



AGRONOMSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU * FACULTY OF AGRICULTURE UNIVERSITY OF ZAGREB
Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport

*Dr. sc. Nadica Dobričević
Sandra Miletić, dipl.inž.*

***PRAKTIKUM IZ PREDMETA
PRERADA
VOĆA I POVRĆA***

Zagreb, 1998.

Autori

***Dr.sc. Nadica Dobričević
Sandra Miletić, dipl.inž.***

Tekst prepisala i slike nacrtala

Anita Horvat, kemijski tehničar

Izdavač

Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport

Predstojnik

Doc.dr.sc. Stjepan Pliestić

Sva prava pridržana.

Ni jedan dio ove skripte ne može biti pretiskan ili prenesen u ma kojem obliku ili na ikakav način, elektronički ili mehanički, uključujući fotokopiranje i snimanje, bez suglasnosti autora.

Zagreb, 1998.

PREDGOVOR

Želja da napišemo ovaj praktikum pojavila se prije otprilike godinu dana zbog nedostatka odgovarajućeg materijala za rad koji bi studentima olakšao učenje. Ponukane svojim asistentskim, odnosno studentskim iskustvom, željele smo budućim generacijama olakšati ovaj obvezni dio studiranja, a to su laboratorijske vježbe, te tako ovaj kolegij učiniti što pristupačnijim i lakšim za učenje. Da li smo u tome stvarno i uspjele pokazat će vrijeme.

Praktikum se sastoji od dva dijela. Prvi dio je teoretski, koji je pisan s nakanom da se pokusi mogu razumjeti, izvesti i, kada su završeni, opisati. Drugi dio obuhvaća propise po kojima se vježbe izvode. Na kraju praktikuma nalaze se prilozi koji obuhvaćaju slike laboratorijskog posuđa koje se koristi na vježbama i SI sustav mjera.

Poslove prijepisa te crtanje priloga korektno je obavila gospodična Anita Horvat, kemijski tehničar, na čemu joj se zahvaljujemo. Zahvalu upućujemo i gospodinu Kristianu Saletović, koji nam je pomogao u oblikovanju praktikuma.

Najveća želja nam je da ova skripta služi studentima Agronomskog fakulteta, jer tada će naše vizije biti ispunjene.

Autori

SADRŽAJ

1.0. TEORETSKI DIO

1.1. Temperatura, tlak, volumen, masa, energija	1
1.1.1. Temperatura	1
1.1.2. Tlak	2
1.1.3. Volumen	3
1.1.4. Masa	3
1.1.4.1. Analitičko određivanje mase	4
1.1.5. Energija	4
1.2. Određivanje vode	6
1.2.1. Uvod	6
1.2.2. Fizikalne metode	6
1.2.3. Kemijske metode	9
1.3. Određivanje ugljikohidrata	10
1.3.1. Uvod	10
1.3.2. Značenje i svojstva ugljikohidrata	10
1.3.3. Sredstva za taloženje i bistrenje	11
1.3.4. Određivanje ugljikohidrata "redukcijskim metodama"	11
1.3.5. Polarimetrijsko određivanje	14
1.3.6. Određivanje nekih polisaharida	15
1.3.7. Određivanje pektina	16
1.3.8. Određivanje etanola	16
1.4. Polarimetrija	17
1.5. Refraktometrija	19
1.6. Acidimetrija	20
1.6.1. Indikatori	20
1.6.2. Analitička upotreba acidimetrije	21
1.7. Destilacija	22
1.7.1. Laboratorijski uređaji za destilaciju	22
1.7.2. Priprema postupka destilacije	23
1.7.3. Određivanje hlapivih kiselina	23
1.8. Areometrija	24
1.9. Alkoholometrija	26
1.9.1. Alkoholni destilati	26
1.9.2. Alkoholno prevrele tekućine	27
1.9.3. Alkoholne komine	27
1.9.4. Proizvodi s alkoholom	27

1.10. Senzorska ispitivanja namirnica	28
1.10.1. Osnovni pojmovi	28
1.10.2. Provođenje ispitivanja (senzoričke analize)	28
1.10.3. Podjela metoda	29

2.0. PRAKTIČNI DIO

2.1. Analiza šećera	31
2.2. Analiza suhog povrća - Indeks rehidracije	32
2.2.1. Dokazivanje kuhinjske soli kvalitativno	33
2.3. Kvalitativno određivanje peroksidaze u povrću	33
2.4. Analiza marmelade	34
2.5. Analiza koncentrata od rajčice	35
2.6. Priprema polupreradevina voćne pulpe i voćne kaše (mark)	36
2.7. Određivanje slada u difuznom soku	37
2.8. Određivanje jačine octa	38
2.8.1. Određivanje alkohola destilacijom	38
2.9. Alkoholometrija	39

1.0. TEORETSKI DIO

1.1. TEMPERATURA, TLAK, VOLUMEN, MASA, ENERGIJA

1.1.1. TEMPERATURA

Za definiranje nekog toplinskog procesa u većini slučajeva dovoljno je mjeriti tlak, temperaturu i volumen, te količinu tvari koja sudjeluje u procesu.

Temperatura je mjera ili pokazatelj srednje vrijednosti kinetičke energije translatornog kretanja molekula ispitivanog termodinamičkog sustava. Ona je samo način uspoređivanja nekih fizikalnih pojava s promjenom te veličine stanja.

Za mjerenje temperature koriste se termometri koji rade na principu fizikalnih pojava koje su očite i intenzivne s promjenom temperature

- rastezanje plinova (plinski)
- rastezanje tekućina (živini i alkoholni termometri)
- promjena otpora
- termoelektricitet - termopar (vrlo rašireni)
- značenje valnih duljina - piroometri (visoke temperature)

Pojam temperature treba razlikovati od pojma topline, jer dok je toplina energija kretanja molekula sistema, temperatura je veličina koja karakterizira toplinsko stanje, odnosno stupanj zagrijanosti sustava. Toplina prelazi sa sustava više temperature na sustav niže temperature. Svojstvo sustava da promjenom temperature mijenja vrijednosti fizikalnih veličina iskorištava se za mjerenje temperature.

Jedinice:

Celzijev stupanj, [°C] - dobio je ime po švedskom fizičaru Celsiusu koji je odabrao ledište i vrelište vode pri atmosferskom tlaku i taj razmak podijelio na 100 jednakih dijelova, te ga koristimo kao temperaturni interval.

Kelvin [K] - isključuje ovisnost o bilo kojoj drugoj veličini. Apsolutna nula ili 0 K (kelvina) jednaka je za sve tvari i potpuno neovisna o drugim veličinama. Nula kelvina (0 K) je stanje "toplinske smrti" tj. stanje u kojem "prestaje" svako gibanje molekula bez obzira na to o kojoj je tvari riječ i bez obzira pod kojim se tlakom tvar nalazila prije hlađenja na tu temperaturu.

-0 K je -273,15° C

-ledište vode je pri 1,013x10⁵ Pa i 0°C (273,15 K)

-vrelište vode je pri 1,013x10⁵ Pa i 100°C (373,15 K)

-temperaturu izraženu u kelvinima nazivamo apsolutnom temperaturom. Odnos tih dviju jedinica izražava se:

$$T = t + 273,15 \quad [K]$$

$$t = T - 273,15 \quad [°C]$$

gdje su:

T - apsolutna temperatura [K]

t - temperatura [°C]

Temperaturna razlika (Δt) je u obje ljestvice jednaka

$$\Delta t [°C] = \Delta T [K]$$

1.1.2. TLAK

Pojam tlaka definiran je djelovanjem sile na jedinicu površine.

Načini očitavanja tlaka su:

- djelovanje sile na čvrstu podlogu $p = F/A$ [N/m^2] [Pa]

- djelovanje stupca tekućine $p = F/A = h \cdot \rho \cdot g$ [Pa] [mmSV]

Budući da je gustoća svojstvo tvari, tlak stupca definiran je njegovom visinom (h) i vrstom tekućine (stupac Hg ili H_2O).

- djelovanje plina na stijenke posude

Molekule plina gibaju se velikim brzinama u svim smjerovima i pri tome se međusobno sudaraju. Neke od njih, koje ne naiđu na susjednu molekulu, udaraju o stijenkę posude, djelujući na nju veličinom promjene impulsa. Molekule djeluju na sve stijenke posude jednako.

U tehničkim proračunima od bitne je važnosti pripaziti je li izražen apsolutni ili relativni tlak.

Relativni tlak je razlika stvarnog tlaka i atmosferskog tlaka okoline.

Ako je promatrani tlak veći od atmosferskog, njihovu razliku nazivamo predtlakom.

Ako je promatrani tlak manji od atmosferskog, njihovu razliku nazivamo podtlakom ili vakuumom.

Jedinice:

U SI sustavu mjera, osnovna jedinica za tlak je Pascal [Pa]. To je tlak kojim sila od 1 [N] djeluje na površinu od 1 [m^2].

1 [Pa] = 1 [N/m^2]

1 [bar] = 10^5 [N/m^2] = 10^5 [Pa]

1 [bar] = 10 [N/m^2]

Uz Pascal se još upotrebljavaju i milimetar stupca žive [mmŽ] i milimetar stupca vode [mmSV].

Dimenzioniranje tlaka stupcem tekućine pogodno je za male vrijednosti tlakova.

Zbog prikladnosti je uobičajeno da se stupcem žive mjeri atmosferski, a stupcem vode sasvim male vrijednosti tlakova.

Instrumenti:

- za mjerenje atmosferskog tlaka - barometar
- za mjerenje predtlaka - manometar
- za mjerenje podtlaka (vakuuma) - vakuummetar
- za mjerenje apsolutnog tlaka - manometar

1.1.3. VOLUMEN

Volumen je prostor koji zaprema plin, tekućina ili kruta tvar.

Pri definiranju volumena nužno je izdvojiti dva osnovna načina određivanja volumena:

1. Volumen posude koju ispunjava tekućina ili plin, odnosno volumen koji zauzima neka kruta tvar.

2. Volumen tekućine (ili plina) koji u jedinici vremena protječe kroz neki cjevovod, posudu ili uređaj. Takav se volumen naziva protokom.

Dolazi se do zaključka da za oba slučaja ne mogu vrijediti iste mjerne jedinice. U prvom slučaju mjerenje se vrši jednostavnim određivanjem volumena posude. U drugom slučaju protok je funkcija vremena, pa se osim volumena mora odrediti i vremenska jedinica protoka.

Jedinice:

Za određivanje volumena posude kao jedinice mogu se upotrijebiti $[cm^3]$, $[dm^3]$, $[m^3]$, a kao osnovna jedinica uzima se $[m^3]$.

Za volumen tekućina su uvedene posebne jedinice, a uobičajena je jedinica $l[dm^3]$.

Mjerne jedinice volumnog protoka analogne su jedinicama za volumen svedenim na jedinicu vremena $[m^3/h]$, $[m^3/s]$, a osnovna jedinica je $[m^3/s]$.

Specifični volumen je volumen koji zauzima $1 [kg]$ nekog plina ili tekućine, $[m^3/kg]$.

Gustoća je odnos mase i volumena neke tvari, $\rho [kg/m^3]$.

Kod tekućih i polutekućih tvari određuje se pomoću piknometra, areometra, hidrostatske vage. Kod krutih tvari npr. krumpira specijalnom "vagon za krumpir" ili kod zrnene mase uz dodatak tekućina koje ne reagiraju s uzorcima (npr. ksilol).

Metode mjerenja volumena:

- jednostavnim stehiometrijskim određivanjem volumena
- pokazivačem razine kapljevine u posudi
- pomoću tlaka stupca kapljevine
- vaganjem uz pomoćni spremnik
- pneumatski

1.1.4. MASA

Masa nekog sustava je veličina koja predstavlja otpor sustava protiv promjene brzine. To je veličina koja je proporcionalna količini tvari sustava. Prema teoriji relativiteta, masa sustava je veća povećanjem brzine kretanja sustava, ali je to povećanje osjetno tek pri brzinama bliskim brzini svjetlosti (oko 3×10^8 m/s).

Pošto se tako velike brzine ne javljaju u praksi, može se smatrati da je masa neovisna o brzini.

Jedinice:

Osnovna jedinica mase u SI sustavu je kilogram [kg].

Količina tvari nekog sustava koja sadrži onoliko elementarnih čestica koliko ima atoma u 0,012 kilograma C_{12} naziva se mol. Mol je osnovna jedinica količine tvari u SI sustavu, tisuću puta veća jedinica je kmol:

$$1 \text{ mol} = M \text{ [g]}$$

$$1 \text{ kmol} = M \text{ [kg]}$$

gdje je M relativna molekularna masa.

To je broj koji pokazuje koliko je puta masa molekule neke tvari veća od mase 1/12 atoma ugljika C_{12} .

Jedan kilomol neke tvari ima onoliko kilograma koliko iznosi njena relativna molekularna masa.

Jedinica za molekularnu masu je [kg/mol].

[Kg/mol] je jednak masi homogene tvari koja za masu od 1 [kg] ima količinu tvari 1 [mol].

Instrumenti za određivanje mase su vage. Prema opterećenju i točnosti mjerenja razlikujemo tehničke i laboratorijske.

1.1.4.1. ANALITIČKO ODREĐIVANJE MASE

Vaganje je najvažnija operacija kvantitativne kemijske analize kojom se određuje masa tvari. Analitička vaga je vrlo precizan i skup uređaj s kojim se prije rada treba dobro upoznati.

Laboratorijske vage razlikuju se po konstrukciji i relativnoj greški mjerenja kod maksimalnog opterećenja. Prema konstrukciji dijele se na: vage s polugom, s elastičnim mjerimim elementima i električne. Svaku vagu potrebno je prije upotrebe postaviti u ravnotežno stanje (tarirati), a postupci uravnoteženja razlikuju se prema vrsti vage.

1.1.5. ENERGIJA

Energija se definira kao sposobnost vršenja rada.

Energija je svojstvo tvari, a očituje se u raznim i neprekidnim promjenama stanja sustava, odnosno njegovih čestica.

Energija može mijenjati svoj oblik, ali ne može nastati niti može nestati promatrana u jednom cjelovitom sustavu izoliranom od okoline.

