

# Priručnik za vježbe iz modula Prerada voća i povrća

---

Voća, Sandra; Dobričević, Nadica; Šic Žlabur, Jana

**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2011**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:141364>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Priručnici / nastavni tekst Agronomskog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu

Priručnik za vježbe iz modula  
Prerada voća i povrća

Sandra Voća, Nadica Dobrićević, Jana Šić Žlabur

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

2011.

Priručnici / nastavni tekst Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

---

- Recenzenti: Prof. dr. sc. Verica Dragović-Uzelac, Prehrambeno biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Prof. dr. sc. Marija Bujan, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Prof. dr. sc. Milan Šoškić, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Izdava : Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Svetošimunska cesta 25, Zagreb
- Odluka: Klasa: 602-09/11-02/7; Ur.br. 251-71-02-11-3:
- Fakultetsko vijeće: 15. studenoga 2011.
- Naklada: Web stranica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu; 3 primjerka  
Centralna agronomska knjižnica Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
- ISBN: **978-953-6135-98-1**

## KAZALO

<b>OPREMA I NAPOMENE DOBRE LABORATORIJSKE PRAKSE .....</b>	<b>1</b>
OSNOVNA PRAVILA PONAŠANJA U KEMIJSKOM LABORATORIJU .....	2
PONAŠANJE U SLUČAJU NEZGODE .....	2
KAKO SE POZIVAJU SLUŽBE U NEZGODI .....	3
<b>1. TEORETSKI DIO .....</b>	<b>4</b>
1.1. UVOD .....	5
1.2. ODREĐIVANJE MEHANIČKOG SASTAVA SIROVINE .....	6
1.3. ODREĐIVANJE OSNOVNOG KEMIJSKOG SASTAVA SIROVINE .....	7
1.4. POLARIMetriJA .....	8
1.4.1. POLARIMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA .....	8
1.4.1.1. Analitička upotreba polarimetra .....	8
1.5. REFRAKTOMETRIJA .....	9
1.5.1. REFRAKTOMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA .....	9
1.5.1.1. Ručni refraktometar .....	9
1.5.1.2. Analitička upotreba refraktometra .....	9
1.6. ACIDIMETRIJA .....	10
1.6.1. INDIKATORI .....	10
1.6.2. ANALITIČKA UPOTREBA ACIDIMETRIJE .....	12
1.7. DESTILACIJA .....	13
1.7.1. LABORATORIJSKI UREĐAJI ZA DESTILACIJU .....	13
1.8. AREOMETRIJA .....	14
1.8.1. AREOMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA .....	14
1.8.2. ANALITIČKA UPOTREBA AREOMETARA .....	15
1.8.2.1. Određivanje gustoće .....	15
1.8.2.2. Određivanje kvantitativnog sastava .....	16
<b>2. PRAKTIČNI DIO .....</b>	<b>17</b>
2.1. ODREĐIVANJE MEHANIČKOG SASTAVA SIROVINE .....	18
2.2. ODREĐIVANJE OSNOVNOG KEMIJSKOG SASTAVA SIROVINE .....	20
2.2.1. ODREĐIVANJE UKUPNE SUHE TVARI SUŠENJEM NA 105°C .....	20
2.2.2. ODREĐIVANJE TOPLJIVE SUHE TVARI .....	22
2.2.3. ODREĐIVANJE pH VRIJEDNOSTI .....	23
2.2.4. ODREĐIVANJE UKUPNE KISELOSTI .....	24
2.2.3. ODREĐIVANJE L-ASKORBINSKE KISELINE (VITAMIN C) .....	27
2.2.4. ODREĐIVANJE NATRIJEVOG KLOORIDA STANDARDNOM METODOM ZA VOĐENJE I POVRŠE .....	30
2.3. ANALIZA ŠEĆERA .....	32
2.4. ANALIZA SUHOG VOĐENJA I POVRŠA - INDEKS REHIDRACIJE .....	35
2.4.1. KVALITATIVNO DOKAZIVANJE NATRIJEVOG KLOORIDA U KONZERVIRANOM POVRŠU .....	36

2.5. KVALITATIVNO ODREĐIVANJE PEROKSIDAZE U POVRĆU .....	37
2.6. ANALIZA MARMELADE .....	40
2.6.1. ODREĐIVANJE U VODI NETOPLJIVIH TVARI .....	40
2.6.2. ODREĐIVANJE U VODI TOPLJIVIH TVARI .....	41
2.6.3. UKUPNA SUHA TVAR MARMELADE .....	41
2.6.4. KOLIČINA UKUPNIH KISELINA .....	42
2.7. ANALIZA KONCENTRATA OD RAJČICE (pire od rajčice) .....	43
2.7.1. KVANTITATIVNO ODREĐIVANJE NATRIJEVOG KLOORIDA .....	43
2.7.2. ODREĐIVANJE SUHE TVARI U PIREU OD RAJČICE .....	44
2.7.3. ODREĐIVANJE UKUPNIH KISELINA U PIREU OD RAJČICE .....	44
2.8. PRIPREMA POLUPRERAŠEVINA VOŠNE PULPE I VOŠNE KAŠE (MARK) .....	45
2.9. ODREĐIVANJE GUSTOŠE OTOPINE RAZLIČITIM METODAMA .....	48
2.9.1. PIKNOMETROM .....	48
2.9.2. SAHAROMETROM .....	48
2.10.    ODREĐIVANJE JAJNE OCTA .....	49
2.10.1.    ODREĐIVANJE VOLUMNOG UDJELA ALKOHOLA DESTILACIJOM .....	50
<b>3. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>51</b>

## **OP E NAPOMENE DOBRE LABORATORIJSKE PRAKSE**

Za uspješan rad u laboratoriju potrebno je pridržavati se osnovnih pravila i napomena koje omogućavaju izvvo enje vježbi na siguran na in. Ta pravila su sljede a:

### ***Prou iti upute prije svake vježbe***

Prije svake vježbe potrebno je dobro prou iti postupak izvo enja predvi enih eksperimenata, njihova teorijska na ela te svrhu njihova izvo enja. Potrebno je temeljito prou iti upute za izvo enje pojedinog eksperimenata, te mjere opreza koje se pri tome moraju poduzeti radi vlastite sigurnosti i sigurnosti ostalih studenata u laboratoriju. Ako postoje bilo kakve nejasno e vezane za izvo enje eksperimenata ili postoje nejasno e vezane za na ela na kojima se temelji eksperiment zamoliti voditelja vježbi da ih razjasni.

### ***Sigurnost u izvo enju eksperimenata***

Svrha prakti nog rada u laboratoriju je razvijati samostalnost i sve eksperimente, osim onih koji zahtijevaju grupni rad, izvoditi samostalno.

### ***Kriti nost***

Prije izvo enja eksperimenata prou iti sve što može utjecati na rezultate mjerenja. Nakon završenog eksperimenata, razmisliti imaju li dobiveni rezultati smisla. Na temelju ste enih teorijskih znanja procijeniti u kojim granicama bi trebao biti rezultat i usporediti ga sa rezultatima vlastitog mjerenja. Ako postoji sumnja u ispravnost dobivenih rezultata, u dogovoru s voditeljem vježbi ponovite eksperiment.

### ***Organiziranost***

Urednost, sistemati nost i isto a vrlo su važni tijekom izvo enja eksperimenata. Eksperiment ne e uspjeti i dati o ekivani rezultat ako se koristi prljavo laboratorijsko posu e i pribor. Ure aje ne uklju ivati prije odobrenja voditelja vježbi i njegove provjere da li su ure aji pravilno spojeni. Opažanja i rezultate eksperimenata bilježiti uredno, pregledno i logi kim slijedom.

### ***Sudjelovanje u raspravi***

Po završetku eksperimenta, raspraviti dobivene rezultate s ostalim studentima u grupi i s voditeljem vježbi te donijeti odgovarajuće zaključke.

### **OSNOVNA PRAVILA PONAŠANJA U KEMIJSKOM LABORATORIJU**

Radi izbjegavanja mogućih nezgoda u kemijskom laboratoriju treba poštivati osnovna pravila rada s opasnim tvarima i instrumentima:

1. U laboratorij nije dozvoljeno ulazak stranih osoba.
2. Tijekom rada u laboratoriju obvezno je korištenje zaštitnih naočala sa sigurnosnim staklima.
3. Obvezno je nošenje radne odjele (kute) i propisane zatvorene obuće.
4. U laboratoriju se ne smije pušiti, jesti niti piti.
5. Kemikalije se smiju pohranjivati samo u odgovarajućim ambalažama.
6. Boce s kemikalijama moraju biti propisno označene etiketom te oznaka prekrivena vodonepropusnom folijom.
7. Sve eksperimente s hlapljivim, otrovnim i eksplozivnim tvarima izvoditi u digestoru uz korištenje zaštitnih rukavica.
8. Izbjegavati kontakt laboratorijskog stakla s kiselinama (na primjer krom-sulfatna kiselina) izvoditi u digestoru.
9. Upoznavanje s glavnim ventilima za dovod vode, struje i plina u laboratoriju.

### **PONAŠANJE U SLUČAJU NEZGODE**

U slučaju nezgode često dolazi do panike što uveliko umanjuje sposobnost odlučivanja pri napuštanju ugroženog mjesta. Stoga, treba se pridržavati osnovnih pravila pri nezgodi:

1. Što prije napustiti ugroženi prostor.
2. Evakuirati ozlijeđene i pružiti im prvu pomoć.
3. Pozvati hitnu medicinsku službu, vatrogasce, policiju.
4. Ostati uz ozlijeđene dok ne dođe hitna medicinska služba.

## KAKO SE POZIVAJU SLUŽBE U NEZGODI

Hitne službe (medicinska, vatrogasci, policija) mogu se pozvati na jedinstveni broj 112. Pri pozivanju hitnih službi, radi njihovog što bržeg dolaska, treba postupati u skladu s dolje navedenim redoslijedom:

- re i tko zove,
- gdje se nezgoda dogodila,
- što se dogodilo,
- koliko je ozlijeđenih,
- ekati dok hitna služba ne dođe.



