

DIGITĀLAIS
MĀCĪBU
LĪDZEKLIS

ANASTASIJA JĒGERMANE
JEĻENA PISARJONOKA
SANDRA ZIEMELE

LABORATORIJAS
DARBI
MIKROBIOLOĢIJĀ,
BIOĶĪMISKAJĀ
ANALĪZĒ,
NEORGANISKAJĀ
UN ORGANISKAJĀ
SINTĒZĒ



Valsts izglītības
satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

ANASTASIJA JĒGERMANE

JEĻENA PISARJONOKA

SANDRA ZIEMELE

LABORATORIJAS DARBI MIKROBIOLOĢIJĀ, BIOĶĪMISKAJĀ ANALĪZĒ, NEORGANISKAJĀ UN ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

Digitālais mācību līdzeklis izstrādāts ar Eiropas Savienības finansiālu atbalstu projektā "Nozaru kvalifikācijas sistēmas pilnveide profesionālās izglītības attīstībai un kvalitātes nodrošināšanai" (vienošanās Nr. 8.5.2.0/16/I/001)

2020



Valsts izglītības
satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

Digitālais mācību līdzeklis (turpmāk DML) **“Laboratorijas darbi mikrobioloģijā, bioķīmiskajā analīzē, neorganiskajā un organiskajā sintēzē”** izstrādāts atbilstoši ESF projekta “Nozaru kvalifikācijas sistēmas pilnveide profesionālās izglītības attīstībai un kvalitātes nodrošināšanai” (vienošanās Nr. 8.5.2.0/16/I/001) 5. darbībai “Mācību līdzekļu (tai skaitā digitālo mācību līdzekļu) un metodisko materiālu, kā arī novērtēšanas materiālu un darba vidē balstītas profesionālās izglītības ieviešanai nepieciešamo mācību līdzekļu izstrāde, iegāde un publiskošana, un atbilstības Latvijas kvalifikācijas ietvarstruktūrai izvērtēšana”.

DML veidots sadarbībā ar sociālajiem partneriem: Latvijas Darba devēju konfederāciju, Latvijas Brīvo arodbiedrību savienību un Izglītības kvalitātes valsts dienestu.

Mācību līdzeklī integrēti vienlīdzīgu iespēju jautājumi neatkarīgi no dzimuma, vecuma, invaliditātes, etniskās piederības un citiem iespējamiem diskriminācijas veidiem, kur tas nav pretrunā ar nozares normatīvo regulējumu par iegūstamajām profesionālajām kvalifikācijām.

DML ir mācību materiālu komplekts, kurā ietilpst:

- PDF mācību materiāls;
- e-kursa mācību materiāls.

DML ir pieejams Izglītības un zinātnes ministrijas nodrošinātā *Moodle* tiešsaistes mācību vietnē www.izm.gov.lv.

Autores: Anastasija Jēgermane, Jeļena Pissarjonoka, Sandra Ziemele

Nozares eksperti: Aija Jerina, Sigita Birzniece

Literārā redaktore: Kristīne Mežapuķe

Mācību satura digitalizētājs: SIA “Baltijas Datoru akadēmija”

VISC koordinatores: Sarmīte Valaine, Irēna Kuliša, Brigita Pauniņa

Autortiesību atruna: © DML autortiesību īpašnieks ir Valsts izglītības satura centrs. Visas autortiesības uz šo līdzekli tiek aizsargātas atbilstoši autortiesību aizsardzību regulējošām starptautiskām tiesību normām un Latvijas Republikas Autortiesību likumam. DML saturu vai tā daļu drīkst kopēt un lejupielādēt tikai personiskām vai mācību vajadzībām. DML vai tā fragmenta pārpublicēšanas gadījumā atsauce uz autortiesību īpašnieku un ESF projektu “Nozaru kvalifikācijas sistēmas pilnveide profesionālās izglītības attīstībai un kvalitātes nodrošināšanai” ir obligāta. Autortiesības ir attiecināmas uz DML jebkurā atveidojuma formā.

© Valsts izglītības satura centrs, 2020

ISBN 978-9934-597-51-0



Valsts izglītības
satura centrs

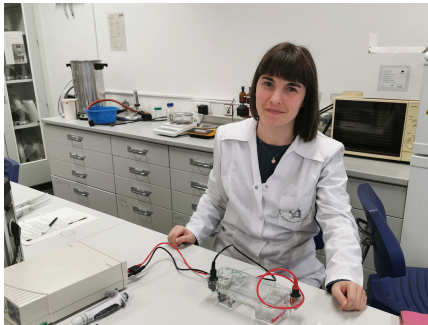
NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

ZIŅAS PAR AUTORĒM



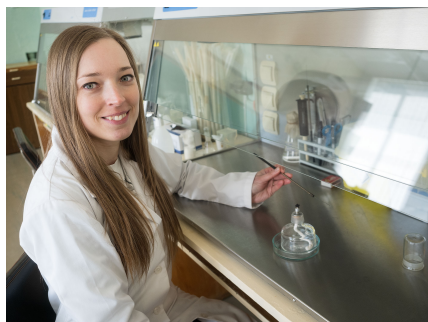
ANASTASIJA JĒGERMANE

Mg. chem., Olaines Mehānikas un tehnoloģijas koledžas lektore (profesionālo mācību priekšmetu pedagoģe). Strādā profesionālās izglītības jomā kopš 2010. gada. Pieredze modulāro profesionālās izglītības programmu un kvalifikācijas eksāmenu izstrādē.



JEĻENA PISARJONOKA

Profesionālo mācību priekšmetu pedagoģe, lektore. Strādā profesionālās izglītības iestādē kopš 1998. gada. Praktiskās un profesionālās iemaņas ieguvusi vairākos uzņēmumos, kas saistīti ar ķīmijas un pārtikas nozarēm. Darba pieredze saistīta ar izglītojamo praktisko mācību vadīšanu biotehnoloģijas, pārtikas un ķīmijas jomā. Pieredze modulāro profesionālās izglītības programmu un kvalifikācijas eksāmenu izstrādē.



SANDRA ZIEMELE

Mg. biol., pedagoģe. Mikrobioloģijas jomā strādā kopš 2009. gada. Darba pieredze galvenokārt saistīta ar pētniecību, dalību dažādos zinātniskajos projektos klasiskās un molekulārās mikrobioloģijas jomā un no 2013. gada – ar pedagoģisko darbu izglītības iestādēs.

ANOTĀCIJA

DML "Laboratorijas darbi mikrobioloģijā, bioķīmiskajā analīzē, neorganiskajā un organiskajā sintēzē" paredzēts ķīmiskās rūpniecības nozares un tās saskarnozaru – ķīmijas, farmācijas, biotehnoloģijas, vides – kvalifikāciju struktūrā ietilpstošo Latvijas kvalifikāciju ietvarstruktūras 3.līmeņa profesionālajām kvalifikācijām: "Biotehnoloģisko procesu tehniķis", "Analītiskās ķīmijas tehniķis", "Vides tehniķis", kā arī ir izmantojams 4.līmeņa profesionālajai kvalifikācijai "Biotehnologs".

DML veidots, balstoties uz ķīmiskās rūpniecības nozares un tās saskarnozaru – ķīmijas, farmācijas, biotehnoloģijas, vides – mācību moduļu programmu saturu, saskaņā ar profesionālās kvalifikācijas prasībām un visām izglītojamo mērķa grupām pieejamu izglītības satura apguves mehānismu mūžizglītības kontekstā.

DML sniedz iespēju apgūt zināšanas un profesionālās iemaņas mikrobioloģijā, biotehnoloģijā un ķīmijā.

Darbā ir iekļautas šādas galvenās tēmas: laboratorijas darbi mikrobioloģijā, laboratorijas darbi bioķīmiskajā analīzē (testēšanā) un laboratorijas darbi neorganisko un organisko vielu sintēzē.

SATURS

IEVADS	13
1. LABORATORIJAS DARBI MIKROBIOLOĢIJĀ	15
DARBS AR GAISMAS MIKROSKOPU	15
Teorētiskais pamatojums	15
Laboratorijas darba apraksts	17
Vērtēšanas kritēriji	18
MIKROORGANISMU DAUDZVEIDĪBA	19
Teorētiskais pamatojums	19
Laboratorijas darba apraksts	21
Laboratorijas darba protokols	24
Vērtēšanas kritēriji	26
BAKTĒRIJU KRĀSOŠANA PĒC GRAMA METODES	27
Teorētiskais pamatojums	27
Laboratorijas darba apraksts	28
Laboratorijas darba protokols	30
Vērtēšanas kritēriji	31
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	31
BAKTĒRIJU ENDOSPORU KRĀSOŠANA	32
Teorētiskais pamatojums	32
Laboratorijas darba apraksts	33
Laboratorijas darba protokols	35
Vērtēšanas kritēriji	36
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	36
PELĒJUMSĒŅU IDENTIFICĒŠANA	37
Teorētiskais pamatojums	37
Laboratorijas darba apraksts	39
Laboratorijas darba protokols	41
Vērtēšanas kritēriji	42
ASEPTIKAS METODES	43
Teorētiskais pamatojums	43

Laboratorijas darba apraksts	47
Vērtēšanas kritēriji	49
MIKROBIOLOĢISKO BAROTŅU VEIDI UN PAGATAVOŠANA	50
Teorētiskais pamatojums	50
Laboratorijas darba apraksts	52
Laboratorijas darba protokols	56
Vērtēšanas kritēriji	56
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	57
MIKROORGANISMU SASTOPAMĪBA UN APKAROŠANAS METODES	58
Teorētiskais pamatojums	58
Laboratorijas darba apraksts	58
Laboratorijas darba protokols	62
Vērtēšanas kritēriji	64
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	64
GAISA MIKROFLORA	65
Teorētiskais pamatojums	65
Laboratorijas darba apraksts	65
Laboratorijas darba protokols	67
Vērtēšanas kritēriji	67
ŪDENS MIKROBIOLOĢISKĀ ANALĪZE	68
Teorētiskais pamatojums	68
Laboratorijas darba apraksts	70
Laboratorijas darba protokols	72
Vērtēšanas kritēriji	73
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	73
ANTIBIOTIKU REZISTENCES NOTEIKŠANA	74
Teorētiskais pamatojums	74
Laboratorijas darba apraksts	74
Laboratorijas darba protokols	77
Vērtēšanas kritēriji	78
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	78
MIKROORGANISMU IZOLĒŠANA, SKAITA NOTEIKŠANA UN TĪRKULTŪRAS IEGŪŠANA	79
Teorētiskais pamatojums	79

Laboratorijas darba apraksts	81
Laboratorijas darba protokols	87
Vērtēšanas kritēriji	89
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	90
PIENSKĀBES PRODUKTU MIKROFLORA	92
Teorētiskais pamatojums	92
Laboratorijas darba apraksts	93
Laboratorijas darba protokols	97
Vērtēšanas kritēriji	99
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	99
2. LABORATORIJAS DARBI BIOĶĪMISKAJĀ ANALĪZĒ (TESTĒŠANĀ)	100
SAUSNAS UN MITRUMA SATURA NOTEIKŠANA	100
Teorētiskais pamatojums	100
Laboratorijas darba apraksts	109
Laboratorijas darba protokols. Ūdens masas daļas noteikšana tējas paraugos	118
Laboratorijas darba protokols. Sausnas un mitruma satura noteikšana sierā un presētā raugā	123
Laboratorijas darba protokols. Mitruma satura noteikšana biezpienā	127
Laboratorijas darba protokols. Sausnas un mitruma noteikšana brīvi izvēlētā testējamā paraugā	130
Laboratorijas darba protokols. Kopējā un higroskopiskā mitruma noteikšana augsnē	133
Laboratorijas darba protokols. Refraktometriska sausnas satura noteikšana	136
Laboratorijas darba protokols. Refraktometriska ekstraktvielu satura noteikšana	139
Laboratorijas darba protokols. Hidrometriska ekstraktvielu satura noteikšana	142
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	144
DZERAMĀ ŪDENS UN NOTEKŪDEŅU KVALITĀTES NOTEIKŠANA	145
Teorētiskais pamatojums	145
Laboratorijas darba apraksts	154
Laboratorijas darba protokols. Nepilnā ūdens paraugu testēšana	163
Laboratorijas darba protokols. Turbidimetriska sulfātjonu noteikšana	167
Laboratorijas darba protokols. Ķīmiskā skābekļa patēriņa (oksidējamības jeb permanganāta indeksa) noteikšana	170

Laboratorijas darba protokols. Fotometriska dzelzs(III) jonu noteikšana ar tiocianātu	173
Laboratorijas darba protokols. Summārā kalcija un magnija satura noteikšana	176
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	179
AKTĪVO DŪŅU KVALITĀTES NOTEIKŠANA	180
Teorētiskais pamatojums	180
Laboratorijas darba apraksts	185
Laboratorijas darba protokols. Aktīvo dūņu kvalitātes noteikšana	188
ENZĪMU AKTIVITĀTES NOTEIKŠANA	192
Teorētiskais pamatojums	192
Laboratorijas darba apraksts	197
Laboratorijas darba protokols. Lipāzes aktivitātes noteikšana	202
Laboratorijas darba protokols. Fotometriska amilāzes aktivitātes noteikšana	204
Laboratorijas darba protokols. Enzīmu aktivitātes noteikšana pēc paraugu atlases metodes	207
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	210
BIOĻĢISKI AKTĪVO VIELU NOTEIKŠANA – VITAMĪNI	211
Teorētiskais pamatojums	211
Laboratorijas darba apraksts	222
Laboratorijas darba protokols. Titrimetriska C vitamīna satura noteikšana	225
Laboratorijas darba protokols. Titrimetriska P vitamīna (rutīna) satura noteikšana	227
Jautājumi un uzdevumi paškontrolēi	229
BIOĶĪMISKO UN FIZIKĀLI ĶĪMISKO PROCESU ANALĪZE RŪGŠANAS PRODUKTU RAŽOŠANĀ	230
Teorētiskais pamatojums	230
Laboratorijas darba apraksts	234
Laboratorijas darba protokols. Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā	248
Laboratorijas darba protokols. Fermentatīvo procesu norise un to analīze augļu sulu rūgšanas laikā	252
Laboratorijas darba protokols. Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi	256
Laboratorijas darba protokols. Rūgšanas procesa galaproduktu analīze alkoholisko dzērienu produkcijā	263
Laboratorijas darba protokols. Rūgšanas veidi un to analīze	266
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	269

3. LABORATORIJAS DARBI NEORGANISKAJĀ UN ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ ĶĪMIJAS TEHNOLOĢIJĀ UN BIOTEHNOLOĢIJĀ	270
NEORGANISKĀ UN ORGANISKĀ SINTĒZE	271
Īss neorganiskās sintēzes raksturojums	271
Īss organiskās sintēzes raksturojums	271
Laboratorijas trauki, palīgīdzekļi un iekārtas	272
Metožu vispārīgs raksturojums	274
Vielas raksturlielumi organiskajā un neorganiskajā sintēzē	284
Organisko vielu pētīšanas metodes	286
Dažādu sintezējamo vielu masspektri	288
Organisko savienojumu pētīšanas metodes, izmantojot iekārtas	291
Reakcijas produkta praktiskā iznākuma aprēķināšana procentos no teorētiski iespējamā iznākuma	303
Ķīmiskās reakcijas	303
Ķīmisko reakciju iedalījums pēc izejvielu un reakcijas produktu skaita un sastāva	304
Šķīdība un šķīdumi	308
Kompleksie savienojumi	310
Dispersās sistēmas	312
LABORATORIJAS DARBI NEORGANISKAJĀ SINTĒZĒ	313
Nātrija hidroģēnkarbonāta sintēze	313
Bārija nitrāta sintēze	315
Bārija karbonāta sintēze	317
Teorētiskais pamatojums	317
Darba mērķis	317
Darba uzdevumi	317
Sasniedzamie rezultāti	317
Litija sulfāta monohidrāta sintēze	319
Kālija hlorhromāta sintēze	320
Kālija svina trijodīda sintēze	323
Nātrija tetrahidroksokuprāta(II) sintēze	325
Magnija peroksīda sintēze	327
Nātrija amonija hidroģēnfosfāta tetrahidrāta sintēze	329

Nātrija tiosulfāta pentahidrāta sintēze	330
Bārija bromāta sintēze	332
Vara(II) karbonāta bāzes sintēze	334
Bārija hromāta sintēze	336
Kobalta hidroksīda sintēze	338
Nātrija tetrahidroksocinkāta sintēze	340
Kālija heksaciānohromāta(III) sintēze	342
Nātrija dihromāta sintēze	344
Svina(II) sulfīda sintēze	346
Cinka sulfāta sintēze	348
Vara hidroksīda sintēze	350
Laboratorijas darba protokols	352
Laboratorijas darbu vērtēšanas kritēriji	353
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	354
UZDEVUMU RISINĀŠANAS PIEMĒRI NEORGANISKAJĀ SINTĒZĒ	355
Vienkāršākie aprēķini pēc ķīmisko reakciju vienādojumiem	355
Reakcijas produkta masas aprēķināšana, ja viena no izejvielām dota pārākumā	355
Izšķīdinātas vielas molārā koncentrācija	357
Ūdeņraža eksponents	358
Krusta likums	359
Vizuālā darba gaita	361
LABORATORIJAS DARBI ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ	364
<i>p</i> -Toluolsulfonskābes sintēze	364
Benzoskābes kristalizēšana	367
3,5-Dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīna (Hanča estera) kristalizēšana	370
<i>Trans</i> -3-fenil-2-propēnskābes kristalizēšana	373
Acetilsalicilskābes sintēze	376
<i>Tri</i> -(2-hidroksietil)amonija acetāta sintēze	379
<i>Tri</i> -(2-hidroksietil)amonija formiāta sintēze	382
Etiķskābes izoamilestera (banānu esences) sintēze	385
Nātrija <i>p</i> -toluolsulfonāta sintēze	389
3-Fenilpropēnskābes sintēze	392
Kumarīn-3-karbonskābes sintēze	395

N-Fenilacetamīda sintēze	398
Acetona sintēze	401
Skābā hromdzeltenā sintēze	404
Metiloranžā sintēze	408
Metilsarkanā sintēze	412
Diazoaminobenzola sintēze	415
Skudrskābes etilestera sintēze	418
Kofeīna izdalīšana no tējas	421
Jodoforma sintēze	424
Paracetamola sintēze	427
Jautājumi un uzdevumi pašpārbaudei	430
Laboratorijas darbu vērtēšanas kritēriji	431
UZDEVUMU RISINĀŠANAS PIEMĒRI ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ	432
Reakcijas produkta praktiskā iznākuma aprēķināšana procentos no teorētiski iespējamā iznākuma	432
Vizuālā darba gaita	433
IZMANTOTIE AVOTI	435
PIELIKUMI	440

IEVADS

Ķīmiskās rūpniecības nozare un tās saskarnozares – ķīmija, farmācija, biotehnoloģija, vide – ir ļoti daudzveidīgas, tās aptver naftas pārstrādes produktu, krāsu, laku, ziepju, smaržu, līmju, stiklšķiedras ražošanu, ūdens ieguvu un attīrīšanu, atkritumu savākšanu, sanitārijas normu ievērošanu, pētījumu un eksperimentālo izstrāžu veikšanu u. c., kas ietekmē gandrīz visus mūsu dzīves aspektus. Šajā nozarē un tās saskarnozarēs radītie produkti ne tikai noder cilvēku ikdienai, bet arī tiek izmantoti kā izejvielas citu rūpniecības produktu ražošanā, turklāt nepārtraukti ir jāapmierina arvien sarežģītāki, prasīgāki un videi draudzīgāki patērētāji, tādēļ inovācijas ir neatņemama ķīmiskās rūpniecības un tās saskarnozaru sastāvdaļa. Patlaban tās piedzīvo visstraujāko attīstību un tām ir būtiska loma valsts labklājības veicināšanā, jo, salīdzinot ar citām ražošanas nozarēm, šeit ir vislielākais kvalificētā darbaspēka īpatsvars un darbinieki ir vieni no vislabāk atalgotajiem valstī. Tāpēc, nenoliedzami, ķīmiskās rūpniecības nozare un tās saskarnozares ir ar augstu pievienoto vērtību un tām nepieciešami izglītoti, kvalificēti un prasmīgi darbinieki, kas atbilst kvalitātes standartiem un likumdošanai. Patlaban Latvijā šajā nozarē strādājošo vecumstruktūra rāda, ka nākamajos gados būs nepieciešami jauni darbinieki. Tādēļ īpaša vērība ir jāpievērš jauno speciālistu sagatavošanai, jo tuvā nākotnē šeit būs darbavietas daudziem jauniešiem.