U prirodi se energija javlja u raznim oblicima:

- mehanička (kinetička i potencijalna)
- električna
- svjetlosna
- toplinska
- kemijska
- nuklearna

Jedinice:

Osnovna jedinica je J (Joule) [džul].

$$1 J = N \cdot m = W \cdot s$$

$$J = 2,778 \times 10^7 [kWh]$$

$$[kWh] = 3,6 \times 10^6 [J]$$

1.2. ODREĐIVANJE VODE

1.2.1. UVOD

Tvari su sastavljene od vode i suhe tvari. Određivanjem količine vode određuje se količina suhe tvari i to tako da se postotak vode oduzme od 100 te se dobije postotak suhe tvari.

Voda je u namirnicama uvijek prisutna, u rasponu od 0,05-97%.

Što je više vode manje je suhe tvari, dakle manja je hranjiva vrijednost namirnice.

U kontroli kakvoće namirnica određivanje vode ima velik značaj jer voda utječe na njene fizikalne, kemijske i prehrambene osobine.

Za trajnost skladištenja, kao i za ispravno vođenje procesa dehidracije nije značajna samo količina vode u namirnici nego i poznavanje njenih svojstava i njenog termodinamičkog stanja. Od ukupne količine vode u namirnici jedan dio je čvrsto vezan, te je to tzv. "vezana" voda, koja se po svojim svojstvima (niža točka smrzavanja, viša točka vrenja, manji tlak para, itd.) razlikuje od "slobodne" vode. Količina "slobodne" vode (adsorbirane i apsorbirane) u namirnicama ovisna je o relativnoj vlažnosti zraka ϕ (%) i temperaturi t (°C).

U određenim slučajevima nije dovoljan samo podatak o količini vode nego se određuje i "aktivitet vode". On se izražava kao omjer tlaka vodene pare u namirnici (p) i pare čiste vode (p_0), kod dane temperature.

Poznavanje "aktiviteta vode" je važan podatak koji daje informaciju o mogućnosti procjene trajnosti ispitivane namirnice.

Za određivanje vode u praksi postoji velik broj metoda. Rezultati dobiveni različitim metodama u pravilu nisu identični. Uzrok je dijelom u tome što je voda u namirnicama različito vezana i u primjeni različitosti principa postojećih metoda. Metode određivanja vode mogu se podijeliti na fizikalne, kemijske i fizikalno-kemijske metode.

1.2.2. FIZIKALNE METODE

Fizikalne metode mogu biti posredne i neposredne. U ovu grupu ulaze metode koje se zasnivaju na principu sušenja (isparavanja vode), mjerenju otpora, vodljivosti, dielektrične konstante, refrakcije, NMR-e (nuklearna magnetna rezonancija) i dr.

U grupu direktnih metoda spadaju one kod kojih se voda iz uzorka izdvaja na adekvatan način i mjeri. Kao tipičan predstavnik ove grupe je metoda azeotropne destilacije.

POSREDNE METODE

Određivanje vode sušenjem

S obzirom na količinu vode i strukturu analiziranog materijala postupak je modificiran na sušenje bez pretsušenja, sušenje s pretsušenjem te sušenje uz prethodno mješanje sa izarenim kvarcnim pijeskom. Modifikacija postupka može se odnositi i na temperature sušenja, odnosno sušiti se može ili 4-5 sati kod temperature 105° C, ili jedan sat kod 130°C ili pak 20 minuta kod 160°C, odnosno do konstantne mase. Međutim, za sve potencijalne modifikacije zajedničko je da analizirani kruti materijal, npr. žitarice, treba najprije usitniti (samljeti) zbog što bržeg i ravnomjernijeg sušenja, dok mekani materijal,

kao što je npr. marmelada, treba pomiješati s morskim pijeskom da se spriječi stvaranje površinske pokožice koja otežava sušenje.

Postupak bez pretsušenja dolazi u obzir kod krutog materijala s manje od 15% vode, jer se takav materijal relativno lako usitnjava (melje), a osim toga ne postoji ni opasnost da se kod usitnjavanja materijal toliko ugrije da bi pri tome moglo doći do gubitka vode.

Postupak s pretsušenjem potrebno je primjeniti kod krutog materijala s više od 15% vode. Takav se materijal, naime teško usitnjava (melje), zbog čega se kod mljevenja (uslijed jačeg trenja) osjetnije zagrijava, a zbog zagrijavanja može doći i do gubitka jednog dijela vode, a time i do pogrešnog rezultata.

Za sušenje se najčešće koriste laboratorijske električne sušnice s ugrađenim termoregulatorom. Nakon sušenja uzorak se hladi u eksikatoru i potom važe.

Da bi se kod određivanja vode sušenjem dobili što precizniji rezultati, moraju se uzeti u obzir slijedeći faktori koji utječu na preciznost rezultata:

- priprema probe; namirnica mora biti tako pripremljena i homogenizirana, da dio koji se uzima za sušenje predstavlja prosječan uzorak,
- pravilna cirkulacija zraka u sušnici
- relativna vlažnost zraka u sušnici i izvan nje
- veličina i materijal posudice za sušenje
- količina namirnice koja se suši, odnosno visina sloja
- broj i raspored uzoraka u sušnici
- ispravnost sredstava za sušenje u eksikatoru

Među brze metode određivanja vode sušenjem spada i metoda sušenja pomoću uređaja koji koriste infracrvene zrake (I.R.).

Infracrvene zrake su dio elektromagnetskog spektra. Valno područje leži između 0,8 i 10 μ . Kod određivanja vode koriste se spektri 1; 1,4; 1,9; 2,7 i 6 μ . Princip sušenja infracrvenim zrakama sastoji se u tome da infracrvene zrake, koje imaju prodornu moć, prodiru u dubinu namirnice, pri čemu joj predaju svoju energiju u obliku topline.

Ovaj postupak je 20-30 puta brži od uobičajenog postupka sušenja.

Određivanje vode sušenjem ne može se primjeniti kod namirnica koje su hlapive, kao ni kod namirnica gdje može doći do razgradnje, oksidacije, otpuštanja ili primanja CO_2 .

Određivanje topive suhe tvari refraktometrom

Određivanje suhe tvari refraktometrom u praksi se mnogo koristi jer je jednostavno i brzo, što ovom postupku daje prednost pred drugim metodama. Naročito je pogodno u pogonskoj kontroli, pod uvjetom da u suhoj tvari ispitivanog uzorka glavni sastojak čine šećeri.

Određivanje vode na principu električne vodljivosti (konduktometrijska metoda)

Metoda se zasniva na mjerenju otpora pomoću uređaja, koji se bazira na principu Wheastonovog mosta. Konduktometrijska metoda primjenjuje se za ispitivanje deionizirane vode, destilirane vode i mineralne vode, te otpadnih voda i dodataka vode mlijeku.

Određivanje vode pomoću dielektrične konstante

Zasniva se na činjenici da sila, kojom se privlače dvije paralelne električki nabijene metalne ploče, ovisi o mediju između njih. U praksi se mjeri dielektrična konstanta.

Zbog relativno visoke dielektrične konstante (DK) vode u odnosu na druge tvari, moguće je odrediti vodu u namirnicama s dovoljnom preciznošću. Budući da DK za vodu iznosi 80 kod 293,15 K (20°C), a za kristalnu vodu 5, prema tome može se odrediti odnos slobodne prema vezanoj vodi.

Baždarni dijagram radi se pomoću dioksana kojemu se dodaju poznate količine vode.

Voda u dioksanu se prethodno odredi Karl Fisherovim (K.F.) reagensom.

Određivanje vode na principu električne vodljivosti kao i dielektrične konstante vrlo je jednostavno i traje 1-2 minute.

Naročita prednost ove metode je u tome što se uzorak nakon mjerenja nije promijenio, te se može upotrijebiti za druge analize.

Metode na principu plinske kromatografije

Ove metode mogu biti direktne i indirektno.

Voda se ekstrahira poznatom količinom acetona, uzorku se doda 2%-tni n-pentil alkohol kao interni standard. Ovom se metodom može odrediti voda i u količinama 0,2mg/kg.

Druga tehnika se sastoji u tome da se kalcijevim karbidom djeluje na vodu u namirnici, pri čemu nastane ekvivalentna količina acetilena, koji se registrira ionizacijskim detektorom.

IZRAVNE METODE

Određivanje vode azeotropnom destilacijom

Princip metode sastoji se u destilaciji vode pomoću organskih otapala koja se ne miješaju s vodom.

Kondenzat (otapalo i voda) hvata se u kalibrirani nastavak, te očita volumen izdvojene vode.

Organska otapala koja dolaze u obzir mogu imati manju gustoću od vode (benzen, toluen, ksilen) i veću gustoću od vode (trikloretilen, tetraklormetan, tetrakloretran).

Destilacija se vrši u specifičnim aparaturama po Dean Starku sa otapalima čija je gustoća manja od vode ili Jungkunz i Pritzkeru kojom se može destilirati s jednim ili drugim otapalima.

Prednost ove metode je u brzini izvođenja, a može se upotrebljavati kod namirnica koje prilikom sušenja lako oksidiraju (mesni ekstrakt), koje sadrže eterična ulja (mirodije) i sl.

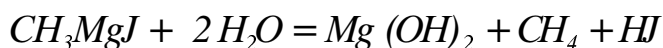
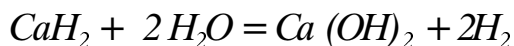
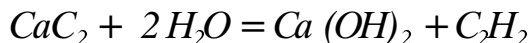
Međutim, ova metoda ima i nekih negativnosti o kojima treba voditi računa kod njene primjene. Kod namirnica bogatih šećerom, mogu se dobiti povišeni rezultati, ovisno o točki vrenja otapala, jer termičkom razgradnjom šećera nastaje voda.

Također, kod namirnica koje sadrže etanol, glicerol ili slične, tj. hlapive sastojke koji se miješaju s vodom, metoda je neprimjenjiva.

1.2.3. KEMIJSKE METODE ODREĐIVANJA VODE

Plinske metode

Zasnivaju se na činjenici da voda u namirnici reagira s kalcijevim karbidom, kalcijevim hidridom ili metil-magnezijevim jodidom.



Iz izmjerenog volumena nastalog plina (acetilen, vodik ili metan) na bazi stehiometrijskih odnosa izračuna se odgovarajuća količina vode.

Kod ovih metoda postoje i neki nedostaci. Namirnice koje sadrže koloide apsorbiraju vodu, koja onda ne sudjeluje u reakciji s kalcijevim karbidom, a također i namirnice s hidratnom vodom ne otpuštaju uvijek cijelu količinu vode, pa se tako ne mogu dobiti točni rezultati.

Karl-Fischerova metoda

Od svih metoda koje se primjenjuju u uobičajenoj analizi za određivanje vode smatra se da je Karl-Fischerova (K.F.) metoda najtočnija.

Metoda se zasniva na direktnoj titraciji sadržane vode u uzorku (ekstrahirane s metanolom) Karl-Fischerovim reagensom (K.F.R.), koji se sastoji od sumpornog dioksida (SO_2), joda (J), i bezvodnog metanola (CH_3OH).

Prednost K.F. metode je u tome što se može sa zavidnom točnošću (obuhvaća slobodnu i vezanu vodu) i preciznošću koristiti u slučajevima kada se sadržaj vode u ispitivanim uzorcima nalazi i u minimalnim količinama.

Ova metoda nije primjenjiva u slučaju kada uzorak sadrži oksidirajuće ili reducirajuće tvari, odnosno tvari koje reagiraju s jednim od sastojaka KF-reagensa (peroksidi, aldehidi i lužine).

1.3. ODREĐIVANJE UGLJIKOHIDRATA

1.3.1. UVOD

Ugljikohidrati su grupa prirodnih tvari - spojeva koje nalazimo u biljnom i životinjskom svijetu pa, prema tome i u namirnicama. Naziv "ugljikohidrati" ostao je još od vremena (19. stoljeće) kada se smatralo da su to "hidrati ugljika", tj. spojevi u kojima omjer C : H : O iznosi 1 : 2 : 1, te se njihov kemijski sastav da predočiti općom formulom $C_n(H_2O)_n$. Međutim, danas znamo da postoji niz spojeva koji odgovaraju ovoj općoj formuli, a ne spadaju u ugljikohidrate, kao npr. octena i mliječna kiselina, dok s druge strane neki tipični predstavnici ugljikohidrata po svom sastavu ne odgovaraju toj formuli, kao što je slučaj s oligosaharidima i polisaharidima, aminošećerima i dezoksišećerima.

Prema današnjim shvaćanjima pod nazivom ugljikohidrati podrazumijevamo u prvom redu šećere, te tvari srodne šećerima, ili još egzaktnije, to su primarni oksidacijski proizvodi (aldehidi i ketoni) lančastih polihidroksilnih alkohola te kondenzacijski derivati tih aldehida i ketona odnosno, sažeto rečeno, polihidroksialdehidi, polihidroksiketoni ili spojevi koji hidrolizom daju navedene spojeve.

Podjela ugljikohidrata

S obzirom na složenost strukture i broj C-atoma, ugljikohidrati se dijele, ovisno o autorima, u sljedeće tri skupine:

- monosaharidi (prosti - jednostavni šećeri) koji se kiselinskom hidrolizom ne mogu razgraditi na jednostavnije ugljikohidrate
- oligosaharidi koji se sastoje od dva ili više (do 10) monosaharida. Ovisno o broju monosaharida u njihovoj molekuli dijele se na: disaharide, trisaharide, tetrasaharide, itd.

- polisaharidi koji se sastoje od većeg broja molekula monosaharida.

Uz tu klasičnu podjelu ugljikohidrata, a na osnovi hidrolize i produkata hidrolize, uobičajena je i sljedeća podjela:

- monosaharidi - ugljikohidrati koji se ne mogu hidrolizirati u jednostavnije spojeve

- disaharidi - hidroliziraju u dvije molekule monosaharida

- polisaharidi - hidrolizom daju više molekula monosaharida

1.3.2. ZNAČENJE I SVOJSTVA UGLJIKOHIDRATA

Sa stajališta prehrane za ugljikohidrate možemo reći da su primarni energetske sastojci jer 1g $C_n(H_2O)_n$ metaboličkim procesom u ljudskom organizmu daje 15,7 kJ (3,75 kcal). Poznato je da se oko 60% energetske potrebe u svakodnevnoj prehrani čovjeka podmiruje probavljivim ugljikohidratima, koji su sastavni dio namirnica.

Usto, čitav niz biofermentacijskih procesa zasnovan je na prisutnosti ugljikohidrata u sirovinama, kao npr. proizvodnja alkohola, vina, piva, i dr. proizvoda.

