıx olarsa, $n < 1$ olur. Bu halda sınma bucağı düşmədən böyük olur. Düşmə bucağını böyüdərək elə bir limitə çatdırmaq olar ki, $\beta = 90^\circ$, hətta şüanın hamısı qayıdar, sınma alınmaz. Bu xüsusi hala, tam daxili qayıtma deyilir. Bu halda: $n = \frac{1}{\sin \alpha}$ olar.

Beləliklə, iki mühit sərhəddində tam daxili qayıtmaya nail olanda, düşmə α -limit bucağını ölçməklə refraksiya əmsalını (n) təyin etmək mümkündür. Çox sayda refraktometr cihazları bu qaydaya əsaslanıb. Əgər şüa az sıx mühitdən (tədqiq olunan maddədən), daha sıx mühitə (prizmaya) keçərsə, $\alpha_{\text{limit}} = 90^\circ$ düş-

mə bucağında, β_{limit} - işıqlı və qaranlıq sərhəd müşahidə ediləcək. Deməli, prizmanın şüasındırma əmsalı məlum olmalıdır.

Normal atmosfer təzyiqində, otaq temperaturunda havanın mütləq şüasındırma əmsalı 1,00027 olduğundan $n_{\text{mut}} = 1.00027 \cdot n$ olur.

Mühitin şüasındırma əmsalı dalğa uzunluğundan, temperaturdan və təzyiqdən asılıdır. Mühitin sıxlığı (ρ) ilə şüasındırma əmsalı düz mütənasibdir: $f(n) = k \cdot \rho$, burada k - xüsusi refraksiya əmsalıdır.

Bərk cisimlər, məsələn, şüşə üçün şüanın sınma əmsalı temperaturun 1°C dəyişməsi zamanı 10^{-5} , su üçün $-0,19 \cdot 10^{-4}$ fərq verir. Ona görə də refraktometriyada ölçü temperaturu 20°C qəbul edilmişdir. Temperaturun digər qiymətlərində isə bu əmsala xüsusi cədvəllər ilə düzəlişlər verilir.

Refraktometrik üsul ilə tərkib analizi ona görə geniş tətbiq oluna bilmir ki, məhlulun şüasındırma əmsalı ilə qatılığının asılılığı həmişə mütənasib olmur. Bu halda əlavə təcrübə ayrıləri qurmaq, əlavə fiziki-kimyəvi xassələri, məsələn, ərimə və qaynama temperaturunu, xüsusi çəkisini və s. tədqiq etmək lazımdır.

Əksəriyyət refraktometrde məhlul iki prizmanın aralığında yerləşdirilir. Onların iş prinsipi tam daxili qayıtma qanununa əsaslanır. Abbe üsulu ən əhatəli sayılır. Bu üsul sındırma əmsalını $1,3 \div 1,7$ aralığında ölçməyə imkan verir. Prizmaların hipotenuz səthləri arasındakı kiçik aralığa 2-3 damcı məhlul tökülür. Prizmalar okulyarın oxuna perpendikulyar istiqamətdə fırlana bilər. Ölçmənin nəticəsi okulyardakı qaranlıq-ışıqlı sərhəddə görə müəyyən edilir. Baxış borusundakı vizir xətti ilə qaranlıq-ışıqlı sərhəddə xətti üç dəfə təkrar üst-üstə salınır və orta qiymət hesablanır. Bəzi refraktometrlərdə, məsələn, «saxarometr»də iki şkala var, birincidə sındırma əmsalının qiyməti $1,33 \div 1,54$ aralığında, digərində bu qiymətə uyğun şəkərin faizi ($0 \div 95\%$) göstərilir. Məhlul yerləşən prizmalar

aralığında ağ işıqdan istifadə olunur. Ona görə də yaranan dispersiya rəngləri qaranlıq-ışıqlı sərhəddin aydınlığına maneçilik törədir. Bu qüsuru aradan qaldırmaq üçün şüa seçmə Amiçi prizmasından istifadə edilir. Bu prizma $\lambda = 589nm$ dalğa uzunluğunu seçir.

Analizi asanlaşdırmaq üçün etalon məhluldan istifadə edilir.

$$C_x = C_{st} \cdot \frac{n_x - n_{st}}{n_{st} - n_0},$$

burada: n_0 - həll edicinin sındırma əmsalı;

n_{st} - standart məhlulun sındırma əmsalı;

n_x - analiz məhlulunun sındırma əmsalı;

C- qatılıqdır.

Şəkər sənayesi üçün buraxılan və konserv zavodlarında geniş istifadə edilən PJİ markalı refraktometrin şkalasının düzgünlüyünü müxtəlif məhlullar üzərində yoxlayarkən müəyyən edilmişdir ki, cihaz yalnız suda həll olan karbohidratların məhlullarının konsentrasiyasını dəqiq müəyyən edir, çünki cihazın şkalası şəkər məhlullarına əsasən dərəcələrə bölünmüşdür.

PJİ refraktometri elə konstruksiya edilmişdir ki, cihazın bütün kövrək hissələri qapalı metal qutuda qalır.

Refraktometrin xaricində yalnız prizmalarının səthləri və daxilində şkala ilə okulyarın yerləşdiyi pəncərə qalır. Prizmalar metal çərçivə içərisinə alınmışdır. Üst prizma çərçivənin oxuna bərkidilmişdir və onu dəstək vasitəsi ilə yuxarıya aşırmaq mümkündür. İşığı prizmalara çox vaxt yuxarı deşikdən güzgü vasitəsi ilə yönəldilir. Yalnız rəngi tutqun məhlullar tədqiq edildikdə yuxarı deşiyi qapayır və şüaları alt deşiyə yönəldirlər.

Okulyarı qaldırmaq və endirmək mümkündür, çünki o öz oxu ətrafında dönmə lingə bərkidilmişdir. Həmin lingə ilə eyni ox üzərində kiçik bir lingə də vardır. O, fırlanma hərəkətini kompensatora ötürür. Cihazda üzərlərində ştrixləri olan şüşə şkala və şəbəkə vardır. Başlığı fırlandırmaqla okulyarı fokusa gətirirlər. Müşahidəçidən sağ tərəfdə 0-dan 95%-ə qədər bölgüləri olan şaquli şkala yerləşmişdir. Bu bölgülərdə 0-dan 50%-ə

qədər olanların hər birinin qiyməti 0,2%, 50-dən 95%-ə qədər olanların hər birinin qiyməti isə 0,1%-dir; sol tərəfdə 0,3-0,54-ə qədər şüasındırma göstəriciləri qeyd edilmişdir.

Okulyarın lingini qaldırmaq və ya endirməklə tuşlama xəttini və ya dairənin mərkəzini qaranlıq və işıqlı sahələrin sərhəddi üzərinə salır və cihazın göstərdiyi rəqəmləri qeyd edirlər. Refraktometrin göstəriciləri sabit 20°C temperatur üçün hesablanmışdır. Buna görə də iş zamanı temperatur üçün düzəliş cədvəllərindən istifadə edilməlidir: analiz zamanı temperatur normal dərəcədən (20°C) aşağı olmuşsa quru maddələrin tapılan miqdarından düzəlişin qiymətini çıxmaq, temperatur normal dərəcədən yüksək olduğu hallarda isə düzəlişin qiymətini əlavə etmək lazım gəlir.

Analizi aşağıdakı qaydada aparırlar. Çərçivəni prizma ilə birlikdə yuxarıya qaldırır və əridilib təmizlənmiş şüşə çubuqla aşağı prizmanın səthinə bir-iki damcı maye salırlar (çubuq prizmaya toxunmamalıdır, çünki o, prizmanın səthinə cıza birlər), sonra da maye damcısının üstünü digər prizma ilə örtürlər.

Bircinsli olmayan mayeləri (məsələn, pomidor məhsullarını, pavidlonu və s.) tədqiq etdikdə tənziyə götürülən maddə nümunəsini saxlamaqla refraktometrin prizması üzərinə bir neçə damcı şirə salırlar (şirənin ilk damcıları atılmalıdır). Bəzi hallarda refraktometrin prizması üzərinə salmaq üçün yoxlanılan obyektədən şirə damcısı sıxıb çıxarmaq mümkün olmadıqda və ya məhsulun rəngi qaramtıl olduqda analiz aparılması çətinləşir, hətta bəzən qaranlıq sahə ilə işıqlı sahə arasındakı sərhəd aydın olmadığından analiz aparmaq heç mümkün olmur. Belə hallarda nümunənin çəki ilə götürülən orta sınağına (0,01 q dəqiqliyə qədər götürülən 5-10 q sınağa) ölçü aləti vasitəsilə 4 q-a yaxın yuyulmuş qum və götürülən sınağın çəkisinə bərabər həcmdə distillə edilmiş su əlavə edirlər. Qarışığı cəld çini dəstəklə sürtüb yaxşıca qarışdırır, tənziyədən süzülmüş iki damcı məhlulu dərhal prizmanın üzərinə salır və refraktometrin göstərişlərini şkala üzrə hesablayırlar. Quru maddənin miqdarını, məhlulun ikiqat durulaşdırılmış olması nəzərə alınmaqla hesablayıb

tapırlar.

Baxış sahəsinin işıqlandırılma dərəcəsinə okulyara baxmaqla nəzər yetirilir. Bu zaman kompensatoru kiçik qol (manivela) vasitəsi ilə elə vəziyyətə gətirirlər ki, işıq və kölgənin ayrılma sərhəddi kifayət qədər kəskin olsun. Bundan sonra refraktometrin göstəricilərini qeyd edirlər və temperaturu hökmən göstərilər. Işıq aşağı dəyirmi deşikdən düşürsə sahənin alt (və ya sol) yarısı qaranlıq olur, işıq yuxarı deşikdən düşdükdə isə sahənin üst (və ya sağ) yarısı qaranlıq görünür. Göstəricilər prizma üzərinə maye damcılarını salınan kimi dərhal cəld oxunmalıdır, yoxsa maye buxarlanmağa başlaya bilər və həqiqi qiymətindən yüksək qiymətlər alınır. Bundan əlavə, işıq ilə kölgənin sərhəddinin kəskinliyi azalır. Analiz qurtardıqdan sonra prizmaların səthini suda və ya spirtə azca isladılmış pambıqla silib təmizləyirlər. Paralel aparılan hesablamalar arasında fərq 0,2%-dən artıq olmamalıdır.

Refraktometrin göstərişlərinin düzgünlüyünü yoxlamaq üçün şüasındırma əmsalı qabaqcadan məlum olan hər hansı bir mayenin, məsələn, monobrom naftalinin, benzolun, suyun və sairənin şüasındırma əmsalını refraktometrə müəyyən edirlər. Məsələn, refraktometrin prizması üzərində distillə edilmiş bir damcı su saldıqda işıq və qaranlıq sahələrin sərhəddi 1.333 rəqəminin qarşısında yerləşməlidir, bu da faizlər şkalasında 0-a uyğun gəlir.

Adətən, sıfır nömrəsini müəyyən etmək üçün refraktometrin yanında şüasındırma əmsalı 1,658 olan monobromnaftalin qoyulur. Bundan əlavə refraktometrə, üst müstəvisində müəyyən edilmiş şüasındırma əmsalının qeyd edildiyi xüsusi düzbucaqlı lövhə əlavə edilir. Həmin düzbucaqlı lövhənin üst və üç yan səthi donuq rəngdədir, yalnız alt və bir yan səthi parlaq olub, cilalanmışdır.

Refraktometrin prizmasının alt səthinə (tozunu diqqətlə təmizlədikdən sonra) şüşə çubuqla bir damcı monobronaftalin salıb üzərini lövhə (plastinka) ilə elə örtürlər ki, maye damcısı lövhələrin bir-birinə toxunduğu bütün səth üzrə bərabər sürətdə

yayılsın. Bu zaman cilalanmış səth içəriyə, refraktometrə tərəf döndürülməlidir.

Refraktometrin göstərişləri şüasındırma əmsalının lövhə üzərində qeyd edilmiş qiymətinə bərabər alınarsa, deməli, şkalanın sıfır nöqtəsi düzgün müəyyən edilmişdir, ona bərabər alınmadıqda, artıq-əskikliyi aradan qaldırırlar. Bunun üçün üst tərəfdən refraktometrin gövdəsindəki qaykanı açaraq okulyarın dəstəyini yuxarıya qaldırırlar, bu zaman onun deşiyindən, düzünə baxış prizmasına birləşdirilmiş kiçik vintin dördbucaqlı başlığı görünür. Refraktometrə onun ölçülərinə müvafiq açar əlavə edilir. Açarı vintin başlığına geydirib ehmalca fırlatmaqla refraktometrin göstəricilərini normal həddə çatdırırlar.

Quruluşca daha sadə olduğuna görə bağ və ya çöl şəraitində məhsulların quru maddələrini müəyyən etmək üçün çöl refraktometrindən istifadə edirlər. O, qatlanan qapaqlı metal çərçivəli prizma ilə birləşdirilmiş baxış borusundan ibarətdir. Refraktometrə meyvə və ya tərəvəzdən sınaq götürmək üçün şup, şirə sıxmaq üçün kiçik əl presi və baxış borusunun gövdəsində qoyulmuş vinti tələb olunduğu qədər açıb-bağlamaq üçün xüsusi açar əlavə edilir (bu vintlə cihazın sıfır nöqtəsi tənzim edilir). Prizmanın üzərindəki qapaqda bir neçə iri deşik vardır. Işıq şüaları bu deşiklərdən keçib prizmaya düşür.

Temperatur dəyişdikdə refraktometrin göstərişləri dəyişir, buna görə də xarici mühitin temperaturu dəyişdiyi zaman cihazın sıfır nöqtəsi hər dəfə ayrıca müəyyən edilməlidir.

Fotoelektrik refraktometrləri (obyektivli refraktometrlər) quru maddələrin konsentrasiyasının müəyyən hədd daxilində olması tələb edilən pomidor konservləri istehsalında, axım xəttində prosesə nəzarət etmək, onu qeydə almaq və nizama salmaq üçün işlədirlər.

Refraktometrləmə monoxromatik qısdalğalı işıq mənbəyi ilə aparılır. Belə işıq mənbəyi civə-kvars lampaları və ya natrium lampalarından ibarətdir.

Refraktometr vakuum-buxarlandırma qurğusunun daxilində quraşdırılmışdır. Məhsulda quru maddələrin miqdarı 30%-ə

çatdıqda klapan öz-özünə açılır və nasos pastası qablara doldurulmağa verilir.

Polyarimetriya

Bəzi maddələr polyarizə olunmuş elektromaqnit dalğalarının (görünən elektromaqnit şüalarına işıq şüası deyilir) rəqs müstəvisinin istiqamətini dəyişdirir. Belə maddələr optik anizotrop, yaxud optik aktiv maddələr adlanır. Bu xassə şüa təsirindən maddənin molekulasının fırlanma rəqsi hərəkəti ilə izah olunur. Polyarizə şüasının rəqs istiqamətinin dəyişməsi məhlulun təbiətindən, qatılığından, şüanın dalğa uzunluğundan, temperaturdan asılıdır.

Polyarizasiya rəqs müstəvisinin fırlanmasını D.Araqo kvars kristalında (1811-ci il), J.Bio isə məhlullarda (1815) ixtira etmişdir.

Polyarizə müstəvisinin dönmə bucağı, məhlulun qatılığından asılıdır:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot \ell \cdot C$$

Burada: α_0 -qalınlığı 1 dm olan 1 ml məhlulda 1 qr həll olmuş qatılıqda polyarizasiya müstəvisinin xüsusi dönmə bucağıdır;

l- məhlulun qalınlığı;

C - məhlulun qatılığdır.

Məhlulun molyar kütləsinə əsasən (M), polyarizasiyanın molyar fırlanması təyin edilir:

$$F = \alpha_0 \cdot M$$

Bu fiziki-kimyəvi xassə şüanın dalğa uzunluğundan asılıdır.

Keyfiyyət analizi üçün $a = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{100}$ əsas göstərici hesab

olunur.

Xüsusi fırlanmanın temperaturdan, dalğa uzunluğundan asılı olmasını nəzərə almaq üçün 20°C, dalğa uzunluğunun sarı spektri ($\lambda = 589$ mk) xarakteristik qəbul edilir.

Karbon atomunun simmetrik olmayan quruluşuna görə polyarizasiya müstəvisi sağa və ya sola fırlanır (məsələn, monosaxaridlərdə, α -aminturşularında).

Polyarimetr cihazlarının əsas hissələri – polyarizator, analizator və məhlul doldurulmuş borudan ibarətdir.

Analizator ilə polyarizator arasında tədqiq olunan məhsul yerləşdirilir.

Polyarizator–islandiya şpatı, yaxud digər minerallardan ibarət, ikiqat şüa sınması yaradan kristaldan ibarətdir. Bu kristal qarşılıqlı perpendikulyar olan iki polyarizasiya olunmuş şüa buraxır. Kristal üzərində bəzi texnoloji əməliyyat aparıldıqdan sonra, şüanın biri kənara tərəf sınıb ayrılır, beləliklə bir müstəvidə polyarizələnmiş şüa məhlula istiqamətlənir.

Analizator da polyarizator kimi kristaldır, ancaq ox ətrafında fırlanmaq texnikası var. Bunun nəticəsində şüanın yolu kəsilir və ya açılır. Beləliklə, aralıqdakı məhlulun şüanın polyarizasiya bucağı ölçülür. Limb qurğusu vasitəsi ilə fırlanma bucağı təyin edilir. Təbii şüa üçün polyarizatorun şüa buraxma qabiliyyəti $T=D \cdot \cos^2 G_0$ olur. Məhlul optik aktiv olmazsa $D \approx 0$, optik aktiv məhlullarda isə polyarizasiya müstəvisi G_1 qədər dönür, şüa buraxma $\Delta T = D \cdot \cos^2 (G_0 + G_1)$ qədər dəyişir.

Quruluşuna görə polyarimetrlər iki, üç, yarım kölgəli və tam kölgəli baxış dairəli olur. Ən geniş istifadə edilən yarım kölgəli polyarimetrlərdir.

Yarım kölgələr əlavə polyarizator ilə əldə edilir. Əlavə polyarizator birinciyə nisbətən $2-3^0$ fərqli bucaq altında yerləşdirilir. Cihazın sıfır vəziyyətinə yarım dairələrin bərabərliyi uyğun gəlir.

Dispersiyanın qarşısını almaq üçün monoxromatik şüadan istifadə etmək lazımdır.

12 sayılı cədvəldə texniki polyarimetrlərin xarakteristikaları veriləndir.

Yeyinti məhsullarının analizində saxarozanı ölçmək üçün SU-2 markalı polyarimetrdən istifadə edilir. Bu cihaz saxarozaya görə dərəcələnilib. 100^0 -si $34,62$ dairəvi polyarimetr şkalasına

uyğundur. Uzunluğu 20 sm borudakı məhlul 20° C temperaturda 100 ml-də 26 qr saxaroza polyarirə olunursa, şkala 100° qəbul edilir.

Cədvəl 12.

Cihazın növü	İşıq mənbəyi	Qalınlıq sm	Yarım kölgə	Ölçü həddi, dərəcə ilə	Dəqiqlik	Baxış	Şkala
Kiçik tibb polyarimetri	süzgəcli közərmə lampası	5-10	loran plastint	0-10	0,1	göz ilə	limb
Laboratoriya polyarimetr	Na lampası	20	fiksirlənmiş	$-30 \div 30$	0,05	göz ilə	limb
Böyük polyarimetr	Hg-Na lampası	20-40	lipix prizması	$-60 \div 60$	0,01	göz ilə	limb-nonius
Saxarimetr (kvarşlı)	süzgəcli közərmə lampası	20	fiksirli modulyasiyalı	$-100 \div 100$	0,05	y/avt.	şkala
Elektrik polyarimetri	Hg lampası	20	modulyasiyalı	$-60 \div 60$	0,001	y/avt.	limb-rəqəm
Sənaye polyarimetr	Hg lampası	10	modulyasiyalı	$-80 \div 80$ $-120 \div 120$	0,001	avt.	rəqəm
Spektral polyarimetr	ksenon lampası	0,01-5	modulyasiyalı	$-10 \div 10$	0,0001	avt.	EVM-li

Fotokolorimetriya (şüaudma-absorbsiya)

İşıq şüası hər hansı qeyri şəffaf (rəngli) mühitdən keçəndə onun bir hissəsi əks olunur, bir hissəsi udulur və bir hissəsi də ikinci mühitə keçir. Buqer-Lambert qanununa görə işığın intensivliyi $J = J_0 \cdot \exp(-a \cdot l)$ kimi azalır. Burada a - şüanın udulma əmsalı, l - mühitin qalınlığıdır.

Ber qanununa görə məhlulun qatılığı C , onun optik sıxlığı $\left(\lg \frac{J_0}{J} \right)$ ilə mütənasibdir, yəni: $\lg \frac{J_0}{J} = K_1 \cdot C$.

Beləliklə, məhlulun fotometrik analizi Buqer-Lambert-Ber qanunu ilə aparılır.

$A = \lg \frac{J_0}{J}$ optik sıxlıq adlanır. Onun qiyməti udulmanın

molyar əmsalından (ε), məhlulun qatılığından (C), mühitin qalınlığından (l) asılıdır: $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$. Fiziki mənası 1 sm qalınlıqda, 1 mol/litr qatılıqda udulmadır, $A = \varepsilon$. Məhlul mürəkkəb tərkiblidirsə $A = A_1 + A_2 + \dots + A_k$ yaxud, $A = (\varepsilon_1 \cdot C_1 + \varepsilon_2 \cdot C_2 + \dots + \varepsilon_k \cdot C_k) \cdot l$ olar.

Təcrübələr göstərir ki, $A(C)$ asılılığı düz xəttlikdən kənara çıxır, ona görə də optik sıxlığın ölçülməsində aşağıdakı məhdud şərtlər nəzərə alınmalıdır:

1. Şüanın monoxromatikliyi: $A_\lambda = \varepsilon_\lambda \cdot l \cdot C$

2. Şüaudmanın molyar əmsalı mühitin sındırma əmsalından asılıdır. Bu kəmiyyət çox komponentli maddələrdə daha güclüdür.

3. Ölçü zamanı temperatur bir neçə dərəcədə sabit qalmalıdır.

4. Şüa dəstəsi paralel olmalıdır.

5. $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$ qanunu uducunun eyni növ zərrəcik olduğu halda doğrudur. Mühitin qatılığı və tərkibi dəyişəndə $A(C)$ onun funksiyasının xəttiliyi pozulur.

6. Udma spektri şüanın dalğa uzunluğundan asılıdır. Ona görə də maksimumları seçmək lazımdır.

Fotokolorimetriyada dalğa uzunluğunu seçmək üçün işıq mənbələri və işıq süzgəcləri məqsədə uyğun seçilməlidir.

Közərmə lampasında volfram teli geniş aralıqda spektr verir. Şüşə isə 350÷1000 nm dalğa uzunluğunda şüa seçir. Hidrogen lampası 200÷400 nm, civə lampası 250÷300 nm, nadir element oksidindən ibarət közərmə işıq mənbəyi (Nernst şifti) 1,6÷6 mkm (infra qırmızı), sic-közərmə teli 2÷16 mkm dalğa uzunluqlu spektrlər verir.

Beləliklə, fotometrik keyfiyyət analizatorları üçün optimal şərait müəyyən edilməlidir. Fotoelektrokolorimetrin sxeminə və ölçü şəraitinə baxaq.

İş prinsipi: Işıq mənbəyindən çıxan iki şüa optik sistem vasitəsi ilə məhlullar olan (ölçülən və müqayisə edilən)

küveytlərdən keçib fotoelementlərə düşür, qalvanometr ilə cərəyan şiddəti ölçülür.

Fotokolorimetrdə monoxromatik spektr aralığı şüasüzgəcləri ilə ayrılır. Kolorimetrin həssaslığını artırmaq üçün süzgəc elə seçilir ki, onun buraxdığı şüanı analiz maddəsi uda bilsin.

Filtrin buraxdığı λ_{mak} qiymətinə yaxın aralıq dalğa uzunluğu 20-30 nm olmalıdır. Filtrlər rəngli lövhələr və xüsusi hazırlanmış interferensiya lövhəsi ola bilər.

13 saylı cədvəldə məhlulun rənginə uyğun filtr rəngləri verilir.

Cədvəl 13.

Məhlulun rəngi	Süzgəcin rəngi	λ , mk
sarı	göy, bənövşə	420-450
bənövşəyi	yaşıl, sarı	520-550
qırmızı	yaşıl	460-500
qırmızı-göy	sarı	520-550
göy-yaşıl	qırmızı	600-630

Ölçü şəratinin optimallaşmasına baxaq: şüa udma əmsalını $T = \frac{J}{J_0}$; optik sıxlığı $A = -\lg T$ işarə edib, $C = -\frac{\lg T}{\varepsilon \cdot l}$

ifadəsindən $\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta T}{T \ln T}$. Bu funksiyanın ekstremal riyazi şərtindən $\ln T + 1 = 0$, yaxud $-\lg T = A = 0,435$ alırıq. Bu isə nisbi qatılıq xətasının $\left(\frac{\Delta C}{C}\right)$, $T = 0,37$ olduğunu isbat edir.

Bu üsul ilə isbat etmək olar ki, ən yüksək həssaslıq almaq üçün küvetin qalınlığı 5 sm-dən kiçik olmalıdır. Rəngli məhlullarda isə 1 sm-dən kiçik, zəif rəngli məhlullarda 3-5 sm qəbul edilir.

Ən geniş yayılmış fotomerik üsul standart məhlul ilə analiz məhlulunun optik sıxlıqlarının müqayisəsidir.