Ķīmiskās rūpniecības nozarē un tās saskarnozarēs strādājošiem ļoti būtiskas ir praktiskās iemaņas, komplicētas prasmes un kompetences. Tādēļ patlaban notiek profesionālās izglītības satura izmaiņas, lai profesionālās izglītības sistēmā ieviestu uz profesionālajām kompetencēm balstītu izglītības procesu un uz sasniedzamajiem rezultātiem vērstu mācīšanās pieeju. Rezultāta sasniegšanai nepieciešama modulārās pieejas ieviešana. Mācību līdzeklis ir vērtīgs metodiskais materiāls – atbalsts mācību procesa nodrošināšanai modulārajās programmās profesionālajām kvalifikācijām "Biotehnoloģisko procesu tehniks" un "Analītiskās ķīmijas tehniks"; mācību līdzeklī apkopoti praktiskie laboratorijas darbi šo profesiju modulāro izglītības programmu realizēšanai. Praktiskie darbi dod iespēju attīstīt profesiju standartā un kvalifikācijās norādītās kompetences topošajiem nozares speciālistiem, lai ar iegūtajām praktiskajām iemaņām varētu veiksmīgi uzsākt karjeru.

DML "Laboratorijas darbi mikrobioloģijā, bioķīmiskajā analīzē, neorganiskajā un organiskajā sintēzē" mērķis ir sniegt atbalstu izglītojamiem profesionālās izglītības satura apguvē un pedagogiem izglītības programmu īstenošanā ķīmiskās rūpniecības nozarē un tās saskarnozarēs – ķīmijā, farmācijā, biotehnoloģijā, vidē. Mācību līdzekļa saturs ļauj apgūt teorētisko zināšanu bāzi, kas nepieciešama praktisko darbu veikšanai, un pārliecināties par teorijas apguves līmeni, pildot paškontroles uzdevumus. DML galveno daļu veido laboratorijas darbu apraksti un protokoli ar nepieciešamo materiālu un iekārtu sarakstu, darba gaitu un protokolu rezultātu fiksēšanai. Katrā laboratorijas darbā ir norādīts sasniedzamais rezultāts, kas izvirzīts atbilstoši profesijas standartam, tādējādi izglītojamais var pārliecināties, vai apgūst standartā iekļautās praktiskās iemaņas.

DML ir mācību materiālu komplekts, kurā ietilpst:

- PDF mācību materiāls, kurā ir iekļauts mācību teksts, un laboratorijas darbu protokoli, ko iespējams lejupielādēt un skatīt datorā vai izdrukāt;
- e-kursa mācību materiāls, kas papildina PDF materiālu. E-kursa mācību materiālā iekļauti konspektīvi materiāla kopsavilkumi, palielināmi attēli, interaktīvi uzdevumi, testi, aizpildāmi un izdrukājami laboratorijas darbu protokoli.

E-kursa mācību materiālam ir divi izmantojuma veidi. Pirmais no tiem paredzēts teorētisko zināšanu atkārtošanai un pārbaudei pirms laboratorijas darba. Tas ir veicams pašmācības ceļā, lai nodrošinātu nepieciešamo teorētisko bāzi, kas ļauj izprast laboratorijas darbā notiekošos procesus un likumsakarības. Lai pārliecinātos par laboratorijas darbā nepieciešamās teorijas izpratni, e-kursā tiek piedāvāti dažādi interaktīvi uzdevumi un jautājumi. Pedagoģis šo e-kursa daļu var izmantot, lai aktualizētu svarīgākos konceptus un ļautu izglītojamiem sagatavoties praktiskajām nodarbībām. Otrais izmantojuma veids ir laboratorijas darbu protokoli praktisko nodarbību laikā. Izglītojamie vairs neizmanto drukātos laboratorijas darbus papīra formātā, bet ar mūsdienu informācijas tehnoloģiju – datoru vai planšetdatoru – starpniecību darbojas elektroniskā vidē, tādā veidā attīstot savas IT prasmes, kā arī taupot vides resursus. E-kursā ir ietverts katrā darbā nepieciešamais iekārtu, materiālu un reaģentu saraksts, kurā ir iestrādātas hipersaites, tātad ir iespēja jebkurā mirklī pārliecināties, kā izskatās darbam nepieciešamā iekārta vai materiāls, tādā veidā atvieglojot pasniedzēja darbu lielās grupās, kā arī attīstot izglītojamo pašmācības prasmes. Pēc nepieciešamā iepazīšanas seko laboratorijas darba gaita un protokols, ko izglītojamais var saglabāt un visu rakstisko darbu veikt elektroniski un darba beigās iesūtīt pedagogam. Šādā veidā aizpildot laboratorijas darba protokolu, tiek atdarināta testēšana laboratorijās un rūpniecībā, kur notiek pāreja uz elektronisku rezultātu ievadīšanu un pārskatu sagatavošanu. PDF materiāls ļauj dažādot darba iespējas – ja tehniskā nodrošinājuma dēļ nevar veikt darbu elektroniski, ir iespējams protokolus izdrukāt.

1.

LABORATORIJAS DARBI MIKROBIOLOĢIJĀ

Nodaļas mērķis	Attīstīt izglītojamo prasmes veikt mikrobioloģisko testēšanu, sagatavojot šķīdumus, mikrobioloģiskās barotnes, reaģentus vai citus komponentus mikrobioloģisko testu veikšanai.
Sasniedzamie rezultāti	Spēj: sagatavot visu nepieciešamo mikrobioloģisko testu veikšanai un strādāt ar mikroorganismu kultūrām un veikt to testēšanu. Zina: mikrobioloģijas laboratorijā izmantojamās reaģentus, traukus un iekārtas, drošu un precīzu darbu ar tiem, kā arī to izmantojumu dažādu mikrobioloģisko analīžu veikšanā. Izprot: mikrobioloģisko analīžu iespējamās izmantošanas metodes biotehnoloģiskās ražošanas procesā, materiālu un iekārtu piemērotību analīžu veikšanai un to sagatavošanas ietekmi uz analīžu rezultātiem.

DARBS AR GAISMAS MIKROSKOPU

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Mikroorganismi ir mazi, ar neapbruņotu aci nesaskatāmi organismi, tādēļ to apskatei izmanto mikroskopus. **Gaismas mikroskops** ir iekārta, kas palielina mazu objektu attēlu, izmantojot redzamo gaismu un lēcas.

Mikroskopa uzbūve

Gaismas mikroskops sastāv no mehāniskās un optiskās daļas. Mehānisma galvenie elementi ir: **pamatne, statīvs, priekšmetgaldiņš, tubusa turētājs, tubuss, mikrometriskā un makrometriskā skrūve**. Optisko daļu veido **okulārs** (acij tuvākā mikroskopa lēcu sistēma), **objektīvs** (aplūkojamam paraugam jeb objektam tuvākā lēcu sistēma), **gaismas avots, diafragma, kondensors**.

Uz **priekšmetgaldiņa** noliek paraugu. Priekšmetgaldiņa vidū ir atvērums. Uz galdiņa ir **divas spailēs** priekšmetstikliņa piestiprināšanai. Priekšmetgaldiņš var būt nekustīgs, bet lielākajai daļai mikroskopu tas ir kustīgs un to var grozīt, izmantojot sānskrūves, divos savstarpēji perpendikulāros virzienos.

Vienkāršiem mikroskopiem **tubuss** ir ar nemaināmu garumu, veidots no vienas caurules. Sarežģītākiem ir divas caurules. Tubusa augšdaļā atrodas okulārs. Tubusu var pietuvināt priekšmetgaldiņam, izmantojot **makrometrisko** un **mikrometrisko skrūvi**. Ar makrometrisko un mikrometrisko skrūvi veic parauga fokusēšanu. Mikrometriskā skrūve atrodas tubusa turētāja sānos. Tubusa apakšējā daļā atrodas objektīvs. Vienkāršiem mikroskopiem objektīvus maina, ieskrūvējot tos tubusa apakšdaļā. Sarežģītāku mikroskopu tubusam ir **revolverierīce** ar vairākām **objektīvu ligzdām**.

Svarīgākā mikroskopa daļa ir optiskās daļas **objektīvi**. Tie dod īstu, apgrieztu, palielinātu attēlu. Sausās sistēmas objektīviem, ko parasti lieto līdz 600 reižu lieliem palielinājumiem, starp priekšmetstikliņu un objektīvu paliek gaisa telpa. Aplūkojot paraugu lielā palielinājumā, lieto eļļas vai ūdens imersijas objektīvus, kur starp paraugu un objektīvu liek eļļas vai ūdens pilienu.

Sausajā sistēmā gaismas stari, kas iet cauri priekšmetstikliņam, nokļūst gaisā, kam ir mazāks laušanas koeficients nekā stiklam. Tāpēc gaismas stari lūst, noliecas sānis un daļa gaismas staru nevar iekļūt objektīvā. Jo objektīvs vairāk palielina, jo tā lēcai ir mazāks caurmērs, tādējādi objektīvā ieplūst mazāk gaismas un priekšmets ir vājāk saskatāms. Ja starp objektīvu un priekšmetstikliņu ir eļļas piliens, kam ir līdzīgs gaismas laušanas koeficients kā stiklam, gaismas stari neizkliedējas un nokļūst objektīvā.

Diafragma ir ierīce, ar kuru var sašaurināt redzeslauku. Jo mazāks palielinājums, jo mazāks ir diafragmas atvērums, tādā veidā var uzlabot attēla kontrastainību.

Kondensors sastāv no lēcu sistēmas, kas sakopo un novirza gaismas starus uz preparātu.

Statīvs ir mikroskopa (vertikālais) balsts, kam piestiprinātas pārējās mikroskopa daļas.

Objektīvi un okulāri apzīmēti ar cipariem, kas ļauj noteikt palielinājumu. Mikroskopa kopējo attēla palielinājumu var uzzināt, ja reizina objektīva un okulāra palielinājumus.

Darbs ar mikroskopu

Ieslēdz gaismas avotu. Paraugu uzliek uz priekšmetgaldiņa un piestiprina ar spailēm. Gaismai jāiet cauri paraugam. Vispirms parauga attēlu atrod mazā palielinājumā un fokusē to. Fokusēšanai izmanto makrometrisko skrūvi. Ja nepieciešams lielāks objekta palielinājums, nomaina mikroskopa objektīvu. Objektīva nomainu veic, pagriežot revolverierīci, tad ar mikrometrisko skrūvi atkārtoti fokusē attēlu. Darbā ar mikroskopu ir būtiski atcerēties dažus nosacījumus. Kad jānomaina paraugs, vispirms revolverierīci pagriež, lai tiktu izmantots objektīvs ar vismazāko palielinājumu, tad nolaiž priekšmetgaldiņu viszemākajā pozīcijā un tikai tad noņem paraugu.

**BŪTISKI**

Noņemot vai nomainot paraugu, jāuzstāda objektīvs ar vismazāko palielinājumu, priekšmetgaldiņš jānolaiž viszemākajā pozīcijā, tad jānoņem paraugs. Ja to neievēro, var sabojāt (saskrāpēt) objektīvu.

Objektīvi ar palielinājumu 4 reizes, 10 reižu un 40 reižu ir sausās sistēmas objektīvi. Starp paraugu un objektīvu ir gaiss. Objektīvs ar 100 reižu palielinājumu tiek saukts par imersijas eļļas objektīvu. Starp šo objektīvu un paraugu tiek izmantota imersijas eļļa. Tā iespējams labāk apskatīt daudz mazākus organismus, piemēram, baktērijas.

Pēc imersijas eļļas izmantošanas objektīvs obligāti jānotīra ar tam paredzēto līdzekli, maigi, punktveidīgi uzspiežot un notīrot okulāru. Nekādā gadījumā nedrīkst berzēt!

Pārvietojot mikroskopu, to tur aiz tubusa statīva. Mikroskopu pārnēs, turot perpendikulāri zemei, savukārt, pārvietojot uz galda, mikroskopu nedrīkst vilkt pa galda virsmu.

Ieteicamie avoti

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS**Darba mērķis**

Apgūt mikroskopa uzbūvi un darbu ar mikroskopu.

Darba uzdevumi

1. Iepazīties ar mikroskopa uzbūvi.
2. Sekot pedagoga norādījumiem un izpildīt visus preparāta apskates soļus.
3. Izpildīt ar mikroskopa uzbūvi saistītos uzdevumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- sagatavot un izmantot mikroskopu mikrobioloģiskajai testēšanai, kā arī apkopt to pēc darba veikšanas.

Zina:

- mikrobioloģiskā testa metodi – mikroskopēšanu;
- mikroskopa sastāvdaļas;
- personīgās higiēnas un vides aizsardzības prasības darbam ar mikroskopu.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- gaismas mikroskops.

Darba gaita

1. Izpilda uzdevumus par mikroskopa uzbūvi un darbu ar to.
2. Izpēta laboratorijā pieejamo gaismas mikroskopu:
 - norāda, kāda palielinājuma objektīvi un okulārs ir šim mikroskopam;
 - atbild uz jautājumu, vai mikroskopam ir imersijas eļļas objektīvs;
 - atbild uz jautājumu, kā pareizi lietot un kopt šo objektīvu.

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darbavietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme sagatavot darbam mikroskopu, strādāt ar to un sakopt pēc darba	10	
4.	Uzdevumu izpilde	18	
KOPĀ		38	

Vērtējums ballēs	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Punktu skaits	1	5	6	10	11	16	17	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	36	37	38
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

MIKROORGANISMU DAUDZVEIDĪBA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Visus dzīvos organismus uz Zemes var iedalīt sešās dzīvo organismu valstīs: arhebaktērijas (*Archaeobacteria*), baktērijas (*Bacteria*), protisti (*Protista*), sēnes (*Fungi*), augi (*Plantae*) un dzīvnieki (*Animalia*). Mikroorganismu pasaule ir ļoti plaša, pie tās pieder organismi no arhebaktēriju, baktēriju, protistu un sēņu valstīm, kā arī bezšūnu formas organismi – vīrusi un tiem līdzīgās daļiņas.



BŪTISKI

Pie mikroorganismiem pieder arhebaktērijas, baktērijas, protisti, sēnes un bezšūnu organismi – vīrusi.

Valsts ir vislielākā taksonomiskā vienība, ģints ir mazāka taksonomiska vienība, savukārt suga – vismazākā. Suga ir arī sistematikas pamatvienība, kas apvieno visus īpatņus ar vienādām pazīmēm. Laboratorijā audzētām mikroorganismu kultūrām norāda to piederību sugai vai ģintij.

Visiem dzīvajiem organismiem raksturīgas divu veidu šūnas:

- prokariotu;
- eikariotu.

Prokariota šūnai nav kodola, pēc uzbūves tā ir vienkāršāka. Prokariotu šūnas ir arhebaktērijām un baktērijām.



DEFINĪCIJA

Prokarioti – organismi, kuru šūnās nav kodola. Eikarioti – organismi, kuru šūnās ir kodols.

Eikariotu šūnas pēc uzbūves ir daudz sarežģītākas, to ģenētiskā informācija atrodas kodolā. Mikroorganismi ar eikariotu šūnas uzbūvi ir sēnes, vienšūnas aļģes un protozoji jeb vienšūņi.

Mikroorganismu izmēri ir ļoti dažādi, sākot ar dažiem nanometriem, līdz pat ar aci saskatāmām šūnām. Mikroorganismi var būt vienšūnas organismi (arhebaktērijas, baktērijas, vienšūņi, lielākā daļa aļģu, daļa sēņu) un daudzšūnu organismi (aļģes un sēnes).

Arhebaktērijas: arhebaktēriju (*Archaeobacteria*) valsts

Vienšūnas prokarioti – baktērijas un arhebaktērijas ir visplašāk izplatītie organismi uz mūsu planētas, jo apdzīvo visas ekosistēmas. Laboratorijā ir grūti nodrošināt arhebaktērijām nepieciešamos dzīves apstākļus, tādēļ lielākā daļa no tām ir nekultivējamas.

Baktērijas: eibaktēriju (*Eubacteria*) valsts

Baktērijām raksturīgas daudzas un dažādas šūnas formas. Visplašāk izplatītās ir nūjiņveida un lodveida. Lai baktērijas apskatītu mikroskopā, tās iekrāso, tādējādi attēls kļūst kontrastains. Baktērijas ir daudz mazākas nekā eikarioti, tādēļ to apskatei mikroskopā tiek izmantots 1000 reižu palielinājums. 1000 reižu palielinājumu var iegūt, izmantojot imersijas eļļas objektīvu ar 100 reižu palielinājumu. Eikariotu šūnu struktūra ir sarežģītāka.

Hromisti (aļģes): protistu (*Protista*) valsts

Pie hromistiem pieder fotosintezējoši organismi. Aļģu šūnās ir hlorofils, kas nodrošina fotosintēzi un piešķir aļģēm raksturīgo zaļo krāsu. Aļģēm ir būtiska loma ūdens ekosistēmās un biotehnoloģijā. Aļģes var eksistēt kā vienkāršas organismi, veidot pavedienus vai šūnu kolonijas.

Protozoji jeb vienkārši: protistu (*Protista*) valsts

Protozoji ir vienkāršas eikariotiski organismi, kuri nereti tiek saukti par "dzīvniekiem līdzīgiem". Vienkāršiem ir būtiska loma ekosistēmā – tie attīra ūdeni un ir barība daudziem ūdensdzīvniekiem. Daudz vienkāršu sugu parazitē dzīvniekos un cilvēkā.

Sēnes: sēņu (*Fungi*) valsts

Sēņu šūnas var eksistēt pavedienveida (pelējumu) vai sfēriskā (raugu) formā. Tās vairojas, veidojot sporas. Raugi galvenokārt vairojas pumpurojoties. Apskatot sēnes mikroskopā, nereti ir redzams daudz sēņu sporu.

Vīrusi: bezšūnas formas organismi

Vīrusi ir bezšūnas formas organismi, kas patstāvīgi nespēj veikt metabolisma procesus un vairoties. Šos procesus nodrošina citas dzīvas saimniekšūnas, kuras vīruss inficē. Tātad vīrusi nav dzīvi un nav pieskaitāmi pie kādas no dzīvo organismu valstīm. Vīrusi ir tikai dažus nanometrus mazi, tādēļ nav redzami gaismas mikroskopā. To apskatei ir nepieciešams elektronmikroskops.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Iepazīties ar mikroorganismu daudzveidību, to iedalījumu un spēt izmantot dažādas preparātu sagatavošanas metodes, lai morfoloģiski varētu atšķirt dažādas mikroorganismu grupas.

Darba uzdevumi

1. Pagatavot rauga (*Saccharomyces cerevisiae*) un micēlijsēnes (*Rhizopus* spp.) preparātu, uzzīmēt redzamās sēnes struktūras.
2. Pagatavot aļģes preparātu, uzzīmēt redzamās šūnas struktūras.
3. Pagatavot fiksētu, krāsotu un dzīvu, nekrāsotu baktēriju preparātu. Noteikt šūnu formu.
4. Salīdzināt fiksētu, krāsotu un dzīvu, nekrāsotu baktēriju preparātus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- strādāt ar mikroorganismu kultūrām;
- lietot tīrīšanas līdzekļus mikroskopa apkopē un dezinfekcijas līdzekļus telpu uzkopšanā;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus;
- noņemt un sagatavot paraugus mikroskopēšanai.