Kada se želi dobiti detaljniji uvid u sastav namirnice i njezinu kakvoću, bilo to sa stajališta prehrambene vrijednosti, bilo radi procjenjivanja ispravnosti i kontrole, tada se ne može zadovoljiti utvrđivanje postotka ekstraktivnih tvari bez dušika, već se određuju pojedini prisutni ugljikohidrati.

Da bismo proveli takvu sistemsku analizu pojedinih ugljikohidrata prisutnih u

namirnicama, potrebno je poznavati i njihove karakteristične osobine.

Na temelju tih osobina sve ugljikohidrate mogli bismo podijeliti u sljedeće skupine:

-ugljikohidrati topivi u vodi, i to monosaharidi i neki disaharidi koji reduciraju Fehlingovu otopinu izravno, te oligosaharidi koji reduciraju Fehlingovu otopinu nakon hidrolize.

-ugljikohidrati koji se otapaju - hidroliziraju zagrijavanjem s razrijeđenim mineralnim kiselinama (2%-tna HCl), npr. škrob.

-ugljikohidrati koji hidroliziraju u koncentriranim mineralnim kiselinama, kao npr. celuloza.

Redukcijska svojstva ugljikohidrata

Jedno od karakterističnih svojstava ugljikohidrata jest sposobnost redukcije metala iz alkalnih otopina njihovih soli, a to je svojstvo vezano uz prisutnost slobodnih aldehida ili ketonske skupine u pojedinim ugljikohidratima.

Kao tipičan reagens za određivanje ugljikohidrata na bazi njihove reduksijske sposobnosti služi nam alkalna otopina Cu-sulfata i K-Na-tartarata, poznata pod nazivom Fehlingova otopina. Kao posljedica te reakcije nastaje crvenosmeđi talog (netopiv) Cu_2O (Cu^+ -oksid).

1.3.3. SREDSTVA ZA TALOŽENJE I BISTRENJE

Pri određivanju pojedinih ugljikohidrata u otopinama, bilo kemijskim metodama zasnovanim na sposobnosti redukcije bilo polarimetrijski, te otopine ne smiju sadržavati nikakve druge sastojke koji bi ometali redukciju bakrenog sulfata ili djelovali reducirajuće na bakreni sulfat, niti sastojke koji su optički aktivni. To čišćenje otopine ugljikohidrata (topivih) od neželjenih sastojaka postizemo dodatkom određenih reagensa koji talože tzv. balastne tvari. Danas se u tu svrhu najčešće upotrebljavaju otopine lužnatoga ili neutralnoga olovnog acetata, bakrenog sulfata, živinog klorida, otopina po Carezzu koja se sastoji od K-ferocijanida i Zn-acetata ili neke druge cinkove soli, svježe pripremljenog Al-hidroksida, fosfor-wolframove kiseline i dr. sredstava.

Pri bistrenju s olovnim acetatom višak olovnih iona treba se ukloniti i to se radi obično taloženjem s dinatrijevim fosfatom ili natrijevim sulfatom u formi netopivog taloga.

1.3.4. ODREĐIVANJE UGLJIKOHIDRATA “REDUKCIJSKIM METODAMA”

VOLUMETRIJSKE METODE

Metoda po Soxhletu

Ugljikohidrati se određuju titracijom provrele Fehlingove otopine s otopinom šećera sve dok ne nestane plava boja Fehlingove otopine.

Metoda po Lane-Eynonu

To je modificirana Soxhletova metoda. Titrira se točno odmjerena količina (10 ili 25 ml) vrele otopine po Soxhletu s otopinom šećera uz indikator metilensko plavilo i na taj način se lako uočava završetak titracije.

Naime, metilensko plavilo u lužnatoj otopini reagira s tragovima šećera i prelazi u svoju leuko formu, tj. obezboji se, ali tek nakon što se reducira sav bakar u Soxhletovoj otopini, što nam omogućava lako uočljiv završetak titracije.

Metoda po Schoorlu

Radi se Luffovom otopinom u koju se dodaje otopina šećera. Sve se zagrije do vrenja, kuha točno određeno vrijeme, a nakon što se ohladi, određuje se ostatak nereduciranog Cu^{2+} (kupri iona) ili nastalog Cu^{1+} (kupro iona Cu-oksidula).

GRAVIMETRIJSKE METODE

Metoda po Meisslu

Princip metode sastoji se u tome da se nakon redukcije nastali Cu^{1+} -oksid (bakarni oksidul) separira (filtracijom) preko filter lončića određenog poroziteta, dobro ispere, suši i važe.

Na temelju dobivene količine bakrenog oksidula iz tablica po Meisslu očita se pripadajuća količina odgovarajućeg šećera te se na osnovi tog i prethodnih podataka izračuna količina šećera.

Metode po Munson-Walkeru

Identična je Meisslovoj metodi, a razlikuje se samo u numeričkim vrijednostima u pripadajućim tablicama.

Modifikacija Munson-Walkerove metode po Hammondu

Karakterizirana je u finalu dobivanjem elektrolitički čistog bakra i odgovarajućim tablicama.

KOMBINIRANE TALOŽNE - VOLUMETRIJSKE METODE

Metoda po Bartrandu

To je zapravo indirektno određivanje količine nastalog Cu^{1+} oksida (bakrenog oksidula). Nakon završene oksidoredukcije nastali se oksidul separira filtracijom preko posebnog filtra i ispire, a nakon toga otapa u otopini (kiseloj) fero-sulfata, a ekvivalentna količina nastalog fero-sulfata titrira se s otopinom kalijevog permanganata. Iz utrošenih mililitara permanganata izračuna se ekvivalentna količina bakra, a na temelju toga očita se pripadajuća količina odgovarajućeg šećera iz tablica.

Metoda po Potterat - Eschmannu

Za redukciju se pripremi otopina šećera, a umjesto klasične Fehlingove otopine u ovoj se metodi upotrebljava alkalna otopina bakrenog kompleksonata. Nakon završene reakcije, nastali Cu^{1+} oksid se separira, dobro ispere i potpuno čist otapa u nitratnoj kiselini.

Nakon toga se dobivena otopina neutralizira s amonijakom i titrira otopinom Kompleksona III uz mureksid kao indikator.

Na osnovi utroška otopine kompleksona u ml (K), služeći se posebnim tablicama, izračuna se najprije količina odgovarajućeg šećera (u mg) u 10 ml "šećerne otopine" uzete u konačan postupak te, uzevši u obzir razrjeđenje i dobiveni podatak, izračuna se postotak odgovarajućeg šećera.

ODREĐIVANJE POJEDINIH ŠEĆERA U SMJESI

U praksi se najčešće susrećemo sa smjesom glukoze i fruktoze ili smjesom glukoze, fruktoze i saharoze.

Smjesa glukoze i fruktoze

Najprije se odredi glukoza titracijom s otopinom joda u lužnatom mediju po metodi Willstattera, te iz potroška otopine joda koji je glukozu oksidirao u glukonsku kiselinu izračuna sadržaj glukoze.

Za određivanje fruktoze prethodno se glukoza potpuno razgradi (oksidacijski) s dodatkom otopine joda u suvišku, a preostala količina izravno reducirajućeg šećera (fruktoza) odredi se bilo kojom od navedenih metoda.

Ako se glukoza i fruktoza nalaze u približno ekvivalentnim omjerima, nakon određivanja glukoze, možemo odrediti smjesu prisutnih reducirajućih šećera, tzv. "prirodnog inverta" i od tako dobivenog rezultata odbiti rezultat dobiven za glukozu. U tom slučaju razlika nam predstavlja fruktozu.

Smjesa glukoze, fruktoze i saharoze

U prvoj fazi odredimo tzv. "prirodni invert", tj. smjesu glukoze i fruktoze izravno, jednom od navedenih metoda, nakon toga obavimo kiselinu hidrolizu i ponovno odredimo tzv. "ukupni invert", tj. smjesu prethodno sadržane glukoze i fruktoze te glukozu i fruktozu nastale hidrolizom saharoze. Ako od tako dobivenog ukupnog inverta odbijemo prirodni invert, razlika nam predstavlja količinu invertnog šećera nastalog hidrolizom saharoze, a množeći tu razliku s 0,95 (1g invertnog šećera odgovara 0,95g saharoze) dobijemo podatak za količinu prisutne saharoze.

Ako se u smjesi uz navedene šećere, nalaze i drugi, bilo izravno reducirajući bilo nereducirajući šećeri (ugljikohidrati), navedenim metodama ne može se utvrditi, tj. odrediti količina pojedinog sudionika u smjesi.

Kada je riječ o takvim slučajevima, služimo se drugim metodama, kao što su npr.:

- razdjelna kromatografija na papiru
- razdjelna kromatografija na tankom sloju (tankoslojna)
- plinska kromatografija
- enzimne metode

Kod kromatografskog određivanja važno je napomenuti da nam istovremeno omogućuje i identifikaciju pojedinih šećera u smjesi.

1.3.5. POLARIMETRIJSKO ODREĐIVANJE

Poznato je da svi ugljikohidrati u svojoj molekuli sadrže asimetrične C-atome, te su u otopljenom stanju optički aktivni, tj. zakreću ravninu polariziranog svjetla na desnu ili lijevu stranu. Skretanje na desno označavamo s (+), a skretanje na lijevo s (-).

Mjera za optičku aktivnost je tzv. "specifično skretanje" (specifični kut skretanja ili jedinična skretnja) pod kojom se podrazumijeva veličina kuta skretanja polariziranog svjetla otopine koja u 1ml sadrži 1g otopljene tvari, mjerene u cijevi duljine 1dm na temperaturi od 293,15K (20°C) i pri natrijevom svjetlu (D-linija spektra). Ova je veličina karakteristična za svaki šećer (ugljikohidrat) kako po brojčanoj vrijednosti tako i po smjeru zakretanja, pa je zapravo identitetna karakteristika.

Specifična skretnja može se odrediti prema sljedećoj formuli:

$$\alpha_D^{20} = \frac{a \times V}{l \times C}$$

gdje su:

α_D^{20} - specifična skretnja

l - dužina cijevi u [dm]

V - volumen otopine koja se polarizira (obično 100ml)

C - količina otopljene tvari u [g]

a - očitani kut skretanja

Kao što je vidljivo na temelju očitano g kuta skretanja kada nam je poznata koncentracija otopine, možemo odrediti identitet otopljenog šećera. Obratno, može se na temelju očitano g kuta skretanja odrediti koncentracija šećera u otopini, čiji nam je identitet poznat, i to po formuli:

$$C = \frac{a \times 100}{\alpha_D^{20} \times l}$$

gdje su:

C - postotak šećera

a - očitani kut skretanja

l - dužina cijevi u dm

α_D^{20} - specifični kut skretanja

Specifični kut skretanja nekih ugljikohidrata

glukoza	+52,3°	maltoza	+137,0°
fruktoza	- 92,3°	invertni šećer	- 40,0°
saharoza	+66,5°	dekstrin	+195,0°
laktoza	+55,3°	škrob	+196,0°

Skretanje ravnine polariziranog svjetla mjeri se optičkim napravama, tzv. polarimetrima koji mogu imati podjelu skale na kružne ili empirijske stupnjeve, a u tom slučaju govorimo o saharometrima. Saharometri (polarimetri) s empirijskim stupnjevima, ako se radi po utvrđenim postupcima, daju nam odmah očitanjem koncentraciju šećera bez ikakvih preračunavanja. U tu svrhu služimo se u praksi tzv. "normalnom masom saharoze", koja za:

-polarimetre s empirijskim stupnjevima po Ventzkeu definira se kao 26,0000g saharoze, koja je otopljena u 100ml, zakreće ravninu polariziranog svjetla na 293,15K (20°C) u cijevi dugačkoj 2dm za 100°,

-za polarimetre s kružnom skalom normalna masa saharoze iznosi 75,0000 g.

Sve navedene metode primjenjive su u praksi za određivanje svih monosaharida i oligosaharida koji dolaze kao prirodni sastojci u namirnicama, no neke mogu to određivanje vršiti pojedinačno i u smjesi, a neke samo pojedinačno prisutnih ugljikohidrata.

1.3.6. ODREĐIVANJE NEKIH POLISAHARIDA

U praksi se od svih polisaharida u namirnicama najčešće određuju škrob i celuloza.

Određivanje škroba

Može se izvršiti totalna kiselinska hidroliza do glukoze, koju onda odredimo po jednom od navedenih postupaka.

Hidroliza može biti i enzimna (dijastaza) i kao produkt nastaje maltoza koju također možemo odrediti nekom od navedenih metoda.

Ako je škrob u sastavu namirnice osnovni ugljikohidrat, tj. ako ostalih nema ili je njihova količina zanemariva vršimo blagu kiselinsku hidrolizu, tj. razgrađujemo škrob do amyloextrina koji je topiv u vodi, uklonimo balastne tvari i odredimo ga polarimetrijskom metodom po Ewersu.

Također ga možemo odrediti gravimetrijski, po metodi Kent-Jonesa, Mayerhoferera ili Fellenberga, gdje je osnovni princip da se škrob pod određenim uvjetima izolira iz namirnice, suši i važe.

Određivanje celuloznih vlaknaca (celuloze)

Pod pojmom sirove celuloze u analitici namirnica podrazumijevamo one sastojke koji ostaju u netopivom stanju nakon polusatnog kuhanja namirnice s 1,25%-tnom sulfatnom kiselinom i nakon toga isto vrijeme s 1,25%-tnim kalijevim hidroksidom.

Njezina prisutnost u namirnici s prehrambeno-energetskog stajališta nema važnosti jer je za čovječji organizam neprobavljiva. Zbog toga njezino je određivanje važno kod namirnica biljnog podrijetla radi čistoće i kakvoće koje se postižu prilikom prerade i proizvodnje (brašno).

1.3.7. ODREĐIVANJE PEKTINA

Pektinske tvari na osnovi svog kemizma mogu se uvrstiti u grupu ugljikohidratima srodnih tvari. Te su tvari prirodni sastojci voća i nekog povrća a mogu se i dodavati pojedinim prehrambenim proizvodima kao sredstva za želiranje, kao emulgatori i stabilizatori. U pektinske tvari ubrajamo:

-pektinsku kiselinu (neesterificirana poligalakturonska kiselina) i njezine soli

-pektati, pektin i njegove soli

-pektinski protopektin (netopiva pektinska tvar koja hidrolizom daje pektin)

-derivati pektina (acetil-pektin i dr.).