Dərəcələmə qrafikini qurmaq üçün qatılığın azalması ilə 5-6 standart məhlul hazırlanır. Standart məhlulun optik sıxlığına

uyğun qatılıq, tədqiq olunan məhlul ilə eyniləşdirilir. Diferensial fotometriya qatılığın ölçmə aralığını artırır. Bu üsulla tədqiq olunan və standart rəngli məhlulun optik sıxlığı sıfır udulması olan məhlula görə yox, məlum C_0 qatılığı olan rəngli məhlula görə ölçülür.

Ölçülən şüa udmalarının nisbətindən fərq qatılıq ΔC tapılır:

$$\frac{J^1}{J} = \frac{J_0 \cdot 10^{-dCx}}{J_0 \cdot 10^{dC_0}} = 10^{d(C_0 - C_x)} = 10^{-d \cdot \Delta C}$$

Beləliklə, diferensial üsulla ölçmədə nisbi xəta, müqayisə məhlulünün C_0 qatılığının artması ilə daha da azalır.

Spektrofotometriya

Fotokolorimetrik analizatorlardan spektral analizatorun fərqi ondan ibarətdir ki, tədqiq olunan mühitin optik xassələri spektrin dalğa uzunluğundan asılılığı təyin edilir.

Spektral fotometrik analiz üsulunun fotokolorimetrik üsuldan bir çox üstünlükləri var:

1. Bu üsul şüaudmanın çox kəskin intervalında analiz aparmağa imkan verir (1-2 nm).

2. Bu üsul həm bir, həm də çox tərkibli maddələrin analizini tədqiq etməyə imkan verir.

3. Spektrofotometrlər yalnız rəngli məhlulların deyil (400-760 nm), həm də ultrabənövşəyi (200-400 nm), infraqırmızı (760-1100 nm) şüa intervallarında analizə imkan verir.

4. Bu üsul hətta ayrıca bir növ ionun miqdarını təyin edir.

Elektromaqnit dalğasının təsiri ilə atom və ya molekula enerji səviyyəsini dəyişir:

$$E_1 - E_0 = h\gamma$$

Burada: E_0 – normal;

E_1 -dəyişən səviyyənin enerjisi;

$h=6,624 \cdot 10^{-27}$ erq/san.

Plank sabiti, γ -spektrin dalğasının tezliyidir. Deməli, spektral analiz üsulu, atom-molekula səviyyəsində analiz ilə

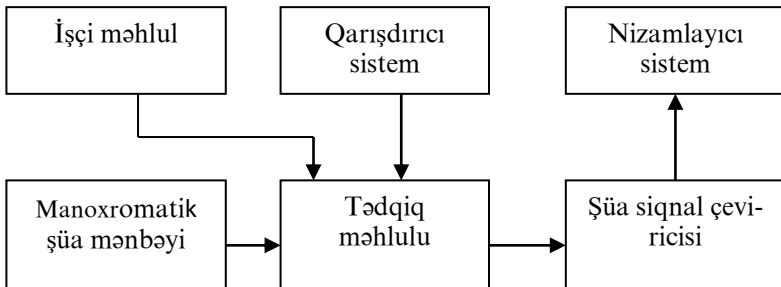
seçim yaradır.

Ən geniş yayılmış spektral fotometrlərdən birinin (SS-4) sxeminə baxaq. Küveytdə tətbiq olunan məhsul şüa təsirinə məruz qalır. Məhsulun müxtəlif qrup molekulları şüanı udur, səpələyir və qaytarır. Molekulların enerji səviyyələri müxtəlif olduğundan şüaların enerji intervalında müxtəlif optik hadisələr yaranır.

Məhlulun qatılığı artanda (ΔC), optik sıxlıq da artır: $\Delta D = \varepsilon_{\lambda} \cdot l \cdot \Delta C$. Udulmanın molyar əmsalı λ dalğa uzunluğundan asılıdır. Ona görə də effektiv analiz aparmaq üçün spektrin maksimum dalğa uzunluğunu seçmək lazımdır. Dalğa uzunluğunun 200-800 nm intervalında şüaudma yaranan qrup molekullar xromofor adlanır. Bu qruplarda $C=C$, $C\equiv C$, $C=O$, $C\equiv N$, $N=O$, $N=N$, $C=S$, $S=O$ və s. rabitələr olur. Tədqiqat üçün 200 nm dalğa uzunluğundan böyük intervalda su, spirt, efir, karbohidrat məhlulları istifadə edilməlidir.

220-650 nm dalğa aralığında işləyən spektroqraflarda siqnal çeviricisi üçün sezium-sürmə 600-1100 nm aralığı üçün isə sezium-oksigen fotoelementi istifadə edilir. Ölçülən nümunənin sahəsi 24x36 mm, qalınlığı 0,2÷1 mm, işıq selinin diametri 1,3÷0,3 mm, ölçü aralığı $\lambda=225\div1100$ nm, bir spektrin yazılmasına sərf olan vaxt 2÷4,5 dəqiqə olur.

Spektrofotometrik üsulda titrləmə böyük həssaslıq yaradır, titrləmə ilə gedən spektrofotometrin blok sxemi aşağıdakı kimidir:



Spektrofotometrə titrləmə üsulu, qabaqcadan məlum dalğa-

larda ardıcıl olaraq optik sıxlığı ölçmələrdən ibarətdir. Nəticədə, $D=f(V)$ qrafiki qurulur və ekvivalent nöqtə tapılır.

Bu əməliyyat indikatorsuz və indikator ilə aparıla bilər. İndikatorsuz ölçmə üsulunda ekvivalent nöqtədə kəskin olaraq optik sıxlığın dəyişməsinə spektrofotometr ilə qeyd edilir. Tədqiq olunan A və reagent B maddələrinin hər birinin optik sıxlığı dəyişir, ancaq qarışıq AB-nin optik sıxlığı dəyişmir. Bu

növ xətlərin meyli ilə $\frac{\Delta D}{\Delta C} = \Delta \varepsilon \cdot l$ -tənliyindən istifadə edərək, molyar optik sıxlığı, yaxud $D = -\lg T$ əvəzləməsindən istifadə

edərək $\Delta D = \frac{\Delta T}{2,3T}$ tapırıq. Bu tənliklərin birgə həllindən

tapılan $\frac{\Delta C}{\Delta T} = \frac{1}{2,3T\Delta \varepsilon \cdot l}$ tənliyi ilə titrləmədə xətanı tapmaq

olur.

İndikator olaraq seçilən maddəni Y_i işarə edək. Əgər A, B, AB xətləri üzrə optik sıxlıq dəyişmirsə AY_i , BY_i , ABY_i optik sıxlıq dəyişir və ekvivalent nöqtə tapılır.

Spektral titrləmə üçün istifadə edilən optik sxemə -ışığı mənbəyi, linzalar, işıq süzgəci, neytral işıq süzgəci, küveyt, fotomüqavimət, optik pazlar daxildir.

Bu cihaz vasitəsi ilə Ca və Mg ionlarını təyin etmək mümkündür.

Beləliklə reagent işçi məhlulun ekvivalent həcmi (V_e), onun molyar (M) və normallığını bilərək, axtarılan ionun miqdarı təyin edilir: $q = V_e \cdot MA = V_e \cdot N \cdot E$. Rəngli məhlulların (optik sıxlığı olan) spektral fotometr ilə analizi üçün aşağıdakıları bilmək lazımdır: kompleks birləşmə əmələ gətirən kimyəvi reaksiyanın tənliyini; kompleksin tərkibini; kompleks reaksiyasının sabitini; kompleks birləşmənin dayanıqlığı əmsalını; kompleksin molyar işıqdurma əmsalını; kompleks əmələ gətirən maksimum pH-in qiymətini.

Spektral fotometr ilə yeyinti məhsullarında aşağıdakı keyfiy-

yət göstəricilərini təyin etmək olar: tiobarbitur-2 turşusu ilə yeyinti yağlarının oksidləşmə dərəcəsini; südün tiobarbitur-2 və fosfat turşusu ilə oksidləşmə dərəcəsini; bitgi mənşəli məhsullarda fenolların təyini; üzümdə və şərablarda fenolların təyini; şərabda antosian və leykoantisianların təyini; çayın tərkibində cəmi katexinin və kofeinin təyini; ətin tərkibində mioqlobinin təyini və s.

Yeyinti məhsullarının ultrabənövşəyi və infraqırmızı spektrofotometrlər ilə analizi

Dalğa uzunluğu bənövşəyi ($\lambda=400$ nm) və rentgen şüaları ($\lambda=10$ nm) arasında yerləşən elektromaqnit şüaları ultrabənövşəyi şüalar adlanır. Ultrabənövşəyi şüalarının dalğa uzunluğu $G=200$ nm-dən kiçik, dalğa uzunluğunun enerjisi isə böyük olduğuna görə onlar üzvü molekullar tərəfindən daha çox udulur. Ona görə də ultrabənövşəyi spektrofotometrik analizatorlar keyfiyyət ölçmələrində xüsusi yer tutur. Ən güclü ultrabənövşəyi şüa mənbəyi günəşdir (şüa tərkibinin 9%-ə qədəri). Laboratoriyada ultrabənövşəyi şüaların mənbəyi qaz və metal buxarlarının boşalmalarıdır. Ultrabənövşəyi şüalar üçün intikator fotolövhələr və lüminesent maddələrdir.

Əksəriyyət qaz və mayelər ultrabənövşəyi şüaları udur. Bu aromatik və heterotsiklik birləşmələrdə daha çox aydın müşahidə edilir. Ona görə də qaz və buxarın qatılığını ölçmək üçün absorpsion analizatorlardan istifadə edilir. Bunları ölçü həddi $10^{-4} \div 100\%$ arasında yerləşir.

İnfraqırmızı şüalar isə $\lambda=0,76$ mkm ilə $\lambda=1 \div 2$ mm aralığında yerləşir.

İnfraqırmızı şüaları ikidən az müxtəlif atomu olmayan bütün maddələr udur. Müasir analizatorlar arasında infraqırmızı spektrofotometr əsas yer tutur. Bu üsuldən süd məhsullarında yağ turşularının, müxtəlif yeyinti məhsullarında pestisidlərin, yeyinti boyalarının və s. miqdarının təyində istifadə edilir.

Nəzəri olaraq müəyyən edilmişdir ki, molekulların enerji

udması onların rəqsi enerjiləri ilə əlaqədardır. Məsələn, üç qat rabitəli molekullar 4,4-5 mkm, iki qatlar 5,3-6,7 mkm, bir qatlar (C-C, C-N, C-O) 7,7-12,5 mkm infraqırmızı şüaları udur. Ümumi halda n atomdan ibarət molekulların $3n-6$ normal rəqsləri olur. Ona görə də ayrı-ayrı qrupların özünə məxsus infraqırmızı şüalara həssaslığı var, buna xarakteristik spektr deyilir. Bu xarakteristikalar cədvəlləşdirilir və laboratoriya sınaqlarında istifadə edilir.

İnfraqırmızı spektral analizdə nümunələr çox nazik pərdələr halında olmalıdır ki, udulmaya maneçilik törədən digər optik hadisələr aradan çıxsın. Kiçik ölçülü lövhələri hazırlamaq üçün sü məhlulu əlverişli deyil. Bu məqsədlə karbon 4-xlor (CCl_4) və CS_2 həlledicisi əlverişlidir. Su, xloroform, benzol, heksan həllediciləri infraqırmızı şüalara yaxın olanları daha çox udur. İnfraqırmızı qaz analizatorlarında siqnal qeydedicisi kimi optik-akustik mikrofon istifadə edilir. Belə analizatorlardan birinin quruluşunu sxematik olaraq nəzərdən keçirək. İnfraqırmızı şüalar (2-8 mkm) süzgəcdən keçib analiz küveytinə, şüa əksətdiriciyə, şüa qəbul ediciyə, müqayisə küveytinə, kompensasiya əksətdiricisinə verilir. Şüalandırıcılar elektrik mənbəyindən qidalanır. Şüa paylayıcısı xüsusi mühərriklə fırlanaraq, şüalanmanı ölçü və müqayisə sistemlərinə növbə ilə ötürür. Bütün fərq siqnallar gücləndirici ilə mühərrikin rotoruna, oradan müqayisə reoxorduna verilir, nəhayət elektron gücləndiricisində qeyd olunur.

Yeyinti məhsullarının analizində istifadə edilən, «İrma-2» (İngiltərə) analizatorunun iş prinsipinə baxaq. İnfraqırmızı şüa mənbəyi «Nernst» ştifidir. Şüa iki yerə ayrılır, müqayisə və ölçü küveytlərindən keçir, dektorundan gücləndiriciyə, potensiometrə küveytlərdən çıxan siqnallar müqayisə edilir. Ölçü cihazında kalibrovka olunur, voltimetr ilə nəticə ölçülür. Bu infraqırmızı spektrofotometrə yeyinti məhsulunda yağların, zülalların, karbohidratların, laktozanın və s. miqdarı təyin edilir. Məsələn, süd məhsullarının analizi zamanı $\lambda = 6,46$ mkm dalğa uzunluğunda zülalların, 5,73 mkm-də yağların 96 mkm-də lak-

tozanın miqdarı ölçülür. Cihaz batareyadan qidalanır, ölçü 43 saniyədə icra olunur.

İki şüalı infraqırmızı analizatorlarda ölçü və müqayisə küveyləri istifadə olunur, ona görə də tərkibin seçilməsi asanlaşır. Bir şüalı analizator yalnız su və südü seçirsə, iki şüalıları yağları, zülalları, laktozanı, hətta homogenləşdirilmiş və homogenləşdirilməmiş südü serir.

Mühitin şüasəpələmə xassələrini ölçən nefelometrik və turbidimetrik analizatorlar

Dispers və kolloid mühitlərin optik xassələri onların tərkibindəki asılı zərrəciklərin ölçüsü ilə spektrin dalğa uzunluğunun müqayisə olunmasından asılıdır. Ona görə də digər optik xassələrdən fərqli olaraq, ölçüsü dalğa uzunluğundan kiçik olan zərrəciklər şüanı səpələyir, mühit digər istiqamətdə şüalanır.

Səpələnmənin şüanın intensivliyi (J), düşən şüanın intensivliyindən dispers fazanın və dispers mühitin şüasındırma əmsalından (n_i, n_c), dalğa uzunluğundan (λ), zərrəciyin həcmindən (V), qatılıqdan (C) asılı olur. Reley qanununa görə:

$$J = J_c \cdot \frac{24\pi^3 \gamma V^2}{\lambda^4} \cdot \left(\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2n_0^2} \right)$$

Buradan görünür ki;

-səpələnmənin intensivliyi $n_i - n_0$ fərqi ilə artır, ona görə də emulsiya, suspenziya, aerosol mühitlərində səpələnmə nəticəsində Tindal effekti müşahidə edilir;

- səpələnmənin intensivliyini ölçməklə (sabit qatılıqda) zərrəciyin ölçüsünü müəyyən etmək olur. Bu ölçü üsulu nefelometriya adlanır;

- qatılıq zərrəciyin konsentrasiyasından (γ) asılı olduğuna görə $C = \gamma v d$, yaxud $C = \frac{\gamma}{N}$ (burada N - ümumi saydır). Nefelometr miqdarı analiz üçün istifadə edilir, məsələn, zülalların

təyini üçün J_0, ν, λ, n və n_0 sabit olduğu halda: $\frac{\tilde{N}_1}{\tilde{N}_2} = \frac{J_1}{J_2}$ olar,

burada 1 indeksi tədqiq olunan, 2 isə standart məhlula aiddir;

Mühitdən ağ işıq keçəndə ən çox səpələnən qısa dalğalar olacaq (məsələn, bənövşəyi, göy). Bu növ fiziki hadisələr ilə mühitin xassələrini məsafədən ölçmək mümkün olur.

Reley qanunundan görünür ki, digər kəmiyyətlərin və fiziki xassələrin sabitliyindən $\frac{J}{J_0} = \frac{K}{C}$ aralıq səpələnmədə optik

sıxlığa görə $A_s = \lg \frac{J_0}{J} = -\lg C - \lg K^1$. Deməli, səpələnmədə

$A_s(\lg C)$ asılılığı xətti olacaqdır.

Adətən, səpələnən şua mühitə düşən şua istiqamətinə perpendikulyar qəbul edilir. Ona görə də nefelometrik üsulda $A_s - \lg C$, turbidimetrik üsulda isə $A-C$ qrafiki asılılığından istifadə edilir. Nefelometrik (səpələnmə) və turbidimetrik analizatorların fotoelektrikalorimetrdən (yaxud fotokalorimetr-dən) fərqi odur ki, tədqiq olunan məhlulun rəngli olması vacib deyil.

Nefelometr yunanca «nephela» çən, duman, bulud, «metreo»-ölçü, turbidimetr isə latınca «turbienus» burulğan, yunanca «metreo» sözlərindən yaranıb. Hər iki üsulda məhlul tərkibindəki asılı zərrəciklər əsas rol oynayır. Məsələn, süd analizində yağ kürecikləri eyni ölçülü qəbul edilir, şua isə infraqırmızıya yaxın götürülür.

Ölçməni tam avtomatlaşdırmağa imkan verən Yaponiyanın istehsalı olan «Milko-Ceker» adlı cihaz vardır. Bu cihaz 0÷9,99% aralığında südün yağlılığını ölçür. Rusiyanın «Aqroprom» cihazı isə 1÷6,5% aralığında ölçür. Bu göstəricini Yaponiya cihazı 19, Rusiya cihazı 30 saniyə müddətində ölçür. Hər ikisi avtomatik ölçür, göstərici rəqəmlidir. Rusiya cihazının kütləsi 107 kq, Yaponiya cihazının isə 14 kq-dır.

Lüminesent analiz

Elektromaqnit şüalarının təsiri ilə mühitin (maddənin) şüalanmasına lüminesensiya deyilir (bəzən foto lüminesensiya da deyilir). Lüminesent şüalanma, temperatur şüalanmasından fərqlənir, belə ki, bu şüalanma dalğa uzunluğunun uzun (hətta görünən) hissəsinə düşür (Stoks qaydası).

Təsir edən şüanın adına və şüalanmanın davam etmə müddətinə görə fluoresensiya (yalnız şüa təsiri altında gedən) və fosforesensiya adı ilə şüalanmalar, keyfiyyət analizində istifadə edilir. Fluoresensiya ilə 10^{-11} qatılığa qədər analiz aparmaq mümkündür. Bu üsulla yeyinti məhsullarının tərkibində vitaminlərin, zülalların və yağların, meyvə-tərəvəzdə pestisidlərin miqdarını və s. təyin etmək mümkündür.

Lüminesent analizin sadə sxemi belədir: lampadan şüa işıq süzgəcinə, oradan küvetə keçir. Həyəcan yaradan şüa istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə lüminesent şüası ölçülür. Təcürübədə həyəcanlandırıcı olaraq ultrabənövşəyi şüaadan istifadə edilir. Lüminesensiyanın energetik və kvant çıxışı var:

$B_{en} = \frac{E_e}{E_{ud}}$; $B_{kv} = \frac{N_e}{N_{ud}}$, burada, E_e və E_{ud} –lüminesensiya və

udulan şüa erejisi, N_e və N_{ud} –buraxılan və udulan kvantların sayıdır. N kvantın enerjisi $E = Nh\gamma$ olduğundan,

$B_{en} = B_{kv} \cdot \frac{\gamma_e}{\gamma_{ud}}$. Dalğa uzunluğunu $\lambda = \frac{\tilde{N}}{\gamma}$ yazsaq:

$B_{en} = \alpha \cdot \lambda_e = \text{const}$ alarıq.

Şüanın udulmasını məlum $J = J_0 \cdot 10$ qanunu ilə qəbul etsək, udulan kvantların sayı $N_{ud} = \alpha J_0 (1 - 10^{-\epsilon l C})$, lüminesent şüalanmanın intensivliyi isə $J_e = \alpha \epsilon^l \cdot B_{kv} \cdot J_0 (1 - 10^{-\epsilon l C})$, yaxud: $J_e = 2,3 \alpha \epsilon^l \cdot B_{kv} J_0 \epsilon \cdot l \cdot C$, sabitləri K ilə işarə etsək, $J_e = K \cdot C$, yəni lüminesent şüalanmanın intensivliyi mühitin qatılığı ilə düz mütənasibdir. Qatılığın artması ilə $\epsilon \cdot l \cdot C \leq 10^{-2}$ şərti pozulur, ona görə də $J \cdot C$ asılılığının xəttliliyi pozulur, lüminesensiya kəsilir, bu növ sönməyə temperatur da təsir edir. Bu şərtləri nəzərə alaraq

lüminesent təcrübələr alçaq temperaturda, $\lambda = 320-380, 280-320$ və $200-280$ nm dalğa uzunluğunda aparılır. Bəzi yeyinti məhsulları hətta qırmızı və infraqırmızı dalğa aralığında lüminesent xassə göstərir.

Nikel oksidindən hazırlanmış işıq süzgəcləri, «qara şüşə» adlanır və $250-400$ nm dalğa uzunluğunu yaxşı seçir. Qeyri üzvi $K_2CrO_4, CuSO_4, NiSO_4, CoSO_4$ və s. duzlar da ultrabənövşəyi şüaları yaxşı seçir. «Qara şüşələr»-in köməyi ilə adı günəş şüasının altında bir çox yeyinti məhsullarının saxlanması zamanı onun keyfiyyətini yoxlamaq mümkündür. Yeyinti məhsullarının ultrabənövşəyi şua təsirindən göz ilə müşahidə edilən lüminesent rəngi çox sayda keyfiyyət analizini sadə üsullar ilə aparmağa imkan verir. Onlardan misal göstərmək olar:

1. Sağlam inəkdən sağılmış süd sarı rəngli, xəstə inəyin südü isə solğun sarı olur. Süddə bağırsağ çöplərinin olması, onu göy-sarı rəngdə göstərir. Süddə vərəm çöplərinin olması ona qaraya çalan parlaq sarı rəng verir.

2. Ərimiş heyvan piyləri floresensiya vermir, kərə yağı sarı, marqarin yağı isə göy rəng verir. Əgər sınaq şüşəsinə $3-4$ ml tədqiq olunan yağ, onun üzərinə $3-4$ damcı 10% -li ammoniyakın sulu məhlulunu əlavə edib, çalxalayıb, sentrofuqa ilə su və yağ fazasına ayrsaq, ultrabənövşəyi şua təsirindən su qatının lüminesensiyasını görürük: məhsulun 1% -dən artıq, $0,5-1\%$ və $0,5\%$ -dən az oksidləşməsində uyğun olaraq göy, tüstü rəngli və yaşıl lüminesent rəngləri müşahidə edilir.

3. Xarab olmuş ətin əzələ toxumasında tünd qırmızı üstündə göy nöqtələr əmələ gəlir. Müxtəlif ət məhsullarının xarab olmasını rənglər ilə müəyyən etmək üçün onun $1:10$ nisbətində suda ekstraktı hazırlayıb, fotoelement ilə müəyyən edilir. Təzə ətdə sarı-yaşıl, xarab olmuşda isə yaşıl-göy rəngli lüminesent verir. Xarab olmuş ətin $400-500$ nm dalğa uzunluğunda rəngi $20-30$ mksb (mikroştabel) olur. Balıq ətinin təzə, şübhəli və xarab olması, rəng göstərən fotoelement cərəyanının $25-50; 60-80$ və $100-180$ mkA qiymətlərinə uyğundur.

Yeyinti məhsullarını tərkibcə analiz etmək üçün lüminesent

rəngi ilə qatılıq arasında əlaqə yaradılır, yəni naməlum və etalon məhlul müqayisə edilir.

Süddə yağ təyin etmək üçün 2-ci flüoresensiyadan istifadə edilir, yəni, süd yağı məxsusi flüorensiya vermədiyindən, o, isti halda flüorxrom ilə qarışdırılır, rəngləyici kimi 0,05%-li fosfin-3-duz turşusu məhlulu tətbiq edilir.

Lüminesent üsulla yeyinti məhsullarında B₁, B₂ və başqa vitaminləri, ağır metal duzlarını, bitki mənşəli məhsullarda pestisidlərin miqdarı və s. təyin olunur.

Ərzaq mallarının keyfiyyətinin elektrik keçiricilik xassəsinə görə analizi (Konduktometrik üsul)

Elektriki keçirən məhlullar elektrolit adlanır. Polyar kimyəvi birləşmələr suda həll olduqda dissosasiya edir, ionlar əmələ gəlir, ionlar kation və anion adlanır (mənfi və müsbət). İon məhlul iki qüvvə təsiri ilə hərəkət edir: elektrik və özlülük qüvvələri. Nəticədə elektrik keçiriciliyi yaranır. Əgər maye elektrik dövrəsinin bir hissəsi olarsa, özünü müqavimət kimi aparır, onun xüsusi müqaviməti ρ olarsa, elektrik keçiriciliyi:

$\lambda = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{\ell}$, xüsusi elektrik keçiriciliyi isə $\alpha = \frac{1}{\rho}$ qəbul edilir.

Məhlulların elektrik keçiriciliyi:

$$\alpha = \alpha C z (v_k + v_a)$$

Burada: α -dissosasiya əmsalı;

C-məhlulun ekvivalent qatılığı;

z-ionun valentliyi;

V_k , V_a katod və ya anodun mütəhərriqliyidir.

Məhlulun xüsusi elektrik keçiriciliyi məhlulun qatılığından asılıdır: kiçik qatılıqda (0÷20 mq/litr) məhlulun elektrik keçiriciliyi xətti, yüksək qatılıqda (20÷90 mq/litr) qeyri xətti olur. Ölçü qəfəsləri konduktometr adlanır. Qəfəslər 2, 3, 4 elektrdlu və kontaktsiz (elektrodsuz) olur. Kontaktsiz üsulda, nüvəsi məhlul mühiti olan transformatorndan istifadə edilir. İki elektrodun

çatışmayan cəhəti odur ki, elektrodların səhində polyarizasiya əmələ gəlir, xəta çox olur. Ona görə də dəyişən cərəyandan istifadə edilir. Xətanı daha da azaltmaq üçün cərəyanın tezliyi çox olmalıdır.