## **1. TEORETSKI DIO**

## 1.1. UVOD

Znanost o prehrani u posljednje vrijeme sve je više okrenuta prema preventivnom pristupu spremanju bolesti izazvanih hranom i načinima prehrane. Iz tih razloga postoje brojne studije i prehrambeni vodiči koji služe kao pokazatelji koju hranu i kako ju pravilno konzumirati. Svi oni ukazuju na isto, a to je raznovrsna prehrana, te umjereno i isticke konzumiranje namirnica. Sve više se savjetuje veća potrošnja svježeg voća i povrća proizvedenog prvenstveno organskim putem ili prema načelima integralne proizvodnje. Brojne studije su pokazale da se voće i povrće može svrstati u dijetetske proizvode i funkcionalnu hranu. Svježe voće i povrće ima relativno malu energetske vrijednost, izuzimaju se neke vrste (banane, kesten, orah, lješnjak, badem) i sušeno voće (suha šljiva, suha smokva, suho grožđe). Nasuprot tome, imaju visok sadržaj vode, izuzimaju se orašasto i sušeno voće. Voće i povrće sadrži niz ostalih sastojaka koji su neophodni za pravilno i zdravo funkcioniranje ljudskog organizma. Temeljem svega navedenog, konzumiranje svježeg voća i povrća ima nezamjenjivu ulogu u prehrani.

Podatke o sastavu voća, povrća i prerade moguće je dobiti odreivanjem mehaničkog i kemijskog sastava sirovine. Osnovni parametri kvalitete nalaze se u svim sirovinama samo su zastupljeni u različitoj količini. Svaka sirovina se sastoji od dijela vode i suhe tvari. U suhoj tvari sadržani su svi oni parametri koji određuju prehrambenu vrijednost neke namirnice. Odreivanjem tih parametara dobije se uvid u prehrambenu vrijednost namirnice, posebno njena energetske vrijednost, ali i njena kvaliteta ovisno o propisanim uvjetima u pravilniku koji mora zadovoljiti pojedina vrsta namirnice.

Skripta daje osnovni pregled procjene kvalitete neke sirovine. Osim odreivanja osnovnog mehaničkog i kemijskog sastava, u skripti su opisane i pojedine specifične metode ovisno o vrsti potrebne analize (polarimetrija, refraktometrija, acidimetrija, destilacija i areometrija). Daje se uvid u niz analiza koje su specifične za tehnologiju prerade voća i povrća i važan su indikator uspješnosti provedenog postupka. Također se kvaliteta osušenog proizvoda provjeriti indeksom rehidracije. Prerada voća i povrća uključuje i pojam konzerviranja. Pri konzerviranju često se koristi natrijev klorid, čije prisutstvo u konzerviranoj sirovini mora odrediti. U preradi sirovine koristi se termička obrada koja za cilj ima smanjenje enzimske aktivnosti, odnosno produljenje vijeka trajanja namirnice. U skripti je opisan test za odreivanje vremena potrebnog za termičku obradu sirovine, a koji se provodi prije konzerviranja sušenjem, zamrzavanjem ili sterilizacijom. U skripti je analizirano i nekoliko preradevina i polupreradevina od voća i povrća te je tim vježbama dan uvid u tehnologiju prerade i određivanje nutritivne kvalitete proizvoda.

## 1.2. ODREĐIVANJE MEHANIČKOG SASTAVA SIROVINE

Mehanički sastav predstavlja osnovni uvjet za ekonomski isplativu proizvodnju, bez obzira na vrstu proizvoda. Mehanički sastav predstavlja težinski odnos pojedinih dijelova, odnosno produktivnih dijelova koji se prerađuju (kožica ili ljuska, koštica, meso, peteljke, neupotrebljivi ili oštećeni dio ploda). U tehnologiji prerade razlikuju se dva elementa koji definiraju iskoristivost sirovine i to upotrebljivi i neupotrebljivi dio ili otpad. Pod otpadom se podrazumijeva sve ono što se u određenom tehnološkom procesu u tom trenutku ne koristi. Odnos upotrebljivog i neupotrebljivog dijela izražava se u postocima (%) i predstavlja randman. Kako bi financijska opravdanost neke proizvodnje i prerade bila što bolja, teži se prema što većem randmanu, no on je posljedica proizvodnih uvjeta u polju, transportu od proizvodnog do prerađivačkog objekta, skladištenja i hlađenja svježeg voća ili povrća, tehničko-tehnološka opremljenost prerađivačkog objekta i na kraju, ne manje važna, su svojstva i odlike sortata voća i povrća. Važno je odabrati dobar sortiment za preradu, kako bi u cjelokupnom procesu prerade otpada bilo što manje u cilju očuvanja okoliša te da se uz manji utrošak rada i energije dobije jeftiniji proizvod.

Tablica 1. Mehanički sastav voća (www.pbf.hr: Dragović-Uzelac V., Sirovine za prehrambenu industriju, predavanje).

Vrsta voća	Jestivi dio (%)			Otpadak (%)		
	Meso	Randman soka	Koštica (sjeme)	Peteljka	Kožica	Ukupan otpadak
Breskva	74-85	-	8-15	-	3-7	11-22
Grožđe	77-86	75-84	4	3-8	6-11	10-23
Jabuka	85-92	60-80	-	-	10-23	20-25
Kruška	84-92	64-80	-	-	10-18	20-36
Limun	60-65	45-55	3	-	35	35-40
Marelica	82-88	-	8-15	-	6-8	14-23
Naranča	60-70	48-58	3	-	28-38	30-40
Trešnja	89-91	60-79	6-8	3	-	8-10

### 1.3. ODREĐIVANJE OSNOVNOG KEMIJSKOG SASTAVA SIROVINE

Kemijski sastav voća i povrća je sadržaj svih sastojaka koji se nalaze u sirovini, uključujući i količinu vode. Udio vode određuje se sušenjem odgovarajuće pripremljenog uzorka na određenoj temperaturi do konstantne mase. Iz razlike mase uzorka prije i poslije sušenja određi se postotak vode, a razlika do 100 je postotak suhe tvari.

Udio suhe tvari definira kvalitetu sirovine i više vrijednosti predstavljaju veće udjele vitamina, mikro i makro elemenata, šećera, kiselina, pektina i drugih tvari. Kemijski sastav varira ovisno o vrsti, sorti, tlu, ekološkim faktorima, klimatskim uvjetima itd.

Tablica 2. Kemijski sastav nekih vrsta voća (u 100 grama svježeg) (www.pbf.hr: Jemri , T., Agro-Food Production System-Voćarstvo, predavanje)

Vrsta voća	Suha tvar (%)	Kiseline (%)	pH	Vitamin C (mg)
Jabuka	13,80	0,51	3,5	4
Kruška	13,55	0,21	4,8	4
Šljiva	17,65	0,63	3,6	-
Breskva	14,50	0,85	3,6	7
Marelica	11,50	1,92	3,5	10
Trešnja	13,18	0,45	4,0	3
Višnja	15,35	1,25	3,3	5
Borovnica	12,50	0,88	3,4	14
Jagoda	9,25	0,84	3,5	20
Malina	12,15	1,95	3,30	9
Kupina	11,95	0,62	3,2	21
Crni ribiz	15,80	2,40	3,3	200
Naranča	10,95	0,88	3,50	50

## **1.4. POLARIMetriJA**

Polarimetrija se kao analitički postupak temelji na poznatoj pojavi polarizacije ili prevođenja prirodnog (nepolariziranog) svjetla u polarizirano, a s druge strane na poznatom svojstvu optički aktivnih tvari da zakreću u ravninu polariziranog svjetla. Uz standardnu temperaturu i gustoću, kut zakretanja ravnine polariziranog svjetla je ne samo konstantan, nego i specifičan za svaku optički aktivnu tvar (specifična rotacija).

### **1.4.1. POLARIMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA**

Postoje različiti tipovi polarimetara obzirom na njihovu izvedbu, prema kutu odklona (kutni polarimetri) i polarimetri prema specifičnoj rotaciji zakretanja ravnine polarizirane svjetlosti.

#### **1.4.1.1. Analitička upotreba polarimetra**

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

Kod Ventzkeova polarimetra specifičnost njegove upotrebe svodi se na podjelu skale (baždarenje) prema otopini iste saharoze, zbog čega se izravno može upotrebljavati samo za određivanje postotka saharoze. Na skali se očitaju Ventzkeovi stupnjevi, a izražavanje postotka saharoze ovisi o načinu pripreme otopine za uzorkovanje s obzirom na baždarnu konstantu.

## 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 grani u ravnini, u kojoj se te dvije tvari dodiruju. Taj kut, nazvan indeks loma, uz standardne je uvjete temperature i gustoće prozirnih tvari konstantne veličine, a mjeri se u kutnim stupnjevima.

### 1.5.1. REFRAKTOMETRI I NJIHOVA KONSTRUKCIJA

Postoji nekoliko vrsta refraktometara, a od kojih je za izvođenje vježbi u ovom priručniku od najveće važnosti tzv. ručni refraktometar.

#### 1.5.1.1. Ručni refraktometar

Baždaren 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 Brixovi stupnjevi.

#### 1.5.1.2. Analitička upotreba refraktometra

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

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

Topljiva suha tvar može se odrediti ručnim refraktometrom. Tako određena količina suhe tvari prividna je i izražava se kao vrijednost saharoze, a naziva se prividnim šećerom. Zbog jednostavnosti upotrebe ručni je refraktometar pogodan za određivanje šećera na proizvodnoj površini.

Laboratorijski refraktometar ima precizniju podjelu skale što omogućuje točnije očitavanje.

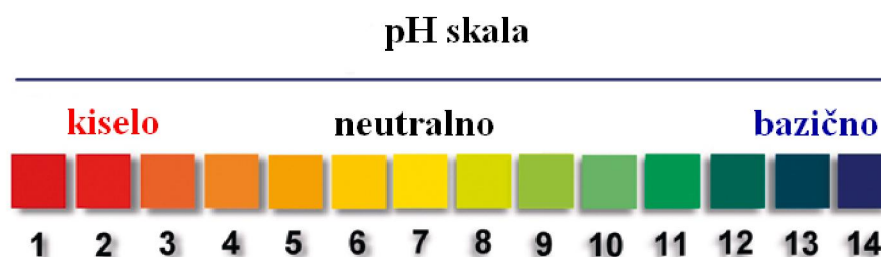
## 1.6. ACIDIMETRIJA

Acidimetrija je volumetrijska metoda koja se temelji na me usobnoj ekvimolarnoj reakciji ispitivane otopine kiseline i standardne otopine baze (otopine poznate koncentracije), pri emu dolazi do neutralizacije  $H^+$  iona kiselina ispitivane teku ine i  $OH^-$  iona standardne lužine odre enog molariteta.

Za odre ivanje završne to ke titracije potrebni su odre eni indikatori. Klju an pojam acidimetrije je pH vrijednost. pH vrijednost je mjera kiselosti otopine. Definirana je kao negativni logaritam množinske koncentracije vodikovih (oksonijevih) iona.

$$pH = -\log [H^+]$$

U istoj vodi koncentracija obaju iona, odnosno oksonijevih i hidroksilnih, je jednaka i iznosi  $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ , što zna i da je takva otopina neutralna, pH takve otopine iznosi 7,0. U kiselim otopinama koncentracije vodikovih (oksonijevih) iona su ve e od  $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ , zna i da je pH vrijednost takve otopine manja od 7 ( $pH < 7$ ). U bazi nim (lužnatim) otopinama koncentracija vodikovih iona je manja od koncentracije hidroksilnih iona te je pH ve i od 7 ( $pH > 7$ ).