Pektin se sastoji od d-galakturonske kiseline, koja je glukozidično lančano povezana u poligalakturonsku kiselinu čije su karboksilne grupe djelomično ili potpuno esterificirane s metanolom.

Za određivanje pektina u namirnicama upotrebljava se gravimetrijska metoda određivanja pektina kao Ca-pektata ili kolorimetrijska metoda s karbazolom.

Dobiveni rezultati izražavaju se kao količina anhidrida galakturonske kiseline izražene u [mg/kg] ili litri proizvoda ili kao [mg] pektina po [kg] proizvoda.

1.3.8. ODREĐIVANJE ETANOLA

U čitavom nizu prehrambenih proizvoda, osobito u prerađevinama voća (voćni sokovi i sl.), mliječnim proizvodima (kefir, voćni jogurt i sl.), često već tijekom proizvodnog procesa ili neodgovarajućeg čuvanja previranjem prisutnih ugljikohidrata - šećera pojavljuju se izvjesne količine etanola.

Budući da je tu riječ uglavnom o malim količinama etanola (do 2%), koristi se za njegovo određivanje kemijska metoda s pomoću bikromata.

Etanol, naime, s pomoću $K_2Cr_2O_7$ u sumporno kiselom mediju oksidira do octene kiseline, a višak $K_2Cr_2O_7$ odredi se jodometrijski.

Određivanje se izvodi s pomoću specijalne aparature za destilaciju s vodenom parom.

1.4. POLARIMetriJA

Polarimetrija se kao analitički postupak temelji s jedne strane na poznatoj pojavi polarizacije ili prevođenja difuznog svjetla u polarizirano, a s druge strane na poznatom svojstvu optičke aktivnosti prirodnih tvari, odnosno njihovoj sposobnosti da skreću ravninu polariziranog svjetla. Uz određenu gustoću i određenu temperaturu kut skretanja ravnine polariziranog svjetla je ne samo konstantan, nego i specifičan za svaku optički aktivnu tvar (specifična rotacija).

POLARIMetri I NJIHOVA KONSTRUKCIJA

Polarimetri mogu biti konstruirani ili prema kutu otklona (kutni polarimetri) ili prema specifičnoj rotaciji. Kutni polarimetri imaju skalu za očitavanje u kutnim stupnjevima, dok je kod ovih drugih izrađena prema određenoj koncentraciji jedne optički aktivne tvari i takav je primjerice Wentzkeov saharopolarimetar.

Wentzkeov polarimetar

Po svome je osnovnom obliku metalna cijev na koju su montirani pojedini dijelovi. Na jednom kraju metalne cijevi ugrađena je sabirna leća, a služi za primanje i sabiranje difuznog svjetla, koje dolazi od jedne mliječne električne žarulje. U osnovnu metalnu cijev ugrađen je polarizator (sistem specijalno brušenih kvarcnih prizmi), koji

služi za polarizaciju difuznog svjetla. Za polarizaciju staklena je cijev, duga 100-200mm, i u nju se stavlja ispitivana tekućina, a nalazi se u žlijebu koji je izveden kao horizontalni prerez osnovne metalne cijevi i zatvara se preklopnim poklopcem. Iza žlijeba se nalazi analizator (sistem specijalno brušenih prizmi), a zadatak mu je da optički registrira otklon ravnine polariziranog svjetla, što se na vidnom polju okulara očituje kao zasjenjivanje jednog njegovog dijela. Kompenzator je ugrađen iza analizatora. To su dvije klinaste kvarcne prizme obrnuto položene jedna prema drugoj, koje se s pomoću kompenzacijskog vijka mogu međusobno odmicati ili primicati. Zadatak je kompenzatora da skrenutu ravninu polariziranog svjetla vrati u ishodni pravac, što se optički očituje izjednačenjem osvijetljenosti ranije poluzasjenjena vidnog polja u okularu. Okular je ugrađen na suprotnom kraju sabirne leće, a vidno mu je polje tankom crtom podijeljeno na dva dijela. Kraj njega se nalazi okular za očitavanje koji služi za očitavanje otklona kuta. Iza okulara za očitavanje nalaze se skale za očitavanje. Glavna je skala vezana s kompenzacijskim vijkom i pomicanjem tog vijka pomiče se zajedno s kompenzacijskim prizmama.

Skala je izrađena prema 26%-tnoj otopini čiste saharoze, tako da je 26g saharoze otopljeno u toliko vode da se dobije 100ml otopine. Ta otopina polarizirana je u cijevi od 200mm duljine, a kut otklona ravnine polariziranog svjetla odgovara 100 Wentzkeovih stupnjeva ($^{\circ}W$). Temperatura kod koje je polarizirano jest $20^{\circ}C$.

Slične ili jednake sastavne dijelove imaju i kutni polarimetri, a isto tako i polarimetri konstruirani prema drugim optički aktivnim tvarima.

Pri praktičnom radu s polarimetrom cijev za polarizaciju najprije se do tri puta ispere pripremljenom otopinom, zatim se napuni tom otopinom i stavi u žlijeb polarimetra, koji se nakon toga zatvori preklopnim poklopcem. Ukopča se izvor svjetla. Nakon toga se u okularu pojavi zasjenjivanje jednog dijela njegova vidnog polja. Zatim je potrebno okretati kompenzacijski vijak dok čitavo vidno polje ne postane opet podjednako osvijetljeno.

Okretanjem kompenzacijskog vijka pomiče se i glavna skala. Kad je postignuta izjednačenost osvijetljenja vidnog polja u okularu, glavna se skala nalazi u određenom položaju i na temelju tog položaja očitavaju se polarimetrijski stupnjevi. Svaki se uzorak u pravilu očitava tri ili više puta, a kao konačni se rezultat uzima srednja vrijednost svih očitavanja.

Analitička upotreba polarimetra

Analitička je upotreba polarimetara višestruka i ovisno o načinu konstrukcije u određenoj mjeri specifična.

Kod kutnih polarimetara specifičnost njihove upotrebe svodi se na kutnu podjelu skale i specifičnu rotaciju određivane optički aktivne tvari ili njezine ispitivane otopine. Stoga im analitička upotreba nije ovisna o kvalitativnom karakteru optički aktivne tvari.

Kod Wentzkeova saharopolarimetra specifičnost njegove upotrebe svodi se na podjelu skale (baždarenje) prema otopini čiste saharoze, zbog čega ga izravno možemo upotrebljavati samo za određivanje postotka saharoze. Nakon polarizacije na skali se očitaju Wentzkeovi stupnjevi, a izračunavanje postotka saharoze ovisi o načinu pripreme otopine za polarizaciju s obzirom na baždarne konstante.

1.5. REFRAKTOMETRIJA

Refraktometrija se kao analitički postupak temelji na poznatom fizikalnom zakonu loma (refrakcije) svjetla, prema kojem se zraka svjetla, prelazeći iz jedne prozirne tvari u drugu, lomi pod određenim kutom na razdjelnoj graničnoj ravnini, u kojoj se te dvije tvari dodiruju. Taj kut, nazvan indeks loma, uz određene je uvjete temperature i gustoće prozirnih tvari konstantne veličine, a mjeri se u kutnim stupnjevima.

REFRAKTOMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA

Postoji nekoliko vrsta refraktometara, od kojih je za nas najvažniji tzv. ručni saharorefraktometar.

Ručni saharorefraktometar

Konstruiran je prema destiliranoj vodi na 20°C, prema kojoj mu je utvrđena 0 (nula) na skali za očitavanje, te prema otopini šećera (saharoze), prema kojoj mu je određen raspon skale za očitavanje. Razdjelci na skali odgovaraju postotku šećera te su i označeni kao postotak i Oehsleovi stupnjevi.

Instrument je konstruiran kao cilindar, koji je na jednom kraju koso odrezan, a preko tog dijela preklapa se jedan poklopac. Na suprotnom kraju ugrađen je okular (dalekozor), a u samom se instrumentu nalazi ugrađena refraktometarska leća i skala za očitavanje. Skala se očitava na principu zasjenjivanja jednog njenog dijela.

U praktičnom radu s ručnim refraktometrom podigne se preklopni poklopac, a zatim se u plitko udubljenje na njegovoj unutarnjoj strani s pomoću staklenog štapića stavi malo ispitivane otopine (zagrijane na 20°C). Poklopac se zatim priljubi uz koso odrezani dio refraktometra koji se potom okrene prema svjetlu, a kroz okular se na skali za očitavanje očita refraktometrijski stupanj ili postotak.

Analitička upotreba refraktometra

Analitička je upotreba refraktometra višestruka, a najviše se upotrebljava za određivanje kvantitativnog sastava i suhe tvari.

Određivanje kvantitativnog sastava odnosi se na određivanje postotka neke prirodne tvari u njezinoj vodenoj otopini.

Suha se tvar može odrediti ručnim saharorefraktometrom. Tako određena količina suhe tvari prividna je i izražava se u vrijednosti saharoze, a naziva se prividnim šećerom.

Zbog jednostavnosti upotrebe ručni je saharorefraktometar pogodan za određivanje šećera na terenu, ali je rad s njim ispravan samo uz određene uvjete.

Laboratorijski refraktometar ima precizniju podjelu skale s mogućnošću točnijeg očitavanja, ali je uzorak potrebno dobro pripremiti.

1.6. ACIDIMETRIJA

Acidimetrija je titrimetrijski analitički postupak koji se temelji na međusobnoj gramekvivalentnoj reakciji između ispitivane i titrimetrijske tekućine određenog normaliteta, na bazi neutralizacije H-iona kiselina ispitivane i OH-skupine (radikala) titrimetrijske lužine određenog normaliteta.

Tehnički se izvodi postupkom titracije ispitivane otopine s titrimetrijskom otopinom, a za praćenje toka, odnosno postizanja ravnoteže procesa neutralizacije potrebni su određeni indikatori.

1.6.1. INDIKATORI

Indikatori su takve prirodne tvari ili njihove otopine koje na uočljiv način stupaju u određenu kemijsku reakciju, omogućujući time i praćenje toka reakcije, odnosno uočavanje njezina završetka, te postizanje ravnoteže kemijskog procesa.

Postoji nekoliko vrsta indikatora od kojih se najviše upotrebljavaju lakmus papir, metil-oranž, fenolftalein i metil-crvenilo.

1. Lakmus papir

Najjednostavniji je acidimetrijski indikator, a indikativnost mu je karakterizirana promjenom boje. U reakciji s kiselinama je crvene, a u reakciji s lužinama plave boje, pri čemu prijelaz iz jedne u drugu boju indicira i postizanje ravnoteže procesa neutralizacije. Promjena boje nastupa kod pH 6,8. U trgovine dolazi u obliku papirnatih traka crvene ili plave boje.

2. Metil-oranž

Indicira također na promjeni boje, koja nastupa kod pH 4,8. U trgovine dolazi kao kruta tvar od koje treba napraviti indikatorsku otopinu otapanjem 0,1g u 100ml vode. Za titraciju je dovoljno uzeti jednu do dvije kapi tako pripremljene otopine. Po svom je kemijskom karakteru kiselina i u otopini je crvene boje. Crvene je boje i u kiseloj sredini, dok prelaskom kisele u bazičnu (lužnatu) sredinu prelazi najprije u oranž nijansu i napokon u žutu boju, koju ima u lužnatoj sredini. Osjetljivost mu je veća nego kod lakmus papira, a služi za titraciju jakih (anorganskih) kiselina.

3. Fenolftalein

Indicira također na promjeni boje, koja nastupa kod pH 8,4. U trgovine dolazi kao bijela kruta tvar od koje treba načiniti indikatorsku otopinu otapanjem 0,1g u 100ml 95%-tna etilnog alkohola (etanola). Po svome kemijskom karakteru i on je kiselina, a u otopini je, kao i u kiseloj sredini bezbojan, dok prelaskom kisele u lužnatu sredinu prelazi u crvenu boju, koju u lužnatoj sredini i zadrži. Ima dobru osjetljivost, a služi za titraciju slabih, uglavnom organskih kiselina.

4. Metil-crvenilo

Indicira promjenom boje do koje dolazi kod pH 5,8. Za pripremu indikatorske otopine najprije se 0,1g dobro usitni u tarioniku, ispere i dopuni 95%-tnim alkoholom do 50ml, te filtrira. Filtrat se zatim 95%-tnim alkoholom dopuni do 100ml. U lužnatoj je sredini žute, a u kiseloj crvene boje.

1.6.2. ANALITIČKA UPOTREBA ACIDIMETRIJE

Acidimetrija se analitički upotrebljava za kvantitativno određivanje kiselina, a analitički se rezultati kvantitativno izražavaju u postocima ili promilima kiseline. Ako u ispitivanom materijalu ima više kvalitativno različitih kiselina, kao npr. u voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima, rezultat se izražava kao ukupna kiselina u gramekvivalentu samo jedne od njih. Uz rezultat u tom slučaju mora biti označeno i koja je to kiselina.

Samo određivanje se provodi titracijom u mililitrima odmjerene količine ispitivane otopine sa u mililitrima odmjerenom količinom titrimetrijske otopine određenog normaliteta, uz dodavanje 2 ili 3 kapi indikatora. Analitički se rezultat izražava ili u postotku ili u promilu, a uz to se ukupna kiselina može izraziti u gram/litrama [g/l].

KISELINA	GRAMEKVIVALEN <i>T</i>
<i>octena</i>	60 g / ml
<i>maslačna</i>	88 g / ml
<i>mliječna</i>	90 g / ml
<i>jabučna</i>	67 g / ml
<i>vinska</i>	75 g / ml
<i>limunska</i>	64 g / ml

1.7. DESTILACIJA

Destilacija je, u užem smislu laboratorijska ili industrijska metoda kojom se grijanjem iz neke čvrste ili tekuće tvari istjeruju pare koje se odvoje od preostale tvari, a zatim se u hladilu kondenziraju u tekućinu, destilat.