Xarici elektromaqnit sahəsinin təsirini azaltmaq üçün 3 elektrodlu qəfəsdən istifadə edilir. Polyarizasiyasını tam azaltmaq üçün 4 elektroddan istifadə edilir.

Polyarizasiya hesabına yaranan bütün xətalı yox etmək üçün kontaktsiz üsul əlverişlidir. Lakin o, iqtisadi cəhətdən əlverişli deyil, ona görə də az istifadə edilir.

Ölçmə sxemi məlum körpü üsulu əlverişlidir, elektrik mənbəyi üçün ~1000 Hz-lik dəyişən cərəyan generatoru istifadə edilə bilər. İndikator olaraq telefon, osilloqraf istifadə edilə bilər. Ölçülən mühitdə temperatur dəyişməsinə kompensasiya etmək üçün termorezistorlardan istifadə edilir. Ölçülən elektrolitin və termorezistorun temperatur əmsalı qarşılıqlı əks olduğuna görə körpünün tarazlığının pozulması voltmetrlə ölçülür, yaxşı olar ki, osilloqrafla dəqiq ölçülsün. Ölçülən məhlul qaz olarsa, o, mayədə həll olunur və ölçülür.

Məlum C_o konsentrasiyalı elektrolitin dissosiasiya əmsalı:

$$K_d = \frac{\lambda^2}{\lambda_o(\lambda_o - \lambda)} \cdot C_o \text{ kimi tapılır. Burada } \lambda \text{ -təcrübə ilə təyin}$$

edilən, λ_o -isə ionların (kation+anion) 1V/sm elektrik sahəsində sürətlərinin cəmindən ibarət elektrik keçiriciliyidir.

Yeyinti məhsullarının analizində konduktometrik titrləmədən istifadə edilir, yəni, turşu-əsas reaksiyasının ekvivalent nöqtəsi, elektrik keçiriciliyinin dəyişmə xarakterinə görə təyin edilir.

Təyin olunan maddənin miqdarı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$q = \frac{V_t \cdot N_t \cdot E \cdot V}{1000 \cdot V_1}$$

Burada: V_t -titratın həcmi;

N_t -onun normallığı;

E -təyin edilən maddənin ekvivalenti;

V və V_1 -isə tədqiq olunan məhsulun ümumi və titrləmə üçün götürülmüş hissəsinin həcmidir.

Bu üsul turşu, qələvi məhlulları üçün və kompleks əmələ gətirmə oksidləşmə reduksiya reaksiyaları üçün istifadə edilir.

Konduktometrik analizin əsasını elektrik keçiriciliyinin və ya elektrik müqavimətinin ölçülməsi təşkil edir. Bunlar müayinə olunan maddələrin təbiətindən, onun konsentrsiyasından, temperaturundan, dielektrik keçiriciliyindən və başqa amillərdən asılıdır.

Bu analizin üstünlüyü onun sadə olması, analizatorların asan əldə olunması, etibarlılığı və dəqiqliyindədir. Bu analiz ayrı-ayrı birləşmələrin, eləcə də, onların su mühitində, üzvi həlledicilərdə, qarışıq məhlullarda qarışıqlarını müəyyən etməyə imkan verir. Analiz konsentrat, çox duruldulmuş, rəngsiz, rənglənmiş, bulanıq mayelərdə, suspenziya və emulsiyalarda aparıla bilər.

Bu analiz yeyinti məhsullarının keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində, ayrı-ayrı komponentlərin (nəmlilik, aminturşuları, pektin maddələri, mineral maddələr, alkoloidlər) təyində tətbiq olunur. Onun köməkliyi ilə südün, şirələrin, içkilərin, şəkərin, ədviyyatın keyfiyyətinə nəzarət edilir. Konduktometrik metod xüsusilə ərzaq məhsulları istehsalı prosesində, texnoloji proseslərdə komponentlərin və nəmliyin distansion təyində geniş tətbiq olunur.

Konduktometriyada düzünə konduktometriya və konduktometrik titrləmə formaları istifadə olunur. Düzünə konduktometriyada müayinə olunan maddənin konsentrsiyası onun elektrik keçiriciliyinə və ya elektrik müqavimətinə görə ölçülür. Müəyyən hədd daxilində onların arasında düzünə asılılıq müşahidə oluna bilər.

Düzünə konduktometriya əsasən, ərzaq məhsulunun istehsalı zamanı, texnoloji proseslərə avtomatik nəzarətdə istifadə olunur. Məsələn, konduktometrik nəmlilik ölçənlərdən, yarma, un, makaron məmulatı, şəkər-tozu, qurudulmuş və qatılaştırılmış süd, kərə yağı, ərzaq konsentratları, çay, kofe, qənnadı və başqa

məhsulların istehsalı prosesində və saxlanması nəzarətdə geniş tətbiq olunur. Məhsulun növündən asılı olaraq ölçmələrin xətası 0,01-dən 0,31-ə qədər təşkil edir. Bir çox ərzaq malları istehsalında konduktometrik konsentratometrlər və səviyyə ölçənlər, qaz analizatorlar və başqa nəzarət ölçü cihazları istifadə olunur. Konduktometrik titrləmə metodu ilə məhlulun ekvivalent nöqtəsi, onun elektrik keçiriciliyini ölçməklə təyin edilir. Titrən zaman ekvivalent nöqtəsinə qədər və ondan sonra 4-5 dəfə elektrik keçiriciliyi ölçülür və alınan məlumatlar əsasında, titrantin həcminə görə kordinant qrafiki qurulur.

Konduktometrik titrləmə metodu ən çox müxtəlif turşuların və əsasların analizində istifadə olunur.

Kulonometrik üsul

Elektrolit xassəli hər hansı bir maye və ya qaz məhsullarının elektrik xassələrini elektrodlar vasitəsi ilə ölçən zaman elektrod səthində polyarizasiya yaranır. Ona görə də elektrik dövrəsindən keçən cərəyanın qiyməti dəyişir. Bu prinsip əsasında işləyən cihazlar elektroliz analizatoru adlanır. Kulonometrik metod da elektroliz qanununa əsaslanıb. Ancaq bu metodda elektroliz zamanı toplanan maddələrin miqdarı deyil, onların ayrılmasına sərf olunan cərəyanın miqdarı ölçülür. Elektrolizin aparılma şəraitindən asılı olaraq düzünə kulonometriya və kulonometrik titrləmə tətbiq olunur. Laboratoriya şəraitində ən çox kulonometrik titrləmədən istifadə olunur.

Kulonometrik analizatorların iş prinsipi Faradey qanununa əsaslanır:

$$m = \mu Q / Fn \text{ və ya } m = \mu J \tau / Fn,$$

burada μ -molekulyar çəki;

J-cərəyan şiddəti;

τ -cərəyanını keçmə müddətidir;

Q-elektrik yüküdür.

Kulonometrik analizatorun iş prinsipi belədir: ölçü kamerası elektrolit ilə dolur, bu mühitə ölçü, müqayisə, həmçinin iki

generasiyaedici elektrod daxil edilib. Bunlar təyin edilən komponentin və titrantın ionlarının reaksiyasını generasiya edir. Analiz qazı məhluldan keçir, ionlaşır, elektrodları pH-metrə qoşulub, elektrodlarda cərəyan elə sabit saxlanır ki, məhluldan ayrılan titrant ionlarının sayı, elektroliti neytrallaşdırmağa kifayət etsin. Bu prosesi avtomatik idarə etmək üçün pH-metr nizamlayıcı ilə əlaqələnir, cərəyan cihaz ilə ölçülür. Kulonimetrik analizator ilə CO₂, H₂S, SO₂, HCl, O₃, NH₃, O₂ və s. miqdarı ölçülür, ölçü həddi 10⁻⁴÷0,5%-dir.

KİMYƏVİ ÜSULLAR

Ərzaq mallarında külün miqdarının təyini

Yeyinti məhsullarının mineral hissəsinin tərkibində Na, K, Ca, Mg, Fe və s. metalların birləşmələri və qeyri metallardan S, Cl, Si, P və s. olur. Bunlardan əlavə insanların fizioloji durumunu təmin edən və qidanın bioloji dəyərliliyinə müsbət təsir göstərən mikroelementlər (Mn, Cu, Co, Zn, J, B və s.) də olur.

Bitki mənşəli qida məhsullarında külün miqdarı onların növündən, sortundan, yetişmə dərəcəsiindən, torpaq-iqlim şəraitindən və s. asılıdır. Heyvan mənşəli qida məhsullarında isə heyvanın növündən, cinsindən, cinsiyyətindən, saxlanılma, bəslənilmə şəraitindən və s. amillərdən asılıdır.

Külün miqdarı meyvə və giləmeyvələrdə 0,3-1,2%, tərəvəzlərdə 0,4-1,8%, süddə 0,7-0,9%, ət və balıqda isə 1-2% arasında tərəddüd edir.

Yeyinti məhsulunu külə çevirdikdə məhsulun mineral hissəsi bir sıra dəyişikliklərə uğrayır. Bunun səbəbi közərtmə zamanı mineral hissələrin parçalanması, habelə onların bir-biri ilə, kömür ilə və havanın oksigeni ilə qarşılıqlı təsirə girməsidir. Üzvi turşuların duzları karbonat duzlarına çevrilir, üzvi maddələrin tərkibində olan fosfor və kükürd, fosfat və sulfat turşuları əmələ gətirir. Bəzi nitratlar ayrı-ayrı oksidlər əmələ gətirir. Beləliklə, yeyinti məhsulunun külünün kimyəvi tərkibi və kütləsi onun təbii mineral inqrediyentlərinin tərkibi və kütləsindən fərqlənir.

Külə çevirmənin adi üsullarında xloridlərin, fosfat və sulfat birləşmələrinin fosfor, kükürd qazı, hidrogen-sulfid şəklində qismən uçub havaya qalxması nəticəsində məhsulun mineral maddələrinin bir hissəsi itirilə bilər. Analizdə alınə bilən xətləri azaltmaq üçün məhsulun külə çevrilməsi prosesi ehtiyatla aparılmalıdır.

Analiz üçün götürülən nümunə, məhsulun qabaqcadan qurudulmuş və ya qurudulmamış orta sınağından götürülür.

Birinci halda közərdilmiş və çəkisi müəyyən edilmiş çini

putaya, analitik tərəzidə çəkməklə, 2-3 q xırdalanmış, lakin toz halına salınmamış nümunə götürülür. Nümunəni toz halına saldıqda, onun üzvi hissəsinin oksidləşməsi üçün lazım olan hava daxili təbəqələrə keçə bilmir, toz halındakı zərrəciklərin bir hissəsini isə yandırılma zamanı çıxan qazlar özləri ilə apara bilər.

Məhsul qurudulmamışsa, qabaqcadan közərdilib çəkisi müəyyən edilmiş putada 1 mq-a qədər dəqiqliklə çəkilib götürülən nümunəni (meyvə-tərəvəzdən 10 q, ət-balıq məhsullarından 5 q) yandırılmazdan əvvəl qurudurlar. Südü külə çevirmək üçün ondan təxminən 25 q götürürlər. Südü qabaqcadan kip şüşə probkalı büksdə ölçüb, buxarlandıqca putaya əlavə edirlər. Süd kütləsinin dəqiq çəkisini dolu və boş büksün çəkiliəri arasındakı fərqə əsasən müəyyən edirlər.

Daxilində quru maddə olan putanı çini üçbucağa qoyub, ağzını qapaqla örtür və hissiz zəif alov üzərində qızdırırlar. Quru distillənin birinci dövründə qaz halında külli miqdarda yanma məhsulları əmələ gəldiyi zaman, alov putanın dibinə toxunmamalıdır. Bu ona görə lazımdır ki, puranın içindəki maye ətrafa sıçramasın və havaya qalxan qazlar məhsulun kül zərrəciklərini özü ilə alıb aparmasın. Ayrılıb çıxan qazların miqdarı azaldıqca alovu putanın dibinə yaxınlaşdırırlar. Qazların ayrılıb çıxması tamam dayandıqdan sonra alovu gücləndirirlər.

Havanın daha yaxşı daxil olması üçün putanı mail vəziyyətdə qoyub, qapağını azca açıq saxlayırlar və putanın daxilindəki məhsulu bircinsli ağ və ya boz rəngli kül (bəzən o, qırmızımtraq və ya yaşılımmtraq rəngə çalır) alınmıcayədək, zəif qırmızı közərtmə temperaturunda üsulluca yandırıb külə çevirirlər. Nəzərə alınmalıdır ki, külün hiqroskopikliyi kifayət qədər yüksəkdir. Buna görə də onu bir daha 15-20 dəqiqə ərzində közərdib eksikatora soyutduqdan sonra, çəkisini müəyyən edirlər. Bu əməliyyatları, kütlənin çəkisi sabitləşincəyə qədər təkrar edirlər. Bundan sonra analiz edilən məhsulda külün miqdarını aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$x = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100$$

Burada; x – məhsulda külün miqdarı, %-lə;

a - putanın çəkisi, q-la;

b - məhsul nümunəsi ilə birlikdə putanın çəkisi, q-la;

c - putanın kül ilə birlikdə çəkisi, qr-la.

Məhsulun güclü və yavaş alovla közərdilməsi, nəticənin düzgün alınmamasına səbəb olur. Çünki külün tərkibində asan əriyən birləşmələr (qələvi fosfatlar, silikatlar) ola bilər. Onlar yanmamış kömür zərrəciklərinin səthini bürüyərək, hava oksigeninin içəri qatlara keçməsinə və beləliklə də, tamam yanmalarına mane olur. Bundan başqa, güclü közərtmədə külün bəzi elementlərinin uçub havaya qalxmasının nəticəsində baş verən itkilər xeyli artır.

Külləşdirmə prosesini mufelli sobalarda aparmaq daha əlverişlidir. Belə hallarda minerallaşdırma prosesi, rütubətin çıxarılması, kömürləşdirmə (350-400⁰C-də) və əsl minerallaşdırma (500-600 ⁰C-də) mərhələlərindən keçir. Bu zaman sonuncu mərhələdə karbon qazı, kükürd qazı və s. əmələ gəlib havaya qalxır.

Ərzaq mallarında xörək duzunun miqdarının təyini

Ərzaq məhsullarında natrium-xloridin miqdarını müəyyən etmək üçün, analiz edilən maddənin külünü və ya kömürlənmiş kütləsini həll edib çıxarmaqla alınan ekstraktı gümüş-nitrat məhlulu ilə (Mor və Fəlzard üsulu) və ya civə-1 nitratla titrləyirlər. Xloridləri polyarografiya üsulu ilə də təyin edirlər.

Külləşdirmə zamanı xlorun bir hissəsi uçub havaya qalxa bilər. Xlor itkiləri, xeyli az miqdarda olsa da, kömürləşmə prosesində, yəni maddənin bütün kütləsinin külə çevrilməməsi prosesində də müşahidə edilir. Buna görə də mümkün qədər maddəni kömürə və ya külə çevirmədən, onun su ekstraktında xlorun miqdarını müəyyən etmək daha məsləhətdir. Bu üsul daha sadədir, az vaxt tələb edir, həm də, bundan əlavə daha

düzgün nəticə verir. Onun nöqsan cəhəti Mor üsulu tətbiq edildikdə titrləmənin sonunun çətinliklə müəyyən edilməsidir. Bunun da səbəbi, xüsusən balıq məhsulları analiz edildikdə, zülali maddələrin gümüş birləşmələri tərəfindən adsorbsiya edilməsidir. Belə hallarda su ekstraktını Folqard üsulu ilə və ya civə-azot üsulu ilə titrləmək olar. Bu üsullar daha yaxşı nəticə verir.

Natrium xloridin miqdarının Mor üsulu ilə təyin edilməsi aşağıdakı ardıcılıqla aparılır: 10 q maddə götürüb çəkisini 0,01 q-a qədər dəqiqliklə müəyyən edirlər. Sonra onu kiçik həvəngdə xloruz qum (5 q) və 2-3 ml distillə edilmiş su ilə qarışdırıb bircinsli qarışıq alınincaya qədər əzirlər. Həvəngdəki kütləni isti halda götürülən distillə edilmiş su ilə yumaqla, ucu geniş qif vasitəsi ilə 200 ml-lik ölçülü kolbaya keçirirlər. Sonra üzərinə kolbanın həcmnin $\frac{2}{3}$ hissəsi qədər distillə edilmiş isti su töküb

qaynayıncaya qədər qızdırılmış su hamamına batırır və orada 10-15 dəqiqə saxlayırlar. Burada məqsəd pıxtalaşmış zülalların birləşib topa əmələ gətirməsidir. Sonra kolbanı soyudur və distillə edilmiş su əlavə etməklə daxilindəki mayenin səviyəsini nişanlaşmış yerə çatdırırlar. Bundan sonra onu filtdən süzür və alınan filtratda xlorun miqdarını müəyyən edirlər.

Mor üsulu ilə titrləmə otaq temperaturunda aparılmalıdır, çünki temperatur bundan artıq olduqda Ag_2CrO_4 -ün həll olma qabiliyyəti artır və indikatorun həssaslığı azalır.

Mühitin reaksiyası neytral olmalıdır, çünki onun istər turş, istərsə də qələvi olması analiz nəticələrinin öz həqiqi qiymətlərindən artıq alınmasına səbəb olur. Bu ondan irəli gəlir ki, titrləmənin sonunda əmələ gələn ağ rəngli Ag_2CrO_4 çöküntüsü turşularda həll olur, hidrokسيد ionlarının konsentrasiyası çox olduqda isə suda pis həll olan gümüş- hidrokسيد (AgOH) əmələ gəlir, o da gümüş-xromatdan daha tez çöküntü şəklində ayrılır.

Turş ekstrakt boraks (bura) ilə və ya bikarbonatla neytrallaşdırılmalıdır. Bu məqsədlə sodadan istifadə etmək olmaz, çünki ekstraktta CO_3 ionlarının olması suda pis həll olan Ag_2CO_3

əmələ gəlməsinə səbəb olur. Titrlemədə indi-katorun miqdarı da mühüm rol oynayır, çünki məhlulda CrO_4 ionlarının konsentrasiyasının dəyişməsi Ag_2CrO_4 çöküntüsünün vaxtında ayrılıb dibə çökməsinə təsir edir.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, pipet ilə dəqiqliklə 25-50 ml filtrat götürüb bikarbonat məhlulu və ya asetat turşusu ilə neytrallaşdırırlar və üzərinə 1ml 10%-li kalium-xromat (K_2CrO_4) məhlulu əlavə edib arasıkəsilmədən çalxalamaqla, 0,05 n. AgNO_3 məhlulu ilə qırmızımtıl çöküntü görünənə qədər titrləyirlər. 1 ml 0,05 n. AgNO_3 məhlulu 0,0029 q-a müvafiq gəldiyindən, NaCl -un miqdarını aşağıdakı düsturla tapırlar:

$$x = \frac{n \cdot 0,0029 \cdot b \cdot 100}{a}$$

Burada: x - NaCl -un miqdarı, %-lə;

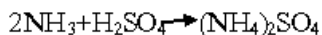
n - NaCl ilə birləşməyə sərf olunmuş 0,05n. AgNO_3 məhlulunun miqdarı, ml-lə;

b - çəkilib götürülmüş nümunənin durulaşdırılma əmsalı;

a - götürülmüş nümunənin çəkisi, q-la.

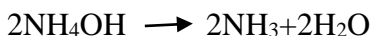
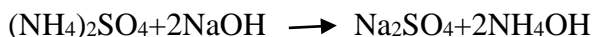
Ərzaq mallarında ümumi azotun Kyeldal üsulu ilə təyini

Kyeldal üsulu ilə ərzaq mallarında ümumi azotun miqdarını təyin etdikdə nümunəni tünd sulfat turşusunda qızdırdıqda, üzvi maddələr qeyri üzvi maddələrə (CO_2 , H_2O və NH_3) qədər oksidləşir. Qızdırma zamanı karbon qazı və su ayrılır, ammoniyak isə məhlulda qalır. Ammoniyak məhlulda olan sulfat turşusu ilə birləşərək ammonium-sulfatı əmələ gətirir. Reaksiya aşağıdakı kimi gedir:

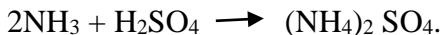


Yanma qurtardıqdan sonra nümunədə olan turşu qələvi ilə neytrallaşdırılır, sulfat turşusu ilə birləşmiş ammoniyak isə qələvinin təsirindən sıxışdırılıb çıxarılır. Reaksiya aşağıdakı kimi

kedir:



Bu zaman ayrılan ammoniyak qovma nəticəsində titr üçün istifadə edilən sulfat qurşusu ilə tutulur. Reaksiya aşağıdakı kimi gedir:



Sərbəst turşu ilə birləşməyən qalıq qələvi ilə titrlənir və turşuya birləşən ammoniyakın fərqinə görə ammonium sulfatın miqdarı təyin edilir. Ammonium sulfatda olan azot isə götürülən nümunədə olan azotun miqdarıdır.

Ümumi azotun miqdarının təyini aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: nümunənin götürülməsi, yandırılması, ammoniyakın qovulması və nəticənin hesablanması.

Ümumi azotun miqdarını təyin etmək üçün 1-3 qram nümunə götürülür. Nümunə əzilir və ya ət maşınından keçirilir. Sonra nümunə əvvəlcədən kütləsi məlum olan Kyeldal kolbasına keçirilir. Bəzən isə əvvəlcədən Kyeldal kolbasının kütləsi müəyyən edilir, nümunə kolbaya keçirilir və texniki tərəzidə nümunə və kolbanın birlikdə kütləsi müəyyənləşdirilir.

Nümunə olan kolbaya 20 ml qatı sulfat turşusu əlavə edilir, həmçinin, kolbaya oksidləşdirici katalizator kimi 0,1 q kütlədə kiçik parçada mis 2-sulfat əlavə edilir, kolba azca maili ştativə bərkidilir. Sonra ehtiyatla qızdırılır. Əgər nümunədə yağın miqdarı çoxdursa, o zaman kolbanı 4-6 saat saxlamaq yaxşı olar.

Kolbadan boğunuq rəngli ağ buxar çıxdıqda qızdırma kücləndirilir. Nümunənin yandırılması əsasən qovucu şkafta aparılır. Yandırılma o vaxta qədər davam etdirilir ki, məhlul tam rəngsizləşsin. Məhlulun tam rəngsizləşməsi təxminən 3 saatda başa çatır. Nümunənin tərkibində yağ turşularının parçalanmasına tam nail olmaq üçün rəngsizləşmiş məhlul yenidən bir saat müddətində yandırılır.

Yandırma qurtardıqdan sonra qızdırıcı götürülür, kolba

azbestə bükülür və soyudulmaq üçün xüsusi yuvacığa qoyulur. Soyumuş məhlul xüsusi kolbaya keçirilir, sonra Kyeldal kolbası 4-5 dəfə 100-150 ml distillə su ilə yaxalanır və qovucu kolbaya keçirilir. Bu zaman bilmək lazımdır ki, su kolbaya ehtiyatla damla-damla tökülməlidir. Yandırılmış turşu qarışığını isti ikən su ilə durultmaq lazımdır. Çünki məhlul tam soyuduqda sulfat turşusunun duzları çöküntü şəklində ayrılır və su əlavə edildikdə gec həll olur. Qovma zamanı qabarmanı azaltmaq məqsədi ilə kolbaya bir neçə tikə pemza atılmalıdır. Soyuducunun sonuna boru birləşdirilir və bir ucu qəbuledici kolbaya salınır. Qəbuledici kolbaya 50 ml 0,1 n sulfat turşusu məhlulu tökülür. Qəbuledici kimi 300 ml həcmli konusvari kolbadan istifadə edilir. Qəbuledici kolbada olan turşuya məhluluna 2-3 damcı indikator əlavə edilir ki, bu da onu qırmızı bənövşəyi rəngə boyayır.

Qovma zamanı ammoniyak itkisinə yol verməmək üçün qurğunun birləşən hissələri kip bağlanılmalıdır.

Qovma kolbasına kip yerləşdirilmiş qıfıdan kolbaya ammoniyakı tam neytrallaşdırmaq və çıxarmaq üçün 100 ml 33%-li qələvi əlavə edilir. Qələvi əlavə edildikdən sonra əvvəlcə kolba zəif, sonra isə intensiv qızdırılır, qaynama halına çatdırılır. Qaynamanın intensivliyinə fikir vermək lazımdır ki, zəifləməsin, əks halda, maye qəbuledicidən qızdırılan qovucu kolbaya qayıdır. Qovma əməliyyatı o qədər davam etdirilir ki, süzüntüdə ammoniyak olmasın. Bunu Nesler reaktivi və isladılmış qırmızı lakmus kağızı ilə yoxlamaq olar. Müsbət reaksiya zamanı qovma əməliyyatı davam etdirilir. Qovma əməliyyatı təxminən 40-60 dəqiqə müddətində başa çatdırılır. Tam qovma əməliyyatı qurtardıqdan sonra soyuducunun ucunda olan boru distillə suyu ilə yuyulur, kolba qurğudan ayrılır və qızdırma dayandırılır. Ammoniyakın qovulması zamanı qəbuledici kolbada olan sulfat turşusunun rənglənməsinə diqqət yetirilməlidir. Tədqiq edilən nümunədə azotun miqdarı çox olduqda qovma əməliyyatının qurtarmasına yaxın qəbuledici kolbada olan turşu ammoniyaka birləşir. Nəticədə turşuda indikator bənövşəyi rəng alır, neytrallaşdırma zamanı isə göy rəng alır. Belə halda büretkadan qə-

buledici kolbaya 25 və 30 ml 0,1 n. sulfat turşusu məhlulu əlavə edilir.