Zina:

- paraugu noņemšanas kārtību mikrobioloģiskajiem testiem, darba aizsardzības pasākumus paraugu noņemšanas procesā;
- mikroorganismu kultūru iedalījumu, to īpašības, darba drošības noteikumus.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- imersijas eļļa;
- bakterioloģiskā cilpa;
- vienšūņu, aļģu, rauga paraugi; micēlijsēņu un baktēriju kultūras;
- 6 priekšmetstikliņi;
- 5 segstikliņi;
- spirta lampiņa;
- pincetes;
- karbolfuksīns;
- hronometrs;
- filtrpapīrs;
- Pastēra pipete;
- destilēts ūdens;
- laminārās gaisa plūsmas skapis;
- mikroskops.

Darba gaita

Rauga preparāta pagatavošana

1. Kārtīgi notīra priekšmetstikliņu.
2. Uz priekšmetstikliņa uzpilina vienu pilienu ūdens.
3. Bakterioloģisko cilpu apdedzina liesmā līdz sarkankvēlei, vispirms turot liesmā vertikāli, pēc tam apgriežot horizontāli un lēni virzot cauri liesmai. Paņem rauga kultūru, ko ienes ūdens pilienā. Kārtīgi samaisa. Bakterioloģisko cilpu atkārtoti apdedzina.
4. Uzliek segstikliņu un apskata paraugu, izmantojot objektīvu ar 10 vai 90 reižu palielinājumu.
5. Uzzīmē novērojumus.

Micēlijsēnes preparāta pagatavošana

1. Sēne telpā var atbrīvot lielu daudzumu sporu, tādēļ darbu veic laminārajā boksā vai laminārās gaisa plūsmas skapī.
2. Kārtīgi notīra priekšmetstikliņu.
3. Uz priekšmetstikliņa uzpilina vienu pilienu ūdens.
4. Bakterioloģisko cilpu apdedzina liesmā, atdzesē un paņem nelielu micēlija gabaliņu, ko ienes ūdens pilienā. Nepieciešamības gadījumā var izmantot mikrobioloģisko adatu. Micēliju cenšas ņemt uzmanīgi, lai pēc iespējas mazāk izjauktu tā struktūru. Bakterioloģisko cilpu atkārtoti apdedzina.
5. Uzliek segstikliņu un paraugu apskata, izmantojot objektīvu ar 10 reižu palielinājumu.
6. Uzzīmē novērojumus.

Aļģes preparāta pagatavošana

1. Kārtīgi notīra priekšmetstikliņu.
2. Uz priekšmetstikliņa uzpilina vienu pilienu aļģu suspensijas.
3. Uzliek segstikliņu un apskata paraugu, izmantojot objektīvu ar 10 vai 90 reižu palielinājumu.
4. Uzzīmē novērojumus.

Vienšūņu preparāta pagatavošana

Vienšūņu preparāta pagatavošanu veic tāpat kā aļģes preparāta pagatavošanu.

Dzīvu, nekrāsotu baktēriju preparāta pagatavošana

1. Uz priekšmetstikliņa uzpilina vienu pilienu ūdens.
2. Bakterioloģisko cilpu apdedzina liesmā, atdzesē. Paņem nedaudz baktēriju masas un ienes ūdens pilienā. Ar cilpas palīdzību baktēriju masu izšķīdina ūdens pilienā.
3. Uzliek segstikliņu un apskata, izmantojot mikroskopa objektīvu ar 90 reižu palielinājumu.

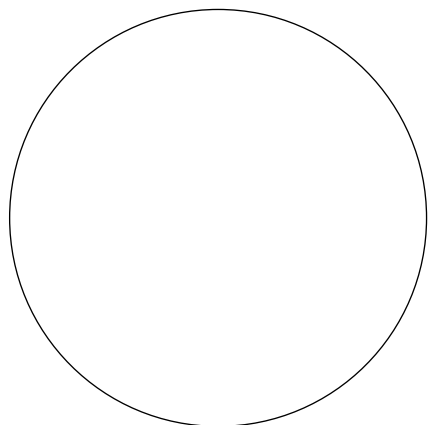
Fiksētu, krāsotu baktēriju preparāta pagatavošana

1. Aizdedzina gāzes vai spirta lampiņas degli. Uz tīra, sausa priekšmetstikliņa uzpilina nelielu pilienu ūdens.
2. Kreisajā rokā paņem mēģeni ar tīrkultūru, labajā rokā bakterioloģisko cilpu.
3. Cilpu apdedzina liesmā līdz sarkankvēlei, vispirms turot liesmā vertikāli, pēc tam apgriežot horizontāli un lēni virzot cauri liesmai.
4. Ar saliektu labās rokas mazo pirkstiņu izņem mēģenes vates aizbāzni. Mēģenes kakliņu apdedzina liesmā.
5. Bakterioloģisko cilpu ievada mēģenē, atdzesē, vairākkārtīgi pieskaroties mēģenes kakliņa stiklam, un pārbauda, pieskaroties agarizētai barotnei mēģenes augšējā daļā.
6. Pēc tam cilpu mēģenē ievada dziļāk un, viegli pieskaroties uzsējuma vidusdaļai, paņem neredzami tīrkultūras. Mēģenes kakliņu apdedzina liesmā, aizbāzni izvelk cauri liesmai un mēģeni aiztaisa. Novieto statīvā.
7. Paņemto kultūru iejauc ūdens pilienā. Samaisa viendabīgā masā. Pie bakterioloģiskās cilpas palikušo mikroorganismu masu rūpīgi sadedzina liesmā.
8. Pagatavo uztriepi: ūdens pilienu ar baktērijām izsmērē pa stikliņa virsmu un ļauj nožūt. Uztriepe nedrīkst būt pārāk bieza!
9. Preparātu fiksē ar liesmu, izvelkot priekšmetstikliņu pāris reizes cauri liesmai ar uztriepi uz augšu. Uzvelk aizsargbrilles un cimds. Uz uztriepes uzliek filtrpapīra gabaliņu un uzpilina karbolfuksīnu tā, lai tas noklāj visu filtrpapīru. Krāso 3–5 minūtes.
10. Pēc 3–5 minūtēm ar pinceti noņem filtrpapīru un noskalo priekšmetstikliņu. Nožāvē.
11. Paraugu apskata, izmantojot imersijas eļļas objektīvu ar 100 reižu palielinājumu.
12. Uzzīmē novērojumus.
13. Beidzot darbu, notīra imersijas eļļas objektīvu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Mikroorganismu daudzveidība

Uzzīmē novērojumus! Zem attēla norādi kopējo palielinājumu, redzamo organisma sugu vai ģinti, piederību dzīvo organismu valstij un novērotās pazīmes!



Palielinājums:

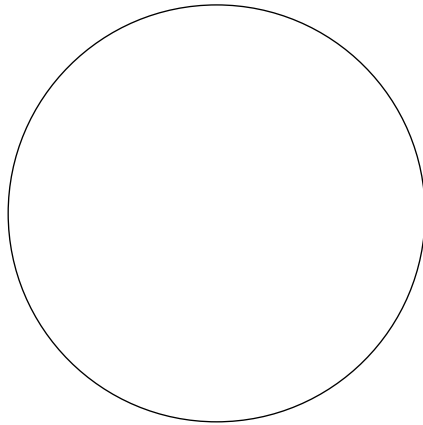
Organisms:

Piederība valstij:

Pazīmes:

.....

.....



Palielinājums:

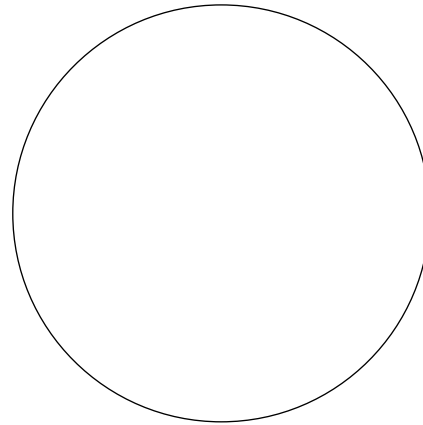
Organisms:

Piederība valstij:

Pazīmes:

.....

.....



Palielinājums:

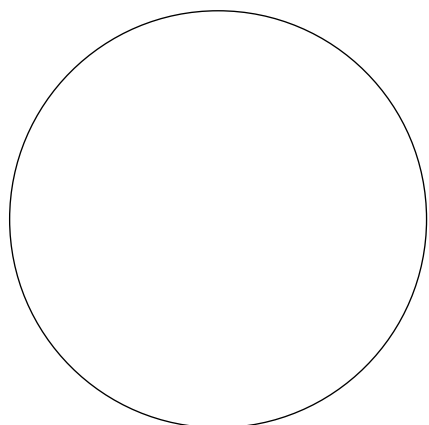
Organisms:

Piederība valstij:

Pazīmes:

.....

.....



Palielinājums:

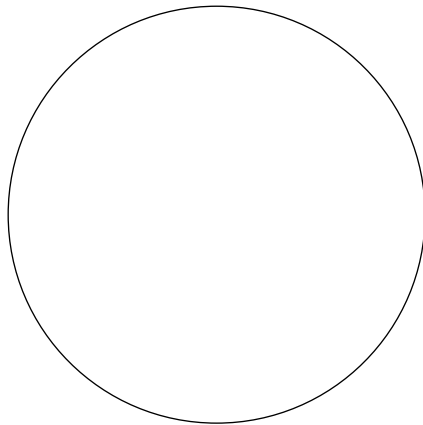
Organisms:

Piederība valstij:

Pazīmes:

.....

.....



Palielinājums:

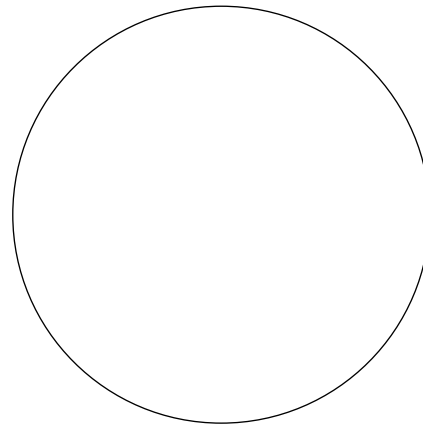
Organisms:

Piederība valstij:

Pazīmes:

.....

.....



Palielinājums:

Organisms:

Piederība valstij:

Pazīmes:

.....

.....

Jautājumi

1. Kādas galvenās atšķirības starp dažādām mikroorganismu grupām tika novērotas?
2. Salīdzini pagatavoto dzīvo, nekārsto un fiksēto, krāsoto baktēriju preparātu! Kādas ir šo abu preparātu priekšrocības? Vai tās sakrīta ar novērojumiem laboratorijas darba laikā?
3. Kurus no apskatītajiem organismiem bija vieglāk ieraudzīt, kāpēc?
4. Kādas atšķirības starp rauga sēnēm un micēlijsēnēm varēja novērot?
5. Kādēļ laboratorijas darba laikā gaismas mikroskops netika izmantots vīrusu apskatei?

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme sagatavot darbam mikroskopu, strādāt ar to un sakopt pēc darba	15	
5.	Prasme sagatavot mikropreparātus atbilstoši laboratorijas darba protokola darba gaitai	25	
6.	Prasme zīmēt precīzus bioloģiskos zīmējumus un veikt pierakstus	10	
7.	Prasme noteikt mikroorganismu grupu atšķirības un to piederību valstij	15	
8.	Uzdevumu izpilde	13	
KOPĀ		93	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	13	14	27	28	41	42	55	56	62	63	70	71	77	78	85	86	89	90	93
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

BAKTĒRIJU KRĀSOŠANA PĒC GRAMA METODES

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

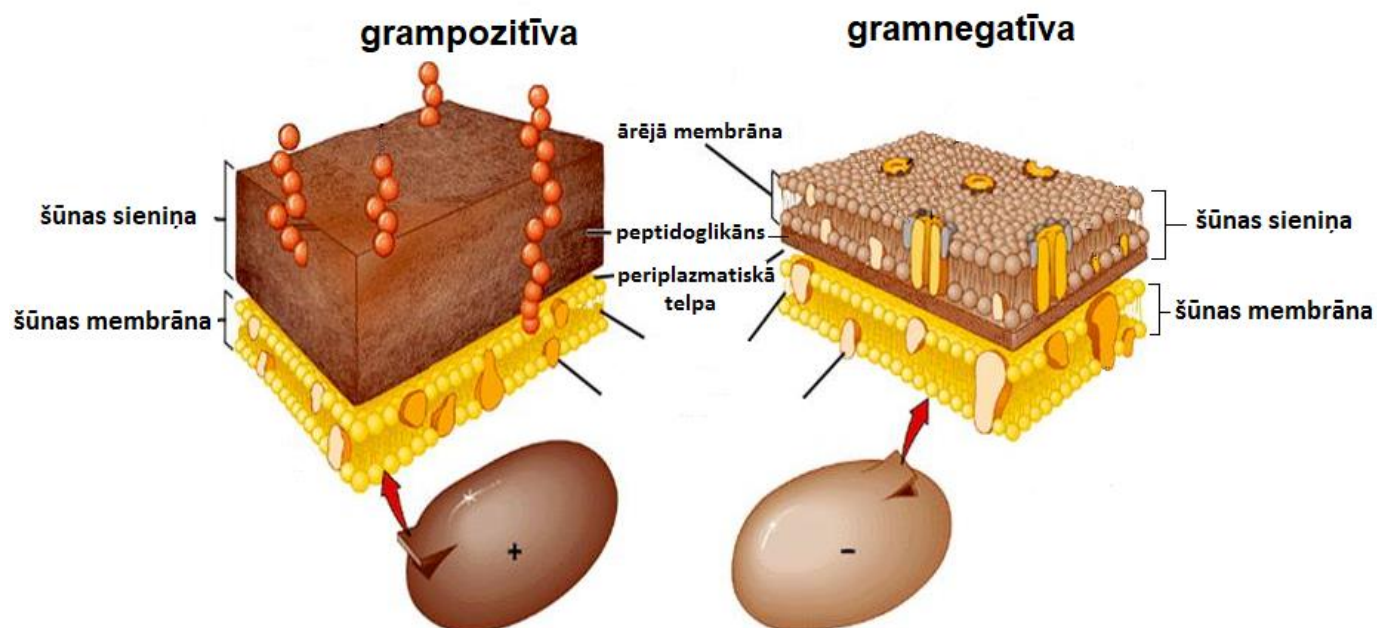


BŪTISKI

Prokariotu šūnām ir šūnas sienīša, kas piedod formu un stingrību.

Lielākajai daļai prokariotu ir šūnas sienīša, kas šūnai piešķir formu un stingrību.

Ir dažas baktēriju ģintis, kurām nav šūnas sienīša. Pie tādām pieder mikoplazmas un termoplazmas. Baktērijām ir raksturīgas divu veidu šūnas sienīša (skatīt 1.1. attēlu).



1.1. attēls. Grampozitīvu un gramnegatīvu baktēriju šūnas sienīšu uzbūve

Avots: <http://resscientiae.wikia.com/wiki/File:Backcellwall.jpg>

Pateicoties baktēriju atšķirīgai šūnas sienīšu uzbūvei, dāņu bakteriologs Hanss Kristians Grams izveidoja diferenciālās krāsošanas metodi, kas ļauj iedalīt baktērijas grampozitīvās (*Gram+*) – tās, kuras iekrāsojas violetas, un gramnegatīvās (*Gram-*) – tās, kuras iekrāsojas rozā.



BŪTISKI

Baktērijām ir divu veidu šūnas sienīša, – krāsojot pēc Grama metodes, viena daļa iekrāsojas violetas (grampozitīvas baktērijas), otra daļa sarkanīgi rozā krāsā (gramnegatīvas baktērijas).

Grams krāsošanas metode kopā ar morfoloģiskajiem novērojumiem tiek plaši lietota, identificējot baktērijas. Šīs metodes pamatā ir kristālvioletā īpašība kopā ar jodu veidot spirta vai spirta un acetona šķīdumā nešķīstošu savienojumu. Dažām baktērijām ir īpaša šūnas sienīša uzbūve, kas ļauj tām daudz efektīvāk saistīt kristālvioletā un joda kompleksu, līdz ar to tās nezaudē krāsu, ja tiek apstrādātas ar etanolu (grampozitīvas baktērijas).

Pārējās baktērijas zaudē krāsu un tiek papildus krāsotas ar safranīnu, iegūstot sarkanu krāsu (gramnegatīvas baktērijas).

Grampozitīvo baktēriju piemēri ir pienskābes baktērijas, streptokoki, stafilokoki, sarcīnas, *Bacillus* ģints baktērijas, savukārt pie gramnegatīvajām baktērijām pieder *Escherichia coli*, *Shigella* ģints, etiķskābes baktērijas, *Pseudomonas aeruginosa*, spirohetas.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Apgūt mikroorganismu identificēšanu pēc Grama metodes.

Darba uzdevumi

1. Veikt baktēriju diferenciālo krāsošanu, uzzīmēt iegūtās baktērijas.
2. Noteikt testējamo baktēriju kultūru iedalījumu pēc Grama metodes.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- strādāt ar mikroorganismu kultūru;
- lietot tīrīšanas līdzekļus mikroskopa apkopē un dezinfekcijas līdzekļus telpu uzkopšanā;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus;
- noņemt un sagatavot paraugus mikroorganismu krāsošanai pēc Grama metodes.

Zina:

- baktēriju kultūru iedalījumu pēc Grama metodes, to īpašības;
- darba un vides aizsardzības pasākumus darbā ar mikroorganismu kultūrām, individuālo aizsardzības līdzekļu veidus un to lietošanu;
- paraugu noņemšanas kārtību mikrobioloģiskajiem testiem, darba aizsardzības pasākumus paraugu noņemšanas procesā;
- mikrobioloģisko testu metodi – krāsošanu pēc Grama metodes, testa darba gaitu, darba aizsardzības prasības, veicot mikrobioloģisko testēšanu.

Izprot:

- mikrobioloģisko testu izpildes ietekmi uz testu rezultātu kvalitāti.

Reaģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- spirta lampiņa;
- 2 priekšmetstikliņi;
- pincetes;
- bakterioloģiskā cilpa;
- safranīns;
- kristālvioletā šķīdums;
- Lugola joda šķīdums;
- strūklene ar ūdeni;
- plastmasas Pastēra pipete;
- 95 % etanols;
- imersijas eļļa;
- līdzeklis mikroskopa lēcu tīrīšanai;
- permanentais marķieris;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

1. Pagatavo uztriepi. Nožāvē. Fiksē uz liesmas, pāris reizes izvelkot uztriepi cauri liesmai. Pagatavotajai uztriepei jābūt plānai. Lai apgūtu plānas uztriepes pagatavošanu, nepieciešams laiks.
2. Veic krāsošanu pēc šādas shēmas:

**BŪTISKI**

Veicot baktēriju krāsošanu, **obligāti** jāuzvelk halāts, cimdi un aizsargbrilles!

- *Pamatkrāsošana.* Krāso ar **kristālvioletā šķīdumu** 2 minūtes, uzpilot krāsvielu tieši uz uztriepēm.
- *Skalošana.* Noskalo priekšmetstikliņu, turot to zem krāna ūdens strūklas.
- *Fiksēšana.* Uzpilina **Lugola joda šķīdumu**, ļauj reaģēt 1 minūti.