Kada govorimo o destilaciji, u pravilu se podrazumijeva operacija vršena na tekućoj otopini radi potpunog ili djelomičnog razdvajanja njezinih sastojaka. Kad se destilaciji podvrgava otopina nehlapljive tvari u hlapljivoj tekućini, destilacijom se hlapljivi sastojak smjese može potpuno odvojiti od nehlapljivih sastojaka. Kad se isparava smjesa hlapljivih tekućina, razvijena para sadrži sve sastojke tekuće smjese, ali po pravilu u drugom omjeru, pa se zato destilacijom može dobiti destilat obogaćen isparljivijim sastojcima smjese. Pri destilaciji višekomponentne smjese mogu se, ako se odvojeno hvataju destilati koji prelaze u paru u različitim temperaturnim intervalima, dobiti frakcije destilata obogaćene pojedinim sastojcima i takva se destilacija naziva frakcijskom destilacijom. Difuzijska operacija kojom se razdvajaju tekuće smjese na osnovi različite hlapljivosti njihovih sastojaka sistematski obnovljenim djelomičnim isparavanjem i kondenziranjem naziva se rektifikacija.

Određivanje alkohola, odnosno određivanje jačine raznih alkoholno prevrelih tekućina ili mješavina vode koje nisu čiste mješavine vode i alkohola, moguće je provesti samo u njihovim destilatima. U tu ih svrhu treba prethodno predestilirati, da se dobije čisti alkoholni destilat.

1.7.1. LABORATORIJSKI UREĐAJI ZA DESTILACIJU

Laboratorijski uređaji za destilaciju mogu biti različitih konstrukcija, no svi se uglavnom moraju sastojati od staklene tikvice u kojoj će se zagrijavati mješavina vode i alkohola te deflegmatora i hladila.

Staklena tikvica u kojoj se zagrijava tekućina ima najčešće volumen 500ml i mora imati okruglo dno, jer je kod okruglog stakla manja napetost, pa se tikvica po potrebi može zagrijavati i direktno. Tikvica se zatvara probušenim gumenim čepom kroz koji je provučena staklena cijev koja tikvicu spaja s hladilom. Ta cijev na mjestu između tikvice i hladila obično ima kuglasto proširenje koje ima ulogu deflegmatora, zbog čega se ta cijev i naziva deflegmatorom.

Hladilo može biti ili uređaj posebne konstrukcije ili u tu svrhu služi Liebigovo hladilo. U hladilo su ugrađene staklene cijevi s ovalnim proširenjem radi boljeg hlađenja. Gornjim je krajem hladilo preko deflegmatora spojeno s tikvicom, dok kroz donji kraj izlazi destilat. Liebigovo se hladilo na destilacijsku tikvicu veže preko koljenasto savijene staklene cjevčice, koja je na oba kraja uvučena u gumene ili plutene čep.

Bez obzira na razliku u konstrukciji, svi uređaji za destilaciju moraju biti napravljeni po principu tzv. protusmjernog strujanja vode i vrućih destilacijskih para.

1.7.2. PRIPREMA POSTUPKA DESTILACIJE

Provedba postupka destilacije ovisi u određenoj mjeri o prirodi tvari koja se destilira, no osnovni je princip uglavnom isti.

Od tvari koja se destilira otpipetira se ili na neki drugi način odmjeri zadana količina i stavi se u Kjeldahlovu tikvicu, koja se zatim uključi u destilacijski sustav. Destilat se hvata u odmjernu tikvicu, a predestilira se toliko tekućine da tikvica bude do dvije trećine napunjena destilatом. Destilacija se nakon toga prekine, tikvica s destilatом temperira se na potrebnu temperaturu, a zatim se destiliranom vodom dopuni do marke. Iz dobivenog se destilata zatim određuje gustoća, na temelju koje se u alkoholnim tablicama nađe pripadni postotak jačine alkohola (vol. %).

Kod nekih alkoholno prevrelih tekućina nalazi se često manji ili veći postotak hlapivih kiselina koje bi prilikom destilacije također mogle preći u destilat, zbog čega ne bismo dobili čisti alkoholni destilat. U takvim slučajevima potrebno je prije destilacije izvršiti neutralizaciju s 30%-tnom otopinom lužine (natrijeve) i uz crveni lakmus papir kao indikator.

Razne alkoholno prevrele komine, npr. za proizvodnju špirita ili piva, sadrže i veću ili manju količinu bjelančevina, zbog čega kod destilacije dolazi do slabijeg ili jačeg pjenjenja destilirane mješavine. Da bi se to spriječilo, prije destilacije se u kominu doda malo tanina i dobro se promiješa. Destilirati treba polagano i oprezno, osobito u početku destilacije.

1.7.3. ODREĐIVANJE HLAPIVIH KISELINA

Kod ovoga destilacijskog postupka tvar za destilaciju se ne zagrijava izravno plamenikom, nego vodenom parom. Uređaj za destilaciju sastoji se od tikvice za razvijanje vodene pare, tikvice za destilaciju i hladila. Svi elementi su povezani u kontinuirani destilacijski sistem.

Tikvica za razvijanje vodene pare ima okruglo dno, veličine je oko dvije litre, a zatvara se dvostruko probušanim gumenim čepom. U nju se do nešto više od polovice ulije voda i zagrijava do vrenja da bi se razvila vodena para. U destilacijsku se tikvicu otpipetira ili na neki drugi način odmjeri zadana količina tvari koja će se destilirati. Nakon toga se svi elementi destilacijskog uređaja međusobno povežu.

Voda u tikvici za razvijanje vodene pare zagrijava se plamenikom, a razvijena vodena para odlazi u destilacijsku tikvicu, odnosno ulazi u tvar koja se destilira i zagrijava je do vrenja, odnosno do destiliranja. Zbog zagrijavanja tikvice za destilaciju ne dolazi do kondenziranja uvedene vodene pare, već ona samo prolazi kroz destiliranu tvar zagrijavajući je do destilacije i nakon toga izlazi iz tikvice i odlazi u hladilo. Pri tome s vodenom parom odlaze i predestilirane hlapive kiseline, koje se zajedno s vodenom parom kondenziraju u hladilu i izlaze iz njega kao destilat. U tako dobivenom destilatu odredi se postotak hlapivih kiselina.

1.8. AREOMETRIJA

Areometrija se kao analitički postupak temelji na poznatome fizikalnom zakonu prema kojem neko tijelo, koje slobodno pliva u nekoj tekućini ili otopini, tone dublje ili pliće, već prema tome kakva je gustoća te otopine. Sam analitički postupak pri tome se svodi na utvrđivanje i registriranje numeričkog odnosa gustoće bilo kakve tekućine ili otopine prema gustoći vode na jednakoj temperaturi.

AREOMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA

Areometri su po svojoj konstrukciji šuplje, na oba kraja zatvorene (zataljene) staklene cijevi, u svojim pojedinim dijelovima različite širine, duljine i oblika.

Na svakom areometru razlikujemo:

-donji, konično prošireni dio cijevi u kojem se nalaze olovne kuglice ili živa, a zadatak mu je da regulira do koje će dubine areometar tonuti, te da areometar drži u uspravnom položaju,

-srednji, prošireni, od donjeg dijela jednim suženjem odvojeni dio, koji nazivamo tijelom areometra i u kojem je ponekad ugrađen termometar,

-gornji, usko izvučeni i produljeni dio, koji se naziva vrat areometra i u koji je ugrađena skala za očitavanje te oznaka konstrukcijskog tipa i temperatura baždarenja.

Skala za očitavanje konstruirana je prema destiliranoj vodi, temperaturi, gustoći ispitivane te sastavu baždarnе otopine. Prema destiliranoj vodi konstruirana je 0 (nula) na skali za očitavanje. Skala mora biti konstruirana na određenoj (baždarnoj) temperaturi, koja mora na skali biti i označena, a i sve se ispituje na toj temperaturi.

Prema gustoći ispitivane otopine određuje se položaj 0 (nule) na skali. Kod areometara namijenjenih ispitivanju otopina specifički težih od vode, 0 (nula) se mora nalaziti na gornjem, a kod onih namijenjenih ispitivanju otopina specifički lakših od vode, na donjem dijelu skale.

S obzirom na tip konstrukcije i svrhu uporabe postoji nekoliko vrsta areometara:

1. Balling ili Ballingov saharimetar

-konstruiran je prema otopini čiste saharoze, tako da je spušten, primjerice u 30%-tnu šećernu otopinu na temperaturi od 20°C. Na mjestu do kojeg je potonuo na skali je označen broj 30, a raspon skale do 0 (nule) podijeljen je na odgovarajuće dijelove. Razdjelci podjele skale odgovaraju Ballingovim stupnjevima (°Blg) ili, ukratko, Ballingu.

2. Brix ili Brixov saharimetar

-konstruiran je na isti način kao Balling, s tom razlikom što mu je baždarna temperatura 17,5°C. Razdjelci podjele skale odgovaraju Brixovim stupnjevima ili, ukratko, Brixu.

3. Bome ili Bomeov areometar

-konstruiran je prema baždarnoj otopini NaCl ili kuhinjske soli i samo po tome se razlikuje od Ballinga. Razdjelci podjele skale odgovaraju stupnjevima Bomea (Be) ili, ukratko, Bomeu.

4. Alkoholometar

-konstruiran je (baždaren) prema mješavini vode i alkohola (etanol), a baždarna mu je temperatura 15°C (12° R). Razdjelci podjele skale odgovaraju volumnom postotku alkohola (vol.%).

Analitička upotreba areometara

Areometri mogu služiti za različita analitička ispitivanja, od kojih su najvažnija sljedeća:

1. Određivanje gustoće

Određuje se gustoća raznih otopina, komina i sl. Pri tome se gustoća izražava u odgovarajućim areometarskim stupnjevima, npr. za proizvodnju špirita pripremljena komina treba imati gustoću 18 do 20°Blg, i radi provjere tog zahtjeva dovoljno joj je odrediti Ballingovu gustoću. Kod solnih otopina za salamurenje mesa traženu je gustoću dovoljno provjeriti ispitivanjem s pomoću Bomea.

2. Određivanje kvantitativnog sastava

Određuje se količina šećera ili soli u šećernim, odnosno solnim otopinama, količine alkohola u alkoholnim destilatima i sl, sve izraženo u težinskim ili volumnim postocima. Određivanje može biti izravno i neizravno, ovisno o konstrukcijskom tipu areometra. Izravno određivanje odnosi se na određivanje onog sastojka prema kojem je baždaren areometar. Neizravno određivanje kvantitativnog sastava odnosi se na određivanje drugačijeg sastojka od onog prema kojem je baždaren areometar. Za to određivanje potrebne su tablice, u kojima je uz areometarski stupanj označen i pripadni postotak traženog sastojka.

3. Određivanje ukupne suhe tvari

Suha tvar se određuje kao postotak, a izražava se u vrijednosti onog sastojka prema kojem je areometar baždaren.

1.9. ALKOHOLOMETRIJA

Alkoholometrija obuhvaća skup analitičkih metoda kojima se u alkoholnim destilatima, alkoholno prevrelim tekućinama, alkoholnim kominama i proizvodima s alkoholom određuje njihova jačina, volumen, međusobni volumno težinski odnosi te ukupna količina alkohola.

1.9.1. ALKOHOLNI DESTILATI

Pod alkoholnim destilatima podrazumijevaju se proizvodi dobiveni destilacijom alkoholno prevrelih tekućina koji su po svom sastavu praktički gotovo čista mješavina vode s većom ili manjom količinom alkohola.

Jačina alkoholnih destilata

Pod jačinom alkoholnih destilata podrazumijeva se volumni postotak alkohola, odnosno količina alkohola u jedinici volumena. Zbog određivanja u volumnim postocima s jedne, a ovisnosti volumena o temperaturi s druge strane, jačina alkoholnih destilata definirana kao volumni postotak ne može biti jednaka na svim temperaturama jer se promjenom temperature mijenja i volumen. Zbog takve ovisnosti o volumenu, odnosno indirektno o temperaturi, kod jačine alkoholnih destilata, definirane kao volumni postotak, u praksi se razlikuju dvije vrste jačine; prava i prividna.

Pod pojmom prave jačine podrazumijeva se onaj volumni postotak alkohola koji bi alkoholni destilat imao u slučaju da mu je temperatura 15°C (12°R). To je i vrijednost u kojoj se jačina alkoholnih destilata mora i službeno izražavati, bez obzira na to kakva mu je momentalna temperatura u pojedinom slučaju.

Prividna temperatura odnosi se na sve druge temperature, a pod pojmom prividne jačine podrazumijeva se onaj volumni postotak alkohola koji destilat ima na bilo kojoj drugoj temperaturi višoj ili nižoj od 15°C (12°R). Prividnu jačinu treba s pomoću alkoholometrijskih tablica prevesti na pravu jačinu.

U praksi su za jačinu alkoholnih destilata u upotrebi nazivi stupanj, grad i maligan.

1. Stupanj je također volumni postotak alkohola, a razlika je samo u nazivu, odnosno označavanju (1°).

2. Grad odgovara jačini od 2,5 stupnjeva, odnosno 2,5 volumnih postotak alkohola (za jake alkoholne destilate).

3. Maligan je jednak volumnom postotku alkohola, a uobičajen je samo kod određivanja jačine vina.

Jačina alkoholnih destilata može se određivati na temelju prethodno određene gustoće te s pomoću refraktometra ili alkoholometra. Refraktometar za određivanje jačine alkoholnih destilata zove se alkoholorefraktometar. Konstruiran je tako da mu je nula na skali za očitavanje određena prema destiliranoj vodi, a podjela skale prema alkoholnom destilatu određene prave jačine, oboje kod iste temperature. Alkoholometar je areometar podešen samo za određivanje jačine alkoholnih destilata.

Volumen alkoholnih destilata

Volumen alkoholnih destilata dolazi u pitanje kada se alkoholni destilati stavljaju u promet ili se njima (općenito) manipulira u volumnim mjernim jedinicama.

I ovdje je od bitnog značenja činjenica da se promjenom temperature mijenja i volumen, i to tim više što je destilat jači, odnosno što u jedinici volumena ima više alkohola. Zbog toga kod volumena, kao i kod jačine, treba razlikovati pravi i prividni volumen. Pravi volumen je onaj koji bi alkoholni destilat imao na temperaturi od 15°C (12°R). Prividni volumen je volumen alkoholnog destilata na bilo kojoj drugoj temperaturi nižoj ili višoj od 15°C (12°R) i u svakom se slučaju mora preračunati na pravi, a to se postiže s pomoću alkoholometrijskih tablica.

Količina alkohola u destilatima

Količina alkohola u destilatima određuje se u hektolitarskim stupnjevima, pri čemu se pod hektolitarskim stupnjem podrazumijeva litra čistog alkohola (etanol) na temperaturi od 15°C (12°R), a označava se sa %hl. Količina alkohola u destilatima, mjerena u hektolitarskim stupnjevima može se u praksi odrediti ili računski ili s pomoću alkoholometrijskih tablica, koje se još nazivaju i redukcijske tablice.