Qovmanın sonunda qəbuledici kolbada artıq qalan sulfat turşusu 0,1 n. qələvi məhlulu ilə o vaxta kimi titrləşir ki, əlavə edilən qələvi damlası məhlulun rəngini dəyişir.

Ümumi azotun faizlə miqdarı aşağıdakı düstura əsasən hesablanılır:

$$x = \frac{(v_1 \cdot k_1 - v_2 k_2) \cdot 0.0014}{a} \cdot 100$$

Burada: v_1 —qəbuledici kolbada 0,1 n. sulfat turşusu məhlulunun miqdarı, ml-lə;

k_1 —0,1 n. sulfat turşusunun normallıq əmsalı;

v_2 —turşunun titrlənməsi üçün sərf edilən 0,1 n. qələvi məhlulunun miqdarı, ml-lə;

k_2 —0,1 n. qələvi məhlulunun normallıq əmsalı;

a —tədqiq edilən numunənin miqdarı, q-la;

0,0014—1ml 0,1 n. sulfat turşusu məhluluna uyğun gələn azotun miqdarı;

100 -faizlə hesablamaq üçün.

Süddə ümumi zülalların Louri üsulu ilə təyini

Zülallar –südü ən qiymətli və vacib komponentidir. Süddə 20-dən artıq zülali maddələr vardır. Onlar iki qrupa bölünür: kazein və zərdab zülalları. Onların hər ikisinin orqanizm üçün rolu çox böyükdür. Zülallar həm hüceyrə quruluşunun əmələ gəlməsində, həm də, digər funksiyaların yerinə yetirilməsində iştirak edirlər. Kazein yeni doğulmuş körpələri mədəsində həzm olunur, yüksək dispreslik yaradır. Zərdab zülallarının da bioloji xüsusiyyətləri çoxdur. İmmunoqlobulin müdafiə funksiyasını yerinə yetirir. O, az fəal immunitetin daşıyıcısı rolunu oynayır. Laktoferrin və lizosim antibakterial xassəyə malikdir. Laktoferrin və lizosim həmçinin bağırsaqlara vitaminləri daşımaq rolunu oynayırlar. β -laktoqlobulin xü-susi funksiya yerinə yetirir. O, hüceyrələrdə laktozanın sintezində iştirak edir.

Zülalları təyin etmək üçün bir çox üsullar məlumdur. Ən çox işlədilən və dəqiq üsullardan biri sayılan Kyeldal üsulu ilə ümumi zülalı bir nümunədə təyin etdikdə çoxlu vaxt və xüsusi cihaz tələb olunur. Louri üsulu az vaxt ərzində, dəqiq nəticələr əldə etməklə, bu cəhətdən ən əlverişli üsul hesab edilir.

İşin mahiyyəti. Louri üsulu nümunəyə Folin reaktivi ilə təsir etməklə aromatin amin turşularla reaksiyası nəticəsində rəngli birləşmələrin alınmasına əsaslanır. Rəngli birləşmələrin FEK-də şüasındırma əmsalı tapılır. Müəyyən edilmiş formulaya əsasən zülalın q%-lə miqdarı hesablanır.

Reaktivlərin hazırlanması:

1.A-reaktiv: 0,1 n.NaOH məhlulunda 2%-li Na_2CO_3 məhlulu;

2.B- reaktiv: 1%-li natrium sitrat məhlulunda 0,5%-li $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ məhlulu;

3.C-reaktiv: 1 ml B reaktiv ilə 50 ml A reaktivini qarışdırılmalıdır. Bu əməliyyat analizə başlamazdan 5 dəqiqə əvvəl yerinə yetirilməli;

4.Albuminin standart məhlulu, 100 mkq/ml götürülür;

5.Folin reaktiv- bu məhlulu hazırlamaq üçün aşağıdakı ardıcılığa əməl olunur: 100 q natrium volframat və 25 q natrium molibdenovat 700 ml distillə suyunda həll edilir. Üzərinə 50 ml 85%-li ortafosfat turşusu və 100 ml qatı xlorid turşusu əlavə edilir. Qarışıq 10 saat müddətində soyudulur, üzərinə 150 q litium sulfat (Li_2SO_4) və bir neçə damcı brom tökülür. Alınmış məhlul soyudulur, filtr kağızından süzülür və həcmi distillə suyu ilə 1 litrə çatdırılır.

İşin gedişi. 50 ml-lik ölçü kolbasına pipetka vasitəsi ilə 0,5 ml süd tökülür və distillə suyu ilə ölçü xəttinə çatdırılır. Durulaşdırılmış süd nümunəsi ehtiyatla qarışdırılır. Hər bir analiz üçün bu qarışıqdan 0,3 ml götürülür və üzərinə 6 ml C reaktiv əlavə edilir. 10 dəqiqə keçdikdən sonra hər bir sınaq şüşəsinə 0,6 ml Folin reaktiv əlavə edilir, ehtiyatla qarışdırılır və 30 dəqiqə müddətində qaranlıq quru yerdə saxlanılır.

Kontrol sınaq şüşəsində distillə suyu götürülür və bütün

reaktivlər yuxarıdakı qaydada əlavə edilir. Alınmış rəngli birləşmələrin FEK-də qırmızı işıqda şüasındırma əmsalı tapılır.

Süddə zülalın miqdarı qram-faizlə ifadə olunur və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$X = \frac{CxB}{100}$$

Burada: C- nümunədə zülalın qatılığı, mq-la;

B- 1 ml süddə duruluq;

100 alınan göstəricilərin qram- faizə çevirmək üçün hesablama əmsalı.

Uçuucu yağ turşularının miqdarının təyini

Ətin çürüməsi zamanı, zülalı maddələrin parçalanması nəticəsində, aminturşularının miqdarı artır. Çürümə prosesi davam etdikcə anaerob bakteriyaların fermentlərinin təsiri ilə aminturşuları dezaminləşir. Bunun nəticəsində ammoniyak və uçucu yağ turşuları əmələ gəlir. Məsələn, qlikol aminturşusu, dezaminləşmənin bərpasına məruz qaldıqda sirkə turşusu və ammoniyak əmələ gətirir.

Ətin çürüməsinin daha dərin mərhələlərində aminturşularının dezaminləşməsi nəticəsində propiyon turşusu və ammoniyak əmələ kəilir.

Bu metodla ətin saxlanması zamanı artan uçucu yağ turşularının miqdarının hesablanması, onun 2%-li sulfat turşusu məhlulunun buxarı ilə qovulmasına və alınan süzüntünün qələvi ilə titirləşdirilməsinə əsaslanılır.

Uçuucu yağ turşularının miqdarı, 200 ml məhlulun titrləşməsinə sərf olunan 0,1n.NaOH və KOH-ın millilitr miqdarı ilə hesablanır. Saat şüşəsində 0,01 q dəqiqliklə analitik tərəzində 25 q ət qiyməsi çəkib, 0,75-1,0 litr həcmli yumrudibli kolbaya keçirib və üzərinə 150 ml 2%-li sulfat turşusu məhlulu əlavə edirlər. Kolbanı yaxşıca çalxalayıb və iki deşikli tıxacla bağlayırlar. Deşiklərdən birinə düzbucaq üzrə əyilmiş şüşə boru keçirirlər. Həmin borunun xaricdəki ucu rezin boru vasitəsi ilə

buxarəmələgətirici kolbanın tıxacına taxılmış şüşə boru ilə birləşdirilir. Qovulan məhlulu toplamaq üçün soyuducunun altına 300 ml həcmli kolba qoyulur. Sonra buxarəmələkətirici kolbadakı su qaynadılır. Eyni zamanda içərisində nümunə olan kolba zəif qızdırılır. Buxarla qovma o vaxtadək aparılır ki, qəbuledicidə 200 ml süzüntü alınsın. Bunun üçün 300 ml həcmli qəbuledici kolba əvvəlcədən 200 ml tutumunda işarə edilir. Qovulmuş süzüntüyə 3-5 damla fenoftalein əlavə edib, 0,1 n. NaOH və ya KOH-la sabit çəhrayı rəng alınana kimi titrləşdirilir.

Əsas işlə yanaşı, nəzarətçi iş də aparılır. Nəzarətçi işlə nümunə götürülmür. Burada 150 ml 2%-li sulfat turşusu məhlulunu buxarla o vaxtadək qovurlar ki, qəbuledicidə 200 ml süzüntü alınsın. Alınan süzüntü 0,1 n. qələvi məhlulu ilə titrləşdirilir. Uçucu yağ turşularının miqdarı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$x = \frac{(\nu - \nu_0) \cdot k \cdot 5.61 \cdot 100}{m}$$

Burada: ν -əsas işdə 200 ml süzüntünün titrəşməsinə sərf edilən 0,1 n. qələvinin miqdarı, ml-lə;
 ν_0 -nəzarətçi işdə alınan 200 ml süzüntünün titrəşməsinə sərf edilən 0,1 n. qələğinin miqdarı, ml-lə;
 k -0,1 n. qələvi məhlulunun titrinə edilən düzəliş əmsalı;
 $5,61$ -1 ml 0,1 n. məhlulda qələvinin miqdarı, mq-la;
 t nümunənin kütləsi, q-la.

Ətin təzəliyi uçucu yağ turşularının titrəşməsinə sərf edilən KOH və ya NaOH qələvisinin ml-lə miqdarına əsasən müəyyən edilir. Belə ki, uçucu yağ turşularının titrəşməsinə sərf edilən KOH və ya NaOH qələvəsinin miqdarı təzə ətdə 4 ml, şübhəli ətdə 4-9 ml, köhnə ətdə isə 9 ml-dən yuxarı olur.

Ərzaq mallarında yağların tədqiqi üsulları

Yeyinti yağlarının miqdarı mövcud standartlar və texniki şərtlər ilə normallaşdırılır. Yağların miqdarını nəinki hazır məh-

sullarda, habelə yarımfabrikatlarda da müntəzəm sürətdə müəyyən edirlər.

Yağın miqdarını müəyyən etmək üçün analiz edilən məhsuldan yağ ekstraksiya yolu ilə və ya sentrafuqdan keçirməklə ayrırırlar. Ekstraksiya üsulu ona əsaslanır ki, yağlar suda həll olmur, lakin etil efiri (qaynama temperaturu $35,6^{\circ}\text{C}$ -dir), karbon-sulfid (q.t. 46°C -dir), petroleyin efiri (q.t. $50-60^{\circ}\text{C}$ -dir), benzin (q.t. $80-110^{\circ}\text{C}$ -dir) və başqa üzvi həlledicilər ilə asanlıqla çıxarılır.

Xüsusi çəkisi az və qaynama temperaturu aşağı olan həlledicilərdən istifadə etmək məsləhətdir. Çünki bu zaman yağın çıxarılması sürətlənir və sonradan həlledici asanlıqla buxarlandırılır. Laboratoriya praktikasında çox vaxt etil efirindən istifadə edirlər. Efir distillə edildikdən sonra alınıb qurudulan qalığın miqdarı analiz edilən məhsulda yağın miqdarını göstərir.

Bitki və heyvan mənşəli məhsullarda olan bəzi üzvi turşuların və boyayıcı maddələrin, eləcə də, bir sıra digər birləşmələrin ekstrakta keçməsi üzündən analiz nəticələrində müəyyən xətlər ola bilər. Yeyinti məhsullarının bəzi tərkib hissələri suda və spirtə həll ola bildiyindən, etil efirini irəlicədən spirt və su qatışıqlarından təmizləmək, yağları isə, qabaqcadan narınlaşdırılıb qurudulmuş məhsulda müəyyən etmək lazımdır.

Bəzən laboratoriyalarda bu və ya digər yağın keyfiyyəti və mövcud standartların tələbatına uyğunluğu haqqında rəy vermək tələb olunur. Belə hallarda, laboratoriya tədqiq edilən yağın orqanoleptiki, fiziki və kimyəvi göstəricilərinin nəticələrinə əsasən onun keyfiyyəti və standartlara uyğunluğu haqqında müəyyən qərara gəlir.

Analiz zamanı, adətən, yağların dadını, iyini, rəngini, şəffahlığını, ayrılıb çökmüş xıltının miqdarını, xüsusi çəkisini, turşuluq dərəcəsini, sabunlaşma ədədini və yod ədədini müəyyən etməklə kifayətlənirlər. Yalnız yağın saxtalaşdırılmış olmasına şübhə edildiyi hallarda, onu daha ətraflı analiz edib, qalan fiziki və kimyəvi göstəricilərini də müəyyən edirlər.

Yağın dadını mövcud standartlara əsasən 20°C -də yoxlayır-

lar. İyini müəyyən etmək üçün həmin temperaturda götürülən yağ ya şüşə parçasının üzərinə nazik təbəqə şəklində yaxır, ya da ələ sürtürlər. Yağı su hamamında 50°C-yə qədər qızdırdıqda iyi daha aydın hiss edilir.

Yağın rəngini müəyyən etdikdə orta nümunəsinin bir hissəsinə rəngsiz şəffaf şüşədən hazırlanmış və diametri 5 sm-ə yaxın olan təmiz stəkana töküb, rəngini 20°C-də işıqda müəyyən edirlər (yağın rəngi açıq olduqda, stəkanda 10 sm, tutqun olduqda isə 5 sm hündürlüyündə yağ götürülür). Yağın hansı rəngə çaldığını, habelə müşahidə aparıldığı zaman yağ təbəqəsinin qalınlığını jurnala qeyd edirlər. Müqayisə üçün yaxşı olar ki, normal keyfiyyətli yağ nümunəsi də eyni şəraitdə başqa bir stəkanda yan-yana qoyulsun.

Yağın sıxlığı. Müxtəlif yağların sıxlığı, onların saxlanma şəraiti və müddətindən, istehsal üsullarından və başqa amillərdən asılı olaraq bir qədər dəyişə bilər. Lakin az-çox dəyişkən olsa da bu göstərici, müxtəlif yağların identifikasiyasında, yağda olan qatışıqların xarakterinin və miqdarının müəyyən edilməsində mühüm göstəricilərdən biridir.

Yağların xüsusi çəkisini areometr, piknometr, Vestfal tərəzi və başqa üsullarla təyin edirlər.

Duru və çox qatı olmayan yağların xüsusi çəkisini areometrlə təyin edirlər. Bunun üçün, areometri kifayət qədər enli olan şüşə silindrə doldurulmuş yağa yavaş-yavaş batırırlar. Areometr yağın temperaturunu (20°C olmalıdır) qəbul etdikdə, yəni ona batırıldıqdan 10-15 dəqiqə sonra, yağın səviyyəsi bərabərində yerləşən bölgüsünü oxumaqla, yağın xüsusi çəkisini təyin edirlər. Yağın sıxlığını daha dəqiq olaraq piknometr vasitəsi ilə tapmaq olar. Bərk yağların xüsusi çəkisini müəyyən etmək üçün xüsusi piknometrlərdən istifadə edirlər və ya yağ parçalarını yağları həll etməyən mayeyə batırmaqla, onların həcmi, sıxışdırıb çıxardıqları mayenin həcminə əsasən tapıb müvafiq hesablama aparırlar.

Turşuluq ədədi-1qram yağda olan, sərbəst yağ turşularını neytrallaşdırmaq üçün sərf edilmiş natrium və ya kalium-hid-

roksidin milliqramla miqdarıdır. Bu göstərici yağın təbiətindən az asılı olub, onun saxlanılma müddəti və şəraitinin təsirindən xeyli dəyişir. Təzə yağların turşluğu, adətən, cüzi dərəcədə olur. Qeyd edilməlidir ki, bitki yağlarının turşluğu heyvan yağlarının turşluğundan həmişə bir qədər artıq olur. Yeyinti yağlarında turşuluq ədədi 3,5-dən artıq olmamalıdır.

Yağın turşuluq ədədini təyin etmək üçün kolbaya 3-5 q yağ çəkib götürərək, etil efiri ilə etil spirtinin neytral qarışığının (onlar, adətən, 2:1 nisbətində götürülür) 50 ml-ində həll edirlər. Qarışığı, müvafiq indikatorun bir neçə damcısının iştirakı ilə, rəngi nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişilənə qədər 0,1 n. qələvi məhlulu ilə titrləyirlər. Çalxaladıqda yağ həll olmur, qarışığı su hamamı üzərində azca qızdırırlar. Açıq rəngli yağları analiz etdikdə alınan məhlulu otaq temperaturuna qədər soyudub, daim çalxalamaqla, fenolftalein məhlulunun (fenolftaleinin spirtə 1%-li məhlulunun 5 damcısının) iştirakı ilə 0,1 n. Natrium və ya kalium-hidroksid məhlulu ilə titrləyirlər.

Qələvinin spirtə məhlulundan istifadə etdikdə sərbəst yağ turşuları daha yaxşı neytrallaşır. Titrləmək üçün qələvinin suda məhlulunu işlətdikdə fikir verilməlidir ki, yağ həll etmək üçün əlavə olunan spirtin miqdarının sərf edilmiş qələvinin millilitrləri sayından azı 5 dəfə artıq olsun. Nisbət pozulduqda, əmələ gələn yağ turşuları duzlarının (sabun məhlulunun) hidrolizi səbəbi ilə analiz nəticələri müəyyən xəta ilə alınabilir.

Turşuluq ədədini aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$X = \frac{5,611 \cdot b}{a}$$

Burada: 5,611-0,1 n. KOH-ın titri mq-la;

a-çəkilib götürülmüş yağın çəkisi, q- la;

b-titrlənməyə sərf olunmuş 0,1 n. KOH məhlulunun ml-lə miqdarıdır.

Yağın turşluğunu bəzən Turner turşluq dərəcəsi (°T) ilə də göstəririlər. 1 qram yağda olan sərbəst yağ turşularını neytrallaşdırmaq üçün sərf edilən 1 n. qələvi məhlulunun milliqramla miqdarına turşuluq ədədi deyilir.

Sabunlaşma ədədi- 1 q yağda sərbəst halda olan yağ turşularını neytrallaşdırmaq, qliserinlə birləşmiş halda olan yağ turşularını isə sabunlaşdıraraq üçün sərf edilən kalium-hidroksidin milliqramla miqdarıdır. Sabunlaşma ədədi yağın ən mühüm göstəricilərindən biridir. Tərkibində kiçik molekullu yağ turşularının miqdarı çox olan yağlarda sabunlaşma ədədi böyük, iri-molekullu turşuların miqdarı çox olan yağlarda isə kiçik olur.

Analiz üçün, 150-200 ml-lik konusvarı kolbaya analitik tərəzidə 2 q yağ çəkib götürərək, üzərinə kalium-hidroksidin spirtdə 0,5 n. məhlulundan 25 ml tökürlər. Sonra kolbanı əks soyuducu ilə birləşdirib, şiddətli qaynayan su hamamına batırırlar (çox batırılmalıdır), orada kolbanı ara-sıra çalxalamaqla 1 saat ərzində qaynadırlar. Sabunlaşma başa çatdıqdan sonra qabda artıq qalan qələvinin isti məhlulunu daim qarışdırmaqla 0,5 ml 1%-li fenolftalein məhlulunun iştirakı ilə 0,5 n. xlorid turşusu məhlulu ilə titrləyirlər. Əlavə edilmiş qələvinin millilitr ilə ölçülən miqdarından, xlorid turşusu ilə titrlənmiş qələvinin miqdarını çıxıldıqda, alınan fərq, bütün yağ turşularının neytrallaşdırılmasına sərf edilmiş qələvinin həcmi verəcəkdir.

Qələvinin spirtdə məhlulunun titri, zaman keçdikcə dəyişdiyindən, yağın analizi ilə paralel olaraq, nəzarət üçün tamamilə eyni şəraitdə, həmin şüşədən qayrılmış kolbada, lakin yağ götürülmədən, başqa bir analiz aparılır. Beləliklə, yağı sabunlaşdırmaq üçün götürülmüş 0,5 n. qələvi məhlulunun həqiqi həcmi dəqiq surətdə müəyyən edirlər.

Sabunlaşma ədədini aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$X = \frac{(a - b)28,055}{c}$$

Burada: 28,055—0,5 n. KOH-ın titri mq-la;

a-nəzarət üçün aparılan təcrübədə qələvinin titrlənməsinə sərf edilmiş 0,5 n. HCl məhlulunun miqdarı, ml-lə;

b-təcrübədə sabunlaşdırmadan sonra qalan qələvinin titrlənməsinə sərf edilmiş 0,5 n. HCl məhlulunun miqdarı, ml-lə;

c-analiz üçün götürülmüş yağ nümunəsinin çəkisi, q-la.

0,5 n. qələvi məhlulu hazırlamaq üçün işlədilən spirtə aldehid və siviş yağlarının qatışıqı olmamalıdır. Spirti təmizləmək üçün onu silkələyərək heyvan və ya ağac kömürü ilə emal etmək kifayətdir. Təmizlənməmiş spirtdən hazırlanan qələvi məhlulunun rəngi tez qonurlaşır və analiz üçün yaramır.

Bəzi yağların sabunlaşma ədədi

Günəbaxan yağı	188—194
Pambıq yağı	191—198
Mal piyi	191—200
Qoyun piyi (quyruq yağı)	192—196

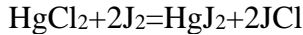
Yod ədədi. 100 q yağa birləşə bilən yodun, qramla miqdarına yod ədədi deyilir.

Yod ədədi yağın doymamazlıq dərəcəsini, yəni onda az və ya çox miqdarda doymamış yağ turşularının olmasını göstərir. Doymamış yağ turşuları ikiqat rabitə yerlərində özlərinə digər qrupları (məsələn, oksigeni) birləşdirib oksidləşə bilirlər. Bu da, yağlarda qaxsıma və quruma prosesinin getməsinə səbəb olur. Yod ədədi yağın davamlılıq dərəcəsini, habelə, müxtəlif kimyəvi çevrilmələrə məruz qalmaq imkanını göstərir.

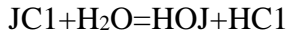
Nəzarət etmə praktikasında yağların yod ədədini təyin etmək üçün Gübl üsulu tətbiq edilir və standart üsul sayılır.

Burada əsas reaktiv Gübl məhluludur. O, süleymanı (civə 2-xlorid) ilə yodun etil spirtində məhlulunun qarışığından ibarətdir (həmin məhlulları hazırlamaq üçün 500 ml 95%-li etil spirtində 30 q civə 2-xlorid və 500 ml 95%-li etil spirtində 25 q yod həll edilir). Götürülən etil spirtində aldehidlər olmamalıdır. Süleymanı və yod məhlullarını, analizin başlanmasına 48 saat qaldıqda qarışdırırlar. Bu məhlulun titri hər dəfə nəzarət üçün yağın analizi ilə paralel aparılan təcrübədə müəyyən edilməlidir. Gübl məhlulu saxlandıqda onda müxtəlif əlavə reaksiyalar gedir. Yod ilə süleymanı arasında gedən əsas reaksiya aşağı-

dakı tənliklə ifadə olunur:



Əmələ gələn yod-xlorid doymamış yağ turşularını doymuş yağ turşularına çevirir, lakin bu reaksiyalarla yanaşı məhlulun titrinə nəzərə çarpacaq dərəcə təsir edən digər kimyəvi proseslər də gedir. Bu proseslər xüsusən məhlul hazırlandıqdan sonra birinci iki günün ərzində şiddətli gedir. Məsələn, adətən, spirtə olan su, yod-xloridə təsir edərək onu aşağıdakı tənlik üzrə hidroliz edir:



Əmələ gələn hipoyodit turşusu da ikiqat rabitə yerində yağa birləşə bilər. Deməli, nəzarət üçün aparılan təcrübədə yodun miqdarını və bu təcrübədən sonra yağ ilə reaksiyasını müəyyən etməkə nəzəri surətdə yağa birləşə bilən yodun miqdarını tapırlar.

Analiz üçün, yağın doymamazlıq dərəcəsiindən asılı olaraq, ondan müxtəlif çəkiddə (q-la) nümunə götürürlər:

Quruyan yağlardan	0,15-0,18
Yarımquruyan yağlardan	0,2-0,3
Qurumayan yağlardan	0,3-0,4
Bərk yağlardan	0,5-1

Yağı təxminən 1ml həcmində olan xüsusi kiçik stəkanlarda çəkmək məsləhətdir (belə stəkanları nazikdivarlı şüşə borudan hazırlamaq asandır). Analiz ediləcək yağ nümunəsini bu qayda ilə götürmək olar. Çox da böyük olmayan bir stəkan az miqdarda yağ nümunəsi və şüşə çubuqla birlikdə çəkilir, sonra stəkanı kiçik şüşə qabın boğazına yaxınlaşdırıb şüşə çubuqla oraya 5-7 damcı yağ salınır, bundan sonra stəkanı şüşə çubuqla birlikdə ikinci dəfə çəkirlər. Onun iki çəkisi arasındakı fərq, götürülmüş nümunənin çəkisi olacaqdır. Analiz üçün götürülən yağ nümunəsinin çəkisi kifayət qədər olmadıqda, ona daha bir neçə damcı yağ əlavə edib, stəkanı yenidən çəkirlər.

Çəkilib götürülən yağ nümunəsini kip şüşə probkalı 300-350

ml-lik kolbaya qoyub, yağı həll etmək üçün oraya 10-15 ml xloroform tökür və ehmalca çalxalayirlar. Alınan yağ məhluluna 25 ml Gübl məhlulu əlavə edib, bankanın ağzını kalium-yodid məhlulunda isladılmış probka ilə qapayırlar (yodun uçub havaya qalxmasının qarşısını almaq üçün), sonra yenidən ehmalca çalxalayır və otaq temperaturunda qaranlıq bir yerdə sakit saxlayırlar.