Slika 1. pH skala - raspon pH vrijednosti

### 1.6.1. INDIKATORI

Indikatori su prirodne tvari ili njihove otopine koje na uo ljuv na in stupaju u odre enu kemijsku reakciju, omogu uju i time pra enje toka reakcije, odnosno odre ivanje njezina završetka.

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

### **1. Lakmus papir**

U reakciji s kiselinama je crvene, a u reakciji s lužinama plave boje, pri čemu prijelaz iz jedne u drugu boju ukazuje na postizanje završne točke titracije. Promjena boje nastupa neposredno prije točke neutralizacije, kod pH 6,8. Komercijalno je dostupan u obliku papirnatih traka crvene ili plave boje.

### **2. Metil-oranž**

Promjena boje indikatora nastupa u kiselom mediju, kod pH 4,8. Komercijalno je dostupan kao kruta tvar od koje treba napraviti indikatorsku otopinu otapanjem 0,1g indikatora u 100 mL vode. Za titraciju je dovoljno uzeti jednu do dvije kapi pripremljene otopine. Otopljeni metil-oranž je karakteristične crvene boje. Po svom kemijskom karakteru kiselina. U kiselom mediju je crvene boje, dok prelaskom u bazi (lužnati) medij ovisno o pH-vrijednosti najprije poprima naranastu nijansu te naposljetku žutu boju, koju ima u lužnatom mediju. Osjetljivost mu je veća nego kod lakmus papira, a služi za titraciju jakih (anorganskih) kiselina.

### **3. Fenolftalein**

Promjena boje fenolftaleina nastupa u lužnatom mediju, kod pH 8,4. Komercijalno je dostupan kao bijela kruta tvar od koje se priprema indikatorska otopina otapanjem 0,1g indikatora u 100 mL 95%-tna etilnog alkohola (etanola). Po svome kemijskom karakteru fenolftalein je kiselina i u kiselom mediju je bezbojan, dok prelaskom u lužnati medij poprima crvenu boju, koja je u lužnatom mediju postojana. Osjetljivost mu je velika, a služi za titraciju slabih, uglavnom organskih kiselina.

### **4. Metil-crvenilo**

Promjena boje metilnog-crvenila dolazi kod pH 5,8. Za pripremu indikatorske otopine najprije se 0,1 g dobro usitni u tarioniku, ispere i dopuni 95%-tnim etanolom do 50 mL te filtrira. Filtrat se zatim 95%-tnim etanolom dopuni do 100 mL. U lužnatom je mediju žute, a u kiselom crvene boje.



### 1.6.2. ANALITI KA UPOTREBA ACIDIMETRIJE

Acidimetrija se u analitici upotrebljava za kvantitativno određivanje kiselina, a analitički se rezultati kvantitativno izražavaju u postocima (%) 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 količini samo jedne od njih, rezultat se u tom slučaju izražava kao ekvivalent odabrane kiseline.

Postupak određivanja kiselina primjenom acidimetrije provodi se titracijom odmjerenog volumena ispitivane otopine (u mililitrima) s odmjerenim volumenom standardne otopine poznatog molariteta (u mililitrima), uz indikator. Analitički se rezultat izražava u postotku (%), a uz to se ukupna kiselina može izraziti u gramima po litri [g/L]. Ukupna se kiselost može izraziti, kao što je uobičajeno, gramima kiseline u 100 g ili 100 mL proizvoda - množenjem dobivene vrijednosti odgovarajućim faktorom neke od kiselina koje su navedene u tablici 3. Odgovarajuće kiseline su:

- Jabučna kiselina - za proizvode od jabučnog i koštunastog voća
- Limunska kiselina - za proizvode od jagodastog i citrusnog voća
- Vinska kiselina - za proizvode od grožđa
- Oksalna kiselina - za proizvode od špinata i kiseljaka
- Mliječna kiselina - za biološki konzervirane proizvode
- Octena kiselina - za marinirane proizvode

Tablica 3. Primjeri kiselina sa pripadajućim faktorima (AOAC, 2002.)

Kiselina	Faktor
Octena	0,060
Mliječna	0,090
Jabučna	0,067
Vinska	0,075
Limunska	0,070
Oksalna	0,045

## 1.7. DESTILACIJA

Destilacija je, u užem smislu laboratorijska ili industrijska metoda kojom se grijanjem iz neke vrste ili tekuće tvari izdvajaju pare koje se zatim kondenziraju u hladilu u tekućinu, destilat. Kada se govori o destilaciji, u pravilu se podrazumijeva operacija na tekućini 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 u 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.

Određivanje alkohola, odnosno određivanje jačine alkoholno prevrelih tekućina, moguće je provesti samo u njihovim destilatima. U tu ih svrhu treba prethodno predestilirati, da se dobije isti alkoholni destilat.

### 1.7.1. LABORATORIJSKI UREĐAJI ZA DESTILACIJU

Laboratorijska aparatura za destilaciju može biti različitih konstrukcija, ali uglavnom se sastoji od staklene tikvice u kojoj se zagrijava ispitivana otopina, hladila i posude (predložak) za sakupljanje destilata (slika 29).

Tikvica za destilaciju s ubrušenim grlom spoji se na hladilo, a sadržaj tikvice se zagrijava do određene temperature, odnosno dok ne dođe do isparavanja hlapljivih sastojaka. U tikvicu s uzorkom koji se destilira stave se i staklene kuglice koje imaju funkciju ubrzavanja vrenja, odnosno postizanja željene temperature u kraćem vremenu.

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 spojeno s tikvicom, dok kroz donji kraj izlazi destilat. Bez obzira na razliku u konstrukciji, svi uređaji za destilaciju moraju biti napravljeni po principu tzv. protusmjernog strujanja vode i vrućih destilacijskih para.

## 1.8. AREOMETRIJA

Areometrija se kao analitički postupak temelji na poznatom fizikalnom zakonu prema kojem neko tijelo koje slobodno pliva u nekoj tekućini ili otopini, tone, ovisno o gustoći te otopine. Analitički postupak pri tome se svodi na utvrđivanje numeričkog odnosa gustoće tekućine ili otopine prema gustoći vode na istoj temperaturi.

### 1.8.1. 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 areometru se razlikuje:

- donji, konično prošireni dio cijevi u kojem se nalaze olovne kuglice ili živa, a funkcija mu je da regulira do koje dubine areometar tonuti te da areometar drži u uspravnom položaju,
- srednji, prošireni, od donjeg dijela jednim suženjem odvojeni dio, koji se naziva tijelom areometra i u kojem može biti 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 baždarena je, a prema destiliranoj vodi određena je 0 (nula) na skali za očitavanje. Skala mora biti baždarena na određenoj temperaturi, koja onda na skali mora biti označena. Sva daljnja ispitivanja moraju se provoditi pri temperaturi na koju je skala baždarena.

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

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

### **1. Brix ili Brixov saharimetar**

Baždaren je prema otopini iste saharoze, tako da je uronjen, primjerice u 30%-tnu šećernu otopinu na temperaturi od 17,5°C. Razdjelci podjele skale odgovaraju Brixovim stupnjevima (°Brix) ili, ukratko, Brixu. Jedan stupanj Brix (°Brix) odgovara jednom gramu saharoze (1 g) u 100 grama otopine i na taj način predstavlja snagu otopine izraženu kao postotak mase (%w/w).

### **2. Balling ili Ballingov saharimetar**

Baždaren je na isti način kao Brixov, s tom razlikom što mu je baždarna temperatura 20°C. Razdjelci podjele skale odgovaraju Ballingovim stupnjevima (°Blg) ili, ukratko, Ballingu. Njezina je definicija ista kao i za Brixove stupnjeve.

### **3. Bome ili Bomeov areometar**

Baždaren je prema otopini natrijevog klorida i samo po tome se razlikuje od Ballinga. Razdjelci podjele skale odgovaraju stupnjevima Bomea (Be°) ili, ukratko, Bomeu. Jedan stupanj Bomea (Be°) odgovara jednom gramu natrijevog klorida (1 g) u 100 grama otopine i na taj način predstavlja snagu otopine izraženu kao postotak mase (%w/w).

### **4. Alkoholometar**

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

## **1.8.2. ANALITI KA UPOTREBA AREOMETARA**

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

### **1.8.2.1. Određivanje gustoće**

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

### **1.8.2.2. Određivanje kvantitativnog sastava**

Određuje se količina šećera ili soli u otopinama šećera, odnosno soli, količina alkohola u alkoholnim destilatima i slično, sve izraženo u masenim ili volumnim udjelima. 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 sastojka različitog 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.

## **2. PRAKTI NI DIO**

## 2.1. ODRE IVANJE MEHANI KOG SASTAVA SIROVINE

### ***Pincip odre ivanja:***

U tehnologiji prerade razlikuju se dva elementa koji definiraju iskoristivost sirovine i to upotrebljivi i neupotrebljivi dio ili otpad. Pod otpadom se podrazumijeva sve ono što se u odre enom tehnološkom procesu u tom trenutku ne koristi. Odnos korisnog i nekorisnog dijela izražava se u % i predstavlja randman.

Aparatura i pribor:

- kuhinjski nož,
- plasti ni tanjuri ,
- podložak,
- tehni ka vaga.



Slika 1. Tehni ka vaga

### ***Postupak odre ivanja:***

Vagnuti cijeli plod jabuke. Kuhinjskim nožem odstraniti eventualna ošte enja na uzorku jabuke, oguliti kožicu te je izvagati na tehni koj vagi. Zatim jabuci nožem odstraniti peteljku i cijelu sjemenu ložu zajedno s košticama tako da ostanu iste mesne polutke. Posebno izvagati kompletnu odstranjenu sjemenu ložu i mesne polutke. Podaci koje treba prikupiti tijekom iš enja ploda jabuke su sljede i:

m (cijelog ploda jabuke) =

m (kožice jabuke) =

m (peteljka+sjemena loža+koštice) =

m (mesne polutke) =

**Zadatak:**

Izračunati iskoristivost sirovine! Izračunati udio otpada u sirovini!