1.9.2. ALKOHOLNO PREVRELE TEKUĆINE

Pod alkoholno prevrelim tekućinama podrazumijevaju se različite alkoholno prevrele voćne komine (npr. alkoholno prevrela komina šljiva za proizvodnju rakije) i sve druge tekućine koje su alkoholno prevrele.

Alkoholometrijska određivanja u ovim tekućinama mogu se provesti samo u njihovim destilatima, zbog čega ih najprije treba predestilirati. U dobivenom destilatu se mogu provesti sva određivanja kao i kod alkoholnih destilata.

1.9.3. ALKOHOLNE KOMINE

Alkoholne su komine mješavine vode i alkohola koje služe kao sirovine za daljnju industrijsku preradu (npr. octena komina koja služi za proizvodnju alkoholnog octa). Za alkoholometrijska ispitivanja alkoholne se komine moraju prethodno destilirati.

1.9.4. PROIZVODI S ALKOHOLOM

Proizvodi s alkoholom različita su alkoholna pića koja nisu čisti destilati. To su npr. razni likeri i slični proizvodi, dok rakija i slični proizvodi ne pripadaju u tu grupu. I ti se proizvodi prije alkoholometrijskih ispitivanja moraju prethodno destilirati.

1.10. SENZORSKA ISPITIVANJA NAMIRNICA

1.10.1. OSNOVNI POJMOVI

Senzorska ili organoleptička ispitivanja prehrambenih proizvoda su ispitivanja kod kojih se koriste ljudska osjetila za procjenu senzorskih karakteristika namirnica.

Te se karakteristike odnose na: izgled, boju, opip, konzistenciju, miris i okus.

Važnost senzoričkih ispitivanja namirnica može se sagledati iz činjenice da od ukupnih zahtjeva procjena kakvoće prehrambenih proizvoda otpada na senzorske karakteristike 40-80%.

Najvažniji problemi koji se tretiraju kod senzorskih ispitivanja sastoje se u izboru senzoričara - ispitivača, sudaca i njihovom treningu.

Objektivnost ispitivanja postiže se: planom pokusa, statističkom interpretacijom rezultata i utvrđivanjem korelacije fizikalno-kemijskih i senzorskih rezultata ispitivanja.

Izbor senzoričara ili članova grupe senzoričara

Kod izbora senzoričara treba provjeriti sposobnost kandidata za identifikaciju osnovnih komponenata okusa i mirisa.

Provjeravanje sposobnosti za identifikaciju osnovnih komponenata okusa vrši se pomoću niza modela - otopina. Tako npr. za slanost koristi se otopina kuhinjske soli (oko 0,2%-tna NaCl), a za kiselost otopina vinske ili limunske kiseline (oko 0,04%-tne vinske kiseline), za slatkost koristi se otopina saharoze (0,6%-tna), a za gorkost otopina kofeina ili kinin-klorhidrata (oko 0,004%-tna).

Modeli otopina ponude se kandidatima u 9 kodiranih bočica (nesimetričan pokus).

Provjera sposobnosti za identifikaciju osnovnih mirisa vrši se slično na modelima nosioca mirisa koji se susreću gotovo svakodnevno. Tako npr. koristi se miris češnjaka, naranče, čokolade, ribe, oksidirana ulja, itd.

Osim ovih, koriste se još dva testa i to:

Test za utvrđivanje praga osjetljivosti osnovnih komponenata okusa i test utvrđivanja graničnih razlika.

Budući senzoričari moraju uspješno riješiti sva četiri testa.

1.10.2. PROVOĐENJE ISPITIVANJA (SENZORIČKE ANALIZE)

Kod provođenja senzoričkih analiza treba voditi računa o sljedećem:

Prostorije: moraju biti svijetle i zračne, kako bi se lako mogle prozračiti. Treba izbjegavati intenzivne mirise. U principu nisu prikladni kemijski laboratoriji. Za vrijeme ispitivanja treba izbjegavati korištenje kozmetičkih sredstava intenzivna mirisa.

Rasvjeta: najpovoljnije je difuzno svjetlo. Pogodne su prostorije u koje dnevna svjetlost dolazi sa sjeverne ili zapadne strane.

Koncentracija ocjenjivača i ispitivača: radi što bolje koncentracije, ispitivači trebaju biti odjeljeni u boksovima jedan od drugoga. Na svakom radnom mjestu poželjno bi bilo imati pitku vodu i mogućnost odlaganja ispitivanih - nekonzimiranih uzoraka.

Odmor papila: za odmor papila na jeziku ispitanci koriste kruh, pitku vodu,

jabuku, svježi sir ili neku drugu namirnicu koja nema intenzivan okus ili miris.

Pušenje: pušenje ne djeluje povoljno pri provođenju senzoričkih ispitivanja. Ono je apsolutno zabranjeno za vrijeme ispitivanja. Inače pušače nije potrebno unaprijed odbacivati kao članove ekipe, jer među njima ima onih koji dobro poznaju odgovarajuće namirnice.

Temperiranje uzoraka: u pravilu temperatura uzorka trebala bi biti identična temperaturi pri kojoj se dotični tip uzorka konzumira u svakodnevnom životu.

1.10.3. *PODJELA METODA*

Bitna je razlika ako se ispitivanje provodi s osposobljenim ili neosposobljenim ljudima - ispitivačima.

Ispitivanje s netestiranim i neosposobljenim ispitivačima

U ovom slučaju uvjeti ispitivanja trebaju biti identični uobičajenim uvjetima konzumiranja dotičnih proizvoda. Potreban je veliki broj ispitivanja da bi se dobili pouzdani rezultati.

U praksi se koristi najmanje 40 ispitivača. Kod ove vrste ispitivanja koriste se "Hedonističke skale". Razlikujemo verbalne i grafičke.

Vrste verbalnih skala su: anketni listići ili formulari za anketiranje tržišta, odnosno postupak anketiranja potrošača.

Grafičke skale izgledaju ovako:



(5)

(4)

(3)

(2)

(1)

Nakon svakog ispitivanja provodi se statistička obrada rezultata.

Ispitivanje s testiranim i osposobljenim ispitivačima

U ovom slučaju koriste se posebni laboratoriji. Grupe ispitivača ili "Panel" sastoje se od 5-8 članova koji su posebno uvježbani.

U praksi razlikujemo:

Testovi razlika primjenjuju se pri ispitivanju samo jednog parametra kakvoće. Najvažniji su slijedeći testovi:

-test u parovima

-test trokuta (triangl)

-duo - trio test

-test rangiranja (test "signifikantnih nizova")

Sistemi bodovanja

Sistemi bodovanja primjenjuju se kada se želi ispitati istovremeno nekoliko parametara kakvoće.

Kod sistema bodovanja važni su rasponi bodova za pojedine parametre kakvoće (boja, konzistencija, miris, okus, itd.).

Treba izbjegavati tzv. interferenciju bodova, koja se lakše pojavljuje kod skala s više bodova, iako veći broj bodova omogućuje precizniju valorizaciju svakog pojedinog parametra kakvoće.

Ovakav suprotni zahtjev u praksi se rješava primjenom ponderiranih bodova, koji se dobivaju kao produkt ocjena i faktora značajnosti.

Statističkom interpretacijom može se utvrditi "preciznost" rezultata ekipe kao cjeline, a "indeksom ponovljivosti" pouzdanost pojedinaca.

2.0. PRAKTIČNI DIO

2.1. ANALIZA ŠEĆERA

Čistoća šećera

Pod čistoćom šećera podrazumijeva se količina saharoze u suhoj tvari šećera.

Šećer koji se upotrebljava u prerađivačkoj industriji mora imati najmanje 99,5% saharoze, tj. čistoću 99,5. Ako je čistoća manja, smatra se da takav šećer nije pogodan za preradu voćnih proizvoda jer sadrži previše nešećernih tvari koje smanjuju kakvoću prerađevina.

Postupak određivanja čistoće šećera

U porculansku zdjelicu vagnutu analitičkom vagom stavite nešto uzorka šećera (najviše 2-3 grama) i opet vagnite tom vagom. U zdjelicu zatim dodajte 50ml vruće destilirane vode, u kojoj otopite šećer miješanjem staklenim štapićem. Šećernu otopinu iz zdjelice kvantitativno prenesite u odmjernu tikvicu od 100ml. Sadržaj tikvice ohladite i tikvicu nadopunite destiliranom vodom do marke uz stalno mućkanje tikvice tijekom punjenja.

Otopinu iz tikvice zatim profiltrirajte kroz filter papir, a dobiveni filtrat stavite u cijev polarimetra po Wentzckeu i polarizirajte. Očitani stupnjevi Wentzckea, pomnoženi faktorom 0,26 daju količinu saharoze u odvagnutoj količini uzorka.

Izračunajte koliko saharoze ima u vašem uzorku u postocima (%), tj. utvrdite čistoću ispitivanog uzorka. U račun uzmite podatak da u šećeru nema vode, tj. suha tvar uzorka je 100% (ako nije prethodno utvrđena).

2.2. ANALIZA SUHOG POVRĆA INDEKS REHIDRACIJE

Određivanje suhe tvari

U porculansku zdjelicu ili satno stakalce poznate težine odvagajte izvjesnu količinu uzorka (najviše 2-3g) i sušite na 105°C do konstantne težine. Uzorak ohladite u eksikatoru (20min.) i vagajte. Količinu vode, odnosno suhe tvari izračunajte iz razlika u težini prije i nakon sušenja.

Snaga bubrenja

Uzorci koji imaju veću snagu bubrenja kvalitetniji su, i to je jedan od važnijih indikatora kakvoće suhog povrća.

Postupak

Usitnite dio uzorka i odvagajte u čašu od 100ml 2,0000g uzorka na analitičkoj vagi. Uzorak u čaši prelijte s 50ml destilirane vode i ostavite stajati preko noći (24 sata).

DO OVOG STUPNJA UZORAK JE PRIPREMILO OSOBLJE LABORATORIJA.

Analitičkom vagon vagajte praznu čašu (100ml) i prazan Buchnerov lijevak. Zatim Buchnerov lijevak stavite donjim dijelom u vakuum bocu i na dno lijevka stavite tj. uložite filter papir veličine dna tog lijevka. Nabubreno povrće iz čaše kvantitativno prenesite na filter papir u lijevku i ostavite ga filtrirati točno 3 minute. Zatim uključite vodenu vakuum pumpu i pod vakuumom ostavite filtrirati točno 2 minute. Tada isključite vakuum i Buchnerov lijevak stavite donjim dijelom u čašu poznate mase. Vagajte analitičkom vagon lijevak zajedno s čašom i povrćem. U toku vaganja lijevak neka bude neprekidno u čaši da se dio tekućine iz lijevka koji kaplje ne gubi.

Nakon vaganja iz lijevka izvadite vlažan filter papir, očistite ga od dijelova povrća i odmah vagajte (prije nego se počne jače sušiti).

$$IR = \frac{\text{masa nabubrelog povrća}}{\text{masa suhog povrća}}$$

2.2.1. Dokazivanje kuhinjske soli kvalitativno

Stavite u kušalicu 5ml 2%-tne otopine AgNO₃. U tu otopinu unesite mali komad nabubrelog povrća ili 1ml tekućine u kojoj je to povrće bubrilo.

Ako se u kušalici stvori bijeli talog, koji na svjetlu poslije potamni, to je dokaz da je povrće konzervirano kuhinjskom soli.

2.3. KVALITATIVNO ODREĐIVANJE PEROKSIDAZE U POVRĆU

Ovaj test koristi se za određivanje vremena potrebnog za termičku obradu sirovine, koja se provodi prije konzerviranja sušenjem, zamrzavanjem ili sterilizacijom.

Vrijeme blanširanja mora biti određeno vrlo točno za svaku vrstu (sortu) posebno. Ono ne smije trajati predugo niti prekratko, jer tada postizemo suprotne efekte od onih koje želimo. O tome ste saznali više iz redovnih predavanja.

Trajanje blanširanja može se odrediti kvantitativnim i kvalitativnim testovima. Ovdje sirovinu testiramo određivanjem aktivnosti enzima *peroksidaze*.

Potreban pribor i reagensi:

- 0,5%-tna alkoholna otopina gvajakola
- 1,0%-tni hidrogen peroksid
- porculanski tarionik, lijevak 5-8cm i stativ
- plamenik, tronog i azbestna mrežica
- čase od 100 i 400ml
- pipete od 1ml
- termometar, 2 kušalice od 18mm

Zadatak

Odredite vrijeme blanširanja za uzorke sirovine koje imate na radnome mjestu.

Postupak

Izrežite povrće ili voće na kocke, odvagajte 10g, stavite u metalnu mrežicu i sve zajedno uložite u vruću vodu (95-100°C). Stop-satom kontrolirajte vrijeme proteklo od uronjenja povrća u vruću vodu. Test počinje kraćim vremenom blanširanja (npr. 15s). Nakon blanširanja metalnu mrežicu uronite u hladnu vodu. Ohlađeni uzorak prenesite u tarionik i usitnite, najprije nožem, a zatim tarenjem, što je moguće bolje. Kod toga dodajte postupno vodu tako da konačni omjer bude 1:3. Profiltrirajte dobivenu otopinu i u svaku od kušalica otpipetirajte po 2ml filtrata. U prvu kušalicu dodajte 22ml destilirane vode, a u drugu kušalicu 20ml destilirane vode, 1ml gvajakola i 1ml H₂O₂ reagensa. Po dodatku H₂O₂ odmah uključite stop-sat i mjerite vrijeme proteklo do obojenja otopine u prvoj kušalici u istoj nijansi kao i u drugoj kušalici.

Ako je obojenje nastalo prije 3,5 min. to se označava kao pozitivna reakcija, tj. to znači da je peroksidaza još aktivna (tj. nakon blanširanja od 15 sek.), pa se stoga vrijeme blanširanja mora produžiti (test s 30 sek.). Cijeli postupak treba ponoviti s produženim vremenom blanširanja. Postupak se ponavlja sve (uvijek s produženim vremenom blanširanja) dok se testom na peroksidazu ne utvrdi negativna reakcija, tj. da u uzorku više nema peroksidaze.