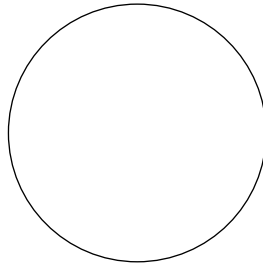
- *Skalošana.* Noskalo priekšmetstikliņu, turot to zem krāna ūdens strūklas. Nokrata lieko ūdeni vai noslauka to, bet ne līdz pilnīgam nožuvumam.
 - *Atkrāsošana.* Priekšmetstikliņu turot slīpi, pilina **95 % etanolu**, apmēram **10–30 sekundes**, līdz etanols vairāk neizskalo krāsvielu no preparāta. Tūlīt skalo preparātu ar ūdeni. Nedrīkst par daudz atkrāsot, jo tādā gadījumā arī grampozitīvas baktērijas var tikt atkrāsotas un tiks iegūti nepareizi rezultāti.
 - *Papildkrāsošana.* Krāso ar **safranīnu 1 minūti**.
 - *Skalošana.* Noskalo priekšmetstikliņu.
3. Uzmanīgi noslauka priekšmetstikliņu.
 4. **NEBERZĒT** uztriepi!
 5. Nožāvē gaisā vai siltā gaisa plūsmā. Apskata uztriepes, lietojot objektīvu ar 90 reižu palielinājumu vai imersijas eļļas objektīvu ar 100 reižu palielinājumu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

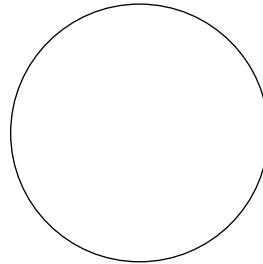
Baktēriju krāsošana pēc Grama metodes

Rezultāti:

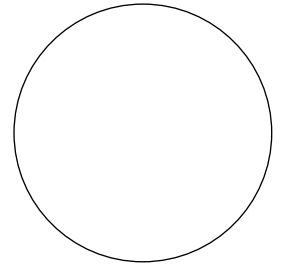
Zīmējums



Zīmējums



Zīmējums



Izmantotais palielinājums:

.....

Baktērijas suga:

.....

Baktērijas iekrāsojums:

.....

Gram+ vai *Gram-*:

.....

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme sagatavot darbam mikroskopu, strādāt ar to un sakopt pēc darba	10	
5.	Prasme veikt mikroorganismu krāsošanu pēc Grama metodes atbilstoši darba gaitai	20	
6.	Prasme zīmēt precīzus bioloģiskos zīmējumus un spēja noteikt baktēriju piederību pēc Grama metodes	20	
7.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
8.	Uzdevumu izpilde	8	
KOPĀ		78	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	22	23	34	35	46	47	52	53	58	59	65	66	71	72	75	76	78
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kādas ir atšķirības starp grampozitīvām un gramnegatīvām baktērijām?

2. jautājums

Kādu funkciju krāsošanā pilda Lugola joda šķīdums?

3. jautājums

Kādēļ krāsošana pēc Grama metodes nav noderīga, apskatot citus organismus, kas nepieder pie eibaktērijām?

4. jautājums

Krāsojot pēc Grama metodes, nepieciešama metodes praktizēšana. Kuri ir t. s. kritiskie punkti, kas var novest pie nepatiesu rezultātu iegūšanas? Atbildi pamato!

BAKTĒRIJU ENDOSPORU KRĀSOŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Mikroorganismi pielāgojas mainīgajiem apkārtējās vides apstākļiem. Lai spētu atrast nepieciešamās barības vielas, kuras vidē jau ir iztērētas, dažas baktērijas spēj kļūt kustīgas vai ražot citus enzīmus alternatīvu barības vielu šķelšanai. Viens no piemēriem, kā baktērijas pārdzīvo ekstrēmus vides apstākļus, ir endosporu veidošana. Šo sporu veidošana tiek ierosināta arī kā atbildes reakcija uz nelabvēlīgiem vides apstākļiem, kā, piemēram, barības vielu trūkumu. Endospora ir snaudoša, ļoti izturīga baktērijas šūna, kas tiek veidota, lai pasargātu ģenētisko materiālu no liela stresa apstākļiem.



DEFINĪCIJA

Endospora ir izturīgs baktēriju šūnas veidojums, kas attīstās nelabvēlīgos vides apstākļos.

Endosporu veidošanos ierosina: augsta vai zema temperatūra, UV starojums, dezinfekcijas līdzekļi, barības vielu trūkums.

Baktēriju endosporas ir izturīgas un grūti apkarojamas.

Endosporas spēj izdzīvot vides apstākļos, kuros baktērija būtu gājusi bojā. Šie apstākļi var būt augsta temperatūra, UV starojums, dezinfekcijas un citi ķīmiskie līdzekļi.

Endosporu lielā izturība padara tās par būtiskiem pētījuma objektiem mikrobioloģijā, jo šīs struktūras spēj izturēt dažādus pasākumus, ko veic mikroorganismu apkaršanai.

Endosporas veido nūjiņveida baktērijas, retāk lodveida, savukārt spirāliskas formas baktērijas endosporas neveido. Endosporām var būt dažādas formas: taisnstūrveida, ovāla vai apaļa.

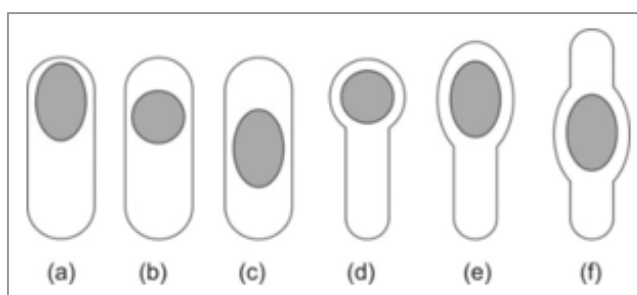
Endosporu izvietojums šūnā redzams 1.2. attēlā. Endosporas šūnā var būt izvietotas

- termināli (šūnas galā) (attēlā: a, d)
- subtermināli (starp centru un galu) (attēlā: b, e)
- centrāli (attēlā: c, f)

Endosporas var

- nepaplašināt šūnu (attēlā: a, b, c)
- paplašināt šūnu (attēlā: d, e, f)

Endosporu formu un izvietojumu izmanto baktēriju identifikācijai. Piemēram, *Bacillus* ģints sugām raksturīga centrāla spora, kas nepaplašina šūnu, savukārt *Clostridium* ģintij termināla, kas paplašina šūnu.



1.2. attēls. Baktēriju endosporu izvietojums šūnā

Avots: Tóth, MáriaIgeti, 2013

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Apgūt baktēriju endosporu krāsošanu un identificēšanu.

Darba uzdevumi

1. Sagatavot baktēriju endosporu preparātus un apskatīt mikroskopā.
2. Salīdzināt divas izmantotās sporu krāsošanas metodes.
3. Identificēt iespējamo baktēriju sugu, izmantojot baktēriju endosporas.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- strādāt ar baktēriju kultūrām;
- lietot dezinfekcijas līdzekļus telpu uzkopšanā;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus;
- noņemt un sagatavot paraugus baktēriju endosporu krāsošanai.

Zina:

- darba un vides aizsardzības pasākumus darbā ar mikroorganismu kultūrām;
- paraugu noņemšanas kārtību baktēriju endosporu noteikšanas testiem, darba aizsardzības pasākumus paraugu noņemšanas un sagatavošanas procesā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- malahītzālais;
- Leflera metilēnzilais;
- safranīns;
- vismaz 2 pincetes;
- baktēriju kultūra (vismaz 2 nedēļas veca);
- spirta lampiņa;
- strūklene ar ūdeni;
- bakterioloģiskā cilpa;
- 2 priekšmetstikliņi.

Darba gaita

1. metode

1. Pagatavo uztriepi, nožāvē un fiksē uz liesmas.
2. Uztriepei uzpilina malahītzāļo, karsē virs liesmas 2–3 minūtes (nedrīkst vārīties). Nepieciešamības gadījumā krāsu papildina, lai tā neizzūtu.
3. Preparātu atdzesē, skalo ar krāna ūdeni.
4. Krāso ar safranīnu 1 minūti.
5. Skalo ar krāna ūdeni, nožāvē.
6. Apskata mikroskopā. Interpretācija: sporas krāsojas zaļganas, veģetatīvās šūnas sarkanas.

2. metode

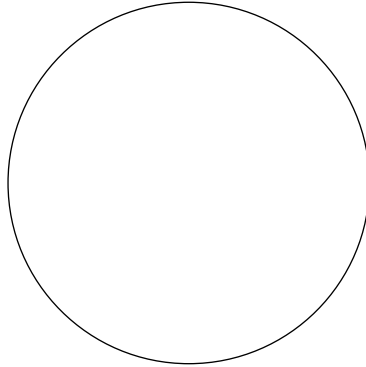
1. Pagatavo uztriepi, nožāvē, fiksē uz liesmas.
2. Uztriepei uzpilina Leflera metilēnzilo. Karsē virs liesmas 20–30 sekundes no vārīšanās sākuma. Nepieciešamības gadījumā krāsu papildina, lai tā neizzūtu.
3. Preparātu atdzesē, skalo ar krāna ūdeni.
4. Krāso ar safranīnu 1 minūti.
5. Skalo ar krāna ūdeni, nožāvē.
6. Apskata mikroskopā. Interpretācija: sporas krāsojas zilas, veģetatīvās šūnas sarkanas.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

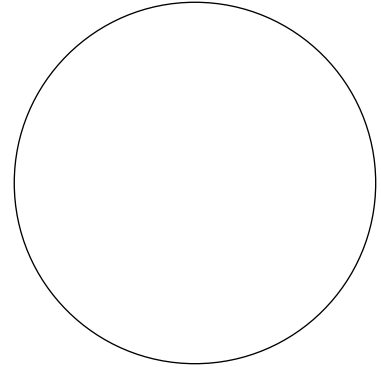
Baktēriju endosporu krāsošana

Rezultāti:

Zīmējums



Zīmējums



Izmantotais palielinājums:

Baktērijas suga:

Sporas izvietojuma veids:

Iespējamā baktēriju ģints*

* Pieņemot, ka *Bacillus* spp. raksturīga centrāla spora, kas nepaplašina šūnu; *Clostridium* spp. – termināla, kas paplašina šūnu.

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme sagatavot darbam mikroskopu, strādāt ar to un sakopt pēc darba	10	
5.	Prasme veikt mikroorganismu endosporu krāsošanu atbilstoši darba gaitai	25	
6.	Prasme zīmēt precīzus bioloģiskos zīmējumus	6	
7.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
8.	Atbildes uz jautājumiem	10	
KOPĀ		76	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	10	11	22	23	33	34	45	46	51	52	57	58	63	64	69	70	73	74	76
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kas ir endospora?

2. jautājums

Uzraksti divas būtiskākās sporas veidojošās baktēriju ģintis!

3. jautājums

Kādēļ baktērijas veido endosporas?

4. jautājums

Kādi apstākļi var izraisīt endosporu veidošanos?

5. jautājums

Endosporu veidotāji ir būtiski pārtikas rūpniecībā. Kā endosporas ietekmē konservēšanas procesu un konservu kvalitāti?

PELĒJUMSĒŅU IDENTIFICĒŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Sēnes ir sastopamas dažādās vietās, bet lielākā daļa dzīvo uz sauszemes, galvenokārt augsnē vai augu atliekās, retāk jūrās un saldūdeņos.



DEFINĪCIJA

Saprofītās sēnes barojas ar nedzīvu organisko materiālu. Parazītiskās sēnes barojas ar dzīviem organismiem.

Liela daļa micēlijsēņu ir saprofīti – tie barojas ar nedzīvu organisko materiālu, piemēram, trūdošām lapām vai dzīvniekiem, papīru, tekstilmateriālu.

Citas micēlijsēnes ir parazīti – tās uzņem barības vielas no dzīva organisma.

Pelējumsēnēm ir gan pozitīva, gan negatīva nozīme. Negatīvās nozīmes piemērs ir to augšana uz konditorejas izstrādājumiem, ievārījumiem un piena produktiem. Tās var bojāt graudus, augļus un dārzeņus to uzglabāšanas laikā, nodarot lielus finansiālus zaudējumus. Tomēr pelējumsēnēm ir arī ļoti būtiska pozitīvā nozīme – tās veic organisko vielu noārdīšanu, līdz ar to ir iesaistītas ķīmisko elementu aprites ciklā; no pelējumsēnēm iegūst antibiotikas, kā arī izmanto dažādu pārtikas produktu, piemēram, Rokforas un Kamambēras sieru, iegūšanai.

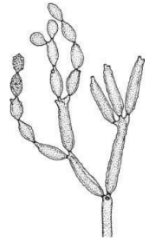


BŪTISKI

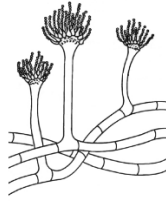
Pelējumsēņu negatīvā nozīme – bojā pārtikas produktus, pozitīvā nozīme – nodrošina vielu apriti dabā, izmanto pārtikas rūpniecībā un antibiotiku iegūšanai. Sēnes vairojas ar sporām. Sporu veidojošās struktūras izmanto sēņu identificēšanā.

Pelējumsēnes ķermeni veido micēlijs, kas sastāv no mazām, zarotām cauruļveida struktūrām, ko sauc par hifām. Hifas var būt sadalītas atsevišķās šūnās. Šādām sēņu hifām ir šķērssienu jeb septas. Micēlijsēņu hifas var būt arī neseptētas. Lai vairotos un izplatītos, sēnes veido sporas.

Sporas veidojas speciālās sporu veidojošās struktūrās hifu galos. Sporu veidojošo struktūru un sporu lielumu, formu, struktūru un krāsu izmanto sēņu identificēšanā.



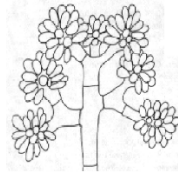
Cladosporium spp.



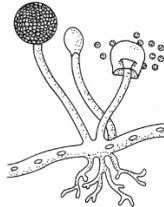
Aspergillus spp.



Penicillium spp.



Botrytis spp.



Rhizopus spp.



Mucor spp.

1.3. attēls. Dažādu ģinšu pelējumsēņu sporu nesēji

Avots:

https://www.researchgate.net/figure/Cladosporium-exasperatum-CBS-125986-Macro-and-micronematous-conidiophores-mycelium_fig71_46579537

<https://www.atsu.edu/faculty/chamberlain/Website/Lects/Fungi.htm>

<http://www.virtualmuseum.ca/sgc-cms/expositions-exhibitions/champignons-mushrooms/English/Illustrations/penicillium.html>

<http://website.nbm-mnb.ca/mycologywebpages/Moulds/Botrytis.html>

<https://www.atsu.edu/faculty/chamberlain/Website/Lects/Fungi.htm>

<http://www.telmeds.org/atlas/micologia/hongos-contaminantes/mucor/>

Maizes bojāšanā galvenokārt ir iesaistītas četras pelējumsēņu ģintis: *Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Mucor*.

***Penicillium* ģints**

Kolonijas raksturojums: sēnes uz produktiem sākotnēji veido baltu koloniju, vēlāk kļūst pūderveida, veido zilganpelēku vai zaļu krāsu ar baltu maliņu. Raksturīgas uz citrusaugļiem.

Mikroskopiskais raksturojums: hifas ir 1,5–5 μm diametrā. Tām ir šķērssienu – septas. Sporu veidojošā struktūra ir konīdijnesējs. Konīdijnesējs izskatās pēc sazarotas slotas. Konīdijnesējā veidojas konīdijsporas.

***Rhizopus* ģints**

Kolonijas raksturojums: tipiska maizes pelējumsēne, ko dēvē par melno pelējumu. Sēnes hifas paceļas augstu gaisā, veidojot pūkainu, baltu gaisa micēliju. Sēnei novecojot, hifu galos veidojas melni sporangijnesēji ar sporām, tādēļ sēne uz maizes izskatās melna.

Mikroskopiskais raksturojums: *Rhizopus* ģints sēnēm ir raksturīga viena cauruļveida hifa daudzu sazarotu vietā, kura iestiprinās substrātā ar rizoīdiem. Rizoīdi ir hifu sazarojumi, kas izskatās kā augu saknes.

Aspergillus ģints

Kolonijas raksturojums: sākotnēji veido baltu līdz dzeltenīgu, pūkainu micēliju. Vēlāk hifu galos veidojas melnas vai zaļganās krāsas sporas, tādēļ sēnes kolonija kļūst zaļgana. Pie šīs ģints pieder arī *Aspergillus niger*, kas ir nozīmīgs citronskābes producētājs. *A. niger* veido baltu līdz dzeltenīgu, pūkainu micēliju, kura galā veidojas melnas konīdijsporas.

Mikroskopiskais raksturojums: hifas ir septētas (2,5–8 μm diametrā). Nezarots konīdijnesējs, galā paplašinās. Paplašinājumu klāj sporas.

Mucor ģints

Kolonijas raksturojums: sēnes veido pūkainu, baltu līdz pelēcīgu, kokvilnai līdzīgu gaisa micēliju. Sēnēm novecojot un veidojot sporas, tās kļūst zaļganīgas. Pateicoties izskatam, tās tiek sauktas par balto pelējumu.

Mikroskopiskais raksturojums: atšķirībā no *Rhizopus* ģints sēnēm neveido rizoīdus. Sporas veidojas sporangijā, sporangijam izteikta kolumella.

Ieteicamie avoti

Atlas of Food Microbiology LAB. University of Baghdad, College of Science, Department of Biology, 2012–2013. Pieejams: <http://www.bionovin.com/images/docs/Atlas-Food-Microbiology.pdf> [skatīts 13.08.2018.].

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Apgūt sēņu identificēšanas prasmes un noteikt sēnes, kas izraisa maizes bojāšanos.

Darba uzdevumi

1. Pagatavot sēņu preparātus.
2. Uzzīmēt mikroskopā redzamās sēņu kolonijas.
3. Pēc sēņu pazīmēm veikt sēņu identifikāciju.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- noņemt un sagatavot sēņu paraugus mikrobioloģiskajiem testiem;
- lietot dezinfekcijas līdzekļus telpu uzkopšanā;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus;
- strādāt ar sēņu kultūrām.

Zina:

- pelējumsēņu daudzveidību;
- darba un vides aizsardzības pasākumus darbā ar sēņu kultūrām;
- paraugu noņemšanas kārtību sēņu testiem, darba aizsardzības pasākumus paraugu noņemšanas un sagatavošanas procesā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- sapelējusi maize;
- laminārās gaisa plūsmas skapis;
- spirta lampiņa;
- 70 % etanols un salvetes virsmas dezinfekcijai;
- 96 % etanols un salvetes priekšmetstikliņu tīrīšanai;
- priekšmetstikliņi;
- permanentais marķieris;
- Pastēra pipete;
- metilēnzilais;
- caurspīdīga līmlente;
- mikroskops.

Darba gaita

1. Uzmanīgi izpēta uz maizes uzaugušās pelējumsēņu kolonijas. Noskaidro sēņu koloniju morfoloģiju – krāsu, micēlija veidu.
2. Laboratorijas darba protokolā ieraksta novērojumus. Izmantojot sēņu koloniju aprakstus un ilustratīvos materiālus, nosaka iespējamo sēņu piederību ģintij.
3. Laminārās gaisa plūsmas skapī pagatavo sēņu preparātus sporu nesēju apskatei.