**Račun:**

$$\text{iskoristivost (\%)} = \frac{m(\text{mesnih polutka})}{m(\text{cijelog ploda})} \cdot 100$$

$$\text{udio otpada (\%)} = \frac{m(\text{otpada})}{m(\text{cijelog ploda})} \cdot 100$$



## 2.2. ODRE IVANJE OSNOVNOG KEMIJSKOG SASTAVA SIROVINE

### 2.2.1. ODRE IVANJE UKUPNE SUHE TVARI SUŠENJEM NA 105°C

#### *Princip odre ivanja:*

Ukupnu suhu tvar ini cjelokupni sadržaj tvari iz sastava proizvoda, koja ne isparava pod definiranim uvjetima. Ovisno o sastavu proizvoda, za odre ivanje ukupne suhe tvari primjenjuju se tri postupka sušenja: sušenje na 105°C, sušenje u vakuumu i destilacija. Sušenjem pri 105°C odre ije se ostatak uzorka nakon sušenja do konstantne mase.

Aparatura i pribor:

- laboratorijski sušionik,
- eksikator sa sredstvom za sušenje,
- staklene posudice,
- analiti ka vaga,
- stakleni štepi odgovaraju e duljine ovisno o veli ini posudice,
- kvarcni pijesak.



Slika 2. Eksikator



Slika 3. Staklena posudica

**Postupak odre ivanja:**

U suhu i izvaganu staklenu posudicu s poklopcem (slika 3) stavi se oko 5 g kvarcnog pijeska i stakleni štapi . U izvaganu posudicu s kvarcnim pijeskom stavi se oko 2,5 g pripremljenog uzorka, koji se dobro izmiješa staklenim štapi em i sve zajedno izvaže.

Staklena posudica u kojoj se nalazi kvarcni pijesak i ispitivana koli ina uzorka stavi se u laboratorijski sušionik zagrijan na  $105\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  te se zagrijava jedan sat sa skinutim poklopcem. Nakon hla enja u eksikatoru i vaganja, sušenje se nastavlja sve dok razlika nakon dva uzastopna sušenja u razmaku od pola sata ne bude manja od 0,001 g.

**Ra un:**

$$\text{Suha tvar (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

Gdje je:

$m_0$  (g) - masa posudice i pomo nog materijala ( kvarcni pijesak, stakleni štapi , poklopac)

$m_1$  (g) - masa posudice s ispitivanim uzorkom prije sušenja,

$m_2$  (g) - masa posudice s ostatkom nakon sušenja.

## 2.2.2. ODRE IVANJE TOPLJIVE SUHE TVARI

### ***Princip odre ivanja:***

Odre ivanje se bazira na o itavanju topljive suhe tvari izravno na ljestvici refraktometra.

Aparatura i pribor:

- stakleni štapi ,
- refraktometar.



Slika 4. Optički refraktometar

### ***Postupak odre ivanja:***

Na početku rada refraktometar se baždari pomoću destilirane vode pri sobnoj temperaturi. Pomoću staklenog štapića dio uzorka stavi se na donju uvršenu prizmu refraktometra. Poklopi se prozirnim poklopcem i usmjeri prema izvoru svjetla. Izvor svjetlosti se postavi tako da dobro osvijetli vidno polje. Topljiva suha tvar direktno se o ita na ljestvici refraktometra.

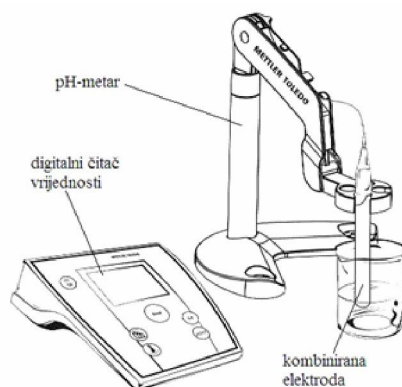
### 2.2.3. ODRE IVANJE pH VRIJEDNOSTI

#### **Princip odre ivanja:**

Mjerenje pH vrijednosti vrši se na pH-metru uranjanjem kombinirane elektrode u homogenizirani uzorak i o itavanjem vrijednosti.

Aparatura i pribor:

- aša volumena 25 mL,
- magnet za miješanje,
- magnetska miješalica,
- pH-metar,
- analiti ka vaga



Slika 5. pH metar

#### **Priprema uzoraka:**

Uzorci koji se lako filtriraju najprije se profiltriraju kako bi se uklonile balastne tvari, a zatim slijedi postupak odre ivanja pH-vrijednosti (slika 5). Uzorci koji se ne mogu profiltrirati (marmelade, džemovi), odvagnu se u ašu, razrijede destiliranom vodom u omjeru 1:1, homogeniziraju na magnetskoj miješalici, a potom slijedi postupak odre ivanja pH-vrijednosti.

#### **Postupak odre ivanja:**

Prije mjerenja pH-metar je potrebno baždariti puferskom otopinom poznate pH vrijednosti kod sobne temperature. pH vrijednost odre uje se uranjanjem elektrode u ispitivani uzorak.

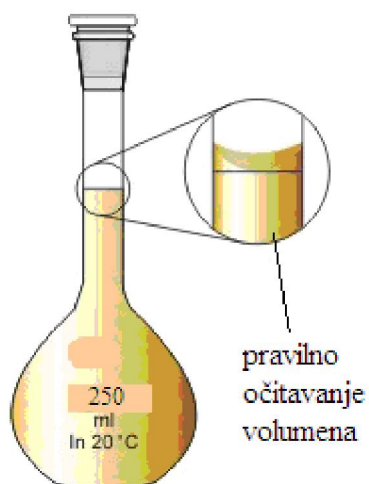
## 2.2.4. ODRE IVANJE UKUPNE KISELOSTI

### *Princip odre ivanja:*

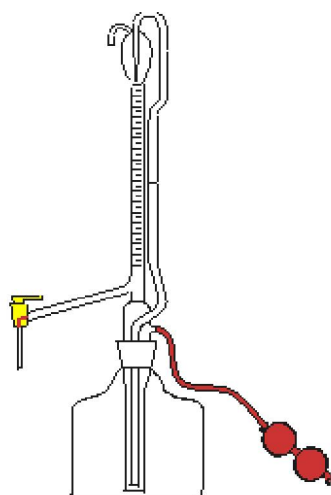
Ova se metoda temelji na potenciometrijskoj titraciji otopinom natrijevog hidroksida. Primjenjuje se za odre ivanje ukupne kiselosti u vo u i povr u i proizvodima od vo a i povr a.

Aparatura i pribor:

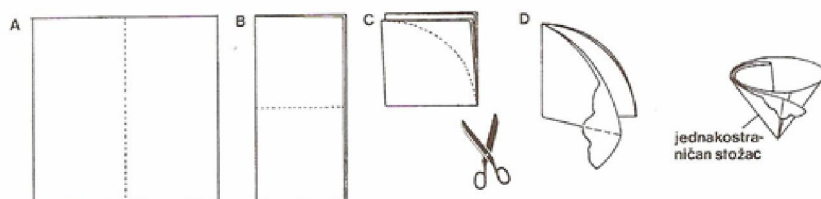
- graduirana pipeta, volumena 25 i 100 mL,
- odmjerna tikvica, volumena 250 mL,
- analiti ka vaga,
- potenciometar sa staklenom elektrodom,
- automatska bireta,
- filter papir.



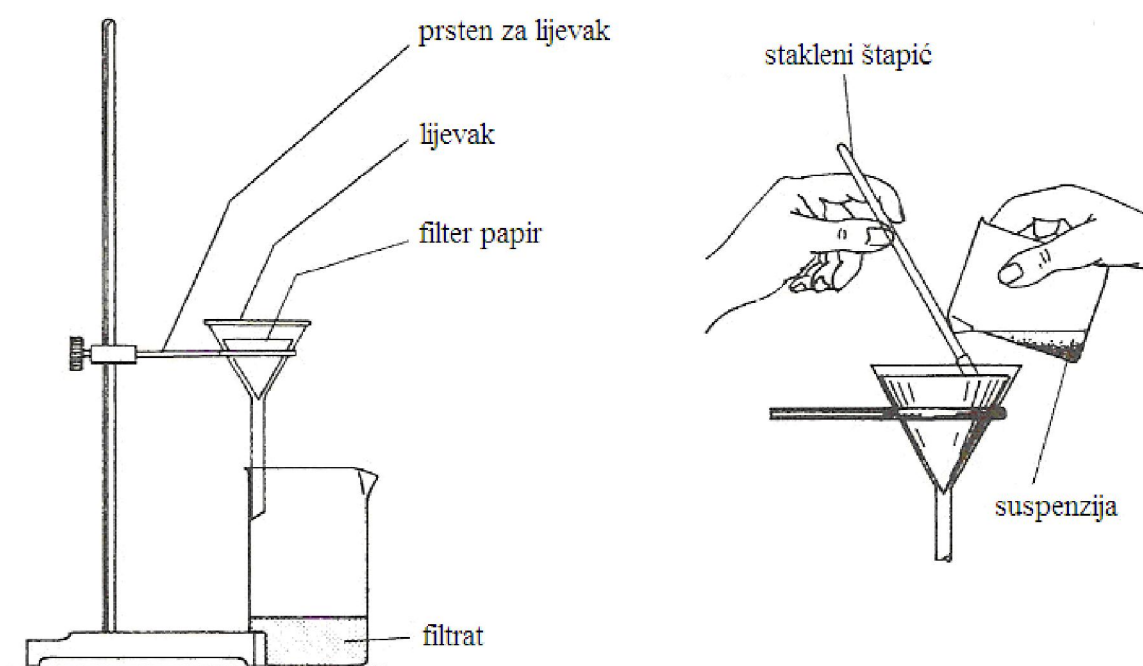
Slika 6. Odmjerna tikvica volumena 250 mL



Slika 7. Automatska bireta



Slika 8. Priprema jednostavnog filter papira



Slika 9. Filtracija: pribor i postupak

Reagensi:

- otopina natrijevog hidroskida  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ,
- puferna otopina poznatog pH.

**Priprema uzoraka:**

Uzorak se homogenizira i odvagane se 20 g, te se prenese u odmjernu tikvicu volumena 200 mL, tikvica se dopuni do oznake destiliranom vodom i njezin se sadržaj dobro promukaj i profiltrira (slika 9). pH-metar se baždari pomoću u standardne puferne otopine. Ovisno o o ekivanoj kiselosti otpipetira se 20 mL pripremljenog uzorka i prenese u bašu u koju se prethodno stavi magneti koji će pospiješiti miješanje sadržaja. Miješalica se pusti u rad, a zatim iz birete brzo dodaje otopina natrijevog hidroksida dok se ne postigne pH oko 7. Tada se dodavanje uspori do pH  $8,1 \pm 0,2$ .

Uzorak se analizira u najmanje dva ponavljanja.

**Zadatak:**

Odrediti ukupnu kiselost uzorka (izraženu u postocima).