Hazırlanan yağ nümunələri qaranlıq yerdə aşağıdakı müddətdə saxlanılmalıdır:

Quruyan yağlar	18 saat
Yarımquruyan yağlar	8 saat
Qurumayan və bərk yağlar	6 saat

Əsas təcrübə üçün hazırlanan məhlulla yanaşı, nəzarət təcrübəsi üçün hazırlanan məhlulu da eyni müddət ərzində saxlanılır. Hamın məhlul 10—15 ml xloroform ilə 25 ml Gübl məhlulundan ibarətdir (onda yağ götürülmür).

Daxilində analiz və nəzarət üçün hazırlanmış məhlullar olan şüşə qabları arasına çalxalayıb, onların rənginə nəzər yetirirlər. Qarışdırıldıqdan sonra məhlulunu rənginin bulanması nəzərə çarpırsa (deməli, yağ tamamilə həll olmamışdır), kolbaya daha 5-10 ml xloroform əlavə edirlər (hər iki kolbaya eyni miqdarda). Sakit saxlandığı müddətdə rəngi nəzərə çarpacaq dərəcədə zəifləyən məhlulun üzərinə dəqiq surətdə ölçülüb götürülən Gübl məhlulu əlavə edilməlidir (yənə də hər iki qaba eyni miqdarda).

Hər analizdə reaksiyaya girən qarışıqda yodun miqdarı, yağın doymamış turşularını birləşmə halına keçirmək üçün tələb olunan miqdardan təxminən 2 dəfə artıq olmalıdır. Yalnız buna əməl edildikdə yod ikiqat rəbitələri tamamilə doydura bilər. Doydurma reaksiyası başa çatdıqda şüşə kolbaların hər ikisinə 15 ml 10%-li kalium-yodid məhlulu və 100 ml distillə edilmiş su tökürlər. Ayrılıb çıxan yodu 0,1 n. natrium-tiosulfat məhlulu ilə açıq-sarı rəng əmələ gəlməyədək titrləyirlər. Sonra 1 ml 1%-li nişasta məhlulu əlavə edib, abı rəng itincəyə qədər titrləyirlər.

Kalium-yodid və su əlavə edildikdən sonra cəvə 2-yodidin qırmızı çöküntüsü alınarsa ($\text{HgCl}_2 + 2\text{KJ} = \text{HgJ}_2 + 2\text{KCl}$), onda hər iki şüşə qaba çöküntü tamamilə oluncaya qədər eyni miqdarda (5-10 ml) kalium-yodid məhlulu əlavə edirlər.

Yod ədədini aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$X = \frac{0.01269(a-b)}{c} \cdot 100$$

Burada: 0,01269-0,1 n. natrium-tiosulfat məhlulunun titrinə ekvivalent olan yodun miqdarı; q-la;

a-nəzarət üçün götürülmüş sınağın (yağsız sınağın) titrlənməsinə sərf edilmiş 0,1 n. natrium-tiosulfat məhlulunun miqdarı, ml-lə;

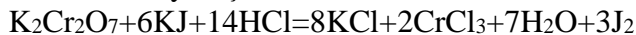
b—daxilində analiz ediləcək yağ nümunəsi olan məhlulun titrlənməsinə sərf edilmiş natrium-tiosulfat məhlulunun miqdarı, ml-lə;

c—analiz üçün çəkilib götürülmüş yağın çəkisi, q-la.

0,1 n. natrium-tiosulfatın (24,8 q/l) titrini adi üsulla, kalium-bixromatla (3,8634 q/l) müəyyən edirlər.

Kip şüşə probkalı bankaya 10 ml 10%-li kalmum-yodid məhlulu 50 ml xlorid turşusu (sıxlığı 1,12 olan turşu), 100 ml su və 20 ml hazırlanmış kalium-bixromat məhlulu tökürlər. Çalxaladıqdan sonra ayrılıb çıxan yodu, açıq-sarı rəng əmələ gəlincəyədək, natrium-tiosulfat ilə titrləyirlər. Sonra üzərinə 10-20 damcı nişasta məhlulu tökürlər və abı rəng itincəyədək natrium-tiosulfat ilə yenidən titrləyirlər.

Götürülmüş 1 ml kalium-bixromat məhlulundan aşağıdakı tənlik üzrə düz 10 ml yod çıxır:



Dəqiq hazırlanmış 0,1 n. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$ məhlulunun 1 ml-i 12,693 ml yoda ekvivalentdir.

Yod ədədləri

Günəbaxan yağı	119-134
Pambıq yağı	102-117
Mal piyi	32-57
Qoyun piyi	31-46

Donuz yağ
Balıq yağı

50-70
154,5-184,3

Yağların miqdarının Sokslet aparatında təyini

Nümunə Sokslet aparatında etil efiri və ya başqa həlledici ilə ekstraksiya olunur. Analiz üçün götürüləcək nümunənin çəkisi məhsulda olan yağın miqdarından asılı olub, adətən, 5-10 q götürülür. Nümunədə yağın miqdarı çox olarsa analiz üçün götürülən maddəni hələ qurutmadan əvvəl həvəngdə 10-12 q közdə qaldırılmış qum ilə əzib qarışdırmaq məsləhətdir.

Məhsulun analiz ediləcək nümunəsini qabaqcadan gips ilə susuzlaşdırırlar. Tərəzidə çəkilmiş nümunəni, dibində gips olan çini həvəngə töküüb, üzərinə məhsulun 1 q-a 4 q hesabı ilə texniki tərəzidə çəkilib götürülən yandırılmış gips əlavə edirlər (məhsulun tərkibində suyun miqdarı 75% olduqda). Saat şüşəsində və ya çini kasada nümunənin zərrəcikləri qalmasını deyərək, oraya bir qədər yandırılmış gips səpilir. Bütün kütləni diqqətlə həvəngə keçirib, götürülmüş nümunəni gipslə qarışdırırlar. Qurudulmuş məhsul nümunəsini ekstraksiya aparatının xüsusi gilizinə qoyub, üzərini yağsızlaşdırılmış pambıq təbəqəsi ilə örtürlər ki, həlledici maye, maddənin zərrəciklərini gilizdən çıxarıb aparmasın. Çəkilib götürülmüş nümunə qabaqcadan qurudulmamışsa, onu gilizdə qurutmaq olar. Bunun üçün gilizi, içindəki nümunə ilə birlikdə 3 saat quruducu şkafında saxlayırlar.

Giliz Sokslet aparatının sifon borusundan bir neçə millimetr qısa olmalıdır. Ekstraksiyaya başlamazdan əvvəl aparatın hissələrinin kipliyi yoxlanmalıdır. Sokslet aparatının əsas hissəsi ekstraktordur. O, qəbul kolbası ilə iki boru vasitəsi ilə birləşmiş silindrik qabdan ibarətdir. Bu borulardan biri əyilmiş sifondur. Həlledicini bu sifon vasitəsi ilə qəbul kolbasına tökürlər. İkinci boru birincisinə nisbətən enlidir və qəbul kolbasındakı həlledicinin buxarları bu boru ilə yuxarıya qalxır.

Buxarlar soyuducuya keçdikdə sıxlaşır və maye halında alınan efir ekstraktora axır. Analiz edilən məhsulun çəkilib götür-

rülmüş nümunəsi qabaqcadan həmin ekstraktora qoyulur. Orada həlledici maddə (efir) toplaşdıqca məhsulda olan yağları çıxarır. Ekstraktorda mayenin səviyyəsi sifon borusunu yuxarı qolunun səviyyəsinə çatdıqda həmin boru ilə axıb qəbul kolbasına tökülür. Qəbul kolbasını qızdırdıqda saf həlledicinin buxarları yenedən yuxarıya qalxıb soyuducuya keçir və ekstraksiya prosesi təkrar olunur.

Beləliklə, götürülmüş nümunənin bütün yağını az miqdarda həlledici ilə qəbul kolbasına keçirilmək mümkün olur. Tamam ekstraksiya olunsun deyə, tədqiq edilən maddəni həlledici ilə birlikdə (sifon borusunun hündürlüyündən aşağı səviyyəyə qədər həlledici ilə dolmuş ekstraktorda) 6-8 saat sakit saxlayırlar. Belə hallarda, qızdırılmağa başlamazdan əvvəl qəbul kolbasını, həcmnin 2/3 hissəsinə qədər deyil (adi hallarda olduğu kimi) az doldururlar.

Məhsuldan yağın tamam çıxarılmış olmasını efir ekstraktının son damcılarını saat şüşəsində buxarlandırmaqla və ya süzgəc kağızı zolaqlarının üzərinə salmaqla müəyyən edirlər. Kağızın və ya saat şüşələrin üzərində yağ izlərinin qalması ekstraksiya prosesini davam etdirmənin lazım gəldiyini göstərir. Yağın çıxarılması tamam başa çatdıqda, efiri axırınıcı dəfə qəbul kolbasına töküb qızdırmanı dayandırırırlar. Sonra cihazı sökür və gilizi, içindəki maddə ilə birlikdə, ekstraktordan çıxarırlar. Bundan sonra cihazı yenidən quraşdırıb qəbul kolbasındakı həlledicini buxarlandırmaqla boş ekstraktora keçirir və onun sifon borusu ilə axıb gəlməsinə dayha imkan vermirlər.

Kolbadakı həlledicinin çox hissəsini buxarlatdıqdan sonra aparatı sökür, həlledicini ekstraktordan şüşə qaba boşaldır, kolbanı isə, daxilindəki həlledicini tamam çıxarmaq üçün qaymar su hamamının üzərinə qoyurlar, sonra kolbada qalan kütləni şkafda 100-105°C-də 1,5-2 saat ərzində qurudurlar. Ekstraktorda soyutduqdan sonra kolbanı analitik tərəzidə çəkirlər və alınan çəkiddən boş kolbanın çəkisini çıxmaqla nümunədən çıxarılmış yağın miqdarını tapırlar. Alınan ədədi ilk götürülmüş məhsulun çəkisinə görə faizlə ifadə edirlər.

Laboratoriyalarda çox vaxt yağların miqdarını müəyyən etmək üçün daha tez başa gələn və iqtisadi cəhətdən sərfəli olan dolayı üsullar işlədirlər. Bu üsullar, qurudulmuş nümunənin yağları ekstraksiya edildikdən sonra onun ilk və son çəkiləri arasındakı fərqi müəyyən edilməsinə əsaslanmışdır.

Bir aparatda ayrı-ayrı paketlərdə bir neçə məhsul nümunəsini ekstraksiya etmək olar. Bu da istehsalat şəraitində çox əlverişlidir.

Əvvəlcə narinləşdirilib qurudulmuş nümunəni (1-2q) düzbucaqlı dördbucaq şəklində, 6x7 sm böyüklüyündə süzgəc kağızı üzərinə qoyub, kağızı paket şəklində bükürlər. Baş verə biləcək itkilərin qarşısını almaq üçün paketin özünü də bir qədər iri (7x8 sm) kağıza elə bükürlər ki, hər iki pakepin qatlanma xətləri bir-birinin üzərinə düşməsin. Bu zaman işlədilən süzgəc kağızını irəlicədən qurudub tərəzidə çəkirlər.

Götürülmüş nümunənin çəkisini, analiz edilən nümunənin doldurulduğu sınaq şüşəsinin çəkisi ilə boş sınaq şüşəsinin çəkisi arasındakı fərqi əsasən müəyyən edilir. İki süzgəc kağızı vərəqinin çəkisi ilə ilk götürülmüş məhsulun çəkisinin cəmi ekstraksiyadan əvvəl paketin çəkisini təşkil edir. Bu qayda ilə hazırlanmış bir neçə paketi (qrafit karandaşla nömrələnir) ekstraksiya üçün Sokslet aparatına yerləşdirirlər.

Nümunənin yağı tamam ekstraksiya olunduqdan sonra paketləri ekstraktordan çıxarıb sorucu şkafda 20-30 dəqiqə ərzində qurudurlar ki, onlarda qalmış efir kənar edilsin. Sonra paketləri çıxarıb çəkisi müəyyən edilmiş bükülərə qoyur və qurutma şkafında 98-100°C-də 1,5-2 saat ərzində qurutduqdan sonra, eksikatorada soyudub çəkilərini müəyyən edirlər. Ekstraksiyadan əvvəl paketlərin ilk çəkiləri ilə ekstraksiyadan və qurutmadan sonrakı çəkiləri arasındakı fərqi əsasən nümunədəki yağın miqdarını müəyyən edirlər.

Yağların təyin edilməsinin standart ekstraksiya-çəki üsulu

Aparat – yağ ekstraksiya etmək üçün ekstraktor-narınlaşdırıcıdan (tutumu 300-350 ml olan metal sınaq şüşəsi, həvəngdəstə və ştativlə birlikdə), həlledicidə alınan yağ məhlulunu süzmək üçün borudan və hava püskürən rezin balondan ibarətdir.

Analiz zamanı çəkisi müəyyən edilib cib şəklində bükülmüş süzgəc kağızında (4x10 sm böyüklüyündə) analitik tərəzidə orta sınağından 10 q çəkilib götürülür. Çəkilməmiş məhsulu ekstraktor-narınlaşdırıcının metal sınaq şüşəsinin dibinə töküb, üzərinə ölçü avtomatı ilə və ya qabaqcadan tərəzidə çəkilməmiş 5-10 q susuz soda və 20 ml benzin (qaynama temperaturu 90-120°C olan benzin), ya da dixloretan əlavə edirlər. Bundan sonra sınaq şüşəsindəki kütləni bircinsli kütlə alınincayadək 4-5 dəqiqə ərzində yaxşıca qarışdırırlar (metal həvəngdəstəni dairəvi sürətdə hərəkət etdirməklə). Soda məhsulun suyunu özünə çəkəndə bir qədər istilik çıxarır, o da yağın tez həll olmasına kömək edir. Fikir verilməlidir ki, sınaq şüşəsindəki kütlə 32°C-dən çox qızmasın, çünki bundan yüksək temperaturda sodanın susaxlama xassəsi azalır. Lazım gəldiyi hallarda sınaq şüşəsini soyudurlar.

Qarışdırmanı dayandırdıqdan sonra nümunəni süzülür. Bunun üçün sınaq şüşəsinin ağzına iki ensiz boru keçirilmiş probka tıxayırlar. Ensiz borulardan biri qısa olub, əyilmişdir (o rezin balon vasitəsi ilə hava vurmat üçündür), o biri ensiz boru uzun olub, sınaq borusunun dibinə çatır, ucu isə kenəldilmişdir (bu boru, filtratı qarışdırmaq üçündür). Uzun boruya dərəcələrə bölünmüş, kalibrlənmiş 2 ml-lik pipet birləşdirilmişdir. Süzgəcdən keçirilmiş yağ məhlulunun 2 və ya 5 ml-ni diqqətlə damcıdamcı alüminium stakana və ya alüminium kasaya keçirirlər (alüminium stakan və ya kasa qabaqcadan qurudulmalı və həmin tərəzidə çəkilməlidir). Həlledicini buxarlandıraraq çıxarmaq üçün stəkanı su-qliserin və ya qum hamamı üzərində qızdırırlar. Hamamın temperaturu həlledicinin qaynama temperaturundan 20-25°C artıq, yəni 180-200°C-yə yaxın olmalıdır.

Həlledicini buxarladılıb çıxardıqdan sonra (buna təxminən 15

dəqiqə vaxt sərf edilir) stəkanı hamamın üzərindən götürür və soyuyandan 1-2 dəqiqə sonra həmin tərəzidə çəkirlər.

Yağın miqdarını aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$X = \frac{B \cdot V \cdot 100}{(Q - \frac{\hat{A}}{0,92})A}$$

Burada: X-yağın miqdarı, %-lə;

B-yağı çıxarmaq üçün götürülmüş həlledicinin miqdarı, ml-lə;

V-stəkandakı yağın çəkisi, qr-la;

Q-stakana və ya kasaya tökülmüş yağ məhlulunun miqdarı, ml-lə;

A-çəkilib götürülmüş məhsul nümunəsi, q-la;

0,92-yağın sıxlığıdır.

Yağların miqdarının sentrifuq vasitəsi ilə təyini

Bu üsul yağların təyin edilməsinin sürətli üsullarından biri olub, əsasən süd və süd məhsullarını analiz etmək üçün təklif edilmişdir. Həmin üsulun mahiyyəti belədir: tədqiq ediləcək məhsulu, yağın ayrılmasını asanlaşdırmaq üçün onu müvafiq qaydada emal etdikdən sonra, yağölçən adlanan xüsusi şüşə qablarda sentrifuqladırlar. Yağ mərkəzdənqaçan qüvvənin təsiri ilə yağölçənin ağzında bütöv bir təbəqə şəklində toplanır. Orada yağın miqdarını tez təyin etməyə imkan verən müvafiq bölgülər vardır.

Sentrifuqdan keçirməzdən əvvəl məhsula kimyəvi reagent olaraq sulfat turşusu (sıxlığı 1,82) və izoamil spirti qarışdırılır. Zülallar sulfat turşusunda həll olur, izoamil spirti isə yağ kürəciklərinin bir-birinə yapışmasına kömək edir. Onların yapışmasını qarışığın qızdırılması da sürətləndirir. Məhsulun sentrifuqdan keçirilməsi, yağölçənin yuxarı hissəsində, yerdə qalan kütlədən aydın surətdə ayrılan və bir-birinə yapışmış yağ kürəciklərindən ibarət olan bütöv yağ təbəqəsinin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Bu üsuldən bulyonda və souslarda da yağın miqdarına nəzarət etmək üçün istifadə etmək olar. Maye halındakı yarımfabrikatları yaxşı qarışdırdıqda yağlar müəyyən dərəcədə emulsiya əmələ gətirir və kütlənin hər yerinə kiçik yağ kürəcikləri şəklində yayılır. Ehmalca qızdırmaqla zülali maddələri pıxtalaşdırıb, sonra məhlulu sentrifuqdan keçirməklə yağı tamamilə ayırmaq mümkün olur.

Analiz aşağıdakı kimi aparılır: yağölçənə əvvəlcə 10 ml sulfat turşusu (sıxlığı 1,82 olmalıdır), sonra analiz edilən məhsulun yaxşı qarışdırılmış orta nümunəsindən 11 ml və 1 ml izoamil spirti tökürlər. Yağölçənin ağzını rezin probka ilə qapadıqdan sonra onu 2-3 dəqiqə ərzində sürətlə bərk çalxalayıb, 65°C-yə qədər qızdırılmış su hamamı üzərinə qoyur və 5 dəqiqə saxlayırlar. Sentrifuqlaşdırdıqdan sonra yağölçəni yenə də 5 dəqiqəliyə su hamamının üzərinə qoyur, sonra götürüb bölgülərin sayını müəyyən etməklə yağın tutduğu həcmi tapırlar. Bölgülərin sayını hesablamazdan əvvəl yağ təbəqəsinin alt sərhədini dəqiq surətdə hər hansı bir bölgü üzərinə keçirmək üçün yağölçənin ağzına taxılmış probkanı ya aşağıya basır, ya da yuxarıya dartırlar. Yağölçənin hər bölgüsü 11,33 q miqdarında götürülmüş məhsulda 0,1% yağ olmasına uyğun gəlir (11,33 q, sıxlığı 1,03 olan 11 ml südün çəkisidir).

Məhsulda yağın faizlə miqdarını aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$X = \frac{B \cdot 0,1 \cdot 11,33}{C}$$

Burada: X—yağın miqdarı, %-lə;

B—yağölçənin göstərdiyi bölgülər;

C—əvvəlcə çəkilib götürülmüş məhsulun çəkisi, ml-lə;

0,1—yağölçənin bir bölgüsünün qiymətidir, %-lə.

Qatılaşdırılmış süd konservində yağın miqdarını müəyyən etmək üçün yağölçənə 10 ml sulfat turşusu (sıxlığı 1,81-1,82 olmalıdır), 11 ml durulaşdırılmış (10:25) süd və 1 ml izoamil spirti tökürlər. Yağölçənin göstərdiyi bölgülərin sayını 2,5-ə vu-

rurlar.

Ərzaq mallarında karbohidratların miqdarının təyini

Xammalı və hazır məhsulu analiz etdikdə, adətəm, reduksiyaedici şəkərlərin (qlukozaanın və fruktozaanın birlikdə cəminin) və reduksiya etməyən şəkərlərin (başlıca olaraq saxarozanın) miqdarını müəyyən etməklə kifayətlənirlər. Bu şəkər qruplarının hər ikisini suda alınmış eyni ekstraktdan götürülən iki sınaq üzərində təyin edirlər. Analizdən əvvəl ikinci sınağı inver-siya edirlər.

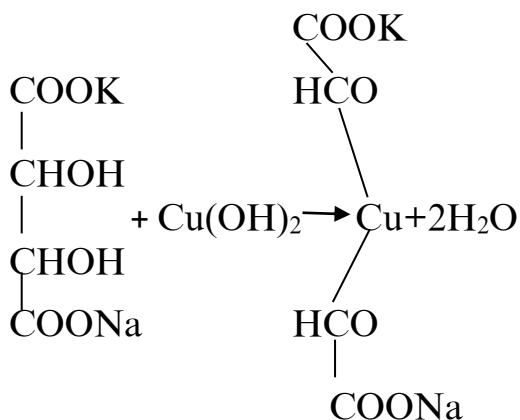
İkinci sınağın analizində alınan şəkərlərin ümumi miqdarı ilə reduksiya edən şəkərlərin miqdarı arasındakı fərqə əsasən, məhsulda saxarozanın miqdarını hesablayıb tapırlar.

Şəkərlərdən başqa bəzən məhsulda sellulozaanın, pektinin və nişastanın miqdarını da tapırlar. Bu göstəriciləri müəyyən etmək üçün fiziki, fiziki-kimyəvi və kimyəvi üsullar vardır.

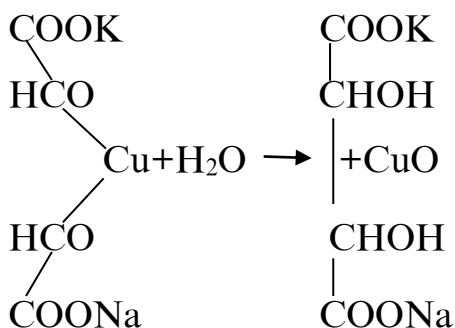
Şəkərlərin təyin edilməsinin əsas kimyəvi üsulları, onların tərkibində karbonil qrupunun olmasına əsaslanır. Bu qrup, qələvi mühitdə şəkərlərin müxtəlif reagentlər vasitəsi ilə, o cümlədən, ağır metalların (misin, civənin) oksidləri, qırmızı qan duzu $K_3[Fe(CN)_6]$ və yod ilə oksidləşməsi qabiliyyətindən irəli gəlir. Şəkəri oksidləşdirən reagentlər söz yox ki, bu prosesdə reduksiya olunur. Bu üsullardan ən çox yayılanları felinq mayesinin oksidləşdirici təsirinə əsaslanan müxtəlif modifikasiyalardır.

Felinq mayesini eyni həcmdə götürülən 1Nə-li məhlul (mis kuporosu) ilə 2Nə-li məhlulu seqnet duzunun (kalium-natrium-tartaratın) qələvidə məhlulunu qarışdırmaqla hazırlayırlar. Tətbiq edilən üsuldən asılı olaraq müxtəlif konsentrasiyalı məhlul götürürlər.

Mayeləri bir-birinə qarışdıran zaman əmələ gələn mis 2 hidraksin abı çöküntüsü ($CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$), mis 2-oksidi ilə seqnet duzunun kompleks birləşməsinin tünd göy rəngli məhlulunu əmələ gətirməsi nəticəsində tez yox olur. Bu sonuncu reaksiya aşağıdakı tənlik üzrə gedir:



Şəkərlər ilə Felinq mayesinin qarşılıqlı təsirində mis 2-oksidi mis 1-oksidi qədər reduksiya olunur ($2\text{Cu}_2\text{O} = \text{Cu}_2 + \text{O}$) və şəkərlər bu reaksiyada çıxan oksigenin hesabına oksidləşir. Mis 2-oksidi tədricən əmələ gəlir; o reduksiya olunduqca məhsulda reduksiyaedici şəkərlər iştirak edərsə, seqnet duzu ilə əmələ gəlmiş kompleks birləşmənin qızdırılarkən yenidən parçalanması nəticəsində mis 2-oksidi yeni porsiyaları əmələ gəlir:



Mis 1-oksidi qırmızı çöküntüsü üzərində olan məhlulun göy rəngi Felinq mayesinin artıq miqdarda olmasını və deməli, həmin təcrübə şəraitində şəkərlərin tamam oksidləşmiş olmasını göstərir.

Analiz edilən məhsulda reduksiyaedici şəkərlərin miqdarını, əmələ gələn mis 1-oksidin miqdarının müəyyən edilməsi nəticələrinə əsasən hesablayıb tapırlar.

Şəkərlərin Felinq mayesi ilə oksidləşməsi prosesi bir çox tənlik üzrə gedir, buna görə də oksidləşmiş şəkərin miqdarı ilə əmələ gəlmiş mis 1-oksidin miqdarı arasında riyazi mütənasiblik yoxdur. Təcrübə məlumatına əsasən tərtib edilmiş xüsusi cədvəllərdən istifadə etmək lazım gəlir, yəni mis 1-oksidin miqdarını müəyyən etdikdən sonra alınan rəqəmlərə əsasən şəkərin ona uyğun gələn miqdarını tapırlar.