Sēņu preparātu pagatavošana

1. Laminārās gaisa plūsmas skapja galda virsmu notīra ar 70 % etanolu.
2. Priekšmetstikliņu un segstikliņu rūpīgi notīra ar 96 % etanolu.
3. Uz priekšmetstikliņa malas uzraksta parauga numuru.
4. Priekšmetstikliņa centrā uzpilda metilēnzilā pilienu.
5. Starp īkšķiem paņem gabalu līmlentes. Līmlentes lipīgo pusi maigi uzspiež uz sēņu kolonijas virsmas. Līmlenti pielīmē pie priekšmetstikliņa tā, lai sēnes nospiedums tiktu iemērķts metilēnzilā pilienā.
6. Mikroskopē, izmantojot 40, 100 vai 400 reižu palielinājumu.
7. Laboratorijas darba protokolā uzzīmē redzamo micēlijsēni un norāda redzamās ģints pazīmes.
8. Beidzot darbu, virsma jānotīra ar 70 % etanolu. Jānomazgā rokas. Atstājot telpu, laminārās gaisa plūsmas skapī jāieslēdz UV gaisma uz 20 minūtēm.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

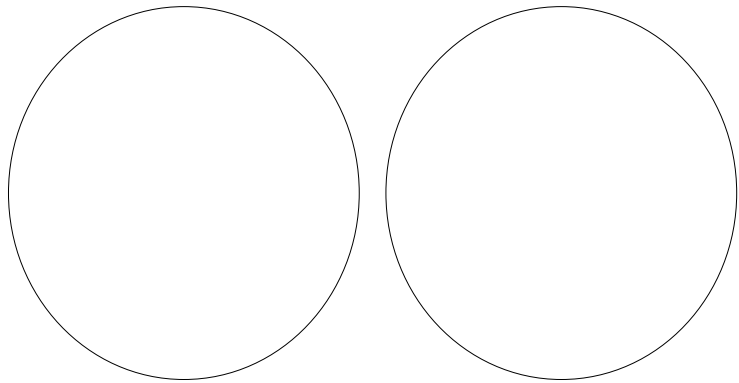
Pelējumsēņu identificēšana

Makroskopiskie novērojumi:

- krāsa,
- pūderveida/gaisa micēlijs u. c.

Mikroskopiskie novērojumi (zīmējums):

- septēts/neseptēts micēlijs,
- rizoīdi u. c.



Pazīmes, kas norāda uz sēnes piederību
ģintij:

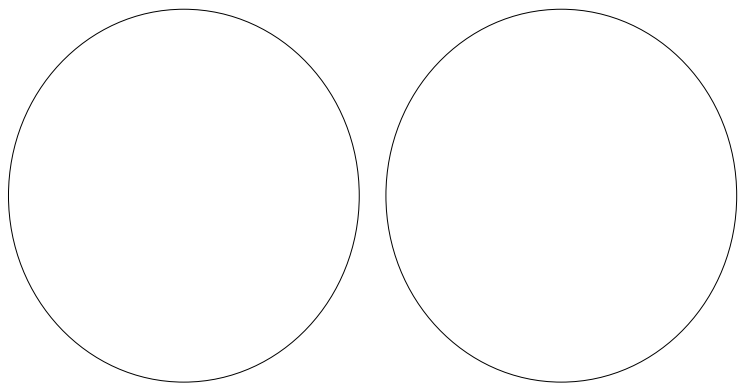
Sēnes ģints:

Makroskopiskie novērojumi:

- krāsa,
- pūderveida/gaisa micēlijs u. c.

Mikroskopiskie novērojumi (zīmējums):

- septēts/neseptēts micēlijs,
- rizoīdi u. c.



Pazīmes, kas norāda uz sēnes piederību
ģintij:

Sēnes ģints:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus darbā ar pelējumsēnēm	10	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	10	
4.	Prasme sagatavot darbam mikroskopu, strādāt ar to un sakopt pēc darba	5	
5.	Prasme sagatavot sēņu mikropreparātus atbilstoši darba gaitai	20	
6.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
7.	Prasme zīmēt precīzus bioloģiskos zīmējumus	8	
8.	Uzdevumu izpilde	8	
KOPĀ		76	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	10	11	22	23	33	34	45	46	51	52	57	58	63	64	69	70	73	74	76
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

ASEPTIKAS METODEDES

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS



DEFINĪCIJA

Aseptikas metodes ir jebkādas darbības, kas tiek veiktas, lai mazinātu risku paraugam vai izmantotajiem materiāliem kontaminēties ar mikroorganismiem no apkārtējās vides.

Aseptikas metodes nodrošina precīzu analizējamā parauga rezultātu.

Aseptikas prasības, pirmkārt, saistītas ar cilvēka higiēnas prasību ievērošanu. Ieejot laboratorijā, jāuzvelk halāts, to lieto tikai vienā laboratorijā un izejot atstāj turpat. Apkārtējā vidē – gaisā, uz zemes, uz virsmām un citur ir daudz mikroorganismu, arī uz cilvēka apģērba.

Cilvēks laboratorijā sev līdz ienes daudz mikroorganismu. Tādēļ mikrobioloģijas laboratorijā halāts ne vien pasargā cilvēku, bet arī noder kā barjera, kas neļauj mikroorganismiem no darbinieka apģērba nonākt paraugā vai sterilos materiālos.



BŪTISKI

Ieejot laboratorijā, uzvelk halātu un pirms darba uzsākšanas rokas rūpīgi nomazgā un dezinficē.

Uz cilvēka ādas ir daudz mikroorganismu un to skaits var sasniegt 10^7 mikroorganismus uz vienu ādas virsmas cm^2 . Tādēļ pirms darba uzsākšanas rokas rūpīgi nomazgā un dezinficē.

Otrkārt, tā ir darba vietas sakārtošana. Lai nodrošinātu aseptisku darbu, nepieciešams darba virsmu atbrīvot no visiem materiāliem un dezinficēt to ar dezinfekcijas līdzekli (piemēram, 70 % etanolu). Priekšmetus un virsmas dezinficē, lai likvidētu lielāko daļu mikroorganismu, tostarp slimības izraisošos, un tomēr visas baktērijas netiek iznīcinātas. Pēc galda dezinfekcijas ļauj šķidrumam nožūt uz galda virsmas. Jāatceras, ka virsmas dezinfekciju veic katru reizi, uzsākot un pabeidzot darbu.

Pēc virsmas dezinfekcijas uz darba galda tiek nolikti visi nepieciešamie materiāli. Lai samazinātu kontamināciju, darba gaita rūpīgi jāizplāno un jau darba sākumā visiem nepieciešamajiem materiāliem jāatrodas darba vietā.



BŪTISKI

Kontaminācijas risks būtiski samazinās, ja visi nepieciešamie materiāli tiek sagatavoti un novietoti uz darba virsmas pirms darba uzsākšanas.
Uz darba virsmas stāv iedegta spirta lampiņa vai gāzes deglis, kas nodrošina sterilu darba zonu.

Lai mazinātu kontaminācijas risku, vienā darba vietas pusē tiek glabāti sterilie materiāli, savukārt lietotie vienmēr tiek novietoti otrā galda pusē. Lai nodrošinātu sterilu darba vidi mikrobioloģijas laboratorijā, tiek lietota spirta lampiņa vai gāzes deglis, kas ir iedegts visu darba laiku. Iedegta spirta lampiņa vai gāzes deglis veido tā saukto sterilo darba zonu, jo liesma izdala siltumu. Siltums virza gaisa plūsmu prom no degļa, tādā veidā atbrīvojot darba vides gaisu no putekļiem un mikroorganismiem, kas varētu kontaminēt paraugu.

**BŪTISKI**

Pirms darba vietas atstāšanas ir jānodzēš degoša liesma.

Visus darbus jācenšas veikt sterilās zonas tuvumā. Lai neizjauktu šo sterilo zonu, darba vietā jāizvairās no straujām kustībām, kas varētu radīt gaisa plūsmas izmaiņas. Jāizvairās no sarunāšanās. Nekādā gadījumā liesmu nedrīkst atstāt bez uzraudzības.

Lai darbs būtu aseptisks, tiek izmantoti tikai sterili (mikroorganismus nesaturoši) trauki, materiāli un reaģenti. Par steriliem materiāliem tiek saukti tie, kas nesatur nekādus mikroorganismus. Procesu, kurā visi materiālā esošie mikroorganismi tiek iznīcināti, sauc par sterilizāciju. Sterilizāciju var veikt, izmantojot dažādas metodes:

- fizikālas (sadedzināšana liesmā, sauss karstums, augstspiediena karsts tvaiks, radiācija u. c.);
- ķīmiskas (ar gāzes, šķīdumu starpniecību);
- mehāniskas (filtrācija).

Ražotāji var piegādāt sterilus reaģentus un materiālus. Lai nenotiktu to kontaminācija, jāstrādā, izmantojot aseptikas metodes. Visbiežāk mikrobioloģijas laboratorijā sterilizācijai izmanto karstumu. Visi mazie metāliskie priekšmeti (bakterioloģiskā cilpa, adata, skalpelis) pirms izmantošanas tiek sterilizēti liesmā. Visi karstumizturīgie priekšmeti un trauki var tikt sterilizēti sausā gaisa sterilizatorā. Šīs sterilizācijas metodes trūkums ir laukietilpīgums un salīdzinoši augstā temperatūra (160–180 °C), kas neļauj sterilizēt daudzus priekšmetus un šķīdumus. Priekšmeti var izkust, šķīdumi iztvaikot.

**BŪTISKI**

Šķīdumus un karstumā kūstošus priekšmetus sausā gaisa sterilizatorā nesterilizē.

Karsēšanu sausā gaisa sterilizatorā izmanto galvenokārt stikla trauku un metāla priekšmetu sterilizācijai.

Sterilizācija karstā gaisā zem spiediena ļauj izmantot zemāku temperatūru, tajā pašā laikā iznīcinot mikroorganismus. Šādu sterilizācijas veidu sauc par autoklavēšanu.

**DEFINĪCIJA**

Autoklavēšana – sterilizēšanas metode, kurā izmanto piesātinātu tvaiku.

Autoklavējot tiek izmantota zemāka temperatūra nekā sausā gaisa sterilizatorā (visbiežāk 121 °C) un paaugstināts spiediens, tādēļ šī metode noder arī šķīdumu un atsevišķu gumijas priekšmetu sterilizēšanai.

Visi šķīdumi un mikrobioloģiskās barotnes tiek sterilizēti galvenokārt autoklavējot. Ja sterilizējamais šķīdums ir karstumneizturīgs, tad karsēšanu izmantot nevar. Šādā gadījumā laboratorijā izmanto filtrācijas metodes.

Filtrācijas metodes var izmantot gaisa un šķīdumu sterilizācijai. Gaisa filtrācijai tiek lietoti HEPA (augstas efektivitātes daļiņu absorbcijas) filtri. Filtri sterilizē gaisu, atbrīvojot to no baktērijām, baktēriju endosporām, lielākās daļas vīrusu. HEPA filtri tiek izmantoti laminārās gaisa plūsmas skapjos.

**BŪTISKI**

Termojutīgu šķīdumu sterilizēšanai izmanto filtrācijas metodi.

Šķīdumu filtrācijai tiek lietoti membrānfiltri. Membrānfiltriem ir dažādi poru diametri. Atkarībā no poru diametra šķīdumu var atbrīvot no visiem vai lielākās daļas mikroorganismu.

Membrānfiltrāciju izmanto termojutīgu antibiotiku, vitamīnu, mikrobioloģisko barotņu un citu savienojumu sterilizācijai.

Lai samazinātu mikroorganismu skaitu, šķīdumus var pasterizēt. Pasterizācija ir šķīdumu īslaicīga karsēšana, kā rezultātā iet bojā liela daļa baktēriju, to skaitā visas slimību izraisošās baktērijas. Pēc pasterizēšanas šķīdumā paliek daļa mikroorganismu un to endosporas. Pasterizāciju ļoti plaši izmanto pārtikas rūpniecībā. Tālāk aplūkotās mikrobioloģijas laboratorijas iekārtas, kuras plaši izmanto aseptikas nodrošināšanai.

- **Autoklāvs** jeb **tvaika sterilizators** – sterilizācijas iekārta, hermētiski noslēgta dubultsienu tvertne, kurā sterilizācijas efektu iegūst ar piesātinātu tvaiku un temperatūru. Starp tvaika spiedienu un temperatūru ir noteikta sakarība. Izvēloties nepieciešamo temperatūru, tiek nodrošināts nepieciešamais tvaika spiediens. Mikroorganismu barotņu sterilizācijai parasti izmanto 1 atm spiedienu, 121 °C temperatūru un sterilizācijas ilgumu 15 minūtes. Uz mikrobioloģiskās barotnes tiek norādīts sterilizācijas laiks un temperatūra. Cietu materiālu, instrumentu sterilizāciju, kā arī dekontamināciju veic 30 minūtes.



1.4. attēls. Autoklāvs

Avots: <https://www.dentaltix.com/en/icanclave/class-b-autoclave-icanclave-ste-18-23-liters>

- **Sausā gaisa sterilizators** jeb **sterilizācijas skapis** – iekārta stikla trauku un citu sausu priekšmetu sterilizēšanai sausā, karstā gaisā. Visplašāk izmantotais režīms: 160–180 °C temperatūra, 1,5–2 stundas.



1.5. attēls. Sausā gaisa sterilizators

Avots: <https://www.memmert.com/products/heating-drying-ovens/universal-oven/#!filters=%7B%7D>

- **Laminārās gaisa plūsmas skapis** – šo iekārtu izmanto, strādājot ar mikroorganismiem, kas var izplatīties pa gaisu. Laminārās gaisa plūsmas skapis nodrošina vides, personāla un produkta aizsardzību. Laminārās gaisa plūsmas skapis nodrošina gaisa plūsmu, kas neļauj mikroorganismiem nonākt apkārtējā vidē. Mikroorganismi nenonāk ārpus laminārās gaisa plūsmas skapja, tāpat arī neiekļūst tajā no apkārtējās vides. Iekārta ir aprīkota ar UV lampu. UV starojums ir kaitīgs mikroorganismiem, jo bojā to DNS struktūru. Pirms un pēc darba iekārtu dezinficē ar dezinfekcijas līdzekli, kā arī ar laminārās gaisa plūsmas skapī iebūvētu UV gaismu.



1.6. attēls. Laminārās gaisa plūsmas skapis

Avots: <http://www.escoglobal.com/product.php?id=ACB-A>

Visi priekšmeti un materiāli, kas ir bijuši saskarē ar mikroorganismiem, jāsterilizē. Sterilizēšanu veic autoklāvā vai iemērcot piemērotā sterilizēšanas šķīdumā (dezinfekcijas līdzeklī). Visi mikroorganismi, kas izauguši vai palikuši dzīvi pēc mikrobioloģiskās testēšanas, tiek uzskatīti par bioloģiskajiem atkritumiem. Tie tiek apzīmēti ar bioloģisko atkritumu simbolu. No izaugušajiem mikroorganismiem atbrīvojas, veicot dekontamināciju. Dekontamināciju veic autoklavējot. Izlietotās barotnes tiek ieliktas autoklavējamos bioloģisko atkritumu maisos un ievietotas autoklāvā. Autoklāvā izmanto režīmu – 1 atm spiediens, 121 °C temperatūra, 30 minūtes. Pēc dekontaminācijas mikroorganismi ir kļuvuši videi nekaitīgi. Autoklavētie materiāli, kas ir vienreizēji izmantojami, tiek izmesti, bet atkārtoti izmantojamie stikla vai metāla materiāli tiek mazgāti.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķi

- Apgūt darbu ar mikrobioloģijas laboratorijas sterilizēšanas iekārtām.
- Apgūt prasmes priekšmetu un šķīdumu sagatavošanai mikrobioloģiskajai testēšanai.

Darba uzdevumi

1. Iepazīties ar laboratorijā esošajām sterilizācijas iekārtām.
2. Veikt stikla priekšmetu sterilizāciju.
3. Veikt šķidruma sterilizāciju.
4. Veikt uzaugušo mikroorganismu kultūru dekontamināciju.
5. Darbu veikt, ievērojot darba un vides aizsardzības prasības.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- sagatavot paraugu noņemšanai un mikrobioloģisko testu veikšanai nepieciešamos mikrobioloģijas traukus un šķidrumus;
- dekontaminēt mikrobioloģisko testu traukus un piederumus, izmantojot autoklāvu;
- darbu veikt, ievērojot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- bioloģiskas izcelsmes atlikumu apstrādes veidus;
- autoklāva izmantojumu dekontaminācijas procesā, darba aizsardzības prasības autoklāva izmantošanā.

Izprot:

- mikrobioloģisko trauku sagatavošanas ietekmi uz analīžu izpildes procesu, analīžu trauku un piederumu sterilizācijas nepieciešamību un nozīmi kvalitatīvu mikrobioloģisko analīžu veikšanā.

Reaģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- autoklāvs;
- sausā gaisa sterilizators;
- 2 stikla Petri trauki;
- kolba (50 mL);
- 0,9 % NaCl šķīdums (20 mL);
- destilēts ūdens (20 mL);
- mērcilindrs;
- autoklavējama stikla pudele (50 mL);
- filtrpapīrs vai pergamentpapīrs;
- karsta sausā gaisa un tvaika sterilizācijas kontroles indikatorlente;
- karstumizturīgi cimdi;
- autoklavējami bioloģisko atkritumu maisi;
- Petri trauki ar mikroorganismu kolonijām dekontaminācijai;
- permanentais marķieris;
- gumija vai aukla apsīšanai.

Darba gaita

Sterilizācija ar piesātinātu tvaiku (autoklavēšana)

1. Noklausās drošības instruktāžu darbam ar autoklāvu.
2. Iepazīstas ar autoklāva uzbūvi un lietošanas instrukciju.
3. Seko norādījumiem un pagatavo atbilstoša izmēra vates korķi kolbai.
4. Kolbā ielej 20 mL destilēta ūdens un aiztaisa ar vates korķi. Uz korķa uzliek papīru un nostiprina to ar gumiju vai auklu. Uz kolbas ar permanento marķieri norāda kolbā esošo šķīdumu un datumu.
5. Autoklavējamā stikla pudelē ielej 20 mL 0,9 % NaCl šķīduma. Pudeli aiztaisa ar korķi. Jāatceras, ka autoklavējot pudeles saturs izplešas. Lai pudele nesaplīstu, korķis vienmēr nedaudz jāatver. Ar permanento marķieri uzraksta pudelē esošo šķīdumu un datumu.
6. Uz kolbas un pudeles uzlīmē sterilizācijas kontroles indikatorlenti. Ja sterilizācija būs notikusi, indikatorlentes līnijas mainīs krāsu.
7. Liek autoklavēties 1 atm spiedienā, 121 °C temperatūrā uz 30 minūtēm.
8. Īpaši uzmanīgiem jābūt, atverot autoklāvu, jo no tā nāks karsts tvaiks. Šķīdumus no autoklāva izņem ar karstumizturīgiem cimdkiem.

Sterilizācija sausā gaisā

1. Noklausās drošības instruktāžu darbam ar sausā gaisa sterilizatoru.
2. Iepazīstas ar sausā gaisa sterilizatora uzbūvi un lietošanas instrukciju.
3. Pirms sterilizācijas pārbauda stikla trauku tīrību un sausumu. Netīrumi un ūdens uz traukiem var pasargāt mikroorganismus no sterilizācijas.
4. Petri traukus ietin filtrpapīrā vai pergamentpapīrā un liek sausā gaisa sterilizatorā. Papīru izmanto, lai nepieļautu priekšmetu kontamināciju pēc sterilizācijas. Papīrs pasargā no mikroorganismiem, kas ir gaisā un uz darbinieka rokām priekšmetu uzglabāšanas un transportēšanas periodā uz darba vietu.
5. Uz iepakotajiem Petri traukiem uzliek karsta sausā gaisa indikatorlenti. Indikatorlente tiek izmantota, lai konstatētu, vai notikusi sterilizācija. Ja sterilizācija notikusi, indikatorlente maina krāsu.
6. Sausā gaisa sterilizatoram noregulē režīmu 160 °C, kad šī temperatūra sasniegta, uzņem laiku 1,5–2 stundas.
7. Pēc sterilizācijas pārbauda indikatorlenti, lai pārliicinātos par sterilizācijas veiksmīgu norisi. Petri traukus pēc sausā gaisa sterilizatora atdzišanas nogādā uzglabāšanai vai uz darba vietu.