**Račun:**

$$\text{Ukupna kiselost (\%)} = \frac{V \cdot F \cdot G}{D} \cdot 100$$

Gdje je:

- V (mL) - volumen otopine NaOH utrošene pri titraciji,
- F\* - faktor otopine NaOH  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ,
- G (g/mL) - faktor najzastupljenije kiseline u uzorku (prema tablici 3),
- D (g) - masa uzorka u 25 mL razrijećenog homogeniziranog uzorka.

**\* Određivanje faktora otopine natrijevog hidroksida:**

Za pripremu otopine natrijevog hidroksida  $c = 0,1 \text{ mol/L}$  koristi se volumetrijski standard natrijevog hidroksida  $0,1 \text{ mol/L}$  čiji je faktor jednako 1 ( $F = 1,0000$ ).

## 2.2.5. ODRE IVANJE L-ASKORBINSKE KISELINE (VITAMIN C)

### **Princip odre ivanja:**

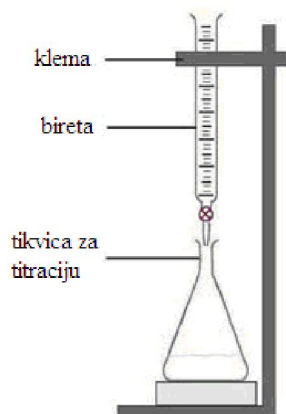
2,6-diklorfenolindofenol oksidira L-askorbinsku kiselinu u dehidroksiaskorbinsku kiselinu, dok boja reagensa ne prije e u bezbojnu leukobazu, pa služi istovremeno i kao indikator ove redoks reakcije. Ova se metoda primjenjuje za odre ivanje askorbinske kiseline u proizvodima od vo a i povr a.

### Aparatura i pribor:

- homogenizator,
- analiti ka vaga,
- odmjerna tikvica volumena 100 mL,
- aše volumena 100 mL,
- bireta 50 mL.

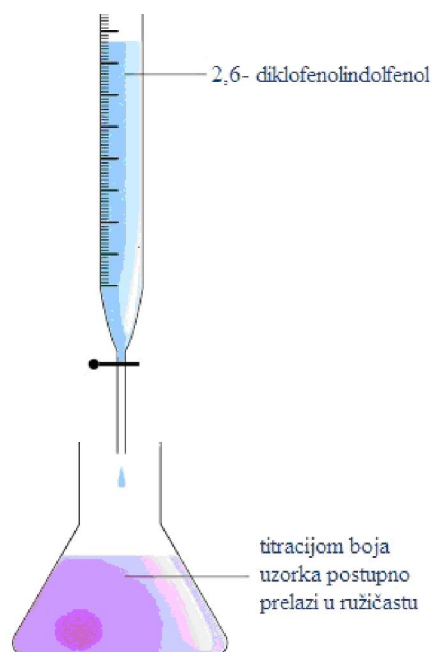
### Reagensi:

- 2,6-diklorfenolindofenol.



Slika 10. Aparatura za titraciju





Slika 11. Titracija za određivanje askorbinske kiseline

**Priprema uzoraka:**

Na odmjernu tikvicu od 100 mL postavi se lijevak te se preko njega u tikvicu izvaže 10 g uzorka na tehničkoj vagi. Takav se uzorak kvantitativno prenese u tikvicu pomoću 2%-tne otopine oksalne kiseline. Uz povremeno miješanje, nakon jednog sata, odmjerna se tikvica nadopuni do oznake otopinom oksalne kiseline.

**Postupak određivanja:**

Sadržaj iz odmjerne tikvice se profiltrira, a filtrat služi za određivanje askorbinske kiseline. Otpipetira se 10 mL filtrata koji se titrira otopinom 2,6-diklorfenolindolfenola i to do pojave ružičaste boje koja mora biti postojana barem pet sekundi. Iz volumena 2,6-diklorfenolindolfenola utrošenog za titraciju filtrata, izračuna se količina L-askorbinske kiseline (vitamina C) u uzorku, koja se izražava u mg/100g svježe mase.

**Ra un:**

$$\text{Vitamin C (mg/100g)} = \frac{V \cdot F}{D} \cdot 100$$

Gdje je:

- V - mL utrošenog 2,6-diklorfenolindofenola pri titraciji,
- F\* - faktor otopine 2,6-diklorfenolindofenola,
- D - masa uzorka u filtratu u gramima.

**\*Odre ivanje faktora otopine 2,6-diklorfenolindofenola:**

Za odre ivanje faktora otopine 2,6-diklorfenolindofenola potrebno je napraviti otopinu askorbinske kiseline koja e se titirati s otopinom 2,6-diklorfenolindofenola. Prema o itanom volumenu potrebnog 2,6-diklorfenolindofenola izra una se faktor te otopine. U odmjernu tikvicu od 50 mL na analiti koj vagi odvagne se  $\pm 0,0100$  g askorbinske kiseline, a tikvica nadopuni do oznake 2%-tnom otopinom oksalne kiseline. U Erlenmeyerovu tikvicu od 50 mL otpipetira se 5 mL 2%-tne otopine oksalne kiseline i 5 mL pripremljene otopine askorbinske kiseline te se titrira s otopinom 2,6-diklorfenolindofenola do pojave ruži aste boje koja mora biti postojana. Iz podatka utrošenog volumena otopine 2,6-diklorfenolindofenola potrebnog za titraciju odre ene mase askorbinske kiseline izra una se faktor otopine 2,6-diklorfenolindofenola.

## 2.2.6. ODREĐIVANJE NATRIJEVOG KLORIDA STANDARDNOM METODOM ZAVOJE I POVRJE

### **Priprema uzorka:**

Uzorak se homogenizira i odvagne se 20 g te se prenese u odmjernu tikvicu volumena 200 mL, tikvica se dopuni do oznake destiliranom vodom i njezin se sadržaj dobro promuka i profiltrira. Otpipetira se 10 mL filtrata u porculansku zdjelicu, doda 2 mL  $K_2CrO_4$  (kalijevog kromata) i titrira s otopinom srebrova nitrata  $c=0,1$  mol/L poznatog faktora do promjene boje u crvenkasto-smeću.

Reagensi i pribor:

- kalijev kromat ( $K_2CrO_4$ ),
- otopina srebrova nitarata  $c=0,1$  mol/L ( $AgNO_3$ ),
- odmjerna tikvica od 200 mL,
- porculanska zdjelica,
- stakleni štapi .



Slika 12. Stakleni štapi i porculanska zdjelica

**Ra un:**

$$\% \text{NaCl} = \frac{(a \cdot F \cdot 0,005846 \cdot 100)}{m}$$

Gdje je:

- a - volumen utrošene otopine srebrova nitrata  $c=0,1$  mol/L,
- F\* - faktor otopine srebrova nitrata  $c=0,1$  mol/L,
- 0,005846 - masa NaCl u gramima koja odgovara 1 mL otopine srebrova nitrata  $c=0,1$  mol/L,
- m - masa ispitivanog uzorka u gramima.

**\*Odre ivanje faktora otopine srebrova nitrata:**

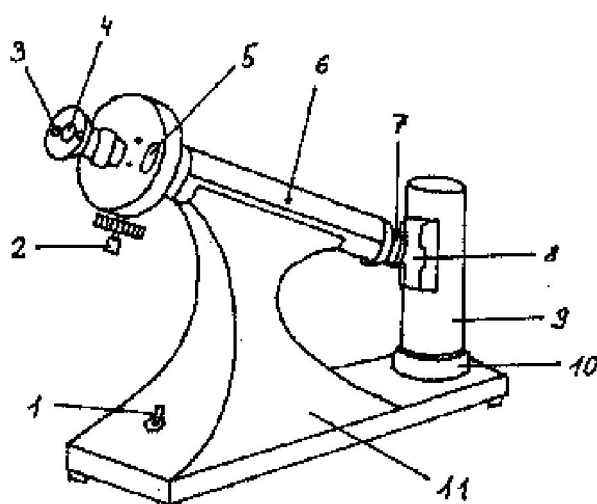
Za pripremu otopine srebrova nitrata  $c= 0,1$  mol/L koristi se volumetrijski standard srebrova nitrata  $0,1$  mol/L iji je faktor jednako 1 ( $F=1,0000$ ).

## 2.3. ANALIZA ŠE ERA

### *isto a še era*

Pod isto om še era podrazumijeva se koli ina saharoze u suhoj tvari še era.

Še er koji se upotrebljava u prera iva koj industriji mora imati najmanje 99,5% saharoze, odnosno isto u 99,5. Ako je isto a manja, smatra se da takav še er nije pogodan za preradu vo nih proizvoda jer sadrži previše neše ernih tvari koje smanjuju kakvo u prera evina. isto a še era odre uje se polarimetrijski.



Dijelovi polarimetra:

1. prekida ,
2. vijak,
3. pove alo,
4. okular,
5. skala i mjerilo,
6. prostor za kivetu,
7. polarizator,
8. staklo filter,
9. komora za svjetiljku,
10. obujmica svetiljke,
11. postolje polarimetra.

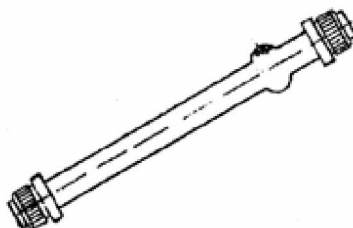
Slika 10. Polarimetar

### **Postupak odre ivanja isto e še era:**

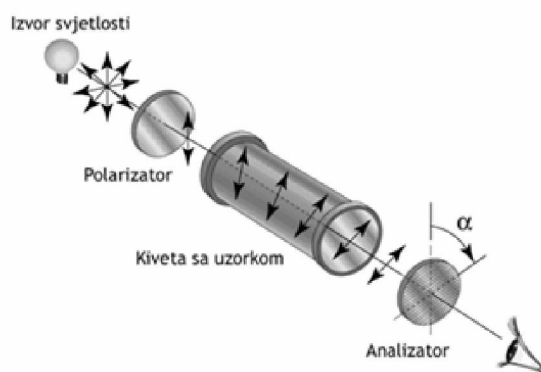
U porculansku zdjelicu poznate mase stavi se uzorak še era (najviše 2-3 g) i vagne na laboratorijskoj vagi. U zdjelicu se zatim doda 50 mL vru e destilirane vode, i miješanjem staklenim štapi em otopi se uzorak. Še erna otopina iz zdjelice kvantitativno se prenese u odmjernu tikvicu od 100 mL. Sadržaj tikvice se ohladi i nadopuni destiliranom vodom do oznake uz stalno mu kanje tikvice tijekom punjenja.

Otopina iz tikvice se zatim profiltrira kroz filter-papir, a dobiveni filtrat se stavi u cijev polarimetra po Ventzkeu (slika 14) te se na skali o itavaju Ventzkeovi stupnjevi. Skala Ventzkeovog polarimetra izra ena je prema 26%-tnoj otopini iste saharoze tako da je 26 g saharoze otopljeno u toliko vode da se dobije ukupni volumen otopine od 100 mL.