Şəkərlərin miqdarını müəyyən etməyə başlamazdan əvvəl, diqqətlə ekstrakt hezirlayırlar.

Sulu ekstraktın hazırlanması. Şəkərlərin miqdarı müəyyən ediləcək sulu ekstraktın aşılı maddələri, boyayıcı maddələr və zülali maddələr olmamalıdır, çünki onlar alınacaq nəticələri təhrif edə bilər. Bütün bu maddələri normal qurğuşun-asetat məhlulu və ya qurğuşunun əsası duzlarının məhlulları ilə çökdürməklə ayıraraq çıxarırlar.

Fikir verilməlidir ki, qurğuşun duzunu əlavə etməzdən əvvəl və sonra ekstraktın reaksiyası neytral olsun. Bütün üzvi qeyrişəkər maddələr çökdürüldükdən sonra qurğuşunu məhluldan natrium-sulfat və ya natrium-hidro-fosfat Na_2HPO_4 vasitəsi ilə çıxarırlar. Gedən reaksiya nəticəsində $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ çöküntüsü əmələ gəlir.

Rəngi tünd olan məhlulların (albalıdan, qara qarağatdan hazırlanmış məhsulların) rəngini çox yavaş sürətdə (bir neçə saatda) qurğuşun-asetatla açıqladırlar.

Tərkibində yağı çox olan məhsullardan sulu ekstrakt hazırlamaq üçün onları qurutmaqla tərkiblərindəki suyu çıxarırlar, sonra isə yağını efir ilə ekstraksiya edirlər.

Ekstraktların rəngini əsası qurğuşun-asetat duzu vasitəsi ilə aşağıdakı kimi açıqladırlar: məhsulun orta sınağından götürülən nümunəni analitik tərəzidə çəkirlər. Götürüləcək nümunənin miqdarı onda olan şəkərlərin miqdarından asılıdır (şəkərlərin miqdarı 10% olduqda təxminən 50 q nümunə götürülür, məhsul

lun şəkərliliyi bundan az olduqda nümunəni 50 q-dan çox, 10 %-dən artıq olduqda isə 50 q-dan az götürürlər).

Povidlo, cem və mürəbbədən götürülən 7-8 q miqdarında nümunəni 0,01 q-a qədər dəqiqlikdə çəkirlər. Nümunə o qədər götürülməlidir ki, axırncı filtratda şəkərin konsentrasiyası 0,4-0,8% olsun. Məhsulun götürülən miqdarını itgiyə yol vermədən, 250 ml-lik ölçülü kolbaya keçirir və üzərinə kolbanın həcmnin 2/3 hissəsinə çatıncayadək distillə edilmiş su tökürlər. Kolbanı fırlatmaqla qarışığı yaxşıca qarışdırır və məhsulun reaksiyasını neytral lakmus kağızı ilə təyin edirlər.

Adi turş reaksiya alındıqda, üzərinə tədricən 15%-li soda məhlulu əlavə etməklə mayeni neytrallaşdırma müddətində məhlulun reaksiyasını daim lakmus ilə və ya universal indikator ilə pH 7,0 alınıncayadək yoxlayırlar. Kolbanı içindəki maye ilə birlikdə 80°C tempeoaturda su hamamı üzərində tez-tez çalxalamaqla 15 dəqiqə ərzində qızdırırlar (tərkibində nişastasası çox olan məhsulları soyuqda emal edirlər).

Neytrallaşdırdıqdan sonra mayeyə 7 ml 30%-li neytral qurğuşun-asetat məhlulu əlavə edib, yaxşıca qarışdırır və 5 dəqiqə sakit saxlayırlar. Çöküntü üzərində şəffaf məhlulun görünməsi, maddənin tamam çökdüyünü göstərir. Bu zaman həmin kolbaya ölçülü silindrdən 18-20 ml doymuş Na_2HPO_4 və Na_2SO_4 məhlulu əlavə edirlər və çalxaladıqdan sonra çöküntünün dibə yatması üçün kolbanı sakit saxlayırlar. Qurğuşun-asetatın artıq miqdarını natrium-hidrofosfatla çökdürdükdə çöküntünün yatıb ayrılması üçün 10 dəqiqə gözləmək kifayətdir. Onu natrium-sulfat ilə çökdürdükdə filtratın rəngi bulanıq olduqda mayeni 24 saat ərzində durulmağa qoyurlar. Maddənin tamam çökdüyünü yoxlayıb müəyyən etdikdən sonra kolbaya nişan vurulmuş yerə çatıncaya qədər distillə edilmiş su tökürlər və qarışdırdıqdan 1-2 dəqiqə sonra onu filtdən təmiz stəkana süzürlər. Filtrədən şəkərlərin miqdarını müəyyən etmək üçün istifadə edirlər.

Bəzən ekstraktın rəngi, aşağıdakı üsuldən istifadə edildikdə daha yaxşı açıqlaşır. Neytral məhlulun üzərinə çöküntü əmələ gəlməsi dayanana qədər qabaqcadan hazırlanmış qurğuşunlu

sirkə (50 q miqdarında götürülən nümunəyə 10-15 ml kifayətdir) və ya eyni həcmdə 10%-li qurğuşun-asetat məhlulu tökürlər. Məhlulun reaksiyasını yenidən lakmus ilə yoxlayıb lazım gəldikdə soda və ya asetat turşusu (sirkə) əlavə edirlər. Sonra mayenin səviyyəsini nişanlanmış yerə çatdıraraq yaxşıca qarışdırırlar və vaxtaşırı çalxlamaqla durulmaq üçün 1-1,5 saat sakit buraxırlar. Bundan sonra mayeni filtdən süzüb alınan filtratdan pipet və ya büret vasitəsi ilə 50-100 ml ölçülü kolbaya tökürlər. Sonra qurğuşunun artıq miqdarının çökməsi üçün kolbaya 15-20 ml doymuş natrium-sulfat məhlulu tökürlər. Əmələ kələn çöküntünün dibə yatması üçün kolbanı bir müddət sakit saxladıqdan sonra maddənin tamam çökmüş olmasını yoxlayırlar. Bunun üçün kolbaya ehmalca bir neçə damcı Na_2SO_4 məhlulu salıb, nişanlanmış yerə çatıncaya qədər oraya distillə edilmiş su tökürlər. Sonra onu qarışdırıb yenidən filtdən süzülər. Alınan filtratda şəkərlərin miqdarını müəyyən edirlər.

Reduksiyaedici şəkərlərin təyini

Bertran üsulu. Felinq mayesini reduksiyaedici şəkərlə birlikdə qaynatdıqda gedən reaksiya nəticəsində mis 1-oksidi alınır. Onu dəmir 3-sulfatın sulfat turşusunda hazırlanan məhlulunda həll etdikdə mis 2-sulfat və dəmir 2-sulfat alınır. Onun miqdarını kalium permanqanat ilə titrləməklə təyin edirlər. Sərf edilmiş kalium permanqanatın miqdarına əsasən mis 1-oksidi miqdarını hesablamaqla mövcud cədvəllərdən şəkərin müvafiq miqdarını tapırlar.

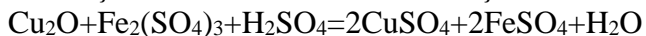
Şəkərin təyin edilməsi texnikası aşağıdakı kimidir. Lakmusla yoxlandıqda neytral və ya zəif turş reaksiyalı ekstraktın 20 ml götürüb (onda 10 mq-dan 100 mq-a qədər şəkər olmalıdır), 150-200 ml-lik konusvarı kolbaya tökür və üzərinə 20 ml 1 №-li və 20 ml 2 №-li Felinq məhlulu əlavə edirlər. Qarışıqı qay-nayıncaya qədər (ilk qovucuqlar görünənə qədər) qızdırıb 3 dəqiqə ərzində qaynadırlar, bundan sonra kolbanı alovun üzərindən kötürüb, əmələ kəlməmiş mis 1-oksidi yaxşı çökməsi üçün mail

vəziyyətdə çini kasaya qoyurlar. Sonra çöküntünün üzərindəki mayeni, Bunzen kolbasına keçirilmiş və daxilində asbest filtri olan borudan (və ya daha yaxşı olar ki, xüsusi məsaməli şüşə-dən) boşaldırlar. Bunzen kolbası suşırnaqlı nasosla elə birləşdirilir ki, dekantasiya daim sorulmaqla aparılsın.

Süzmək üçün götürülən borunun uzunluğu 15-16 sm, yuxarı geniş hissəsində diametri 1,7-2 sm və hündürlüyü 10 sm olmalıdır. Borunun daralmış hissəsinin daxili diametri adətən 5-7 mm olur.

Mis 1-okoid çöküntüsünün üzərindəki mayenin hamısını boşaltdıqdan sonra çöküntünün üzərinə 5-10 ml qabaqcadan qaynadılmış (daxildəki oksigen çıxsın deyə) isti su töküb, çöküntünün yenidən dibə yatması üçün sakit buraxırlar, suyu isə filtr vasitəsi ilə boşaldırlar. Bu əməliyyatı çöküntü yuyulan suyun abıtəhər rəngi tamam itincəyə qədər 2-3 dəfə təkrar edirlər. Dekantasiya elə aparılmalıdır ki, mis 1-oksidin zərrəcikləri filtrə keçməsin və orada havanın oksigeni ilə oksidləşməsin. Eyni zamanda çöküntü daim maye təbəqəsinin altında saxlanmalıdır.

Çöküntünün yuyulması qurtardıqdan sonra sorulma üçün götürülmüş kolbada toplanan filtratı boşaldır və kolbanı distillə edilmiş su ilə yaxşıca yaxalayırlar. Yuyulub konusvari kolbaya keçirilmiş çöküntünün üzərinə 10-20 ml dəmir 3-sulfat məhlulu (3 №-li məhlul) tökürlər. Mis 1-oksid üçvalentli dəmirin iki-valentli dəmirə çevrilməsi nəticəsində oksidləşir:



Bu zaman şəffaf açıq yaşıl rəngli maye əmələ gəlir. Onu daxilində qalmış Cu_2O zərrəciklərin həll etmək üçün həmin filtrə boşaldırlar.

Filtrin üzərinə çoxlu miqdarda mis 1-oksvd çöküntüsü alındıqda onu ehtiyatla nazik şüşə çubuqla ayırırlar. Bu zaman çöküntü həll olmazsa onun üzərinə əlavə 2-3 ml dəmir 3-sulfat məhlulu tökürlər. Sonra konusvari kolbanı bir neçə dəfə distillə edilmiş su ilə yuyur və həmin suyu filtr vasitəsi ilə sorulmaq üçün götürülmüş kolbaya keçirirlər.

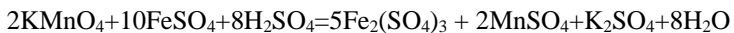
Cədvəl 14.

Qlükozanın miqdarının Bertran üsulu ilə təyin edilməsi
(mq ilə)

Qlükoza	Mis	Qlükoza	Mis	Qlükoza	Mis
10	20,4	41	79,3	72	133,1
11	22,4	42	81,1	73	134,7
12	24,3	43	82,9	74	136,3
13	26,3	44	84,7	75	137,9
14	28,3	45	86,4	76	139,6
15	30,2	46	88,2	77	141,2
16	32,2	47	90,0	78	142,8
17	34,2	48	91,8	79	144,5
18	36,2	49	93,6	80	146,1
19	38,1	50	95,4	81	147,7
20	40,1	51	97,1	82	149,3
21	42,0	52	98,9	83	150,9
22	43,9	53	100,6	84	152,5
23	45,8	54	102,3	85	154,0
24	47,7	55	104,1	86	155,6
25	49,6	56	105,8	87	157,2
26	51,5	57	107,6	88	158,8
27	53,4	58	109,3	89	160,4
28	55,3	59	111,1	90	162,0
29	57,2	60	112,8	91	163,6
30	59,1	61	114,5	92	165,2
31	60,9	62	116,2	93	166,7
32	62,8	63	117,9	94	168,3
33	64,6	64	119,6	95	169,9
34	66,5	65	121,3	96	171,5
35	68,3	66	123,0	97	173,1
36	70,1	67	124,7	98	174,6
37	72,0	68	126,4	99	176,2
38	73,8	69	128,1	100	177,8
39	75,7	70	129,8		
40	77,5	71	131,4		

Filtratı məhlulda çəhrayı rəng görünənə qədər kalium-permanqanat ilə titrləyirlər.

Kalium-permanqanat turş mühitdə əmələ gəlmiş ikivalentli dəmiri aşağıdakı tənlik üzrə üçvalentli dəmirə oksidləşdirir:



Sərf edilmiş kalium permanınatının millilitrləri sayını misin ekvivalent miqdarı ilə ifadə olunan titrə vurmaqla misin milliqramları sayını müəyyən edir və cədvəldən şəkərin ona uyğun gələn miqdarını tapırlar (14 və 15 sayılı cədvəllər).

Cədvəl 15.

Hidroliz olunmuş şəkərin miqdarının Bertran üsulu ilə təyin edilməsi (mq ilə)

Şəkər	Mis	Şəkər	Mis	Şəkər	Mis
10	20,6	41	79,5	71	130,8
11	22,6	42	81,2	72	132,4
12	24,6	43	82,0	73	134,0
13	26,5	44	84,8	74	135,6
14	28,5	45	86,5	75	137,2
15	30,5	46	88,3	76	138,9
16	32,5	47	90,1	77	140,5
17	34,5	48	91,9	78	142,1
18	36,4	49	93,6	79	143,7
19	38,4	50	95,4	80	145,3
20	40,4	51	97,1	81	146,9
21	42,3	52	98,8	82	149,5
22	43,2	53	100,6	83	150,0
23	45,1	54	102,3	84	151,6
24	47,0	55	104,0	85	153,2
25	49,8	56	105,7	86	154,8
26	51,7	57	107,4	87	156,4
27	53,6	58	109,2	88	157,9
28	55,5	59	110,0	89	159,5
29	57,4	60	112,6	90	161,1
30	59,3	61	114,3	91	162,6
31	61,2	62	115,9	92	164,2
32	63,1	63	117,6	93	165,7
33	64,8	64	119,2	94	167,3
34	66,7	65	120,9	95	168,8
35	68,8	66	122,6	96	170,3
36	70,3	67	124,2	97	171,9
37	72,2	68	125,9	98	173,4
38	74,8	69	127,5	99	175,0
39	75,9	70	129,2	100	176,5
40	77,7				

Durulaşdırılmanı nəzərə alaraq ilk götürülmüş nümunədə şəkərin miqdarını hesablayıb tapır, sonra da onu faizlə ifadə edirlər.

Çox vaxt elə hallar olur ki, misin tapılan milliqramları sayı cədvəllərdə olmur, ondan bir qədər artıq və ya əskik ədədlər olur. Bu kimi hallarda belə hesab edirlər ki, milliqramın onda bir hissələri daxilində şəkərin miqdarı ilə misin miqdarı arasında düz mütənasiblik vardır.

Fərz edək ki, invertlənmiş şəkəri müəyyəi etdikdə 85,3 mq mis tapılmışdır. 15 sayılı cədvəldə buna ən yaxın olan qiymətləri axtarıb tapırıq; onlar 84,8 və 86,5 mq misdir. Bu rəqəmlər 44 və 45 mq şəkərə müvafiqdir. Aydınadır ki, şəkərin axtarılan miqdarı 44 mq-dan artıq, 45 mq-dan az olmalıdır. Misim alınan miqdarı ilə cədvəldə göstərilmiş ən kiçik ədəd arasındakı fərqi tapırıq ($85,3-84,8=0,5$ mq edir). Misin bu miqdarına (0,5 mq) düşən şəkərin miqdarını müəyyən etmək üçün misin cədvəldə göstərilən iki qonşu qiyməti arasındakı fərqi tapırıq ($86,5-84,8=1,7$ mq). Bu fərq 1 mq şəkərə (45-44) uyğun gəlir. Buradan:

$$1,7 : 1 = 0,5 : x.$$

$$x = \frac{0,5}{1,7} = 0,3\text{mq}$$

Əgər 84,8 mq mis 44 mq şəkərə və 0,5 mq mis 0,3 mq şəkərə uyğun gəlirsə, onda deməli 85,3 mq mis 44,3 mq şəkərə uyğun gələr.

Reaktivlərin hazırlaması:

1 sayılı məhlulu-40 q kimyəvi saf mis 2-sulfatı ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 1 litr distillə edilmiş suda həll edirlər.

2 sayılı məhlul-200 q seqnet duzunu və 150 q NaOH -ı 1 litr distillə edilmiş suda həll edirlər. Seqnet duzunu ayrıca olaraq 500-600 ml suda həll edib, filtdən keçirir və ümumi həcmi 1 litr oluncaya qədər üzərinə qələvi məhlulu tökürlər, hər iki məhlulu (1 və 2 sayılı məhlulları) ayrıca saxlayırlar. Maddəni analizə başlamazdan bilavasitə əvvəl, bərabər həcmdə götürülən bu məhlulları qarışdırmaqla Felinq mayesi alırlar.

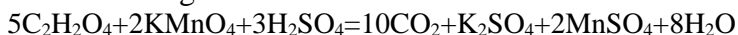
3 sayılı məhlul-50 q $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ və 200 q sulfat turşusu-

nu 1 litr distillə edilmiş suda həll edirlər.

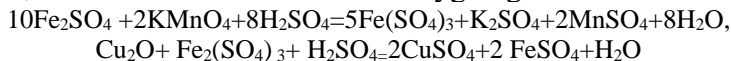
4 sayılı məhlul-5 q KMnO_4 -ü 1 litr distillə edilmiş suda həll edirlər. Bir neçə gündən sonra durulmuş məhlulun titrini oksalat turşusu $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (molekul çəkisi 126,05-dir), ammonium-oksalat duzu $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (molekul çəkisi 142,1-dir) və ya natrium-oksalat məhlulu ilə müəyyən edib, onu (titrini) misin milliqramları sayı ilə ifadə edirlər.

Bunun üçün analitik tərəzidə 0,2 q kimyəvi saf oksalat turşusu və ya 0,25 q ammonium-oksalat götürüb çəkir, 100 ml suda həll edir və üzərinə 10 ml sulfat turşusu (1:4) tökürlər. Sonra qarışığı $60-80^\circ\text{C}$ -yə qədər qızdırıb permanınat məhlulu ilə titrləyirlər. 0,2 q miqdarında götürülən oksalat turşusuna 20 ml-ə yaxın kalium permanınat məhlulu sərf edilməlidir. Permanınatın misə görə titrini aşağıda köstərilən tənliklərin köməyi ilə hesablayıb tapırlar.

Tənliyə əsasən bir molekul oksalat turşusunu oksidləşdirmək üçün bir atom oksigen lazımdır:



İkivalentli dəmiri (dəmir 2-sulfatın) permanınat ilə oksidləşdirməsi tənliyindən görünür ki, bir atom oksigen iki atom dəmiri oksidləşdirir, mis 1-oksidin oksidləşdirməsi tənliyi isə göstərir ki, iki atom dəmirə iki atom mis uyğun gəlir:



Deməli, bir molekul oksalat turşusuna iki atom dəmir və ya mis 1-oksidin oksidləşməsi tənliyinə görə iki atom mis uyğun gəlir. Buna əsasən belə bir nisbət düzəldilir:



$$2 \cdot 63,57 - 126,05 \text{ və ya } 142,1$$

$$x - 1$$

$$x = \frac{2 \cdot 63,57}{126,05} = 1.0086$$

və ya ammonium-oksalat üçün

$$x = \frac{2 \cdot 63,57}{142,1} = 0.895$$

alınır. Oksalat turşusunun və ya ammonium oksalatın götürülmüş çəkisinin müvafiq əmsallara (1,0086 və ya 0,895-ə) vurmaqla maddənin götürülmüş çəkisinin titrlənməsinə sərf edilmiş kalium permanınatın həcminə uyğun gələn misin miqdarını tapırlar. Həmin miqdarı sərf edilmiş kalium permanınatın millilitrləri sayına bölməklə permanınatın misə görə titrini, yəni 1 ml kalium permanınata uyğun gələn misin milliqramları sayını alırlar. Bu ədəd 10 mq-a yaxın olmalıdır.

Standart üsul. 10 ml Felinq mayesini tamam reduksiya etmək üçün sərf edilməsi lazım gələn məhlulun (tədqiq edilən məhlulun) həcmi müəyyən edirlər, sonra xüsusi düzəldilmiş 16 saylı cədvəldən həmin məhlulun 100 ml-ində nə qədər reduksiyaedici şəkər olduğunu tapırlar. Aydındır ki, analiz edilən ekstraktın konsentriyası böyük olduqca, Felinq mayesini rəngsizləşdirmək üçün sərf edilməsi lazım gələn ekstraktın miqdarı da az olacaqdır.

Felinq mayesinin tamam reduksiya olunduğu anı daha aydın müəyyən edə bilmək üçün məhlula indikator olaraq metilen abısı əlavə edirlər. Bu maddə hidrogenin gözəl akseptorudur. Qaynayan qələvi məhlulunda şəkərin cüzi miqdarda artıq olması mis 2-oksidi iştirak etmədikdə metilen abısını reduksiya edib rəngsiz birləşməyə çevirir. Bu birləşmə də havanın oksigeni ilə asanlıqla oksidləşib yenidən metilen abısının rəngli formasına çevrilir.

Analizi belə aparırlar. Tədbiq edilən ekstraktı büretə tökürlər, 100 ml-lik konusvari kolbada isə 10 ml Felinq mayesi (1 və 2 saylı məhlulların hər birindən 5 ml) götürürlər. Büretdən kolbaya 15 ml ekstrakt töküb, qarışığı asbestli tor üzərində qaynayıncaya qədər 2 dəqiqə qızdırırlar. Maye qaynadıqda onun qızdırılmasını bir qədər azaldıb, üzərinə 5 damcı metilen abısı tökür və 2 dəqiqə qızdırırlar. Maye qaynadıqda onun qızdırılmasını bir qədər azaldıb, üzərinə 5 damcı metilen abısı tökür və düz 2 dəqiqə qaynadırlar. Bundan sonra qabaqcadan hazırlanıb içərisinə yoxlanılacaq məhlul doldurulmuş büreti kolbanın üzərinə keçirərək qaynatmanı dayandırmadan abı rəng itincəyə qədər

titrləyirlər. Maye qaynadıqda ətrafa səpələnmiş çöküntü bütün qarışığı qırmızı rəngə boyayır. Məhlul sürətlə titrlənməlidir ki, üst-üstdə cəmi düz 3 dəqiqə qaynasın. Son dərəcə zəruri olan bu şərt, yoxlanılan obyektə də şəkərin konsentrasiyası qətiyyənlə məlum olmadığı hallarda demək olar ki, qeyri-mümkündür. Buna görə də birinci analizi ilk analiz hesab edərək ikinci dəfə dəqiq titrləmə aparırlar. İkinci dəfədə qızdırmazdan əvvəl kolbaya, tərkibində şəkər olan məhlulun tələb olunan miqdarının demək olar ki, hamısını töküüb, tam titrləmək üçün ən çoxu 1 ml saxlayırlar.

Cədvəl 16

Şəkərin miqdarının standart üsulla təyin edilməsi

Yoxlanılan məhlulun miqdarı	100 ml məhlulda hidroliz olunmuş şəkərin miqdarı, mq ilə	Yoxlanılan məhlulun miqdarı, ml ilə	100 ml məhlulda hidroliz olunmuş şəkərin miqdarı, mq ilə	Yoxlanılan məhlulun miqdarı, ml ilə	100 ml məhlulda hidroliz olunmuş şəkərin miqdarı, mq ilə
15,0	336,0	27,0	190,4	39,0	133,0
15,5	326,0	27,5	187,05	39,5	132,5
16,0	316,0	28,0	183,7	40,0	130,2
16,5	307,0	28,5	180-65	40,5	128,65
17,0	298,0	29,0	177,6	41,0	127,1
17,5	290,0	29,5	174,65	41,5	125,65
18,0	282,0	30,0	171,7	42,0	124,2
18,5	274,5	30,5	169,0	42,5	122,8
19,0	267,0	31,0	166,3	43,0	121,45
19,5	260,75	31,5	163,75	43,5	120,0
20,0	257,5	32,0	161,2	44,0	118,7
20,5	248,7	32,5	158,9	44,5	117,45
21,0	242,9	33,0	156,6	45,0	116,2
21,5	237,35	33,5	154,4	45,5	114,95
22,0	231,8	34,0	152,2	46,0	113,7
22,5	227,0	34,5	150,05	46,5	112,55
23,0	222,0	35,0	147,09	47,0	111,4
23,5	217,67	35,5	145,9	47,5	110,3
24,0	213,13	36,0	143,9	48,0	109,2
24,5	208,9	36,5	142,05	48,5	108,2
25,0	204,8	37,0	140,2	49,0	107,2
25,5	201,1	37,5	138,4	49,5	106,1
26,0	197,4	38,0	136,6	50,0	105,4
26,5	193,9	38,5	135,0		

Mayenin buxarları büreti hədər yerə qızdırmasın deyə, ona iki dəfə düz bucaq altında əyilmiş şüşə boru keçirmək məsləhətdir. Yaxşı olar ki, sıxaclı büretdən istifadə edlinsin, çünki şüşə kranlar qızdıqda bəzən işləmir. Analiz üçün mümkün qədər boğazı dar konusvari kolbalar seçilib götürülməlidir ki, məhlulu hava oksigeninin oksidləşdirici təsirindən qorumaq mümkün olsun.