2.4. ANALIZA MARMELADE

Određivanje u vodi netopivih tvari

U čašu od 400ml vagnite 10g uzorka i dodajte 150ml destilirane vode. Na plinskom plameniku grijte mješavinu, uz stalno miješanje staklenim štapićem, do vrenja. Zatim mješavinu ohladite i kvantitativno prenesite u odmjernu tikvicu od 200ml, nadopunite tikvicu destiliranom vodom do marke i filtrirajte preko filter papira, koji je prethodno vagnut. Filter papir s talogom sušite do konstantne mase, na temperaturi od 105°C.

Nakon sušenja filter s talogom ohladite u eksikatoru i odvagajte analitičkom vagom. Filtrat treba sačuvati za dalje određivanje ukupnih kiselina i u vodi topivih tvari.

Određivanje u vodi topivih tvari

Određuje se piknometrijski u filtratu. Najprije odredite gustoću, a zatim u tablicama očitajte količinu šećera.

Ukupna suha tvar marmelade

Količina ukupne suhe tvari može se odrediti i iz podataka o količini u vodi topivih i netopivih tvari, tako da se zbroje.

Količina ukupnih kiselina

Odpipetirajte 50ml filtrata u Erlenmayer tikvicu i titrirajte s n/10 NaOH, uz lakmus papir kao indikator. Količina ukupnih kiselina izražava se kao jabučna (gram mol = 64).

$$\% \text{ukupnih kiselina} = \frac{A \times F \times 0,0064 \times 100}{D}$$

A= utrošak lužine u [ml]

F= faktor normaliteta lužine (piše na boci)

D= količina uzorka u titriranoj tekućini u gramima

2.5. ANALIZA KONCENTRATA OD RAJČICE (pire od rajčice)

U zdjelicu poznate mase vagnite analitičkom vagom 10g uzorka, razrijedite ga vodom i kvantitativno prenesite u odmjernu tikvicu od 200ml. Tikvicu zatim nadopunite vodom do marke, promiješajte sadržaj i filtrirajte. Filtrat poslije služi za određivanje količine kuhinjske soli, suhe tvari i ukupnih kiselina.

Kvantitativno određivanje kuhinjske soli

Otpipetirajte 30ml filtrata u odmjernu tikvicu od 100ml, dodajte 30ml n/10 AgNO₃, mješavinu dobro promućkajte i tikvicu dopunite destiliranom vodom do marke.

Filtrirajte otopinu kroz nabrani filtar papir. Prvih 20-25ml filtrata bacite, a preostali filtrat hvatajte u čašu. Od prvog filtrata otpipetirajte 50ml u porculansku zdjelicu, dodajte 5ml 25%-tne otopine HNO₃ i 5ml hladno zasićene otopine feroamonijevog sulfata i titrirajte s n/10 otopinom amonijeva rodanata (NH₄SCN) do pojave crvene boje. Tijekom titracije otopinu u zdjelici treba neprekidno miješati.

$$\%NaCl = \frac{[(A-2B) \times 0,005844 \times 100]}{D}$$

A=[ml] AgNO₃ x F
B=[ml] NH₄SCN x F

$$D = \frac{\text{masa uzorka (g) x volumen otpipetiranog filtrata}}{\text{ukupni volumen tekućine}}$$

Određivanje suhe tvari u pireu od rajčice

Na udubljenu plohu refraktometra stavite nekoliko kapi filtrata, očitajte refrakciju na dijelu skale koja pokazuje postotak ekstrakta u filtratu i pomnožite s faktorom razrjeđenja.

Određivanje ukupnih kiselina u pireu od rajčice

20ml filtrata otpipetirajte u Erlenmayer tikvicu od 100ml, stavite u tikvicu crveni lakmus papir i titrirajte s n/10 NaOH dok indikator papir ne poplavi od prve kapi lužine.

$$\%kiseline \text{ (kao jabučna)} = E \times F \times 0,64$$

E = utrošak n/10 NaOH u [ml]

F = faktor normaliteta lužine (piše na boci)

2.6. PRIPREMA POLUPRERAĐEVINA VOĆNE PULPE I VOĆNE KAŠE (MARK)

Voćna pulpa i voćna kaša, češće nazivana mark, jesu polupreradevine. Pripremaju se iz svježeg voća tako da mu se dodaju kemijski konzervansi. U pulpi se voće nalazi u obliku čitavih plodova (dijelovi rezani u kriške). Tako se već po izgledu pulpe može vidjeti od kojeg je voća pulpa pripravljena. U voćnoj kaši ili marku voće je potpuno usitnjeno - raskašeno, pa se ne vide dijelovi ploda.

Obje polupreradevine se najčešće konzerviraju sulfitnom ili mravljom kiselinom, ovisno o namjeni.

Ova vježba izvodi se grupno, tj. po četiri studenta zajedno.

Sirovine i pribor: svježa jabuka, H_2SO_3 sa 6%-tnim SO_2 ,
obična vaga, 4 kuhinjska noža za rezanje,
menzura od 100ml, 2 velike zdjele,
pipete od 1-10ml, propipeta,
staklene boce od 3l s ubrušenim čepom,
indikator za pH vrijednost pulpe, ručna preša.

Voćna pulpa

Odvagni voće, operi ga, zatim oguli i odstrani s njega oštećena i oboljela mjesta, raspolovi plodove i odstrani iz njih sredinu. Očišćene dijelove stavi u staklenku i odvagni. Izračunaj iskorištenje sirovine. Na očišćeno voće dodaj konzervans pomiješan s vodom. Računaj da na 100kg voća treba upotrijebiti 180g SO_2 (tj. 3 litre 6%-tne H_2SO_3). Sulfitnu kiselinu treba prije upotrebe pomiješati s vodom. Kod toga se uzima da ukupna količina dodane tekućine ne smije biti veća od 16%, računajući na voće. Razrjeđenje upotrijebite s toliko vode da dodatak vode i konzervansa bude 15% u odnosu na očišćeno voće. Poslije dodavanja konzervansa promiješajte sadržaj staklenke i izmjerite pH vrijednost pulpe sa pH-indikator papirom. Obratite pažnju na pH vrijednost pulpe jer konzervans konzervira samo kada je pH pulpe manji od 3,5.

Voćna kaša

Odvagnite dobivenu količinu voća (točnost +5g/-5g), operite ga, odstranite trulež i oštećenja (ne gulite pokožicu voća) i metnite u metalni lonac, koji se metne u autoklav. Parite voće u autoklavu kod 118°C (1atm), nakon što se postigne ta temperatura, 15 minuta. Ispustite paru i voće pasirajte još vruće ručnom prešom. Dobivenu kašu ohladite i stavite u staklenku, poznate mase, a zatim staklenku s kašom odvagnite. Izračunajte iskorištenje. Prije dodavanja, konzervans pomiješajte s vodom. Količina dodane tekućine (konzervans + voda) ne smije prelaziti 8%, računajući na količinu kaše. Cjelokupnu masu dobro izmiješajte i izmjerite pH vrijednost pH-indikator papirom.

2.7. ODREĐIVANJE SLADA U DIFUZNOM SOKU

- piknometrom

Difuznim sokom napunimo piknometar od 50ml do vrha i stavimo u vodenu kupelj na temperaturu od 17,5°C. Nakon 20 minuta pri spomenutoj temperaturi izvučemo vakuum pumpicom višak tekućine do marke i unutarju stijenku piknometra posušimo filter papirom (do marke), a piknometar izvana osušimo krpom. Nakon 10-minutnog stajanja piknometra na sobnoj temperaturi piknometar izvažemo na analitičkoj vagi.

Gustoću dobijemo dijeljenjem mase tekućine s masom vode, pri 17,5°C. S pomoću šećernih tabelica možemo iz gustoće dobiti prividni utezni postotak šećera.

- Westfalskom vagom

Ovo određivanje bazira se na Arhimedovom principu. Uzima se destilirana voda pri 20°C (u čaši od 200ml) temperirana i u nju uroni stakleno vreteno, koje se nalazi na desnom kraku vage. S pomoću vijka na lijevom kraku vage uspostavi se ravnoteža tako da jezičac vage pokazuje nulu. Nakon toga osuši se vreteno i uroni u tekućinu kojoj određujemo gustoću, i to opet na 20°C. S pomoću utega, koji se razmjesti po desnom kraku vage, tako da se uspostavi ravnoteža na nuli, a na kraku direktno očitamo gustoću.

- saharometrom

Tekućina se ugrije na baždarenu temperaturu saharometra, ulije u cilindar za mjerenje i oprezno se saharometar uroni u tekućinu. U visini razine tekućine očitamo postotak šećera, i to prividni. Potrebno je pripaziti da saharometar ne dodiruje stijenke cilindra i da gornji dio saharometra nije mokar.

- polarizacijom

U porculansku zdjelicu odvaži se 26g dobro promiješanog soka na analitičkoj vagi. Sok se kvantitativno ispere vodom u odmjernu tikvicu od 100ml, doda 6ml olovnog acetata i 2ml aluminij hidroksida. Nakon hlađenja smjese na 20°C dopuni se destiliranom vodom do marke i prelije na filter. Filtrat se polarizira u cijevi od 20ml te odmah očita na aparatu utezni postotak šećera i to pravi.

$$\text{Kvocijent čistoće difuznog soka } K = \frac{\text{polarizacija} \times 100}{\text{ukupna suha tvar}}$$

2.8. ODREĐIVANJE JAČINE OCTA

Jačina octa određena je brojem grama octene kiseline u 100ml octa. Određuje se titracijom s bilo kojom lužinom (obično sa n NaOH), uz indikator fenolftalein.

Postupak

Otpipetira se 10ml octa u Erlenmayer tikvicu od 100ml, doda 1-3 kapi fenolftaleina i titrira s lužinom poznatog normaliteta. Jačina se izračunava po formuli:

$$J = \frac{V(N \text{ NaOH}) \times F(N \text{ NaOH}) \times 100 \times 0,06}{10} = \text{g octene kiseline}$$

u 100ml octa, odnosno jačina octa.

Faktor od 0,06 rezultira iz molekularne mase octene kiseline, koja iznosi 60. To znači da 1ml normalne otopine octene kiseline ima 0,06 grama, odnosno da 1ml normalne otopine NaOH neutralizira 0,06 grama octene kiseline.

2.8.1. ODREĐIVANJE ALKOHOLA DESTILACIJOM

Količinu alkohola u prevrelim alkoholnim otopinama određujemo destilacijom na sljedeći način:

Pipetom od 100ml otpipetiramo prevrelu alkoholnu kominu (vino i dr. otopine) i prelijemo u staklenu tikvicu volumena 0,5l. Tikvica je posebnog oblika, s dugim grlom i okruglim dnom. U nju ubacimo komadić crvenog lakmus papira kao indikator i neutraliziramo s 30%-tnom NaOH do pojave neutralne reakcije. Nakon toga stavimo tikvicu u ležište aparata za destilaciju. Kao podložak, u koji hvatamo destilat, stavimo odmjernu tikvicu od 100ml u koju hvatamo oko 75-80ml destilata. Nakon toga prekidamo destilaciju, a tikvicu do oznake (sadržaja od 100ml) dopunimo destiliranom vodom. Sadržaj dobro promućkamo i piknometrom odredimo gustoću destilata na 20° C po već unaprijed ustaljenom postupku.

Iz određene gustoće destilata u alkoholometrijskim tablicama očitamo pravi postotak alkohola, i to volumni.

2.9. ALKOHOLOMETRIJA

Odredite prividnu i pravu jačinu voćnih destilata alkoholometrom - areometrom.

Prava jačina je onaj postotak (volumni) alkohola u destilatu koji je izmjeren pri točno 15°C (12°R). Tu temperaturu uzorak kod mjerenja ima vrlo rijetko, pa se prava jačina destilata gotovo uvijek izvodi računski jer se jačina alkoholnih destilata mora i službeno obračunavati na 15°C (12°R), bez obzira na to kakva mu je momentalna temperatura, što je vrlo lako s pomoću posebnih tablica.

Prividna jačina odnosi se na sve ostale temperature, tj. to je onaj volumni postotak alkohola koji destilat ima na bilo kojoj drugoj temperaturi većoj ili manjoj od 15°C (12°R).

Odredite prividnu jačinu svog uzorka s pomoću areometra - alkoholometra. Utvrdite temperaturu destilata i alkoholne stupnjeve, tj. prividnu jačinu i iz tih podataka, pomoću tablice, odredite pravu jačinu svog destilata.

Odredite gustoću svog destilata kod d=20/20 hidrostatskom vagom po Westfal-Mohru. Iz alkoholometrijskih tablica očitajte volumni postotak alkohola u uzorku. Taj postotak predstavlja ujedno i pravu jačinu destilata i nije potrebno posebno preračunavanje na pravu jačinu.

Izmjerite stupanj refrakcije i količinu alkohola u uzorku refraktometrom na uronjavanje (doping - refraktometrom).

Količina alkohola u destilatu izražava se u hektolitarskim stupnjevima, pri čemu jedan hektolitarski stupanj (1°hl) predstavlja 1 litru čistog etil-alkohola na temperaturi 15°C (12°R).

Količina alkohola u °hl obračunava se iz podataka o količini alkoholnog destilata u litrama i prave jačine destilata.

$$^{\circ}\text{hl} = \frac{L \times J}{100}$$

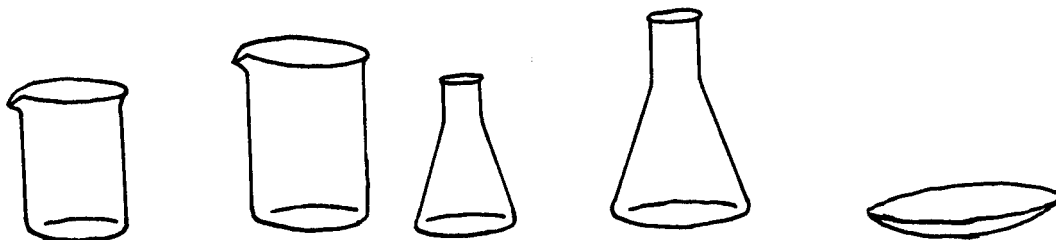
L = količina destilata u litrama
J = prava jačina destilata

Zadatak

Izračunajte količinu hektolitarskih stupnjeva koje bi imao vaš uzorak ako bi ga imali 5000 litara.