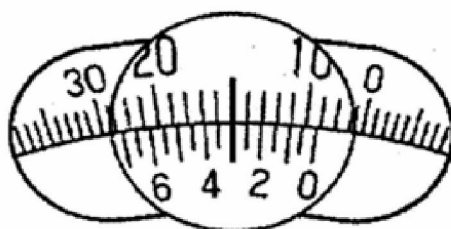
Takva otopina polarizirana je u cijevi duljine 200 mm, a kut odklona ravnine polariziranog svjetla odgovara 100 Ventzkeovih stupnjeva. O itani stupnjevi Ventzkea pomnože se s faktorom 0,26 (faktor za saharozu po Ventzkeu) i uzimaju i u obzir masu uzorka, dobije se postotak saharoze u ispitivanom uzorku.



Slika 14. Cijev polarimetra u koju se stavlja uzorak (kiveta)



Slika 15. Prikaz polarizacije svjetlosti, odnosno provo enje difuznog svjetla u polarizirano



Slika 16. Pomi na skala polarimetra za o itanje stupnjeva po Ventzkeu

**Zadatak:**

Izračunati maseni udio saharoze u uzorku, odnosno utvrditi isto u ispitivanog uzorka. Uzeti podatak da u šećeru nema vode, odnosno suha tvar uzorka je 100% (ako nije prethodno utvrđena).

**Račun:**

$$\% \text{ saharoze} = \frac{a \cdot 0,26}{b} \cdot 100$$

Gdje je:

- a - očitani stupnjevi Ventzkea na polarimetru,
- b - masa šećera na početku pokusa.

## 2.4. ANALIZA SUHOG VO A I POVR A - INDEKS REHIDRACIJE

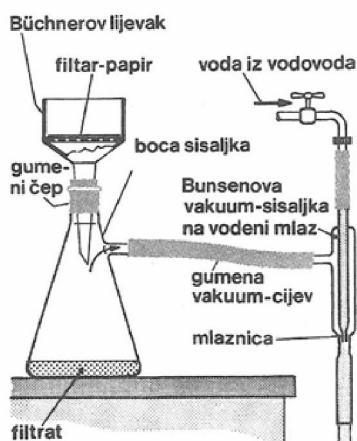
Indeks rehidracije ispituje se u osušenim proizvodima da bi se provjerila kvaliteta postupka osušenog proizvoda.

Aparatura i pribor:

- tehni ka vaga,
- osušeni proizvod,
- destilirana voda,
- laboratorijske aše,
- filter papir,
- Büchnerov lijevak,
- vakuum sisaljka.



Slika 17. Büchnerov lijevak



Slika 18. Aparatura za vakuum filtraciju preko Büchnerovog lijevka



**Postupak odre ivanja:**

Usitniti dio osušenog uzorka i odvagnuti 2,0000 g u ašu od 100 mL na analiti koj vagi. Uzorak u aši preliterati s 50 mL destilirane vode i ostaviti stajati poklopljeno preko no i.

Odvagnuti praznu ašu (100 mL) i prazan Büchnerov lijevak.

Zatim se Büchnerov lijevak stavi u vakuum bocu i na dno lijevka uloži filter-papir veli ine dna tog lijevka. Nabubreni uzorka iz aše kvantitativno se prenese na filter-papir u lijevku i ostavi se filtrirati to no 3 minute. Zatim se uklju i vodena vakuum sisaljka i pod vakuumom ostavi filtrirati to no 2 minute (slika 18). Tada se isklju i vakuum i Büchnerov se lijevak stavi u ašu poznate mase. Na tehni koj vagi vagne se lijevak zajedno s ašom i uzorkom. U toku vaganja lijevak neka bude neprekidno u aši da se dio teku ine iz lijevka koji kaplje ne gubi.

Nakon vaganja iz lijevka se izvadi vlažan filter-papir, o isti ga se od dijelova uzorka i odmah vagne (prije nego se po ne ja e sušiti), masu filter-papira treba oduzeti od cjelokupne mase kako bi se dobila masa nabubrelog vo a i povr a.

**Ra un:**

$$IR = \frac{m(\text{nabubrelog uzorka})}{m(\text{suhog uzorka})} \cdot 100$$

#### 2.4.1. KVALITATIVNO DOKAZIVANJE NATRIJEVOG KLORIDA U KONZERVIRANOM POVR U

U kušalicu se stavi 5 mL 2%-tne otopine  $\text{AgNO}_3$ . U tu se otopinu doda mali komad nabubrelog povr a ili 1 mL teku ine u kojoj je to povr e bubrilo.

Ako se u kušalicu stvori bijeli talog, koji na svjetlu poslije potamni, to je kvalitativni dokaz da je povr e konzervirano kuhinjskom soli.

## 2.5. KVALITATIVNO ODRE IVANJE PEROKSIDAZE U POVR U

Ovaj test koristi se za odre ivanje vremena potrebnog za termi ku obradu sirovine, koja se provodi prije konzerviranja sušenjem, zamrzavanjem ili sterilizacijom.

Vrijeme blanširanja mora biti odre eno vrlo to no za svaku vrstu (sortu) posebno, kako bi se odredili optimalni uvjeti inaktivacije enzima (temperatura i vrijeme). Ovo je važno iz razloga jer se dužim izlaganjem svježe sirovine povišenim temperaturama gube nutritivno vrijedni sastojci, a ukoliko enzimi vo a i povr a kao što su npr. polifenol oksidaza i peroksidaza nisu inaktivirani tako er mogu uzrokovati nepoželjne promjene na vo u i povr i. esto se provode testovi na enzim peroksidazu budu i je to jedan od najotpornijih enzima.

Trajanje blanširanja može se odrediti kvantitativnim i kvalitativnim testovima. Ovdje se sirovina testira odre ivanjem aktivnosti enzima peroksidaze.

Reagensi i pribor:

- 0,5%-tna alkoholna otopina gvajakola,
- 1,0%-tni vodikov peroksid ( $H_2O_2$ ),
- plamenik, tronog i mrežica,
- pipete od 1 mL,
- kušalica od 18 mm,
- termometar.

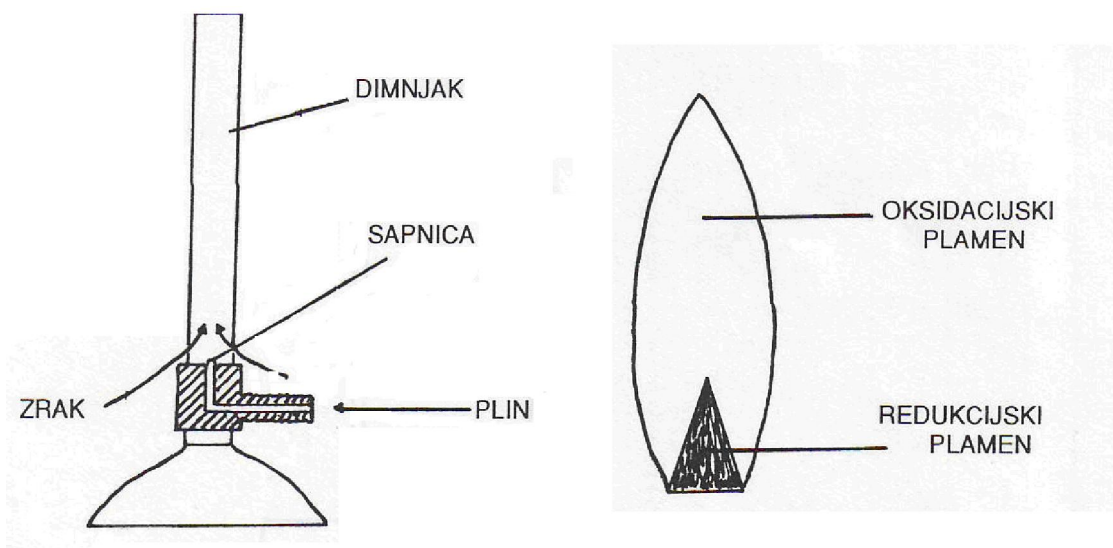
Aparatura:



Slika 19. Tronog s glinenim trokutom



Slika 20. Kolut klema obi na klema



Slika 21. Bunsenov plamenik

**Zadatak:**

Odrediti vrijeme blanširanja uzoraka pripremljene sirovine.

**Postupak odre ivanja peroksidaze:**

Uzorak vo a ili povr a izreže se na sitnije kockice, vagne se 5,00 grama i stavi u metalnu mrežicu te se sve zajedno uloži u vodenu kupelj (95-100°C). Zapornim satom se kontrolira vrijeme proteklo od uronjenja uzorka u kupelj. Test po inje kra im vremenom blanširanja (npr. 15 sek). Nakon blanširanja metalna mrežica se uroni u hladnu vodu. Ohla eni uzorak prenese se u kušalicu. Doda se 15 mL destilirane vode, 1 mL gvajakola i 1 mL  $H_2O_2$  (vodikov peroksid). Po dodatku  $H_2O_2$  odmah se uklju uje zaporni sat i mjeri vrijeme proteklo do pojave sme eg obojenja sirovine.

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

**Rezultati:**

Vrijeme blanširanja potrebno za uklanjanje peroksidaze iz uzorka sirovine iznosilo je:

\_\_\_\_\_.

## 2.6. ANALIZA MARMELADE

### 2.6.1. ODRE IVANJE U VODI NETOPLJIVIH TVARI

U ašu od 400 mL vagne se 10 g uzorka i doda 150 mL destilirane vode. Na plinskom plameniku preko kerami ke mrežice mješavina se grije, uz stalno miješanje staklenim štapi em, do vrenja (slika 22). Zatim se mješavina ohladi i kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 200 mL, tikvica se nadopuni destiliranom vodom do oznake i filtrira preko prethodno odvagnutog filter-papira. Filter-papir s talogom se stavi na satno staklo i suši do konstantne mase, na temperaturi od 105°C.

Nakon sušenja filter-papir s talogom se ohladi u eksikatoru i vagne na analiti koj vagi. Filtrat treba sa uvati za daljnje odre ivanje ukupnih kiselina i u vodi topljivih tvari.