Bəzən elə hallar olur ki, tədqiq ediləcək məhluldan hətta ən çoxu 15 ml götürüldükdə belə metilen abısı əlavə edildikdən sonra maye abı rəngə boyanmır. Bu onu göstərir ki, hazırlanmış ekstrakt həddindən artıq qatıdır və onu durulaşdırmaq lazım gəlir. Tərkibində 0,2-0,25% reduksiyaedici şəkər olan məhluldan istifadə etmək daha əlverişlidir. Şəkərin konsentrasiyası bundan az olduqda, xüsusilə də məhlulda saxaroza olduqda analiz üsulunun dəqiqliyi azalır.

Praktikada tələb olunan konsentrasiyalı mis 2-sulfat məhlulunu kifayət qədər dəqiqliklə hazırlamaq mümkün olmadığından, xüsusi təcrübə aparmaqla Felinq mayesinin titrini müəyyən edirlər. Adətən, cədvəldən istifadə etməzdən və şəkərin miqdarını hesablamazdan əvvəl, müvafiq düzəliş əmsalını tapır və məhlulun titrlənməsinə sərf edilmiş şəkər məhlulunun milli litrləri sayını həmin əmsala vururlar.

Reaktivlərin hazırlanması:

1 sayılı məhlul-34,63 q kimyəvi saf $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (təzəcə kristallaşdırılmış olmalıdır) 500 ml distillə edilmiş suda həll edirlər.

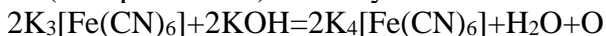
2 sayılı məhlulu-173 q kimyəvi saf seqnet duzunu 350 ml distillə edilmiş suda həll edirlər, ayrıca olaraq 100 ml suda 50 q natrium-hidroksid məhlulu hazırlayırlar. Hər iki məhlulu bir yerə qarışdırıb, ümumi həcmi 500 ml-ə çatdırırlar. Hazırlanmış Felinq mayesinin titrini kimyəvi saf qlükozanın və ya saxarozanın (bu sonuncunu inversiya etməklə) dürüst çəkilib götürülmüş miqdarına əsasən müəyyən edirlər. Alınan ədəd cədvəldəki ədəddən fərqlənirsə, onda düzəliş əmsalını müəyyən

edirlər.

Misal. 0,2011 *q* miqdarında götürülən qlükoza 100 ml distillə edilmiş suda həll edilmişdir. 10 ml Felinq mayesinin reduksiya edilməsinə, hazırlanmış qlükoza məhlulundan 25,6 ml sərf edilmişdir. 16 sayılı cədvələ əsasən tapırıq ki, 10 ml Felinq mayesinin reduksiya olunmasına sərf olunan məhlulun miqdarı 25,5 ml olmalıdır. Deməli, düzəliş əmsalı $25,5 : 25,6 = 0,996$ -dır.

Metilen abısı məhlulunu (1%-li) distillə edilmiş suda hazırlayır və həll olmamış qatışıqları süzməklə ayırırlar.

Şəkərlərin qırmızı qan duzu ilə təyin edilməsinin standart üsulu. Şəkərləri kalium-dəmir 3-heksasianid (kalium-ferrosianid) ilə oksidləşdirdikdə həmin duz, kalium-dəmir 2-heksasianidə (sarı qan duzuna) reduksiya olunur:



Müəyyən konsentrasiyalı kalium-ferrosianidin qələvidə məhlulunu bir indikator kimi götürülən metilen abısının iştirakı ilə, tədqiq edilən şəkər məhlulu ilə titrləyirlər. Yoxlanılan məhlulda şəkərlərin konsentrasiyası 2% ilə 0,1%, arasında olmalıdır.

Birinci analiz təqribi hesab edilir. 100 ml-lik konusvari kolbaya 20 ml $K_3[Fe(CN)_6]$ məhlulu və 5 ml NaOH məhlulu tökürülər. Şəkərin konsentrasiyası 0,25%-dən azdırsa 10 ml $K_3[Fe(CN)_6]$ məhlulu və 2,5 ml NaOH məhlulu götürürlər. Kolbadakı məhlulların üzərinə 1 damcı metilen abısı salıb, qarışığı tor üzərində qaynayıncaya qədər qızdırır və qaynayan məhlulu yoxlanılan məhlul ilə titrləyirlər.

Titrləməni ehtiyatla aparıb, hər dəfə bir neçə saniyə ara verməklə 1 damcı metilen abısı əlavə edirlər, metilen abısının rəgi itdiyi anda isə titrləməni dayandırırırlar.

Son titrləmədə $K_3[Fe(CN)_6]$ və NaOH məhlullarının qarışığına büretdən yoxlanılacaq məhlulu tökürülər (təqribi analizdə sərf edilmiş həcmdən 0,2-0,3 ml az tökmək lazımdır). Sonra qarışığı qaynama temperaturuna qədər qızdırıb 1 dəqiqəyə yaxın qaynadırlar, bundan sonra üzərinə 1 damcı metilen abısı əlavə edib, lampanın alovunu azaldır və metilen abısının rəngi itənə qədər büretdən damcı-damcı məhlul salmaqla titrləyirlər.

Analiz nəticələrini aşağıdakı düstur üzrə hesablayırlar:

$$x = \frac{K(20 \cdot 12 - 0,035b) \cdot a}{10 \cdot b}$$

Burada: x -şəkərin miqdarı, % -lə;

b -titrləmədə əlavə edilən şəkərin həcmi, ml-lə;

K -hazırlanmış $K_3[Fe(CN)_6]$ məhlulu üçün düzəliş əmsalıdır;

a -durulaşdırma amilidir.

Reaktivlərin hazırlanması:

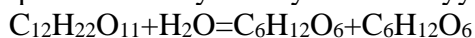
1)1%-li $K_3[Fe(CN)_6]$ məhlulu. Düzəliş əmsalını yodometriya üsulu ilə müəyyən edirlər. Kip şüşə probkalı şüşə qaba 50 ml 1%-li $K_3[Fe(CN)_6]$ məhlulu töküb, üzərinə 3 q KJ və 1,5 q tərkibində dəmir duzları olmayan $ZnSO_4$ əlavə edirlər. Qarışığı çalxalayır və ayrılıb çıxan yodu 0,1 n. natrium-tiosulfat məhlulu ilə titrləyirlər; 1 ml 0,1 n. yod məhlulu 0,0328606 q $K_3[Fe(CN)_6]$ uyğun gəlir. Məhlulu qaramtıl şüşədən hazırlanmış ağzı kip qapalı qabda saxladıqda öz titrini uzun müddət dəyişdirmir;

2)2,5 n. NaOH məhlulunu 45%-li NaOH məhlulundan hazırlayırlar. Əmələ gələn bulantının dibə çökməsi üçün məhlulu 10 gün sakit saxlayırlar. Durulmuş məhluldan 10 %-li natrium-hidroksid məhlulu hazırlayırlar. Məhlulun kon-sentrasiyasını metilrot indikatorunun iştirakı ilə HCl və ya H_2SO_4 ilə titrləməklə müəyyən edirlər; bunun üçün 10 ml 10 %-li NaOH məhlulunu 1 n. HCl və ya 1 n. H_2SO_4 məhlulu ilə elə titrləyirlər ki, dəqiq sürətdə 25 ml 1 n. turşusu məhlulu sərf edilsin. Turşu məhlulu 25 ml-dən bir qədər çox və ya az sərf olunursa, onda, NaOH məhlulunun tündlüyünü ona müvafiq olaraq artırır və ya azaldırlar;

3)indikator olaraq 1%-li metilen abısı məhlulu götürülür.

Reduksiya etməyən şəkərlərin təyini

Reduksiya etməyən şəkərləri (saxarozaları) təyin etmək üçün, reduksiyaedici şəkərləri müəyyən edərəkən götürülən ekstraktın ayrı nümunəsindən istifadə edilir. Həmin nümunəni elə bir şəraitdə inversiya edirlər ki, digər polisaxaridlər (saxarozadan başqa) hidroliz olunmasın. Neytrallaşdırmadan sonra alınan məhlulda reduksiyaedici şəkərlərin ümumi miqdarını, yəni həm ilk götürülmüş məhsulda olan, həm də inversiya nəticəsində yenidən əmələ gələn şəkərlərin miqdarını təyin edirlər. Həmin miqdar ilə inversiyadan əvvəl məhlulda olan reduksiyaedici şəkərlərin miqdarı arasındakı fərq saxarozanın inversiyasından sonra əmələ gəlmiş reduksiyaedici şəkərlərin miqdarını göstərir. Saxarozanın miqdarını inversiya tənliyi üzrə müəyyən edirlər:



saxarozaya su qlükoza fruktoza

(342,22) (18,02) (180,12) (180,12)

Bu tənlikdən istifadə edərək hesablama yolu ilə tapırıq ki, 0,95 q saxarozadan 1 q invertlənmiş (hidroliz olunmuş) şəkər əmələ gəlir; buna görə də invertləşmiş şəkərin miqdarı (alınan fərq) 0,95-ə vurulmalıdır ki, analiz edilən məhluldakı saxarozanın miqdarı müəyyən edilsin.

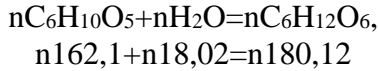
İnversiyanı müxtəlif üsullarla aparmaq olar.

Standart hidroliz üsulu aşağıdakı kimi aparılır. Tutumu 100 ml olan ölçülü kolbada götürülmüş 50 ml filtrata 5 ml xlorid turşusu (sıxlığı 1,19 olan turşu) əlavə edirlər. Qarışığı (tez-tez çalxalamaqla) su hamamı üzərində 8 dəqiqə ərzində 68-70°C temperaturda qızdırıb, sonra 2 dəqiqə ərzində 20°C-yə qədər soyudurlar. Bundan sonra soda ilə və ya 10-20%-li NaOH məhlulu ilə neytrallaşdırıb, həcmi distillə edilmiş su ilə 100 ml-ə çatdırırlar.

Turşu mühitinin fruktozaya dağıdıcı təsir göstərməməsi üçün qarışığı sürətlə soyutmaq və neytrallaşdırmaq lazımdır.

Nişastanın təyin edilməsi

Ən əlverişli sayılan və kifayət qədər dəqiq olan analiz üsulları – nişastanın qlükoza əmələ gəlməyə qədər hidroliz olunmasına və qlükozanın miqdarının yuxarıda göstərilən kimyəvi üsulların biri ilə müəyən edilməsinə əsaslanan üsullardır. Qlükozanın müəyyən edilmiş miqdarını 0,9 əmsalına vurmaqla tədqiq edilən obyektə nişastanın miqdarını tapırlar. Həmin əmsalı hidroliz reaksiyasına əsasən hesablayıb müəyyən edirlər. Bu reaksiyanı sxematik olaraq aşağıdakı tənliklə göstəririlər:



Sellülozanın miqdarının təyin edilməsi

Sellülozanın təyin edilməsinin əsas prinsipi - yeyinti məhsulunun, sellüloza müstəsona olmaqla, yerdə qalan bütün tərkib hissələrini suda həll ola bilən hala keçirməkdən ibarətdir. Alınan qalıq su ilə yuyur, qurudur və tərəzidə çəkirlər. Sellülozanı başqa birləşmələrdən bu yol ilə ayırmaq, onun adi hidrolizə və hətta oksidləşdirici maddələrə qarşı xeyli davamlı olması qabiliyyətinə əsaslanmışdır. Belə hidrolizə və oksidləşdirici maddələr yeyinti məhsulunda sellüloza ilə birlikdə olan maddələrin hamısını (yeyinti məhsulunun bütün əsas kütləsini) parçalayıb məhlula keçirir, təkcə sellülozanın kimyəvi tərkibini demək olar ki, dəyişdirmir.

Bu üsullardan ən çox Genneberq və Ştoman üsulu və ya onu sadələşdirilmiş modifikasiyaları, son zamanlar isə Kürşner və Qanak üsulu (Koqanın modifikasiyasında) işlədilir. Bunun üçün qabaqcadan yaxşı narınlaşdırılmış məhsuldan çəkilib götürülən nümunəni (1 q ağırlığında) dəyirmi formalı 75 ml-lik kolbaya tökürlər. Yaxşı olar ki, kolbanın dibi bir qədər uzunsov olsun. Sonra 16,5 ml turşu qarışığı (15 ml 80%-li asetat ilə 1,5 ml xüsusi çəkisi 1,4 olan qatı nitrat turşusunun qarışığını) hazırlayıb kolbaya elə tökürlər ki, onun divarlarına yapışmış məhsul hissəciklərini yuyub aparsın (bu zaman kolbanı çalxalamaq və qarış-

dırmaq lazım deyildir). Bundan sonra kolbanın ağzını oraya kip oturan 60-70 sm uzunluğunda soyutma borusu ilə qapayıb, ortası deşik asbest üzərində qızdırır və 25-30 dəqiqə qaynadırlar.

Suyu çox olan meyvə və tərəvəz analiz edildikdə, həmin məhsulların çəkilmiş nümunəsi tökülən kolbanı 1,5-2 saatlığa qaynar su hamamı üzərinə qoyurlar. Su hamamında suyun səviyyəsi kolbadakı məhsulun səviyyəsindən yüksək olmalıdır. Bu qayda ilə bir qədər qurudulmuş maddənin üzərinə 16,5 ml turşu qarışığı töküüb, analizi yuxarıda təsvir edilən qaydada davam etdirirlər. Kolbadakı qarışıq 20-30 dəqiqə qaynadıqdan sonra, qaz lampasını kənara çəkib, cihaz bir qədər soyusun deyə sakit buraxırlar, sonra kolbadakı maddəni hələ isti ikən şüşə filtdən və ya asbest filtrlə putadan süzülür.

Maye tamamilə axıb qurtardıqda kolbanı 3-4 dəfə distillə edilmiş isti su ilə yaxalayıb sellülozanı filtrin üzərinə keçirirlər. Sonra kolbanı 3-4 ml isti turşu qarışığı ilə yaxalayıb, hələ isti ikən qarışığı sellüloza olan filtrin üstünə tökürlər, bundan sonra kolbada qalmış qarışığı tamamilə filtrə keçirincəyə qədər kolbanı yenidən isti su ilə bir neçə dəfə yaxalayırlar.

Filtrin üzərindəki sellülozanı asetat turşusunun iyi kəsilincəyə qədər isti su ilə yuyurlar. Sonra sellüloza olan filtri 1-2 ml spirt ilə isladıb efirlə doldururlar. Efir axıb qurtardıqda sellüloza olan filtri əvvəlcə 60-80°C-də qismən qurutduqdan sonra, kütləsi sabitləşincəyədək 100-105°C-də tamam qurudub sellülozanın faizlə miqdarını hesablayırlar.

Pektinin təyin edilməsi

Meyvə və tərəvəzin jeleləşmə gəbiliyyətinə səbəb olan pektini öz təbii şəklində (yəni ona qismən hidroliz məhsulları qarışmadan) ayırmaq mümkün olmur. Buna görə də pektinin miqdarının müəyyən edilməsi üsulları dolay göstəricilərə, başlıca olaraq pektinin natamam hidrolizində əmələ gələn pektin turşusunun müəyyən edilməsinə əsaslanmışdır.

Pektin turşusunun hamısını büsbütün kalsium duzları ilə

kalsium-pektat şəklində çökdürdükdən sonra qurudub çəkisini müəyyən edirlər.

Təzə meyvələrin orta sınağını sürtkəcdən keçirir və ya həvəngdə əzirlər (götürülən nümunədə çör-çöp, toxum və çəyirdək olmamalıdır). Narınlaşdırılmış kütlədən tərəzidə 0,01 q dəqiqliklə 100 q (quru meyvələrdən isə 100 q-dan az) çəkib çini kasaya tökürlər, sonra üzərinə 150 ml distillə edilmiş su əlavə edib, alınan qarışığı qaynar su hamamı üzərində azı bir saat qızdırırlar. Bundan sonra hələ isti ikən bütün kütləni itkisiz olaraq qıf vasitəsi ilə 1000 ml-lik ölçülü kolbaya keçirib üzərinə demək olar ki, nişan yerinə çatıncayadək isti su əlavə edirlər. 15°C-ədək soyutduqdan sonra kolbaya, daxilindəki mayenin səviyyəsi nişan vurulmuş yerə çatıncayadək soyuq su tökür, yaxşıca qarışdırır və filtdən süzülür. Filtratı (onda meyvələrin suya olan nisbəti 1:10 alınır) o zamana qədər qıfı qaytarıb döndə-döndə süzülür ki, maye tamamilə təmiz halda alınsın. Bundan sonra həmin filtratda pektinin miqdarını təyin edirlər.

Təzə meyvələri, meyvə əzintisini, sıxıb çıxarılmış şirəni, təbii şirələri analiz etdikdə onlardan 10 ml, quru meyvələri, qaynadılıb qatılaşdırılmış şirələri və satışa buraxılacaq pektin ekstraktlarını analiz etdikdə isə hazırlanmış məhluldan 5 ml götürüb 400 ml-lik stəkana tökür və üzərinə 100 ml 0,1 n. natrium-hidroksid məhlulu əlavə edirlər.

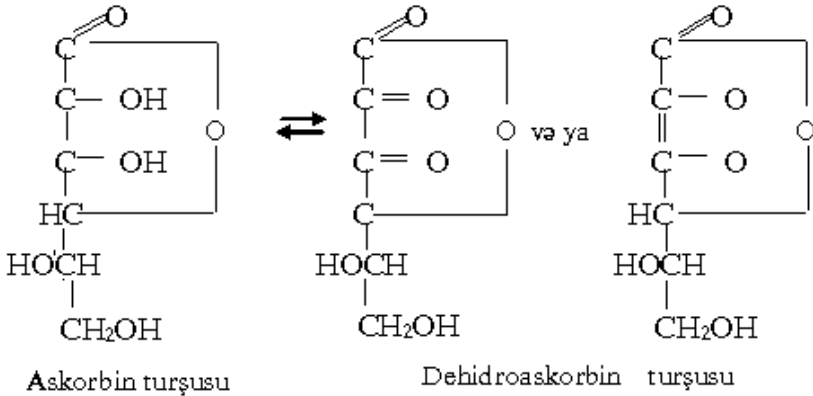
Pektinin tamam yuyulub çıxarılması üçün qələvi məhlulunu 5-7 saat sakit saxlayırlar (bir gecəliyə də sakit saxlamaq olar). Bundan sonra ona 50 ml 1 n. asetat turşusu məhlulu, 5 dəqiqədən sonra isə 50 ml 2 n. kalium-xlorid məhlulu töküb, 1 saat sakit buraxırlar. Sonra 5 dəqiqəyə qədər qaynadıb, çəkisi müəyyən edilmiş quru şüşə filtdən və ya külsüz kağız filtdən süzülür. Kalsium-pektat çöküntüsünü qaynar su ilə o zamanadək yuyurlar ki, filtdən axan maye, gümüş-nitratla yoxlandıqda xlor olmasını göstərən reaksiyanı daha verməsin. Tərkibində xlorun hətta izləri belə olmayan çöküntünü filtrlə birlikdə buksə qoyub, kütləsi sabitləşincəyədək quruducu şkafta 100°C-də qurudub tərəzidə çəkirlər. Çöküntünün kütləsi 0,3 q-dan artıq olmamalı-

dır, artıq olarsa, daha az həcmdə məhlul və ya ikiqat artıq reaktiv götürüb bütün analizləri təkrar etmək lazımdır.

Durulaşdırılma məlumatına əsasən, habelə alınmış kalsiumpektatın kütləsi məlum olduqda, onu 100 və ya 200-ə və 0,92-yə vurmaqla analiz edilən məhsulda pektinin faizlə miqdarını tapırlar (alınan ədədi ona görə 0,92-yə vurmaq lazımdır ki, kalsium-pektatda kalsiumun miqdarı 8%-dir).

C vitamininin təyin edilməsi

C vitamini şəkərlərin törəməsidir. Oksidləşmə prosesində o, dehidroformasına çevrilir:



Reaksiyanın dönərliyinə baxmayaraq askorbin turşusu, vitaminli xammalı saxladıqda və ya ondan konserv hazırladıqda qismən parçalanır, eləcə də texnoloji proses yavaş aparıldıqda və ya istehsalatın axın prinsipi pozulduqda C vitamininin itgilləri artır. Reaksiya dönər olsa da, C vitamininin parçalanması səbəbi odur ki, onun reduksiya olunmuş forması istiyədavamlı birləşmədir. Oksidləşmiş dehidro forması isə qaynadılıanda çox tez parçalanır.

Meyvə-tərəvəz xammallarını qəbul edərkən, onlar üçün qoyulmuş kondisiyaya ciddi riayət edilməlidir. Nəzərə alınmalıdır ki, toxuması zədələnmiş (əzik, zədəli) meyvə və tərəvəz

oksidləşdirici fermentlərin təsiri ilə öz vitamin aktivliyini tez itirir. Buna görə də pörtlətmək yolu ilə və ya xammalın sulfidləşdirilməklə fermentləri inaktivasiya etmək lazım gəlir. Bəzi meyvə və tərəvəz növlərində, xüsusilə də çox turş olan növlərdə (sitrus meyvələri, qara qarağat və s.) aktiv oksidazlar demək olar ki, olmur. Ona görə də onları bu qayda ilə emal etməyə ehtiyac qalmır.

Konservləşdirmə prosesinin C vitamininin mühafizə olunma qabiliyyətinə təsirini nəzərdən keçirərkən qeyd etməliyə ki, pomidor şirəsi istehsal edildikdə C vitamininin ümumi itgiləri 20%-ə, tomat püresi istehsalında 35%-ə və tomat pastası istehsalında 46-47 %-ə çatır. Hazır konservləri saxladıqda C vitamininin davamlılığına bankaların konserv məhsulu ilə doldurulması dərəcəsi və onların ağzını bağladıqda yaradılan vakuunun böyük-küçüklüyü xeyli təsir göstərir. Məsələn, 500 mm civə sütununa yaxın və ondan artıq vakuum, C vitamininin saxlanılmasına kömək edir.

Konservləri bankalara isti halda doldurduqda, şüşə bankalar o qədər doldurulmalıdır ki, bankanın üst qırağından məhsulun səviyyəsinə qədər 5-6 mm boş yer qalsın. Tənəkə qablarında məhsulun səviyyəsi bankanın qapağından ən çoxu 2 mm aşağı olmalıdır.

Pomidor məhsullarında quru maddələrin konsentrasiyası artıqca onların saxlanması prosesində askorbin turşusunun davamlılığı azalır və digər keyfiyyət göstəriciləri də pisləşir.

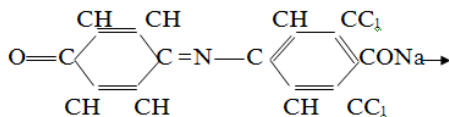
C vitamininin yuxarıda qeyd edilən xassələri müxtəlif konserv növlərində onu qoruyub saxlamağın mümkün olduğunu göstərir. Bu işdə konserv istehsalatına nəzarəti düzgün təşkil etməyin böyük əhəmiyyəti vardır.

Müxtəlif yeyinti məhsullarındakı vitaminləri təyin etmək üçün bioloji (vitaminlərə qarşı həssas olan heyvanlarda) və kimyəvi analiz üsullarından istifadə edirlər. Bioloji üsulların əsas nöqsanı onların çox uzun çəkməsidir. Hazırda istehsalatın nəzarət praktikasında kimyəvi üsullardan yalnız C vitamininin təyin edilməsi üsulu tətbiq edilir.

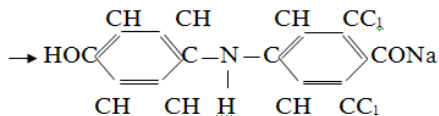
Ən çox yayılmış üsul, askorbin turşusunun reduksiya etmə xassələrinə və 2,6-dixlorfenolindofenol ilə onun oksidləşməsinə əsaslanmışdır.

Neytral mühitdə indofenol reaktivi göy rəngdədir. Askorbin turşusu 2,6-dixlorfenolindofenol ilə oksidləşdikdən sonra, bu natrium duzu reduksiya olunub rəngsiz birləşməyə çevrilir.

Həmin indikatorun oksidləşmiş formasının reduksiya olunma reaksiyası belədir:



Oksidləşmiş forması (göy rəngdədir)



Reduksiya olunmuş forması (rəngsizdir)

Analiz aparılacaq şəraiti müəyyən etdikdə yadda saxlanmalıdır ki, bu reaktiv yalnız pH-4-5 olduqda tünd göy rəngdə olur. pH-ın qiyməti 5-6 daxilində olduqda həmin reaktivin rəngi bənövşəyi rəngə çevrilir. pH 4-dən az olduqda isə çəhrayılaşır. Askorbin turşusunun analiz edilən məhsulunu, indofenol məhlulu ilə titrləyirlər. Bu zaman mühitin pH-ı 4-dən az olmalı, yəni askorbin turşusu məhlulu indofenolun çəhrayı rəng aldığı mühitdə titrlənməlidir. Qələvi məhlulda C vitamini son dərəcə qeyri-sabitdir, bu şəraitdə hava oksigeninin dağıdıcı təsiri xüsusilə kəskin olur.

Analiz nəticələrində başqa səbəblərdən də xətlər ola bilər. Məsələn, meyvə-tərəvəz növlərindən bir çoxunda (almada, gavalıda, şalgamda və s.) reduksiyaedici digər maddələr vardır. Onlar indofenol ilə reaksiyaya girərək askorbin turşusu göstəricilərinin artmasına səbəb olur. Bu cəhət xüsusən konservlər

analiz edildikdə nəzərə alınmalıdır, çünki yüksək temperatur, karbohidrogenlərdən indofenolu reduksiya edən müxtəlif törəmələr əmələ gəlməsinə kömək edir.

Bəzən analizdə askorbin turşusunun miqdarı həqiqətdə olduğundan az alınır, çünki C vitamini hidro və dehidro formalarında olur. Analiz edilən məhsulda dehidroaskorbin turşusu çox olduqca analiz nəticələri də az alınır.