LABORATORIJSKO POSUĐE

1. Stakleno posuđe



Čaše

Erlenmayer tikvice

Satno staklo



Stakleni štapić



Posudica za vaganje



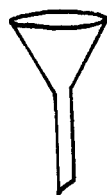
Lončić za žarenje



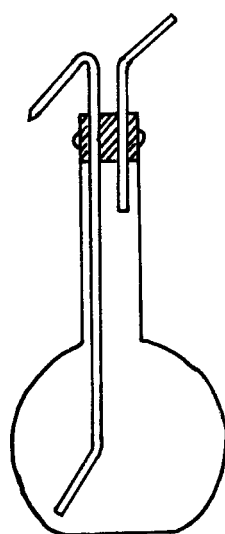
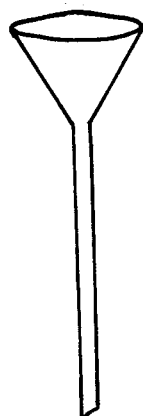
Porculanska zdjelica



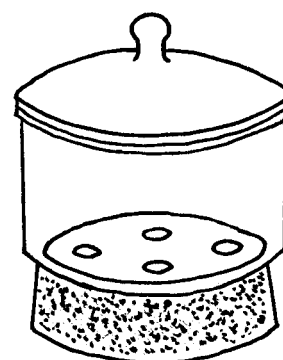
Tarionik



Lijeenci

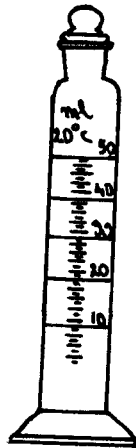
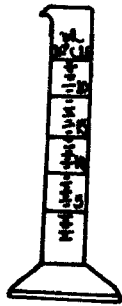


Boca štrcaljka

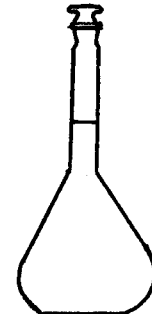
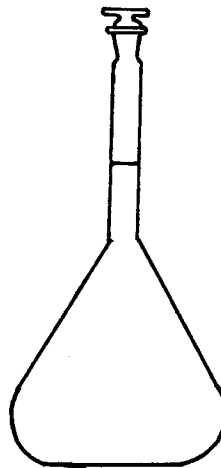


Eksikator

2. Odmjerno posuđe



Menzure



Odmjerne tikvice



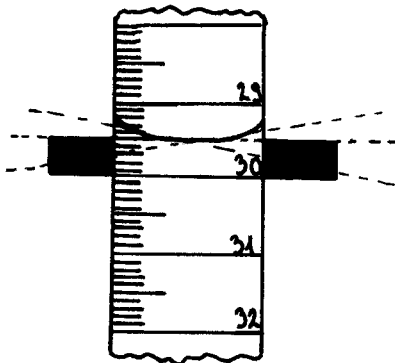
Piknometri



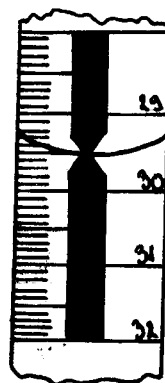
Pipete



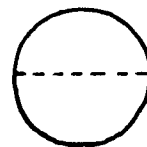
Areometar



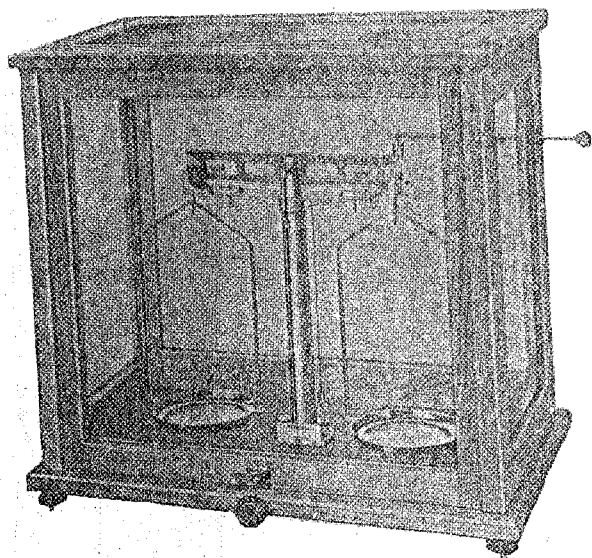
Očitavanje meniska



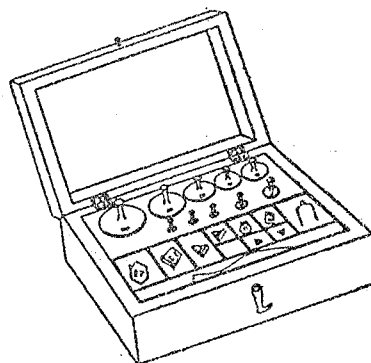
Slaganje filter papira



3. Vage

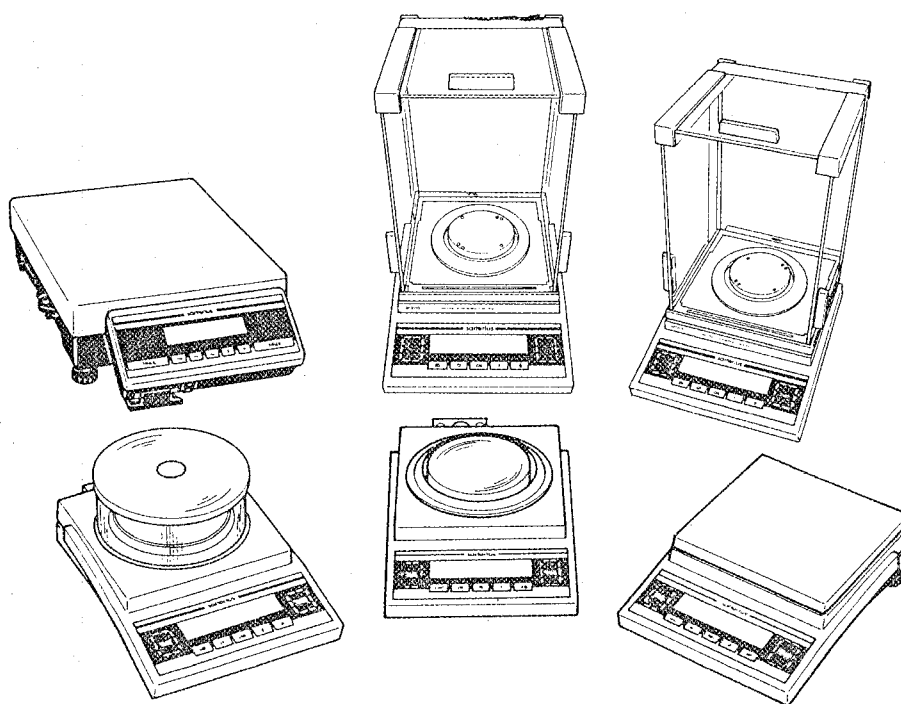


Analitička vaga sa utezima

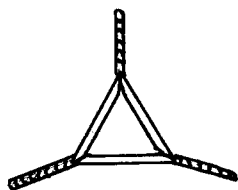


Red utega u kutiji za analitičku vagu je ovaj:

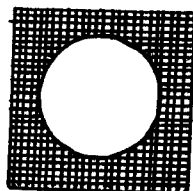
100	50	20	10	10
1	1	1	2	5
0,5	0,2	0,1	0,1	
0,05	0,02	0,01	0,01	grama



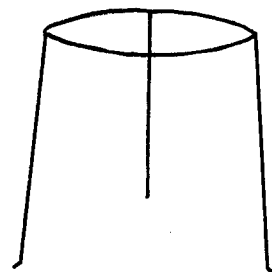
4. Ostalo posuđe



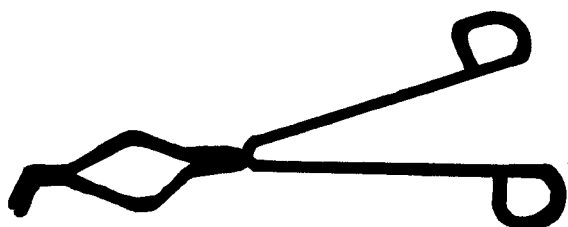
Glineni trokut



Azbestna mrežica



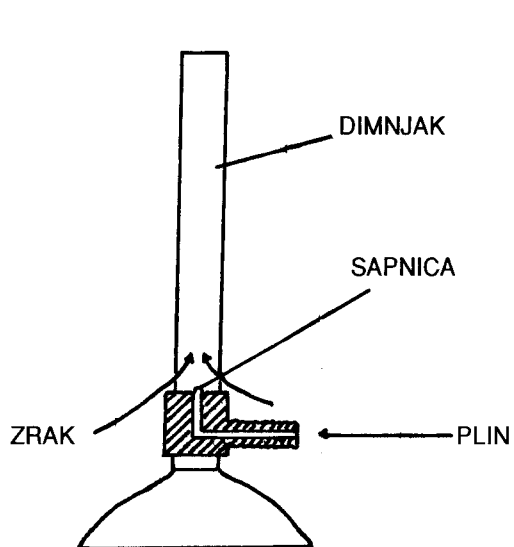
Tronog



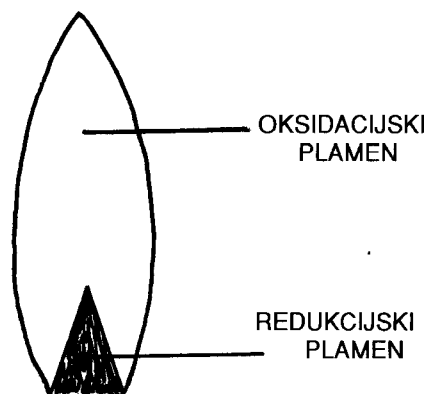
Laboratorijska kliješta

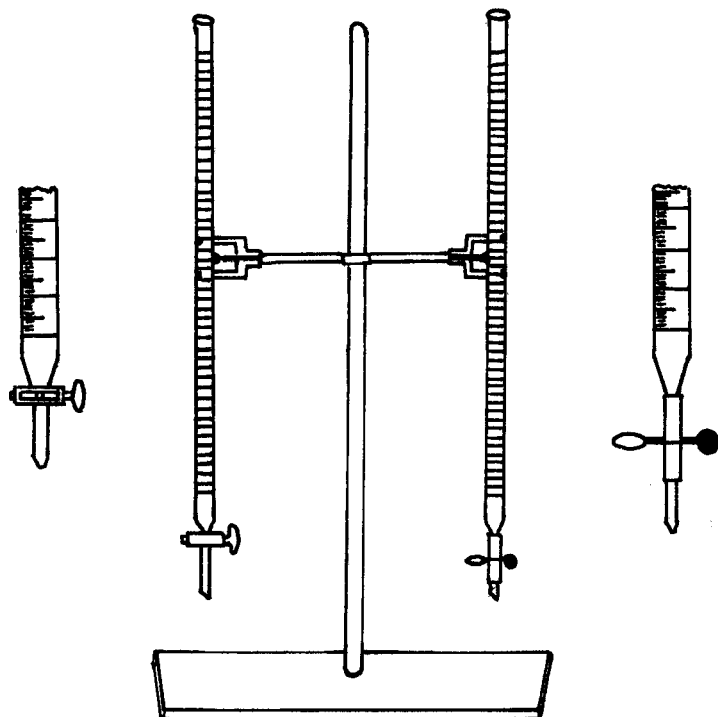


Pinceta

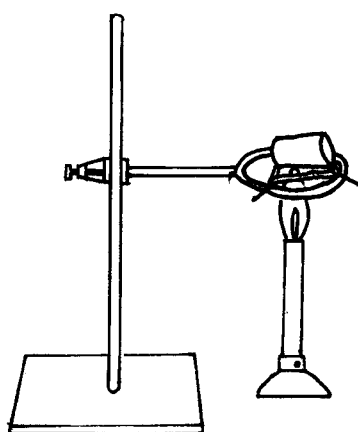


Bunsenov plamenik





Birete



Žarenje taloga

Veličina i simbol		Jedinica		Primjedbe
Električni naboj	Q	kulon	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ As} = 1 \text{ FV}$
Električna struja	I	amper	A	$1 \text{ A} = 1 \text{ V}\Omega^{-1}$
Jakost magnetskog polja	H	$\frac{\text{amper}}{\text{metar}}$	$\frac{\text{A}}{\text{m}}$	$1 \text{ Am}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{ Ö}$ (ersteda) $1 \text{ Ö} = 79,57747 \text{ Am}^{-1}$
Gustoća električnog toka	D	$\frac{\text{kulon}}{\text{metar}^2}$	$\frac{\text{C}}{\text{m}^2}$	
Električna vodljivost	G	simens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1} = 1 \text{ AV}^{-1}$
Kapacitet	C	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ s}\Omega^{-1} = 1 \text{ Ss} = 1 \text{ CV}^{-1}$
Dielektričnost	ϵ	$\frac{\text{farad}}{\text{metar}}$	$\frac{\text{F}}{\text{m}}$	$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$
Magnetski tok	Φ	veber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs} = 10^8 \text{ M}$ (maksvela)
Električni napon	U	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ A}\Omega$
Jakost električnog polja	E	$\frac{\text{volt}}{\text{metar}}$	$\frac{\text{V}}{\text{m}}$	$1 \frac{\text{kV}}{\text{m}} = 10 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$
Gustoća magnetskog toka (magnetska indukcija)	B	tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4 \text{ G}$ (gausa)
Električni otpor	R	om	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ S}^{-1} = 1 \text{ VA}^{-1}$
Induktivitet	L	henri	H	$1 \text{ H} = 1 \Omega\text{s} = 1 \text{ WbA}^{-1}$
Permeabilnost	μ	$\frac{\text{henri}}{\text{metar}}$	$\frac{\text{H}}{\text{m}}$	$\mu = \mu_0 \mu_r$ $\mu_0 = 1,25664 \cdot 10^{-6} \text{ Hm}^{-1}$
Dužina	l	metar	m	
Vrijeme	t	sekunda	s	
Rad, energija	W	džul	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ VAs} = 1 \text{ Nm} = 10^7 \text{ erga}$
Snaga	P	vat	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ VA} = 1 \text{ Js}^{-1}$
Sila	F	njutn	N	$1 \text{ N} = 10^5 \text{ dina} = 0,102 \text{ kp} = 1 \text{ VAs m}^{-1} = 1 \text{ kg ms}^{-2}$ $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ kgms}^{-2} = 9,81 \text{ AV m}^{-1}\text{s}$
Masa	m	kilogram	kg	