Dekontaminācija

1. Dekontaminējamās Petri traukus liek autoklavējamās bioloģisko atkritumu maisos.
2. Maisu liek autoklavēties uz 30 minūtēm 121 °C temperatūrā, 1 atm spiedienā.
3. Pēc dekontaminācijas uzvelk karstumizturīgus cimdus un uzmanīgi izņem maisu. Jāatceras, ka mikrobioloģiskās barotnes un trauki var būt karsti. Tie vairs nesatur mikroorganismus, un tos drīkst izmest sadzīves atkritumos.

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot mikrobioloģiskajai testēšanai nepieciešamos materiālus	20	
2.	Prasme strādāt ar sterilizēšanas iekārtām	10	
3.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus, izmantojot aseptiskos darba paņēmienus	10	
4.	Prasme veikt mikrobioloģisko atkritumu dekontamināciju	5	
5.	Uzdevumu izpilde	20	
KOPĀ		65	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	9	10	19	20	28	29	38	39	43	44	48	49	54	55	59	60	62	63	65
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

MIKROBIOLOĢISKO BAROTŅU VEIDI UN PAGATAVOŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Lai laboratorijas apstākļos mikroorganismi augtu un vairotos, tos jānodrošina ar barības vielām, enerģijas avotu un piemērotiem vides apstākļiem. Dabā baktērijas aug tām piemērotos biotopos, savukārt laboratorijā baktērijas ar barības vielām un enerģijas avotu apgādā mikrobioloģiskās barotnes.



DEFINĪCIJA

Mikrobioloģiskās barotnes ir šķidra vai gelveida augšanas vide baktēriju audzēšanai. Barotnes satur baktēriju augšanai nepieciešamās barības vielas un enerģijas avotus.

Audzējot mikroorganismus laboratorijā, tiek nodrošināti arī mikroorganismiem īpaši piemēroti vides apstākļi – pH, temperatūra, skābekļa daudzums utt. Mikroorganismu audzēšanu kontrolētos apstākļos sauc par inkubāciju.

Mikrobioloģiskās barotnes ir ūdens šķīdums, kam pievienotas dažādas barības vielas un sāļi. Barotnes iedala gan pēc ķīmiskā sastāva un funkcionālā tipa, gan pēc barotnes blīvuma.

Pēc barotņu blīvuma tās iedala šķidrās barotnēs un blīvās barotnēs. Šķidrās barotnes ir šķīdumi, kas tiek saukti par buljoniem, piemēram, gaļas peptona buljons. Šķidrās barotnes izmanto galvenokārt mikroorganismu biomasas audzēšanai. Šādās barotnēs vairums mikroorganismu aug ātrāk, jo barības vielām bagātā vide šūnu apņem no visām pusēm.

Barotnes trūkums – nevar pamanīt, ja barotne kontaminējas ar citiem mikroorganismiem. Tas ir iemesls, kādēļ šķidrās barotnes neizmanto kultūru glabāšanai un izdalīšanai. Blīvās barotnes pirmo reizi izmantoja vācu ārsts un mikrobiologs Roberts Kohs. Viņš pievienoja šķidrās barotnei želatīnu, kas sarecināja barotni, tādā veidā ļaujot izolēt ar aci saskatāmas baktēriju kolonijas un iegūt tīrkultūru. Želatīns ir olbaltumvielām bagāts materiāls, ko iegūst no kauliem un skrimšļiem. Mūsdienās želatīnu neizmanto, jo istabas temperatūrā tas sašķīdinās un mikroorganismi to sāk izmantot kā barības avotu.



BŪTISKI

Blīvās barotnes ir mikrobioloģiskās barotnes, kurām pievienots sarecinātājs. Par sarecinātāju var izmantot želatīnu vai agaru.

Želatīna vietā izmanto agaru, tādēļ blīvās barotnes tiek sauktas par agariem, piemēram, gaļas peptona agars (GPA).

Agars ir polisaharīds, ko iegūst no aļģēm. Agars tiek plaši izmantots, jo tas labi uztur mitrumu un barības vielas, sašķīdinās 100 °C un sacietē 42 °C temperatūrā, turklāt lielākā daļa baktēriju to nespēj izmantot kā barības avotu.

Blīvās barotnes izmanto mikroorganismu skaita noteikšanai, tīrkultūru izdalīšanai, kultivēšanai un uzglabāšanai. Augot uz cietās barotnes virsmas, mikroorganismi veido norobežotas kolonijas – mikroorganismu grupas, kas veidojas, daloties vienai šūnai.

Atkarībā no ķīmiskā sastāva un funkcionālā tipa var iedalīt šādus barotņu veidus.

- **Sintētiskās barotnes** – barotnes ar noteiktu ķīmisko sastāvu, jo satur tīras ķīmiskas vielas. Šādas barotnes ir nabadzīgas barības vielu ziņā, tādēļ tās lieto mazprasīgu mikroorganismu kultivēšanai.
- **Pamatbarotnes** – barotnes, kas nodrošina augšanu lielai daļai mikroorganismu. Visplašāk izmantotā pamatbarotne baktēriju audzēšanai ir barības vielu agars (NA jeb *Nutrient Agar*), savukārt sēņu audzēšanai – iesala agars (*Malt Agar*).
- **Kompleksās** jeb **saliktās barotnes** – iegūst, pamatbarotnēm pievienojot ūdenī šķīstošas enzematiski sašķeltas augu vai dzīvnieku šūnas, tādēļ barotnes ir bagātas ar barības vielām. Pievienotajiem ekstraktiem, piemēram, raugam, gaļai, augiem, ķīmiskais sastāvs var būt variabls un nav precīzi zināms. Šādas barotnes izmanto barības vielu ziņā specifisku vai prasīgu mikroorganismu kultivēšanai. Kompleksās barotnes piemēri – asins agars (BA jeb *Blood Agar*), triptikāzes sojas agars (TSA jeb *Tryptic Soy Agar*).
- **Dabiskās** jeb **bagātinātās barotnes** – satur ķīmiskas vielas, kas veicina vajadzīgo mikroorganismu augšanu.
- **Selektīvās barotnes** – satur sastāvdaļas, kas inhibē (kavē) atsevišķu mikroorganismu augšanu, ļaujot augt citiem mikroorganismiem. Piemēram, mannīta sāls agars satur nātrija hlorīdu, kas neļauj augt lielai daļai baktēriju, bet nav kaitīgs stafilokokiem, līdz ar to tiek izmantots to izolēšanai. Micēlijsēņu un raugu izolēšanai izmanto Bengālijas rozā agaru ar hloramfenikolu (RBC jeb *Rose Bengal Chloramphenicol Agar*). Barotnes sastāvā ir antibiotika – hloramfenikols, kas neļauj uz barotnēm augt baktērijām.
- **Diferenciālās barotnes** – satur barības vielas, kurās spēj augt vairākas mikroorganismu sugas, taču barotne satur savienojumus, kas ļauj vizuāli atšķirt dažādas mikroorganismu grupas pēc to bioķīmiskajām atšķirībām. Specifiskas krāsvielas vai citi savienojumi atšķirīgi reaģē ar mikroorganismu metabolisma produktiem. Novērojamais efekts visbiežāk izpaužas kā atšķirīgu krāsu maiņa barotnē. Piemēram, *MacConkey* agarā laktozi fermentējošas baktēriju kolonijas iekrāsojas sarkanas, savukārt laktozi nefermentējošas – baltas. Bieži barotne vienlaicīgi ir gan selektīva, gan diferenciāla.

Barotnes var iegādāties jau pilnībā sagatavotas analīzes veikšanai, tomēr tās ir dārgas. Parasti analīzes veic vairumā, tādēļ barotnes pagatavo no rūpnieciski iegādātas dehidrētas barotnes.



BŪTISKI

Mikrobioloģiskās barotnes pagatavo no barotnes pulvera. Barotnes pagatavošanas instrukcija ir norādīta uz barotnes pulvera iepakojuma. Nepieciešamo pulvera daudzumu sajauc ar destilētu ūdeni un sterilizē autoklāvā. Blīvās barotnes aseptiski izlej Petri traukos vai novieto uzglabāšanai.

Atkarībā no audzējamās kultūras vai analīzes veida iegādājas nepieciešamo barotnes pulveri. Barotnes pulvera izšķīdināšanai izmanto destilētu vai attīrītu ūdeni. Destilētu ūdeni izmanto, jo tas nesatur nekādus piemaisījumus, tādējādi nemaina barotnes sastāvu. Barotnes gatavo atbilstoši lietošanas instrukcijai, kas norādīta uz barotnes iepakojuma.

Pēc blīvo barotņu sterilizācijas kolbās vai pudelēs tās var uzglabāt vēlākai lietošanai vai izliet Petri traukos. Barotņu izliešanu veic aseptiski, lai nepieļautu barotnes kontamināciju.

Ja barotnes plānots uzglabāt vēlākai izmantošanai, tās pagatavo traukos, kurus var noslēgt ar hermētisku korķi, lai uzglabāšanas laikā no barotnes neiztvaikotu šķidrums. Kad blīvā barotne nepieciešama, barotni izkausē un izlej Petri traukos. Izlietos Petri traukus var uzglabāt līdz divām nedēļām noslēgtos plastmasas maisos ledusskapī (4–6 °C temperatūrā).

Ieteicamie avoti

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

- Apgūt mikrobioloģisko barotņu veidus un pagatavošanu.

Darba uzdevumi

1. Veikt darbu, ievērojot darba un vides aizsardzības prasības.
2. Pagatavot mikrobioloģisko barotni mikroskopisko sēņu skaita noteikšanai paraugā un tīrkultūras izolēšanai.
3. Pagatavot mikrobioloģisko barotni baktēriju skaita noteikšanai paraugā un tīrkultūras izolēšanai.
4. Aseptiski izliet pagatavotās barotnes Petri traukos.
5. Pagatavot slīpagaru baktēriju tīrkultūras uzglabāšanai.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- sagatavot barotnes mikrobioloģisko testu veikšanai;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus.

Zina:

- barotņu veidus un to izmantojumu;
- darba aizsardzības pasākumus darbā ar barotnēm;
- barotņu sagatavošanas prasības un to izmantojuma nozīmi mikrobioloģisko testu veikšanā;
- aseptisko darba paņēmienu nozīmi mikrobioloģisko barotņu pagatavošanas procesā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- mikrobioloģiskā barotne sēņu izolēšanai – kartupeļu-dekstrozes agars (PDA jeb *Potato-Dextrose Agar*);
- mikrobioloģiskā barotne baktēriju izolēšanai – barības vielu agars (NA jeb *Nutrient Agar*);
- elektroniskie svāri;

- lāpstiņa;
- mērcilindrs (100 mL);
- pipete un pipetes pūslis;
- destilēts ūdens;
- A6 izmēra papīra lapiņas;
- 2 mēģenes (20 mL);
- 2 stikla pudeles vai stikla kolbas ar korķi (250 mL);
- vārglāze (500 mL);
- filtrpapīrs vai pergamentpapīrs;
- sterilizācijas indikatorlente;
- permanentais marķieris;
- autoklāvs;
- spirta lampiņa vai gāzes deglis;
- 70 % etanols dezinfekcijai;
- 4 sterili Petri trauki.

Darba gaita

Mikrobioloģisko barotņu pagatavošana un sterilizācija, izmantojot piesātinātu tvaiku

1. Izlasa PDA barotnes lietošanas instrukciju. Barotņu pagatavošanu veic atbilstoši lietošanas instrukcijai.

Uz iepakojuma norādīts nepieciešamā pulvera daudzums uz 1 litru destilēta ūdens. Pagatavo barotni 3 Petri traukiem. Vienā standarta izmēra Petri traukā (9 mm diametrs) jāielej aptuveni 15–20 mL barotnes. Aprēķina, cik mL barotnes būs nepieciešams, un veic nepieciešamā pulvera daudzuma aprēķināšanu. Aprēķinus norāda laboratorijas darba protokolā.

Aprēķina piemērs:

Uz iepakojuma norādītā informācija: izšķīdina 32 g barotnes pulvera 1 L destilēta ūdens.

Cik mL barotnes būs nepieciešams?

1 Petri trauka pagatavošanai nepieciešams 20 mL barotnes. Jāpagatavo barotne 3 Petri traukiem.

$$20 \cdot 3 = 60 \text{ mL}$$

Cik daudz pulvera jāizmanto barotnes pagatavošanai?

Aprēķina veids Nr. 1, izmantojot vienādojuma sastādīšanu:

$$\begin{array}{r} 32 \text{ g} \quad 1000 \text{ mL} \\ x \quad \quad 60 \text{ mL} \end{array}$$

$$x = \frac{32 \cdot 60}{1000} = 1,92 \text{ g}$$

Aprēķina veids Nr. 2:

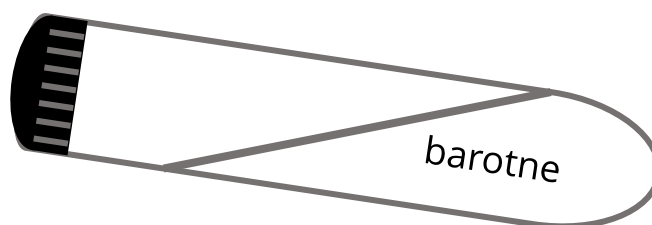
$$1 \text{ mL} = 32 : 1000 = 0,032 \text{ g}$$

$$60 \text{ mL} = 0,032 \cdot 60 = 1,92 \text{ g}$$

- Nosver nepieciešamo pulvera daudzumu un ieber stikla kolbā vai burkā.
- Pielej nepieciešamo destilētā ūdens daudzumu.
- Barotnes sastāvu maisa, līdz pulveris ir izšķīdis. Lai nodrošinātu pulvera pilnīgu izšķīšanu, barotni karsē karstā ūdens vannā.
- Kad barotnes pulveris izšķīdis, kolbas noslēdz ar vates korķi, uzliek papīru un apsien ar auklu. Ja tiek izmantota stikla pudele, uzliek vāku un neaiztaisa to līdz galam.
- Ar permanento marķieri uzraksta barotnes nosaukumu un datumu.
- Pielīmē sterilizācijas indikatorlenti.
- Pēc tāda paša principa sagatavo barības vielu agaru 4 Petri traukiem un 2 mēģenēm. Mēģenēs tiks gatavots slīpagars, kuru izmantos mikroorganismu glabāšanai. Katrai mēģenei būs nepieciešami 10 mL barotnes.
- Kad barotne ir pagatavota kolbā vai pudelē, tad no tās mēģenēs iepilda pa 10 mL barotnes. Mēģenes aizslēdz ar korķi. Ja korķis ir skrūvējams, tad to pilnībā neaizver. Vārglāzē ieliek filtrpapīru un abas mēģenes ar barotni. Vārglāzi nosedz ar filtrpapīru vai pergamentpapīru. Uz vārglāzes norāda barotnes iniciāļus, datumu un uzlīmē sterilizācijas indikatorlenti.
- Visas pagatavotās barotnes liek autoklavēties režīmā, kas norādīts uz barotnes lietošanas instrukcijas (parasti 15–20 minūtes 121 °C temperatūrā, 1 atm spiedienā).

Slīpagara pagatavošana

Pēc barotņu sterilizācijas, kamēr tās ir šķidrās, mēģenes liek uz slīpas virsmas tā, lai mēģenes kakliņš ir nedaudz augstāk un barotne pēc sacietēšanas būtu slīpa (skatīt 1.7. attēlu).

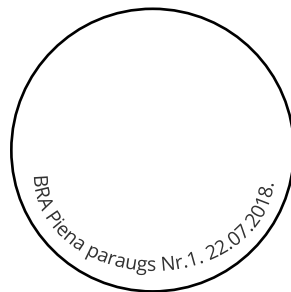


1.7. attēls. Slīpagars

Mikrobioloģisko barotņu izliešana

- Uzvelk karstumizturīgus cimdus un izņem pagatavotās barotnes no autoklāva un atdzesē līdz 45 °C.
Agarizētā barotne sacietē ~ 42 °C. Ja barotnes paredzēts izmantot pēc 3–4 stundām, tās var uzglabāt ūdens vannā 45 °C. Ja barotni paredzēts uzglabāt ilgāk, to atdzesē un novieto ledusskapī. Kad nepieciešams, barotnes atkārtoti izkausē ūdens vannā, līdz tās pilnībā izkusušas. Šajā darbā PDA tiks izliets uzreiz, bet NA tiks iepildīts vienā Petri traukā, savukārt pārējā barotne tiks uzglabāta vēlākai izmantošanai.
- Barotņu izliešanu veic aseptiski, vēlams laminārās gaisa plūsmas skapī vai uz darba galda. Ja izmanto laminārās gaisa plūsmas skapi, uz 15 minūtēm ieslēdz UV starojumu tajā.
- Dezinficē darba galdu. Iededz spirta lampiņu vai gāzes degli.

4. Darbu veic sterilajā zonā, liesmas tuvumā. Ar vienu roku nedaudz paceļ Petri trauka vāku, lai tajā būtu iespējams ieliet barotni. Vāku tur virs Petri trauka, lai samazinātu iespēju mikroorganismiem iekrist barotnē no gaisa. Otrā rokā ņem kolbu vai pudeli ar sagatavoto barotni. Jāpārlicinās, ka temperatūra ir zemāka par 45 °C. Pārāk augsta barotnes temperatūra radīs kondensātu uz Petri trauka vāka, un tas var ietekmēt mikroorganismu augšanu. Kolbas vai pudeles kaklu sasilīda liesmā, izvelkot to pāris reizes cauri. Sasildītais kakls nodrošinās sterilitāti un veidos siltā gaisa plūsmu, kas neļaus iekļūt gaisā esošajiem mikroorganismiem. Strauji izlej barotni, lai tā nepaspēj sacietēt. Barotnei jānoklāj viss Petri trauks.
5. Kad barotnes sacietē, tās apriež otrādi – ar vāku uz leju un agaru uz augšu, lai:
 - izvairītos no kontaminācijas ar mikroorganismiem. Lai gan Petri trauks ir slēgts, gaisa plūsmā caur vāka malu var iekļūt kāds mikroorganisms un nosēties uz agara virsmas. Ja Petri trauks būs apgriezts otrādi (agars atradīsies virspusē), būs mazāks risks, ka uz barotnes nonāks mikroorganismi. Gravitācijas spēks mikroorganismiem neļaus uzlidot uz barotnes virsmas;
 - kondensāts neveidotos uz barotnes, jo tādā gadījumā var izveidoties "ūdens peļķe", kas ietekmēs mikroorganismu augšanu.
6. Tā kā laboratorijā var būt dažādas barotnes, tad uz izlietajiem Petri traukiem norāda barotnes iniciāļus. Visus marķējumus veic uz Petri trauka apakšas, lai izvairītos no paraugu sajaukšanas. Kad uz barotnēm kaut kas tiek uzsēts, obligāti tiek norādīts datums un paraugs, kas tika uzsēts. Uzrakstiem ir jābūt pēc iespējas mazākiem, bet skaidri salasāmiem. Uzraksti tiek rakstīti pa Petri trauka apakšas perimetru (skatīt 1.8. attēlu).



1.8. attēls. Petri trauka marķēšanas piemērs

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Mikrobioloģisko barotņu veidi un pagatavošana

Uzdevums: Aprēķini, cik daudz barotnes būs jāpagatavo un cik daudz pulvera izmantosi, ja ir uzdevums pagatavot 10 Petri traukus NA, kuram uz iepakojuma lietošanas instrukcijā norādīts izšķīdināt 28 gramus 1000 mL destilēta ūdens!

Nepieciešamā daudzuma aprēķini PDA barotnei (4 Petri traukiem):

Nepieciešamā daudzuma aprēķini NA barotnei (4 Petri traukiem):

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
2.	Prasme strādāt ar autoklāvu	5	
3.	Prasme sagatavot barotni	25	
4.	Prasme barotņu pagatavošanā izmantot aseptiskos darba paņēmienus	5	
5.	Prasme veikt precīzu Petri trauku marķēšanu	5	
6.	Uzdevumu izpilde	12	
KOPĀ		57	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	8	9	16	17	25	26	33	34	38	39	42	43	47	48	51	52	54	55	57
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kādēļ barotņu pagatavošanai tiek izmantots destilēts/attīrīts ūdens?