İndofenol üsulunun bu nöqsanlarını aradan qaldırmaq və analiz şəraitini yaxşılaşdırmaq üçün onda müəyyən dəyişiklik edilmişdir. Hidro formasındakı C vitaminini daha tam çıxara bilmək üçün durulaşdırılmış isti turşudan istifadə etmək məsləhət görülür. İsti turşu bitgi hüceyrələrini dağıtmaqla vitaminin ekstraksiyasını sürətləndirir. Bundan əlavə, bəzi hallarda C vitamininin onun dönər reaksiya üzrə oksidləşmiş formasından adi hidro formasına reduksiya etmək üçün hidrogen-sulfid işlətmək məsləhətdir.

Orta sınaq yalnız aşağıda məsləhət görülmən üsullarla götürülməlidir:

I. Xammal. Çəkisi təxminən 2 kq olan orta sınaqdan orta nümunə üçün 300-500 q ayıraraq götürürlər. Xammalın növündən asılı olaraq orta nümunəni belə ayırırlar:

a) göy noxud, qara qarağat və bunlara oxşar məhsullar- yuyulmazdan əvvəl götürülüb stolun üstünə nazik bir təbəqə şəklində sərilmiş orta sınağın müxtəlif yerlərindən az miqdarda məhsul götürüb bankaya tökürlər; C vitamininin miqdarını müəyyən etmək üçün bu orta nümunədən analitik tərzidə 20-30 q çəkib götürürlər;

b) çəyirdəkli meyvələr-mümkün qədər çoxlu miqdarda götürülən meyvədən, şpatel ilə və ya (bütün meyvə növlərində) oksidləşməyən metaldan (xromlaşdırılmış polad, paslanmayan polad və sairədən) qayrılmış bıçaqla, yarıya bölünmüş şəkildə (çəyirdəksiz olaraq) orta nümunə götürürlər. Həmin orta nümunəni çini həvəngdə bircinsli kütlə əmələ kəlincəyə qədər cəld sürtüb əzir və analiz üçün ondan, 20-30 q miqdarında çəkib götürürlər;

v) ispanaq və turşəng-təmizlənmiş göyərtini yumazdan əvvəl ondan götürülmüş orta sınağı bıçaqla kobud şəkildə doğrayıb yaxşıca qarışdırır və onun müxtəlif yerlərindən orta nümunə götürürlər. Götürülən nümunəni bıçaq ilə cəld narın doğrayır və qarışdırdıqdan sonra analiz üçün 20-30 q çəkib götürürlər;

q) pomidor, quşqonmaz, bibər, qoz, gül kələm-təmizlənmiş xammalı yumazdan əvvəl ondan götürülmüş orta sınaqdan (bütöv meyvələr, zoğlar və ya çiçək qrupları şəklində, ya da dörd yerə bölünmüş halda), ölçülərindən asılı olaraq uzununa hissələr kəsin ayrırırlar. Onlardan orta nümunə götürüb bıçaqla cəld narın doğrayır və qarışdırırlar. Sonra analiz üçün ondan analitik tərvəzdə 20-30 q çəkib götürürlər.

2. Hazır məhsullar. Hazır məhsullarda C vitamininin miqdarını müəyyən etmək üçün onların orta nümunəsini və analiz ediləcək nümunəni belə götürürlər:

a) orta sınaq üçün gündəlik konserv hasilatında ümumi qaydada 3-5 banka ayırıb götürürlər;

b) bərk hissəsi bircinsli olmayan konservlərdə («İçi doldurulmuş bibər») şirəni kasaya boşaldır, bankada qalan kütləni tez ət maşınından keçirir, ət maşınında qalan hissəni çıxarır bıçaqla və ya qayçı ilə cəld doğrayır və nümunənin ümumi kütləsinə qarışdırırlar. Kütlə tamam yaxşı qarışdırıldıqdan sonra analiz üçün ondan 20-30 q çəkib götürürlər;

v) təbii tərvəz konservlərini və kompotları yoxladıqda maye hissələrini boşaldıb konservin maye və bərk hissələrinin çəkisini ayrıca müəyyən edirlər; bankadakı məhsulun bərk hissəsini əzib bircinsli kütlə şəklinə salırlar, sonra ondan analiz üçün 20-30 q çəkib götürürlər (göy noxudu tədqiq etdikdə onu irəlicədən əzib narınlaşdırırlar). Adətən, konservin bərk hissəsindəki C vitaminini müəyyən edirlər;

q) mürəbbə nümunələrini, onların növlərindən asılı olaraq müxtəlif üsullarla hazırlayırlar; məsələn, qara qarağat mürəbbəsini tədqiq etdikdə bankadakı kütləni yaxşıca qarışdırıb analiz üçün 20-30 q götürürlər; zoğal və qoz mürəbbəsi və sair bu kimi mürəbbələr analiz edildikdə, əvvəlcə meyvələri şərbətdən ayırır

meyvə ilə şərbətin çəki nisbətlerini müəyyən edir, sonra bütün meyvələrin və ya heç olmazsa onların 50 faizinin dördüdə bir hissəsini və ya yarısını kəşib götürürlər. Kəşilmiş bərk hissələri əzib narınlaşdırır və mürəbbədəki kimi eyni çəki nisbətində götürülən şərbətlə qarışdırırlar; onları yaxşıca qarışdırdıqdan sonra ümumi kütlədən analiz üçün 30-50 q çəkib götürürlər;

d) püreyəoxşar məhsullarda (ispanaq püresi, tomat pastası və s.) və şirələrdə-götürülmüş orta nümunəni yaxşı qarışdırdıqdan sonra analiz üçün ondan 20-30 q çəkib götürürlər.

Çəkisi məlum stəkanda çəkilib götürülən xammal və konserv nümunəsinin üzərinə cəld 50 ml 4%-li xlorid turşusu töküb, ən gec 10-15 dəqiqədən sonra sınağı çini həvəngə keçirirlər, sonra turşunu 100 ml-lik silindrə boşaldırlar, çəkilib götürülmüş nümunəni isə tamamilə bircinsli kütlə əmələ gəlincəyədək sirtüb əzirlər, bundan sonra silindrdən oraya bir qədər turşu əlavə edirlər. Sonra həvəngdə alınan kütləni həmin silindrə keçirir və onda qalan turşu hissəciklərini su ilə yuyub silindrə tökürlər. Bundan sonra su əlavə etməklə məhlulun səviyyəsini silindrin nişanlanmış yerinə çatdırırlar. Analiz edilən məhsulun 2%-li xlorid turşusunda alınan ekstraktını cəld filtdən süzüb, 0,001 n. 2,6-dixlorfenolin - dofenol məhlulu ilə titrləyirlər. Titrlemə, məhlulun aldığı çəhrayı rəng 0,5-1 dəqiqə ərzində itməyincəyədək davam etdirilməlidir.

Analiz edilən məhsul çətinliklə əzilirsə, çəkilib götürülmüş nümunəyə 2-5 q kvars qum və ya şüşə tozu qarışdırmaq olar (qum yaxşıca yuyulmuş və közərdilmiş olmalıdır). Belə hallarda, silindrəki ekstraktın bütün həcmi nəzərə alınmaqla götürülmüş qumun hər 1 qramı üçün silindrə 0,35 q hesabı ilə su əlavə edirlər. Maye məhsul analiz edildikdə onu birbaşa silindrə xlorid turşusu ilə o qədər durulaşdırırlar ki, məhlulun son konsentrasiyası 2% olsun.

Analiz üçün götürüləcək nümunənin çəkisini, durulaşdırma dərəcəsini və titrləmə üçün ekstraktın həcmi elə düşünüb götürmək lazımdır ki, bir titrləməyə sərf edilmiş indofenol reaktivinin həcmi 1 ml-dən 2 ml-ə qədər olsun.

Titrləmə üçün pipet ilə 1-10 ml (onda askorbin turşusunun güman edilən miqdarından asılı olaraq) ekstrakt götürüb hər birinin həcmi 50 ml olan 2-3 konusvari kolbaya tökürlər. Hər kolbaya irəlicədən 1 ml 2%-li xlorid turşusu məhlulu və ümumi həcmi 15 ml-ə çatıncayadək su tökürlər.

Hesablama zamanı nəzərə alınmalıdır ki, 1 ml boyaq 0,088 mq askorbin turşusuna uyğun gəlir.

Askorbin turşusunun mq%-lə miqdarını aşağıdakı düsturla təyin edirlər:

$$x = \frac{nF \cdot 100 \cdot 0,088 \cdot 100}{ap}$$

Burada: n -titrləməyə sərf edilmiş boyağın miqdarı, ml-lə;

F -boyağın 0,001 n. məhlula görə hesablanması əmsalı;

a -titrləmək üçün götürülmüş sınaq, ml-lə;

p -analiz edilən nümunənin q-la çəkisi və ya məhsulun ml-lə həcmidir.

Lazım gələn reaktivlər:

1) 0,001 n. 2,6-dixlorfenolindofenol məhlulu;

2) 0,1 n. və 0,01 n. Mor duzu $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,1 n məhlul üçün 1 litrə 39,9 q);

3) natrium-oksalatın doymuş məhlulu;

4) kalium-dihidrofosfat KH_2PO_4 (1/15 n. məhlul üçün 1 l suya 9,078 q duz götürürlər);

5) natrium-hidrofosfat $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (1/15 n. məhlul üçün 1 l suya 11,876 q duz götürürlər);

6) 0,1 və 0,01 n. kalium-permanqanat məhlulları;

7) 0,01 n. natrium-oksalat və ya oksalat turşusu məhlulu.

2,6-dixlorfeno lindofenol məhlulunun hazırlanması. 0,2 q 2,6-dixlorfenolin - dofenolu konusvari kiçik kolbada 2-3 dəqiqə ərzində azca qızdırmaqla az miqdarda (30-40 ml) distillə edilmiş suda həll edib kağız filtdən litrlik kolbaya süzülər.

Bu əməliyyatı boyaq tamam həll oluncayadək təkrar edirlər, sonra filtri bir neçə dəfə su ilə yuyurlar. Bundan sonra kolbaya

150 ml 1/15 n. kalium-fosfat və 300 ml 1/15 n. natrium-fosfat məhlulu töküb, həcmi kolbanın nişanlanmış yerinə çatıncayadək üzərinə distillə edilmiş su əlavə edirlər.

Mor duzunun hazırlanması. Əvvəlcə 0,05n. sulfat turşusu məhlulunda 0,1n. Mor duzu məhlulunu $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ hazırlayırlar (100 ml sulfat turşusuna 3,93 q duz götürürlər); Mor duzunun 0,1 n. məhlulunu 1:10 nisbətində durulaşdırmaqla 0,01 n. məhlul əldə edirlər. Mor duzu məhlulunun titrini 0,01n. KMnO_4 məhlulu ilə, bu sonuncunun titrini isə natrium-oksalat və ya oksalat turşusu ilə müəyyən edirlər.

2,6-dixlorfenolindofenol boyağının titrinin təyin edilməsi. Boyağın 5 ml məhluluna 2,5 ml doymuş natrium-oksalat məhlulu əlavə edib mikrobüretdən 0,01n. Mor duzu məhlulu ilə titrləyirlər. Titrləmə göy rəng itib, göyümtül yaşıl rəng kəhrə-bayi-sarı rəngə çevrilincəyə qədər davam etdirilməlidir. Boyağın məhlulunun normallıq əmsalını K (titrə düzəlişi) aşağıdakı düsturla hesablayırlar:

$$K = \frac{b \cdot F \cdot C}{a}$$

Burada: b -boyağın titrlənməsinə sərf edilmiş 0,01 n. Mor duzu məhlulu, ml-lə;

F -Mor duzunun normallıq əmsalı;

C -0,01 n. boyaq məhlulu üçün hesablama əmsalı;

a -götürülmüş boyaq məhluludur, ml-lə.

Mor duzunun və Mor boyağının məhlullarını qaramtil şüşə qablarda və ya qaranlıq yerdə, ən yaxşısı soyuq binada saxlayırlar.

Boyağın titrini hər gün yoxlayırlar. Məhlulu 5-10 gün saxlayırlar. Titri yoxladıqda boz-bulantıya çalan rəng əmələ gələrsə, boyaq işlədilmək üçün yaramır.

Mor duzunun məhlulu 2-3 ayın ərzində yaxşı qalır. Onun titri ayda 1-2 dəfədən az olmayaraq yoxlanmalıdır; boyağın titri artmışsa Mor duzunun məhlulu yoxlanmalıdır.

Təbii tünd rəngli məhlulların analiz edilməsi.

Xammal və ya konservlərin orta sınağından analiz üçün götürülən 20-30 q maddəni 1%-li metafosfat (və ya xlorid) turşusunun məhlulu ilə həvəngə keçirirlər. Oraya suda yuyulmuş, közərdilmiş və tərkibində dəmir olmayan 5-10 q kvars qumu və ya şüşə tozu əlavə edirlər. Götürülmüş nümunəni bircinsli kütlə alınıcayadək diqqətlə əzirlər. Bu zaman fikir verilməlidir ki, turşu kütlənin hər yerini yaxşı islatsın. Sürtülüb əzilmiş kütləni tamamilə ölçülü silindrə keçirib, qarışığın həcmi həmin turşunun 1%-li məhlulu ilə 100 ml-ə çatdırırlar. Silindrdəki qarışığı yaxşıca qarışdırıb sentrifuqdan keçirir və ya pambıqdan cəld süzlər.

Tərkibində 0,01-dən 0,1 mq-a qədər askorbin turşusu olan müəyyən miqdarda filtratı (adətən, onun 1-2 ml-ni) enli sınaq şüşəsinə tökürlər. Oraya bir neçə damcı 0,8 n. natrium-hidroksid məhlulu salmaqla analiz edilən ekstraktın götürülmüş həcmi pH-nı 4-ə çatdırırlar. Sonra sınaq şüşəsinə pH-4 olan fosfat-sitrat bufer məhlulundan 1 ml əlavə edirlər. Sınaq şüşəsindəki kütləni qarışdırdıqdan sonra ona 6 ml 2,6-dixlorfenolindofenol məhlulu (20 ml suya 12 mq tökməklə hazırlanır) əlavə edib, yenidən sürətlə qarışdırır və dərhal büretdən distillə edilmiş 10 ml ksilol əlavə edirlər. Bu əməliyyat ən çoxu 15-20 saniyə ərzində aparılmalıdır. Sonra sınaq şüşəsinin ağzına rezin probka taxıb, 10 saniyə ərzində bərk çalxalayır (probkanı irəlicədən qələvi məhlulunda, sonra isə suda qaynadırlar). Çalxaladıqdan sonra, maye təbəqələri tamam ayrılıb çəhrayı rəngə boyanmış ksilol təbəqəsinin rəngi açıqlaşmıyadək sınaq şüşəsinə 10-15 dəqiqə sakit saxlayırlar. Ksilol təbəqəsinin çəhrayı rənginin intensivliyi (tündlüyü) askorbin turşusu ilə reduksiya olunmamış indofenolun artıq miqdarının az-çoxluğundan asılıdır.

Bu təcrübəyə paralel olaraq kontrol təgrübəsi də edirlər. Sınaq şüşəsinə eyni ardıcılıqda olmaqla, yuxarıda göstərilən reaktivləri tökürlər, lakin bu dəfə, analiz ediləcək ekstraktın əvəzinə eyni həcmdə 1 %-li metafosfat və ya xlorid turşusu tökür, 6 ml indofenol əvəzinə isə yalnız 3 ml əlavə edirlər. Hər sınaq şüşəsində (təcrübə və kontrol sınaq şüşələrində) durulmuş

şəffaf ksilol təbəqəsini quru halda götürülən iki başqa sınaq şüşəsinə başaldıb, alınan rəngin intensivliyini şkala ilə tutuşdururlar. Hər iki sınaq şüşəsi şkalanın sınaq şüşələrinin tam eyni olmalıdır.

İndofenolun turşuda rəngi bir neçə saat ərzində dəyişməyib sabit qalır. Yoxlanılan ekstraktın rəngini kontrol təcrübədə əmələ kəlmiş standart ksilol məhlulunun rəngi ilə kolorimetrdə müqayisə etmək məsləhətdir.

Misal. Fərz edək ki, kontrol sınaq şüşəsinin rəngi 3 saylı sınaq şüşəsinin rənginə uyğun gəlir (şkalaya bax); bu, o deməkdir ki, indofenol məhlulunun 3 ml-n 0,08 mq askorbin turşusunu oksidləşdirə bilər, təcrübə aparılan sınaq şüşəsində götürülmüş 6 ml indofenol məhlulu isə 0,16 ml askorbin turşusunu oksidləşdirir. Əgər bu halda təcrübə sınaq şüşəsinin rəngi şkalanın 7 saylı sınaq şüşəsilə uyğun gəlsə, onda məlum olur ki, reduksiya olunmamış indofenolun artıq miqdarı 0,04 mq askorbin turşusuna uyğun gəlir. Beləliklə, analiz edilən ekstraktın götürülmüş həcmində 0,12 mq (0,16-0,04) askorbin turşusu vardır.

Askorbin turşusunun ümumi miqdarını bu düsturla hesablayırlar:

$$x = \frac{0,12N \cdot 100}{a \cdot p}$$

Burada: x -askorbin turşusunun mq %-lə miqdarı;

N -ekstraktın ümumi həcmi (100 ml);

a -analiz üçün götürülmüş ekstraktın həcmi (1-2 ml);

p -analiz edilən maddədən götürülmüş nümunənin q-la çəkisi və ya maye material olduqda ml-lə həcmidir.

Şkalanın hazırlanması

Lazım olan reaktivlər bunlardır:

1.**Bufər məhlulu** (kalium-xlorid – xlorid turşusu). 14,912 q KCl duzunu 1 l distillə edilmiş suda həll edib, üzərinə 30 ml 0,1

%-li xlorid turşusu məhlulu əlavə edirlər; belə məhlulun pH-ı 3,2 olacaqdır.

2.Metiloranj məhlulu. 500 ml bufer məhlulunda (kalium xlorid – xlorid turşusu) təkrar kristallaşdırılmış 5 mq metiloranj həll edirlər.

Rəngin intensivliyini müəyyən etmək üçün istifadə olunan şkala 17 saylı cədvəldə göstərilir.

Cədvəl 17.

Sınaq şüşəsinin nömrəsi	Hə sınaq şüşəsində olan rəngli məhlulun tərkibi		6 ml indofenol məhlulu götürüldükdə, məhlulun rənginə uyğun gələn askorbin turşusunun miqdarı
	Bufer məhlulu KCl-HCl	Metiloranj	
1	10	2,5	0,1
2	10	3,3	0,09
3	10	4,2	0,08
4	10	5,1	0,07
5	10	6,0	0,06
6	10	7,0	0,05
7	10	8,0	0,04
8	10	9,0	0,03
9	10	10,0	0,02
10	10	11,0	0,01

ƏDƏBİYYAT

1. Daşdəmirov K.Ş.-Xromotoqrafiya üsulu ilə aminturşuların təyini. Bakı, 2006
2. Daşdəmirov K.Ş.-Elektroforez üsulu ilə süd zülallarının təyini. Bakı, 2006
3. Əhmədov Ə.M., Mustafayeva R.E.-Yeyinti məhsullarının əmtəəşünaslığı üzrə laboratoriya işlərinə metodik göstərişlər. Gəncə, 1990
4. Əliyev M.M.-Ərzaq mallarının ekspertizası (süd və süd məhsulları). Bakı, 2000
5. Əliyev M.M.-Ərzaq məhsullarının ekspertizası. Bakı, 2000
6. Əliyev M.M.-Ekspertizanın nəzəri əsasları. Gəncə, 2005.
7. Əliyev S.T., Abbasova F.H., Mambetov Ə.A.-Fiziki və kolloid kimyadan praktiki məşğələlər. Gəncə, 1992
8. Əliyev B.A.-Ət və balıq məhsulları əmtəəşünaslığı praktikumu. Bakı, 1991
9. Musayev N.X.-Ərzaq malları əmtəəşünaslığının nəzəri əsasları. Bakı, 2005.
10. Xankişiyev Y.H.-Ərzaq malları əmtəəşünaslığı. Gəncə, 2007.
11. Xəlilov Q.B.-Biokimyadan təcrübə məşğələləri. Kirovabad, 1970
12. Xəlilov Q.B., Daşdəmirov K.Ş. -Fiziki və kolloid kimyadan laboratoriya məşğələləri məşğələlər.
13. Lətifov V.M.-Fiziki və kolloid kimya. Kirovabad, 1970
14. Базарова В.И.-Исследование продовольственных товаров. М., 1986
15. Боровикова Л.А. и др.- Исследование продовольственных товаров. М., 1980
16. Снегирева И.А., и др -Современные методы исследования качества пищевых продуктов. М., 1976
17. Дулицкая П.А, Фельдман Р.И. -Практикум по физической и коллоидной химии. М., «Высшая школа», 1978
18. Ипохин Т.С.-Методы анализа молока и молочных продуктов. М., 1970
19. Кнорре Д.Г. и др.-Физическая химия. М., «Высшая школа», 1990
20. Кононский А.И.-Физическая и коллоидная химия. Киев, «Высшая школа», 1996
21. Колоболомский Г.В.-Физическая и физикохимические методы в ветеринарно-санитарной экспертизе. М. «Колос», 1971
22. Кругляков П.М., Хаскова Т.Н.-Физическая и коллоидная химия. М., «Высшая школа», 2005
23. Николаев Л.А.-Основы физической химии биологических процессов. М., «Высшая школа», 1991
24. Парамонова Т.Н.-Экспресс-методы оценки качества продовольственных товаров. М., 1988
25. Шаевич А.Б.-Методы оценки точности спектрального анализа. М.,

1976

26. Шершавина А.А.-Физическая и коллоидная химия. Методы физико-химического анализа. «Новое знание», 2005
27. Уильямс В., Уильямс Х.-Физическая химия для биологов. Пер. с англ. М., «Мир», 1996
28. Васильев В.П.-Теоретические основы физико-химических методов. М., «Высшая школа», 1979

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	3
FİZİKİ VƏ FİZİKİ –KİMYƏVİ ÜSULLAR	5
Ərzaq mallarının fiziki-kimyəvi xassələri	5
Ərzaq mallarının istilik tutumu və istilik keçiriliciliyinin təyini	13
Ərzaq mallarının ərimə, bərkimə və donma temperaturunun təyin edilməsi	16
Ərzaq mallarının sıxlığının ölçülməsi üsulları	19
Turşuluğun təyini	21
Ərzaq mallarında ümumi turşuluğun təyini.....	21
Hidrogen ionları qatılığının (aktiv turşuluğun) təyini	24
Kolorimetrik üsulla pH-ın təyini	25
Elektrometrik üsulla pH-ın təyini.....	26
Mayələrin özlülüyünün təyini	29
Adsorbsiya.....	31
Xromatoqrafiya üsulları	33
Qaz xromatoqrafiyası	50
Aminturşuların kağız üzərində xromatoqrafiya üsulu ilə təyini...	52
Şəklərin nazik təbəqəli xromatoqrafiya üsulu ilə təyini	54
Aminturşuların ionmübadilə xromatoqrafiyası üsulu ilə təyini....	55
Analiz üçün nümunələrin hazırlanması	60
Elektroforez.....	62
Ətin zülal fraksiyalarının kağız üzərində elektroforez üsulu ilə təyini.....	64
Süddə kazeinin və zərdab zülallarının poliakrilamid gelində elektroforez üsulu ilə təyini.....	66
Ərzaq mallarının optik xassələrinin ölçülməsi	70
Refraktometriya.....	71
Polyarimetriya	77
Fotokolorimetriya (şüaudma-absorbsiya).....	79
Spektrofotometriya.....	82
Yeyinti məhsullarının ultrabənövşəyi və infraqırmızı spektrofotometr ilə analizi.....	85
Mühitin şüasəpələmə xassələrini ölçən nefelometrik və turbidimetrik analizatorlar	87
Lüminesent analiz.....	89

Ərzaq mallarının keyfiyyətinin elektrik keçiricilik xassəsinə görə analizi (Konduktometrik üsul).....	91
Kulonometrik üsul	94

KİMYƏVİ ÜSULLAR	96
Ərzaq mallarında külün miqdarının təyini.....	96
Ərzaq mallarında xörək duzunun miqdarının təyini.....	98
Ərzaq mallarında ümumi azotun Kyeldal üsulu ilə təyini	100
Süddə ümumi zülalların Louri üsulu ilə təyini	103
Uçuçu yağ turşularının miqdarının təyini.....	105
Ərzaq mallarında yağların tədqiqi üsulları	106
Yağların miqdarının Sokslet aparatında təyini	115
Yağların təyin edilməsinin standart ekstraksiya-çəki üsulu	118
Yağların miqdarının sentrifuq vasitəsi ilə təyini	119
Ərzaq mallarında karbohidratların miqdarının təyini	121
Reduksiyaedici şəkərlərin təyini.....	125
Reduksiya etməyən şəkərlərin təyini	136
Niştastanın təyin edilməsi.....	137
Sellülozanın miqdarının təyin edilməsi	137
Pektinin təyin edilməsi	138
C vitamininin təyin edilməsi.....	140

Йыылмаа верилмишдир 15.05. 2008-жі ил
Чапа имзаланмышдыр 17.09.2008-жі ил кабыз форматы 1/8
Кабыз №1. учот чап вяряги 9.75 ч.в
Сифариш 026, тираъ 300

Азярбайжан Кянд Тясяррцфаты Академийасынын komputer
şöbəsində йыылымш вя резографийа цсулу иля няшр
едилмишдир



Цнван: Эянжя шящяри, Ататцрк проспекти, 262
(АКТА-нын ясас бинасы)