Slika 22. Grijanje uzorka razrije enog destiliranom vodom do vrenja

**Ra un:**

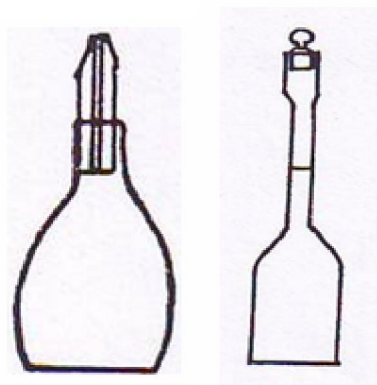
$$\% \text{ netopljive suhe tvari} = \frac{(c - b)}{a} \cdot 100$$

Gdje je:

- a - masa uzorka za analizu,
- b - masa filter papira
- c - masa filter papira s talogom

### 2.6.2. ODRE IVANJE U VODI TOPLJIVIH TVARI

Tvari topljive u vodi određuju se piknometrijski u filtratu. Najprije se odredi gustoća uzorka i to u odnosu na gustoću vode kod određene temperature. Piknometar se baždari s destiliranom vodom na određenoj temperaturi i izvaže na analitičkoj vagi. Piknometar se napuni s ispitivanim uzorkom te se temperira u vodenoj kupelji na određenoj temperaturi 20 minuta. Nakon baždarenja u kupelji pomoću kapaljke odstrani se višak uzorka (do oznake na piknometru) i izvadi iz vodene kupelji. Prije samog vaganja na analitičkoj vagi piknometar se temperira na sobnoj temperaturi 10 minuta. Od mase piknometra napunjenog uzorkom oduzme se masa praznog piknometra i rezultat podijeli s masom vode pri temperaturi baždarenja. U tablicama za gustoću šećera potraže se dobivene vrijednosti i u koloni % šećera očitava se količina šećera. Većina topljive suhe tvari uzorka (ne ugljikohidrati) te se zato i gustoća preračunava preko šećera.



Slika 23. Piknometri

### 2.6.3. UKUPNA SUHA TVAR MARMELADE

Sadržaj ukupne suhe tvari može se odrediti i iz podataka o sadržaju u vodi topljivih i netopljivih tvari. Dobiveni podaci za topljivu suhu tvar i netopljivu suhu tvar zbroje se i dobije se podatak za ukupnu suhu tvar.

#### 2.6.4. KOLI INA UKUPNIH KISELINA

Odpipetira se 50 mL filtrata u Erlenmayer tikvicu i titrira s otopinom NaOH  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ , uz lakmus papir kao indikator. Sadržaj ukupnih kiselina izražava se kao jabu na iji faktor u ovom slu aju iznosi 0,0067 jer se otopina titrira s  $0,1 \text{ mol/L}$  NaOH, odnosno razrije enom otopinom lužine.

**Ra un:**

$$\% \text{ ukupnih kiselina} = \frac{A \cdot F \cdot 0,0067 \cdot 100}{D}$$

Gdje je:

- A - utrošak lužine (mL),
- F - faktor otopine natrijevog hidroksida  $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ,
- D - masa uzorka u titriranoj teku ini (g).

## 2.7. ANALIZA KONCENTRATA OD RAJ ICE (pire od raj ice)

### **Postupak odre ivanja:**

U zdjelicu poznate mase vagne se 10 g uzorka, razrijedi vodom i kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 200 mL. Tikvicu se nadopuni vodom do oznake, promiješa sadržaj i filtrira. Filtrat se poslije koristi za odre ivanje koli ine natrijevog klorida, suhe tvari i ukupnih kiselina.

### 2.7.1. KVANTITATIVNO ODRE IVANJE NATRIJEVOG KLORIDA

Otpipetira se 30 mL filtrata u odmjernu tikvicu od 100 mL, doda 30 mL otopine  $\text{AgNO}_3$   $c = 0,1$  mol/L, mješavina se dobro promuka i tikvicu se dopuni destiliranom vodom do oznake.

Otopina se filtrira kroz naborani filter-papir. Prvih 10 mL filtrata se baci te se nastavlja filtriranje. Od dobivenog filtrata otpipetira se 50 mL u porculansku zdjelicu, doda 5 mL 25%-tne otopine  $\text{HNO}_3$  i 5 mL zasi ene otopine amonij željezo (II) sulfata,  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , i titrira s otopinom amonijevog rodanida ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ )  $c = 0,1$  mol/L do pojave crvene boje. Tijekom titracije otopinu u zdjelici treba neprekidno miješati.

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

$$D = \frac{\text{masa uzorka (g)} \cdot \text{volumen otpipetiranog filtrata (mL)}}{\text{ukupni volumen otopine (mL)}}$$

Gdje je:

- A - (mL)  $\text{AgNO}_3 \times F^*$
- B - (mL)  $\text{NH}_4\text{SCN} \times F^*$

### **\*Odre ivanje faktora otopine srebrova nitrata i faktora otopine amonijeva rodanida:**

Za pripremu otopine srebrova nitrata  $c = 0,1$  mol/L koristi se volumetrijski standard srebrova nitrata 0,1 mol/L iji je faktor jednako 1 ( $F = 1,0000$ ). Za pripremu otopine amonijeva rodanida  $c = 0,1$  mol/L koristi se volumetrijski standard amonijeva rodanida  $c = 0,1$  mol/L iji je faktor jednako 1 ( $F = 1,0000$ ).



### 2.7.2. ODRE IVANJE SUHE TVARI U PIREU OD RAJ ICE

Na udubljenu plohu refraktometra stavi se nekoliko kapi filtrata, na skali se o ita postotak tvari u uzorku i dobivena vrijednost pomnoži se faktorom razrje enja otopine.

### 2.7.3. ODRE IVANJE UKUPNIH KISELINA U PIREU OD RAJ ICE

20 mL filtrata otpipetira se u Erlenmayer tikvicu od 100 mL, u tikvicu se ubaci komadi crvenog lakmus papira i titrira s otopinom NaOH  $c=0,1$  mol/L dok indikator papir poplavi od prve suviše kapi lužine. Ukupne kiseline se izražavaju prema jabu noj iji faktor u ovom slu aju iznosi 0,0067 jer se otopina titrira s 0,1 mol/L NaOH, odnosno razrje enom otopinom lužine.

$$\% \text{ kiseline (kao jabucna)} = E \cdot F \cdot 0,0067 \cdot 100$$

Gdje je:

- E - utrošak otopine NaOH  $c=0,1$  mol/L,
- F - faktor otopine NaOH  $c=0,1$  mol/L.

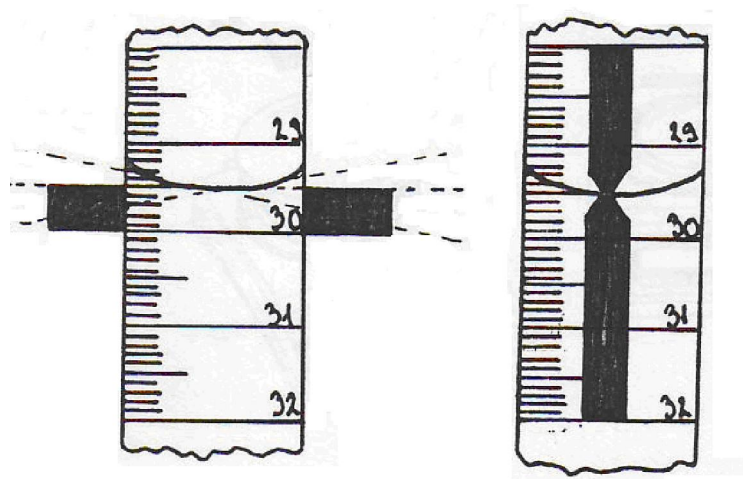
## 2.8. PRIPREMA POLUPRERA EVINA VO NE PULPE I VO NE KAŠE (MARK)

Vo na pulpa i vo na kaša, eš e nazivana mark, jesu poluprera evine. Pripremaju se iz svježeg vo a tako da mu se dodaju kemijski konzervansi. U pulpi se vo e nalazi u obliku itavih plodova (dijelovi rezani u kriške). Tako se ve po izgledu pulpe može vidjeti od kojeg je vo a pulpa pripravljena. U vo noj kaši ili marku vo e je potpuno usitnjeno, pa se ne vide dijelovi ploda.

Obje poluprera evine se naj eš e konzerviraju sulfitnom ili mravljom kiselinom, ovisno o namjeni.

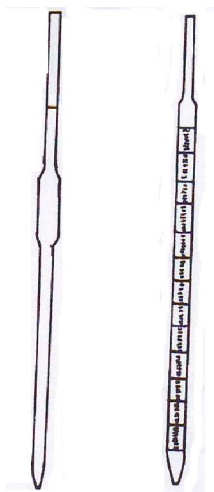
Sirovine i pribor:

- svježa jabuka,
- $H_2SO_3$  sa 6%-tnim  $SO_2$ ,
- tehni ka vaga,
- kuhinjski nož,
- menzura od 100 mL,
- pipete od 1-10 mL,
- staklene boce od 0,5 L s ubrušenim epom (slika 26),
- indikator za pH-vrijednost pulpe.

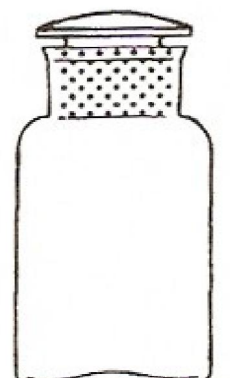


Slika 24. Očitavanje meniska na menzuri

Stakleno posu e koje se koristi u vježbi:



Slika 25. Pipete (trbušasta i graduirana)



Slika 26. Staklena boca s ubrušenim epom



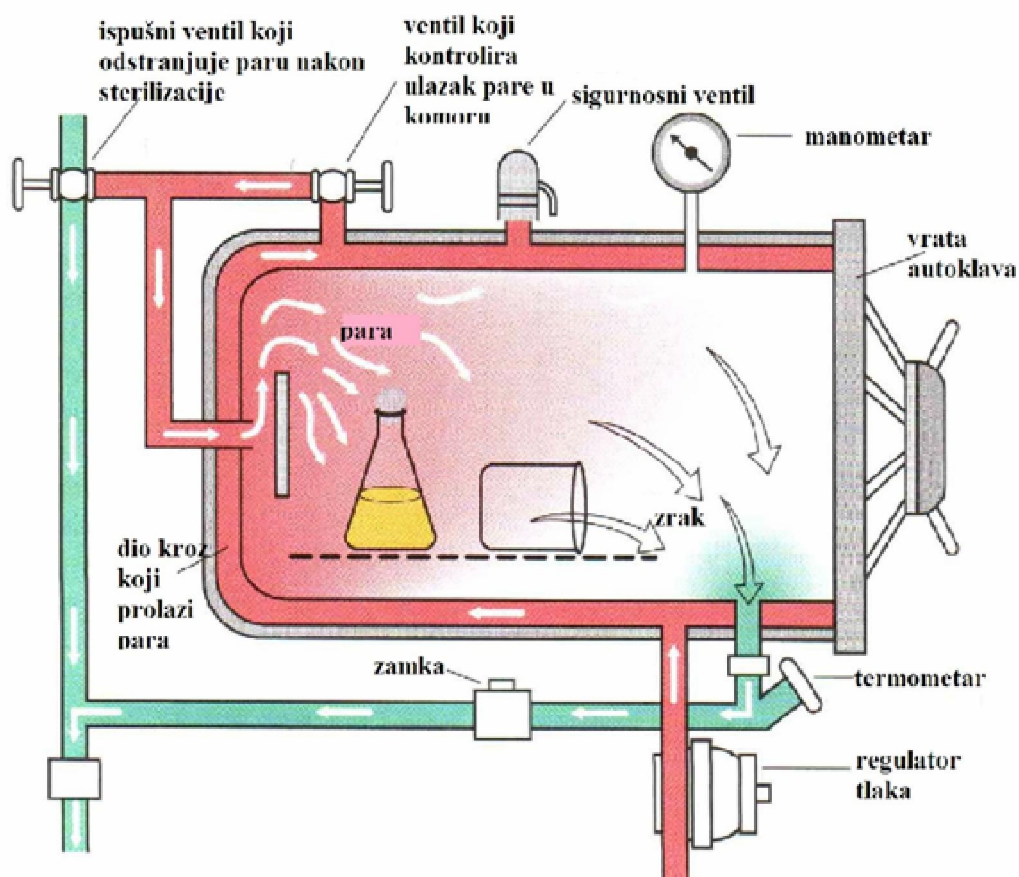
Slika 27. Univerzalni indikatorski papir