2. jautājums

Kas ir autoklāvs, kādam nolūkam to izmanto? Kādēļ barotnes autoklavē?

3. jautājums

Kādēļ barotnes tiek izlietas Petri traukā pie spirta lampiņas vai gāzes degļa liesmas?

4. jautājums

Kas ir inkubācija? Kādēļ Petri traukus jāinkubē un kādēļ ar augšpusi uz leju?

5. jautājums

Kādā temperatūrā sacietē agars?

Uzdevums

Apskati interneta vietni, kur attēlotas visplašāk izmantotās selektīvās un diferenciālās barotnes, to izmantojums, rezultātu interpretācija!

<http://learn.chm.msu.edu/vibl/content/differential/index.html>

MIKROORGANISMU SASTOPAMĪBA UN APKAROŠANAS METODES

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Mikroorganismi ir ļoti mazi, ar neapbruņotu aci nesaskatāmi. Lai gan ikdienā mēs tos neredzam, tie lielā daudzumā sastopami apkārtējā vidē un ir ļoti daudzveidīgi. Farmācijas, kosmētisko līdzekļu, pārtikas un citos uzņēmumos, kuros notiek produktu ražošana, tiek veikta mikroorganismu daudzuma noteikšana, lai izvairītos no mikroorganismu piesārņojuma (kontaminācijas). Mikroorganismu piesārņojums produktā var radīt zaudējumus uzņēmumam un izraisīt slimības. Mikroorganismu skaits tiek noteikts produktos, produktu izejvielās, uz iekārtām un virsmām, kas nonāk saskarē ar produktu. Regulārs higiēnas monitorings, nosakot mikroorganismu daudzumu ražošanas vidē – gaisā, ūdenī, uz cilvēka apģērba un sienām, samazina produkta kontaminācijas risku. Izvērtējot iespējamos riskus, uzņēmums izvēlas vides monitoringa programmu un paraugu noņemšanas biežumu.

Konstatējot palielinātu mikroorganismu daudzumu, tiek noteikta tīrīšana vai dezinfekcija. Tīrīšanas rezultātā objekti tiek atbrīvoti no redzamiem netīrumiem, tādā veidā samazinot baktērijām un sēnēm pieejamās barības vielas. Pēc tīrīšanas mikroorganismu skaits tiek samazināts par 50–90 %. Dezinfekcija iznīcina slimību izraisošus (patogēnus) mikroorganismus un būtiski samazina mikroorganismu daudzumu. Tā neiznīcina pilnīgi visus mikroorganismus, jo izturīgās baktērijas, kas veido sporas, var saglabāties arī pēc dezinfekcijas. Pēc tīrīšanas un dezinfekcijas tiek atkārtoti pārbaudīta kontaminētā vieta, lai pārliecinātos, ka pasākumi ir bijuši veiksmīgi un mikroorganismu daudzums ir samazinājies.

Mikroorganismu skaita noteikšanai uz iekārtu virsmām, sienām, darbinieku apģērba un rokām izmanto kontaktplates un nomazgājumu metodi. Kontaktplates ir speciālas agarizētas barotnes, kas paredzētas mikroorganismu skaita noteikšanai uz virsmām. Kontaktplates pamatne ir rūtota un vāciņš cieši noslēdz kontaktplati. Testēšana notiek sekojoši: noņem kontaktplates vāciņu, agarizēto virsmu pagriež pret testējamo virsmu un piespiež pie tās, kontaktplati aizver, ar vāciņu maigi uzspiežot uz tās, lai to cieši aizvērtu.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķi

- Apgūt virsmas mikrobioloģiskā piesārņojuma noteikšanas metodes.
- Apgūt prasmes noteikt mikroorganismu skaita izmaiņas pēc dezinfekcijas līdzekļa lietošanas.

Darba uzdevumi

1. Noteikt mikroorganismu daudzumu uz dažādām virsmām.
2. Veikt virsmas dezinfekciju un noteikt dezinfekcijas ietekmi uz mikroorganismu daudzumu un daudzveidību.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- izmantot aseptiskos darba paņēmienus ražošanas telpā;
- lietot tīrīšanas un dezinfekcijas līdzekļus;
- sagatavot paraugus mikrobioloģiskajiem testiem.

Zina:

- aseptiskās darba metodes, veidus un to izmantojumu ražošanas telpā un procesā;
- mikrobioloģisko testu metodes, kas nosaka mikroorganismu skaitu ražošanas telpā un tīrīšanas un dezinfekcijas efektivitāti, šo testu darba gaitu, darba aizsardzības prasības, veicot mikrobioloģisko testēšanu.

Izprot:

- aseptisko darba paņēmienu nozīmi ražošanas telpā;
- tīrīšanas un dezinfekcijas līdzekļu un iekārtu nepieciešamību telpu uzkopšanā un dezinficēšanā, lai nodrošinātu pilnīgu tīrību un sterilitāti;
- mikrobioloģisko testu izpildes ietekmi uz testu rezultātu kvalitāti.

Reaģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- 2 Petri trauki ar triptikāzes sojas agara (TSA jeb *Tryptic Soy Agar*) barotni;
- Petri trauks ar barības vielu agaru (NA jeb *Nutrient Agar*);
- 75 mL izkausēta NA vai gaļas peptona agara (GPA);
- dezinfekcijas līdzekļi virsmām un rokām;
- spirta lampiņa;
- permanents marķieris;
- 4 sterili vates kociņi;
- salvetes;
- termostats;
- 3 mēģenes ar 9 mL sterila 0,9 % NaCl šķīduma vai peptonūdens;
- mēģeņu statīvs;
- sterila pipete;
- 3 sterili Petri trauki.

Darba gaita

Mikroorganismu daudzuma noteikšana, izmantojot nospieduma metodi

1. Metode tiek plaši izmantota roku mikrofloras un to apstrādes kontrolei.
2. Analīzes veikšanai izmanto TSA barotni. Izmanto 2 Petri traukus. Uz viena Petri trauka aizmugures uzraksta datumu, paraugu un norādi "Pirms apstrādes", uz otra Petri trauka – "Pēc apstrādes". Šo pašu metodi var izmantot apģērba, virsmu un sienu mikrobiālās kontaminācijas monitoringam, atkarībā no nepieciešamās analīzes veida izmanto dažādas barotnes.
3. Strādā aseptiski, pie iedegtas spirta lampiņas. Ar trim savas rokas pirkstiem izdara nospiedumus uz Petri trauka agarizētās virsmas.
4. Apstrādā rokas ar laboratorijā pieejamo dezinfekcijas līdzekli (vai nomazgā tās) un atkārtoti veic nospiedumus uz otra Petri trauka.
5. Petri traukus liek inkubēties 37 °C temperatūrā uz 2–3 dienām.

Mikroorganismu daudzuma noteikšana, izmantojot tiešu uzsējumu ar vates tamponu

1. Petri trauka aizmuguri nomarķē, sadala to uz pusēm un vienu pusi apzīmē ar "Pirms apstrādes" un otru "Pēc apstrādes".
2. Paņem sterilu vates kociņu.
3. Testēšanas vietā izvēlas testējamo laukumu apmēram 5 x 5 cm (25 cm²).
4. Rūpīgi velk testējamo vates kociņu pa testējamo virsmu.
Uzmanīgi, nomazgājumu veic ar vates tampona malu!
5. Strādā aseptiski pie iedegtas spirta lampiņas. Paņem izdarīto nomazgājumu un rūpīgi izsmērē pa Petri trauka barotnes virsmu "Pirms apstrādes".
6. Virsmu apstrādā ar dezinfekcijas līdzekli. Rūpīgi noslauka ar salveti lieko dezinfekcijas līdzekli, bet virsmu pilnīgi nenožāvē. Pagaida, kamēr dezinfekcijas līdzeklis nožūst. Atkārtoti paņem nomazgājumu un veic uzsējumu uz Petri trauka puses "Pēc apstrādes".
7. Uz Petri traukiem uzraksta savus iniciāļus un datumu. Liek inkubēties 32 °C uz 1–2 dienām vai 20 °C uz 2–3 dienām.

Mikroorganismu daudzuma noteikšana, izmantojot nomazgājumus

1. Paņem 2 mēģenes ar destilētu sterilu ūdeni vai 0,9 % NaCl šķīdumu, vai peptonūdeni un divus sterilus vates kociņus (ar rokām nedrīkst pieskarties vates tamponam!), un dodas uz izvēlēto testēšanas vietu.
2. **Nomazgājuma paņemšana**
 - Testēšanas vietā izvēlas nomazgājuma laukumu apmēram 5 x 5 cm (25 cm²). Ja sagaidāms **liels mikroorganismu skaits**, var
 - a) samazināt nomazgājuma laukumu
 - b) veikt iegūtā parauga atšķaidīšanuSavukārt, ja sagaidāms **mazs mikroorganismu skaits** – palielināt nomazgājuma laukumu.

- Ar vates kociņu velk pa testējamo virsmas laukumu. Tamponu iemet mēģenē ar sterilu 0,9 % NaCl šķīdumu vai peptonūdeni un noslēdz ar aizbāzni. Pieraksta testējamo vietu laukumu un datumu.
- Virsmu apstrādā ar dezinfekcijas līdzekli. Gaida 5–15 minūtes, tad rūpīgi noslauka ar salveti lieko dezinfekcijas līdzekli. Pagaida, kamēr virsma nožūst un atkārtoti paņem paraugu "Pēc apstrādes".

3. Paraugu uzsēšana

Strādā laminārās gaisa plūsmas skapī. Mēģenes ar nomazgājumiem kārtīgi samaisa. 1 mL testējamā šķīduma ielej Petri traukā. Paņem NA vai GPA barotni un atdzesē to līdz ~ 45 °C un ~ 20 mL barotnes ielej Petri traukā, kur pirms tam ieliets nomazgājums. Ar apļveida kustībām samaisa Petri trauka saturu.

4. Izveido kontroles variantu, lai pārlicinātos, ka šķīdums un vates tampons bijuši sterili. Tamponu ievieto šķīdumā, rūpīgi samaisa un 1 mL ielej Petri traukā. Petri traukā ielej barotni un samaisa.
5. Petri traukus liek inkubēties ar vāku uz leju 32 °C uz 1–2 dienām vai 20 °C uz 2–3 dienām.

Mikroorganismu skaita noteikšana

Pēc paraugu inkubēšanas laika beigām veic baktēriju daudzuma un daudzveidības noteikšanu. Izskaita arī uzaugušo sēņu koloniju daudzumu. Petri trauku apgriež ar vāku uz leju.

Skaita uzaugušās baktēriju kolonijas, ar marķieri atzīmējot jau saskaitīto koloniju ar punktu.

Reģistrē rezultātus tabulā. Nosaka mikroorganismu daudzveidību. Par daudzveidību var spriest pēc baktēriju koloniju dažādības. Dažādu sugu baktērijām kolonijas var atšķirties pēc to krāsām, izmēra, formas un tekstūras, tādēļ kolonijas tiek izmantotas, lai identificētu sugas un norādītu uz baktēriju daudzveidību.

Savus un kursabiedru rezultātus apkopo tabulā.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Mikroorganismu sastopamība un apkarošanas metodes

1. tabula

Mikroorganismu skaits un daudzveidība uz dažādām virsmām pirms un pēc dezinfekcijas

Testēšanas vieta	Dezinfekcijas līdzeklis	Daudzums, KVV (koloniju veidojošas vienības)		Daudzveidība	
		pirms apstrādes	pēc apstrādes	pirms apstrādes	pēc apstrādes

Rezultātu analīze:

1. Salīdzini savus un kursabiedru rezultātus! Kādas ir mikroorganismu daudzuma un dažādības atšķirības dažādās vietās?
2. Kā mainījās mikroorganismu skaits pēc dezinfekcijas līdzekļa izmantošanas?
3. Kurš dezinfekcijas līdzeklis bija visefektīvākais?
4. Vai teorētiski iegūstamais rezultāts sakrīt ar Taviem rezultātiem? Izmantojot savas zināšanas par mikroorganismiem, izskaidro radušās atšķirības starp Taviem pieņēmumiem un iegūtajiem rezultātiem!

Secinājumi:

Balstoties uz saviem rezultātiem, uzraksti secinājumus!

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme noteikt mikroorganismu skaitu telpās pirms un pēc dezinfekcijas	20	
5.	Aseptisko darba paņēmieni precīza izmantošana	10	
6.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
7.	Rezultātu apstrāde un analīze	8	
8.	Atbildes uz jautājumiem	8	
KOPĀ		71	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	10	11	20	21	31	32	42	43	47	48	53	54	59	60	64	65	68	69	71
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kādēļ rūpniecībā nosaka mikroorganismu daudzumu apkārtējā vidē?

2. jautājums

Kādēļ dezinfekcijas līdzeklim ļauj nožūt no testējamās virsmas pirms analīzes veikšanas?

3. jautājums

Kādas barotnes tika izmantotas eksperimentā? Kādēļ tieši šīs barotnes?

4. jautājums

Kādēļ cilvēka ādas mikrofloras mikroorganismi tiek inkubēti 37 °C temperatūrā?

GAISA MIKROFLORA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Gaiss nav piemērota vide mikroorganismu attīstībai, tādēļ mikroorganismu daudzums gaisā ir neliels. Galvenie faktori, kas nosaka nelielo mikroorganismu daudzumu gaisā, ir barības vielu trūkums, sausums un UV starojums, kā iedarbības rezultātā mikroorganismi iet bojā. Mikroorganismi gaisā atrodas uz putekļu daļiņām vai aerosolos. Līdz ar to putekļu daudzums telpās ir cieši saistīts ar mikroorganismu daudzumu telpas gaisā. Rūpniecībā mikroorganismi no gaisa var nonākt ražotajā produktā, tādēļ tiek monitorēts mikroorganismu daudzums gaisā. Lielākā daļa gaisā esošo mikroorganismu slimības neizraisa, tomēr var bojāt pārtikas produktus. Gaisā ir īpaši daudz sēņu sporu, jo tās izplatās pa gaisu.



BŪTISKI

Mikroorganismu daudzumu gaisā nosaka ar sedimentācijas un dažādām aktīvām gaisa ņemšanas metodēm.

Viens no telpas gaisa tīrības indikatoriem ir mikroorganismu daudzums gaisā.

Sedimentācijas metode ir vienkārša un lēta, jo nav nepieciešamas iekārtas. Tomēr sedimentācijas metode dod tikai aptuvenu priekšstatu par mikroorganismu daudzumu. Metodes būtība ir ļaut noteiktā laika intervālā gaisā esošajiem mikroorganismiem nosēties uz barotnes agarizētās virsmas.

Ekspozīcijas laiks atkarīgs no gaisa piesārņojuma un var ilgt no 30 minūtēm līdz 4 stundām. Lai noteiktu mikroorganismu skaitu 1 m³ gaisa, jāizmanto kāda no aktīvās gaisa ņemšanas metodēm, kurai nepieciešama laboratorijas iekārta. Šajās metodēs tiek lietotas iekārtas, kas izsūknē noteiktu gaisa tilpumu un tajā esošie mikroorganismi nosēžas uz agarizētā Petri trauka.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

- Apgūt prasmes noteikt gaisa mikrobioloģisko stāvokli.

Darba uzdevumi

1. Veikt gaisa mikrobioloģiskās kvalitātes parauga ņemšanu.
2. Apkopot rezultātus par dažādu telpu mikrobioloģisko stāvokli.
3. Izdarīt secinājumu par gaisa mikrobioloģisko stāvokli.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- veikt mikrobioloģisko testēšanu, izmantojot dokumentāciju;
- noņemt un sagatavot paraugus mikrobioloģiskajiem testiem.

Zina:

- paraugu noņemšanas kārtību gaisa mikrobioloģiskajai analīzei.

Izprot:

- aseptisko darba paņēmieni nozīmi ražošanas telpā;
- pareizas paraugu noņemšanas ietekmi uz mikrobioloģisko testu rezultātu kvalitāti.

Reaģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- Petri trauks ar PCA jeb *Plate Count Agar* vai barības vielas agara (NA jeb *Nutrient Agar*) barotni;
- termostats;
- permanentais marķieris.

Darba gaita

1. Izmanto barotni baktēriju kopējā skaita noteikšanai.
2. Izvēlas telpu, kurā tiks noteikta gaisa kvalitāte.
3. Petri trauka vāku noņem un noliek blakus. 30 minūtes ļauj gaisam sedimentēties uz agara virsmas.
4. Nomarķē Petri trauku. Paraugus inkubē termostatā 25 °C divas diennaktis.
5. Pēc paraugu inkubēšanas veic baktēriju un sēņu koloniju uzskaiti.
6. Pieraksta rezultātus un salīdzina ar kursabiedru rezultātiem.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Gaisa mikroflora

1. tabula

Mikroorganismu daudzums telpās

Nr. p. k.	Telpa	Baktēriju KVV	Sēņu KVV

Secinājums:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme noteikt mikroorganismu skaitu telpas gaisā	20	
5.	Aseptisko darba paņēmieni precīza izmantošana	10	
6.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
7.	Rezultātu apstrāde un analīze	10	
KOPĀ		60	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	8	9	17	18	26	27	35	36	40	41	45	46	49	50	54	55	57	58	60
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

ŪDENS MIKROBIOLOĢISKĀ ANALĪZE

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Ūdens paraugu testēšanā liela nozīme ir aseptiskai paraugu noņemšanai. Ja nepieciešams noteikt mikroorganismu skaitu ūdens sadales sistēmā, tad, lai mikroorganismi no ūdens maisītāja netiktu ūdenī vai parauga ņemšanas traukā un neietekmētu rezultātus, ūdens maisītāju dezinficē un apdedzina. Ja nepieciešams noteikt ūdens tīrību vietā, kur ūdeni patērē, tad krānu neapdedzina. Atver un ļauj ūdenim plūst 10 minūtes. Notecināšanu veic, jo ūdens maisītājā esošais ūdens ir stāvējais istabas temperatūrā, līdz ar to ūdens temperatūra ir augstāka nekā ūdensvada ūdenim. Tajā ir savairojušies mikroorganismi. Nenotecinot ūdeni, tiks iegūti neprecīzi dati par mikroorganismu skaitu ūdensvada ūdenī. Paraugus noņem un pilda sterilos traukos, kurus ievieto termostatā $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Paraugšs pēc iespējas ātrāk tiek nogādāts testēšanai laboratorijā. Parauga apstrāde jāveic 2 stundu laikā.

Dzeramais ūdens nedrīkst saturēt patogēnus mikroorganismus. Ūdenī var būt daudz dažādu patogēnu organismu – baktērijas, vīrusi un viēnšūņi, tomēr to koncentrācija var būt niecīga. Lai konstatētu patogēnu klātbūtni, katram organismam jāveic sava analīze – tas ir dārgi un laikietilpīgi. Tādēļ ūdens kvalitātes kontrolē izmanto indikatororganismus. Tie ir mikroorganismi, kuru klātbūtne ūdenī norāda uz fekālo piesārņojumu, savukārt fekālais piesārņojums norāda uz iespējamo patogēnu klātbūtni. Ūdens indikatororganismi visbiežāk nav slimību izraisītāji, tie dzīvo zarnu traktā, tādā pašā vidē kā patogēni. Nonākot ūdenī, tie neairojas, bet saglabā dzīvotspēju tikpat ilgi, cik patogēni. Tos ir viegli konstatēt laboratorijas apstākļos, un to daudzums fekālijās (līdz ar to piesārņotā ūdenī) ir lielāks nekā patogēno organismu daudzums. Lielākā daļa šo īpašību piemīt koliformām (*Enterobacteriaceae* dzimtas) baktērijām. To esamība norāda uz fekālo piesārņojumu. Pie koliformām pieder tādas baktēriju ģintis kā *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* un *Citrobacter*. Koliformas baktērijas var izdalīt no citām, pateicoties to spējai fermentēt laktozi un izdalīt gāzi. Tomēr daļa koliformu baktēriju ir atrodamas ne tikai siltasiņu dzīvnieku zarnu traktā, bet arī:

- augsnē (*Citrobacter*, *Enterobacter* un *Klebsiella*);
- uz augiem (*Klebsiella*, *Enterobacter*);
- dažādos atkritumos.