### **Vo na pulpa**

Odvagnuto vo e se opere, oguli i odstrane ošte ena mjesta. Plodovi se raspolove i odstrani koštica ili sjemena loža. U vagnutu staklenu bocu volumena 500 ili 1000 mL stavi se o iš eno vo e i sve zajedno vagne kako bi se izra unalo iskorištenje (randman). Na o iš eno vo e doda se konzervans pomiješan s vodom. Ra una se da na 100 kg vo a treba upotrijebiti 180 g SO<sub>2</sub> (odnosno 3 litre 6%-tne H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). 6 %-tnu H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> treba prije upotrebe razrijediti s vodom. Kod toga se uzima da ukupna koli ina dodane otopine ne smije biti ve a od 15%, ra unaju i na vo e. Upotrijebi se razrje enje tako da dodatak vode i konzervansa bude 15% u odnosu na o iš eno vo e. Poslije dodavanja konzervansa promiješa se sadržaj staklenke i pH-vrijednost pulpe odredi indikator-papirom. pH-vrijednost pulpe treba biti manja od 3,5 jer konzervans djeluje samo kada je pH pulpe manji od 3,5.

## Vo na kaša

Koli ina vo a odvagane se s to noš u  $\pm 5$  g, opere se, odstrane neupotrebljivi i ošte eni plodovi (ne gultiti kožicu vo a), stavi se u metalni lonac koji se stavi u autoklav. Vo e se toplinski obra uje u autoklavu kod  $118^{\circ}\text{C}$  pri tlaku 1 bar, 15 minuta (slika 28). Nakon toplinske obrade autoklav se isklju uje i to tako da se snizi temperatura i postepeno tlak koji poprimi vrijednost okoline u kojoj se nalazi autoklav. Kada se tlak u autoklavu ujedna i s tlakom okoline otvaraju se vrata, a uzorak se vadi i pasira. Dobivena kaša se hladi i stavi u staklenku, poznate mase, a zatim se staklenka s kašom vagne. Izra una se iskorištenje, odnosno randman. Sadržaj dodane otopine (konzervans + voda) ne smije prelaziti 8%, ra unaju i na ukupnu koli inu kaše. Cjelokupna masa se dobro izmiješa i pH-vrijednost se odredi indikator-papirom.



Slika 28. Princip rada autoklava

## 2.9. ODREĐIVANJE GUSTOĆE OTOPINE RAZLIČITIM METODAMA

### 2.9.1. PIKNOMETROM

Otopinom uzorka napuni se piknometar od 50 mL do vrha i stavi u vodenu kupelj na temperaturu od 15 °C. Nakon 20 minuta odstrani se kapaljkom višak tekućine iznad oznake i unutarnja stijenka piknometra iznad oznake posuši filter-papirom, a zatim se piknometar izvadi iz kupelji i izvana osuši. Nakon 10-minutnog stajanja na sobnoj temperaturi piknometar se izvaže na analitičkoj vagi.

Gustoća se dobije dijeljenjem mase analizirane otopine s masom vode, pri 15°C. Dobivena vrijednost usporedi se s podacima u tablicama za određivanje postotka šećera.

### 2.9.2. SAHAROMETROM

Otopina uzorka se ugrije na temperaturu baždarenja saharometra, ulije u cilindar za mjerenje i saharometar se oprezno uroni u tekućinu. U visini gdje razina ispitivane tekućine siječe vrat saharimetra određuje se količina šećera. Potrebno je pripaziti da saharometar ne dodiruje stijenke cilindra i da gornji dio saharometra nije mokar jer može utjecati na to određivanje stvarne vrijednosti gustoće ispitivane otopine.

## 2.10. ODRE IVANJE JA INE OCTA

Ja ina octa odre ena je brojem grama octene kiseline u 100 mL octa. Odre uje se titracijom s lužinom poznate koncentracije (obi no s otopinom NaOH  $c= 1 \text{ mol/L}$ ) uz indikator fenolftalein.

### **Postupak odre ivanja:**

Otpipetira se 10 mL octa u Erlenmayer tikvicu od 100 mL, doda 1-3 kapi fenolftaleina i titrira s otopinom NaOH  $c= 1 \text{ mol/L}$ . Ja ina octa se izra unava po formuli:

$$J = \frac{V (\text{Na OH}) \cdot F (\text{NaOH}) \cdot 100 \cdot 0,06}{10} = \text{g octene kiseline u 100 mL octa}$$

Gdje je:

- V - volumen otopine NaOH  $c=1 \text{ mol/L}$
- F - faktor otopine NaOH  $c=0,1 \text{ mol/L}$

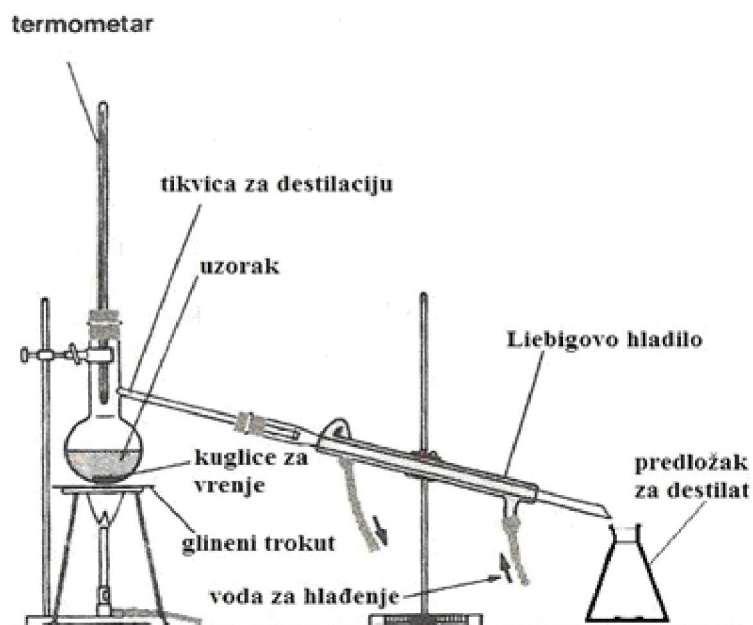
Faktor 0,06 izra unat je iz molekularne mase octene kiseline  $60 \text{ g/mol}$ . To zna i da 1 mL otopine octene kiseline  $c= 1 \text{ mol/L}$  ima 0,06 grama, odnosno da 1 mL otopine NaOH  $c= 1 \text{ mol/L}$  neutralizira 0,06 grama octene kiseline.

### 2.10.1. ODRE IVANJE VOLUMNOG UDJELA ALKOHOLA DESTILACIJOM

Udio alkohola u prevrelim alkoholnim otopinama odre uje se destilacijom na sljede i na in:

Pipetom od 100 mL otpipetira se prevrela alkoholna tekuna (vino i dr. otopine) i prelije u staklenu tikvicu s dugim grlom i okruglim dnom volumena 500 mL. U tikvicu se ubaci komadi crvenog lakmus-papira kao indikator i sadržaj tikvice se neutralizira s 30%-tnom NaOH do pojave neutralne reakcije. Nakon toga tikvica se spoji na aparaturu za destilaciju (slika 29) i sadržaj se destilira. Destilat se hvata u Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, a volumen destilata koji je potrebno uhvatiti je oko 75-80 mL. Sadržaj destilata prenese se u odmjernu tikvicu od 100 mL koja se zatim nadopuni do oznake destiliranom vodom. Sadržaj tikvice se dobro promuka i piknometrom se odredi gusto a destilata na 20°C po ve opisanom postupku u vježbi 2.9. Odre ivanje gusto e otopine piknometrom.

Iz utvr ene gusto e destilata u "alkoholometrijskim" tablicama o ita se volumni postotak alkohola (vol. %).



Slika 29. Aparatura za destilaciju

### 3. POPIS LITERATURE

Dabi , P. (2010) Sigurnost pri radu-laboratorijske vježbe (interna skripta), Sveu ilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split

Fišer F. (1962) Poljoprivredna tehnologija II dio (Prerada vo a i povr a), Sveu ilište u Zagrebu, Poljoiprivredni faklutet, Zagreb

Greenfield H., Southgate D.A.T. (1992) Food Composition Data (production, managment and use), Elsevier Applied Science, London-New York

Hui, Y.H. (2006) Handbook of Fruits and Fruit Processing, Blackwell Publishing, Iowa USA

Kalini V. (2006) Kemija mediteranskog vo a i tehnologija prerade, Skripta I. dio, Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu, Split

Official Methods of Analysis of AOAC International, AOAC International, Washington, USA (2002) Sesc. 942.15

Official Methods of Analysis of AOAC International, AOAC International, Washington, USA (2002) Sesc. 967.21

Vaji , B. (1960) Živežne namirnice, Odre ivanje osnovnih sastojaka (Skripta), Zagreb

Vaji , B. (1964) Živežne namirnice, Odre ivanje osnovnih sastojaka, Zagreb

[www.pbf.hr/hr/content/.../2716/.../AFPS\\_VOCARSTVO\\_Jemric.pdf](http://www.pbf.hr/hr/content/.../2716/.../AFPS_VOCARSTVO_Jemric.pdf)

[www.pbf.hr/hr/content/download/6550/.../SirovineN+PI+2008.ppt](http://www.pbf.hr/hr/content/download/6550/.../SirovineN+PI+2008.ppt)