Tādēļ, lai noteiktu tieši fekālo piesārņojumu, izmanto *Escherichia coli* un enterokokus, kas nespēj vairoties saldūdeņos.



BŪTISKI

Koliformas fermentē laktozi un izdala gāzi.

*Fekālā piesārņojuma noteikšanai izmanto *E. coli* un enterokokus, kuri nespēj vairoties saldūdeņos.*

E. coli un enterokokus laboratorijas apstākļos inkubē augstākā temperatūrā, jo šīs baktērijas spēj vairoties augstākā temperatūrā, savukārt koliformas, kas dzīvo ūdenstilpēs, nav spējīgas augt tik augstā temperatūrā kā fekālās koliformas. Neviena no koliformām baktērijām nav pieļaujama dzeramajā (pārtikā lietojamā) ūdenī. Dzeramā ūdens kvalitātes prasības nosaka Ministru kabineta noteikumi Nr. 671 "Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība".

Nosakāmie mikrobioloģiskie rādītāji un maksimāli pieļaujamā norma attēlota 1.1. tabulā.

1.1. tabula

Ūdens obligātās nekaitīguma prasības mikrobioloģiskie rādītāji

Ūdens veids	Rādītājs	Maksimāli pieļaujamā norma
Ūdensvada ūdens	<i>E. coli</i>	0/100 mL
	Enterokoki	0/100 mL
Ūdens, kas pildīts tirgošanai pudelēs vai citos traukos	<i>E. coli</i>	0/250 mL
	Enterokoki	0/250 mL
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 mL
	Mikroorganismu koloniju skaits (KVV) 22 °C	100/mL
	Mikroorganismu koloniju skaits (KVV) 37 °C	20/mL

Koliformu esamības testēšanai izmanto dažādas barotnes (*Violet Red Bile Glucose Agar*, *Desoxycholate Citrate Agar*, *Brilliant Green Agar*, *MacConkey Agar* un citas).

Endoagars (*Endo Agar*) ir selektīva un diferenciāla blīvā barotne rozā krāsā. Barotne selektīvi inhibē grampozitīvu baktēriju augšanu, savukārt gramnegatīvas aug labi. Koliformas kolonijas, fermentējot endoagarā esošo laktozi, iekrāsojas tumši rozā krāsā, savukārt *E. coli* veido zaļganpelēku, metālisku spīdumu. Baktērijas, kuras laktozi nefermentē, veido gaišas, bezkrāsainas kolonijas.

Dzeramajā ūdenī ir sagaidāms neliels mikroorganismu skaits, tādēļ ūdens kvalitātes analīzei nepieciešama ūdens sakoncentrēšana. Tiek izmantota membrānfiltrēšanas metode. Metodes princips: ūdens paraugu filtrē caur membrānfiltru, uz kura paliek ūdenī esošie mikroorganismi. Pēc filtrēšanas membrānfiltrs tiek likts Petri traukā uz agarizētas diferenciālas un selektīvas barotnes. Pēc inkubēšanas saskaita uzaugušās kolonijas.

Mikroorganismu skaitu dzeramajā ūdenī nosaka arī rūpniecībā, kur produkti var nonākt saskarē ar ūdeni. Ūdens var būt produkta izejviela, kā arī ar ūdeni var tikt mazgātas virsmas un priekšmeti, kas nonāk saskarē ar ražošanas produktu. Tādēļ ir būtiski veikt ūdens analīzes un noteikt ūdens kvalitāti, lai ražošanā novērstu produkta kontamināciju ar produktu bojājošiem vai patogēniem mikroorganismiem.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

- Noteikt dzeramā ūdens atbilstību kvalitātes prasībām.

Darba uzdevumi

1. Iepazīties ar ūdens obligātajām nekaitīguma un kvalitātes prasībām.
2. Veikt ūdens parauga noņemšanu.
3. Noteikt *E. coli*, citu koliformu un kopējo mikroorganismu skaitu, izmantojot membrānfiltrācijas metodi.
4. Izvērtēt ūdens parauga mikrobioloģisko kvalitāti.
5. Salīdzināt ūdens kvalitātes rezultātus ar kursabiedru rezultātiem un izdarīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- noņemt paraugus un sagatavot mikrobioloģiskajiem testiem;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus.

Zina:

- paraugu noņemšanas kārtību mikrobioloģiskajiem testiem, darba aizsardzības pasākumus paraugu noņemšanas procesā;
- membrānfiltrācijas mikrobioloģisko testēšanas metodi un darba gaitu.

Izprot:

- paraugu pareizas noņemšanas ietekmi uz mikrobioloģisko testu rezultātu kvalitāti;
- aseptisko darba paņēmienu nozīmi korektu rezultātu iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- vakuumsūknis un filtrācijas iekārta ar steriliem elementiem;
- sterili membrānfiltri;
- pincete;
- vārglāze (100 mL) ar 96 % etanolu;
- spirta lampiņa;
- 2 sterili mērcilindri (500 mL);
- permanentais marķieris;
- sterila kolba vai pudele (250 mL);
- Petri trauks ar PCA (*Plate Count Agar*) barotni;
- Petri trauks ar endoagara (*Endo Agar*) barotni.

Darba gaita

Ūdens parauga ņemšana

1. Ūdens maisītāju sterilizē ar 96 % etanolu. Ļauj etanolam iztvaikot.
2. Atver ūdens maisītāju un ļauj ūdenim plūst 10 minūtes.
3. Ielej ūdens paraugu sterilā kolbā vai pudelē un noslēdz ar korķi. Nomarķē, norādot datumu, laiku un parauga ņemšanas vietu.

Membrānfiltrācijas metode

1. Vēro pedagoga demonstrējumu, kā salikt filtrācijas iekārtu un ieslēgt vakuumsūkni.
2. Darbu veic aseptiski.
3. Iededz spirta lampiņu. Pinceti iemērc 96 % etanola šķīdumā un aizdedzina uz liesmas. Ar pinceti uzliek membrānfiltru (ar rūtaino zīmējumu uz augšu) uz membrānfiltra turētāja.
4. *E. coli* un koliformu skaita noteikšanai samaisa ūdens paraugu, uzliek piltuvi un tajā ielej 100 vai 250 mL analizējamā ūdens (atkarībā no ūdens parauga).
5. Ieslēdz vakuumsūkni. Gaida, līdz viss analizējamais ūdens izfiltrējas.
6. Nosterilizē pinceti. Uzmanīgi ņem piltuvi. Ar pinceti ņem membrānfiltru.
7. Otrā rokā paņem Petri trauku un atver vāku. Membrānfiltru ar rūtaino pusi uz augšu liek uz agarizētās endo barotnes (jāuzmanās, lai neveidojas burbuļi).
8. Nomarķē Petri traukus, norādot datumu un parauga ņemšanas vietu. Veic ierakstus protokola tabulā.
9. Petri traukus liek inkubēt 37 °C temperatūrā uz 48 stundām.
10. Kopējo mikroorganismu skaitu nosaka, izmantojot iepriekš aprakstīto darba gaitu, tikai izmanto 20 vai 100 mL analizējamā ūdens (atkarībā no ūdens parauga), PCA barotni un inkubāciju veic 22 vai 37 °C temperatūrā 48 stundas, atkarībā no izmantotā analizējamā ūdens parauga tilpuma.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Ūdens mikrobioloģiskā analīze

1. tabula

***E. coli*, citu koliformu un kopējais mikroorganismu skaits dzeramajā ūdenī**

Nr. p. k.	Ūdens parauga ņemšanas vieta	Kvalitātes rādītājs	Analizējamā ūdens parauga tilpums	KVV uz barotnes	Ūdens kvalitātes norma
		<i>E. coli</i>			
		koliformas			
		kopējais mikroorganismu skaits			
		<i>E. coli</i>			
		koliformas			
		kopējais mikroorganismu skaits			
		<i>E. coli</i>			
		koliformas			
		kopējais mikroorganismu skaits			

Rezultātu analīze un secinājumi:**Jautājums:**

Uz kuras no barotnēm (PCA vai endoagara) bija sagaidāms lielāks mikroorganismu skaits? Kāpēc? Kā tas sakrīt ar analīzes rezultātiem?

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme noteikt mikroorganismu skaitu ūdenī	30	
5.	Aseptisko darba paņēmieni precīza izmantošana	10	
6.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
7.	Rezultātu analīze un secinājumi	10	
8.	Atbildes uz jautājumiem	10	
KOPĀ		85	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	12	13	25	26	37	38	50	51	57	58	64	65	70	71	77	78	81	82	85
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kāda ir atšķirība starp PCA un endoagara barotnēm? Kādiem nolūkiem tās izmanto?

2. jautājums

Nosauc endoagara diferenciālās un selektīvās īpašības!

3. jautājums

Kāda ir ūdens maisītāja dezinfekcijas nozīme pirms ūdens parauga noņemšanas?

4. jautājums

Kādēļ, noņemot ūdens paraugu, veic ūdens notecināšanu?

ANTIBIOTIKU REZISTENCES NOTEIKŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Ciņā ar mikroorganismiem izmanto antimikrobiālas vielas – tie ir savienojumi, kas kavē mikroorganismu augšanu vai izraisa to bojāeju. Antimikrobiāliem savienojumiem var būt dažāda izcelsme. Antibiotikas ir vielas, ko sintezē mikroorganismi, tās kavē (inhibē) mikroorganismu augšanu vai iznīcina tos. Daudzi mikroorganismi sintezē antibiotikas, lai kavētu citu mikroorganismu augšanu noteiktā biotopā, tādā veidā gūstot priekšrocības. Antibiotiku sintēze īpaši raksturīga augsnes baktērijām, jo starp tām ir liela konkurence par barības vielām. Galvenās antibiotisko vielu producentes augsnē ir aktinomicētes un pelējuma sēnes.



DEFINĪCIJA

Antibiotiku rezistenti organismi – organismi, kuri ir izturīgi pret antibiotikām.

Dabā ir sastopami organismi, uz kuriem neiedarbojas antibiotikas. Šādus organismus sauc par rezistentiem. Baktēriju antibiotiku rezistences mehānismi ir to spēja:

- izdalīt enzīmus, kas sadala antibiotikas ārpus šūnas;
- neļaut antibiotikām šķērsot šūnas sienīgu;
- inaktivēt antibiotikas, kas uzņemtas šūnā.

Baktēriju antibiotiku rezistence var būt iedzimta vai izveidoties mutāciju rezultātā. Mikroorganismu antibiotiku rezistences gēni visbiežāk atrodas plazmīdā. Šie gēni var tikt nodoti citām baktērijām transdukcijas, transformācijas un konjugācijas ceļā.

Mikroorganismu antibiotiku un antibakteriālo vielu jutības un rezistences noteikšanai izmanto bedrīšu difūzijas metodi un disku difūzijas metodi. Metodes pamatā ir sterilas mikroorganismu zonas veidošanās ap disku, kurš ir piesūcināts ar antibiotikām vai antibakteriālām vielām. Jo lielāka zona, jo efektīvāka antibiotikas iedarbība.

Ieteicamie avoti

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

- Noskaidrot baktēriju izturību pret antimikrobiālām vielām.

Darba uzdevumi

1. Izmantojot diska difūzijas metodi, noteikt baktēriju kultūras jutību pret antibakteriālām vielām.
2. Noteikt efektīvāko antibiotiku vai antibakteriālo vielu pret testēto baktēriju.
3. Noteikt rezistentāko baktēriju sugu.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- strādāt ar mikroorganismu kultūrām;
- sagatavot paraugus mikrobioloģiskajiem testiem;
- veikt mikrobioloģisko testēšanu, izmantojot dokumentāciju;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus;
- lietot dezinfekcijas līdzekļus iekārtu un telpu uzkopšanā.

Zina:

- diska difūzijas metodi un testa darba gaitu.

Izprot:

- aseptisko darba paņēmieni izmantošanas nozīmi ražošanas telpā;
- dezinfekcijas līdzekļu nepieciešamību, lai nodrošinātu darba vides sterilitāti un korektus analīžu rezultātus.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- destilēts sterils ūdens;
- sterila mēģene;
- sterila pipete (1 mL);
- bakterioloģiskā cilpa;
- Petri trauks ar barības vielu agara (NA jeb *Nutrient Agar*) vai PCA (*Plate Count Agar*) mikrobioloģisko barotni;
- Drigaļska adata jeb špātele;
- spirta lampiņa;
- pincete;
- ar antibakteriālām vielām piesūcināti diski;
- permanentais marķieris;
- termostats;
- lineāls;
- dezinfekcijas līdzeklis un salvetes virsmas apstrādei;
- etanols un vārglāze instrumentu dezinfekcijai;
- baktēriju kultūra.

Darba gaita

1. Pagatavo pārbaudāmās baktēriju tīrkultūras suspensiju sterilā ūdenī:
 - darbu veic aseptiski (pie spirta lampiņas);
 - sterilā mēģenē iepilda 1 mL sterila destilēta ūdens;
 - bakterioloģisko cilpu sterilizē – iemērc etanolā un apdedzina liesmā;
 - paņem baktēriju tīrkultūru masu un ienes mēģenē;
 - suspensiju rūpīgi sajauc.

2. Testu veic pēc šādas shēmas:
 - baktēriju suspensiju ienes Petri traukā ar sterilu barotni;
 - pilienu izkliedē ar sterilu, atdzēsētu špāteli;
 - izmantojot sterilu pinceti, uz barotnes virsmas vienmērīgā attālumā novieto ar pārbaudāmo antibakteriālo vielu piesūcinātus diskus. Diskus Petri trauka otrā pusē sanumurē;
 - Petri traukus ievieto termostatā +25 °C temperatūrā. Rezultātus novērtē pēc 5–7 dienām;
 - ar lineālu izmēra ap diskiem izveidojušos sterilo zonu diametru. Rezultātus atspoguļo tabulā.

3. Katrs izglītojamais testē citu baktēriju sugu. Nākamajā nodarbībā apkopo visu kursabiedru iegūtos rezultātus. Tabulā ieraksta testēto sugu, antibakteriālos līdzekļus, iegūto sterilo zonu diametru. Veic baktēriju rezistences novērtējumu:
 - **rezistenta** (izturīga baktērija, nav inhibēšanas zonas – baktērija aug ap disku, kas piesūcināts ar antibakteriālo līdzekli)
 - **vidēji jutīga** (baktērija ir daļēji izturīga pret antibiotiku, ir novērojama inhibēšanas zona – baktērija neaug ap disku, kas piesūcināts ar antibakteriālo līdzekli)
 - **jutīga** (antibiotika ir kaitīga baktērijai, ir novērojama liela inhibēšanas zona – baktērija neaug lielā laukumā ap disku, kas piesūcināts ar antibakteriālo līdzekli)

4. Raksturo un salīdzina dažādu baktēriju sugu jutību pret antibakteriālām vielām un izdara secinājumus.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Antibiotiku rezistences noteikšana

1. tabula

Baktēriju rezistence pret antibiotikām un antibakteriālām vielām

Izmantotā antibiotika vai antibakteriālā viela	Baktēriju kultūra					
	
	diametrs, mm	novērtējums*	diametrs, mm	novērtējums*	diametrs, mm	novērtējums*
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						

*rezistents / vidēji jutīgs / jutīgs

Secinājumi:

1. Kura no testētajām baktērijām bija visrezistentākā? Pamato savu atbildi, izmantojot iegūtos rezultātus!
2. Kura no antibiotikām bija visefektīvākā? Pamato savu viedokli!
3. Kura no antibakteriālajām vielām bija visefektīvākā? Pamato savu viedokli!

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
4.	Prasme noteikt mikroorganismu antibiotiku rezistenci	20	
5.	Aseptisko darba paņēmieni precīza izmantošana	10	
6.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
7.	Rezultātu analīze un secinājumi	10	
8.	Atbildes uz jautājumiem	8	
KOPĀ		73	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	10	11	21	22	32	33	43	44	49	50	54	55	60	61	66	67	70	71	73
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kas ir antibiotikas?

2. jautājums

Kādēļ mikroorganismi izdala antibiotikas?

3. jautājums

Ko nozīmē baktēriju antibiotiku rezistence?

4. jautājums

Kādas metodes izmanto antibiotiku rezistences noteikšanai?

MIKROORGANISMU IZOLĒŠANA, SKAITA NOTEIKŠANA UN TĪRKULTŪRAS IEGŪŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Mikroorganismu skaitu var noteikt, izmantojot kvalitatīvas vai kvantitatīvas metodes. Piemēram, mikroorganismu daudzumu šķidrumsos var noteikt, izmantojot fotospektrometriju.



BŪTISKI

Kvantitatīvā metode - skaitu nosaka, izmantojot fotospektrometru, mērot optiskā blīvuma izmaiņas.

Kvalitatīvās metodes - skaitu nosaka mikroskopējot, izolējot mikroorganismus un nosakot koloniju veidojošo vienību skaitu uz agarizētām barotnēm.

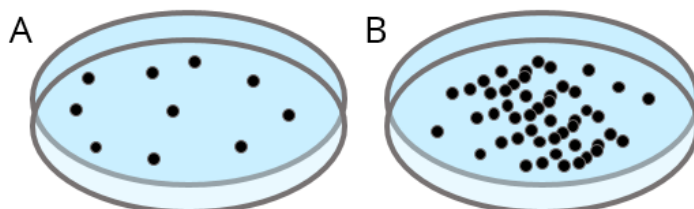
Šādā gadījumā tiek mērītas šķidrās barotnes optiskā blīvuma izmaiņas un noteikts mikroorganismu skaits. Mikroorganismus var skaitīt mikroskopējot.

Piemēram, alus ražošanā raugu skaitu nosaka, mikroskopējot vienu mililitru parauga un nosakot tur esošo rauga šūnu skaitu. Visplašāk mikroorganismu skaita noteikšanai izmanto aplietās plātnes metodi vai parauga izsmērēšanu pa barotnes agarizēto virsmu.

Savukārt mikroorganismu izolēšanai vai tīrkultūras iegūšanai izmanto svītru metodi.

Baktēriju skaita noteikšanai vai izolēšanai no paraugiem ar aplietās plātnes metodi vai suspensijas uzsēšanu uz agarizētās virsmas, vai svītru metodi izmanto agarizētās barotnes. Metodes princips balstās uz to, ka, baktērijām augot uz barotnes, veidojas ar acīm saskatāmas baktēriju "čupiņas", ko sauc par kolonijām. Šo metodi plaši izmanto rūpniecībā, lai noteiktu sēņu un baktēriju daudzumu produktos. Mikroorganismu skaits tiek noteikts koloniju veidojošās vienībās (KVV). Ministru kabineta noteikumi regulē pārtikas produktos pieļaujamo KVV skaitu. Baktēriju audzēšanu laboratorijas apstākļos sauc par kultivēšanu, bet baktēriju audzēšanu noteiktā temperatūrā un laika intervālā – par inkubāciju.

Pārtikas produkti, ūdens, augsne un citas vides satur daudz mikroorganismu. Ja šādu paraugu uzsēj uz agarizētas barotnes, tad mikroorganismu koloniju ir par daudz un tās nav atšķiramas viena no otras, tādēļ nav iespējams kolonijas saskaitīt (skatīt 1.9. attēlu).



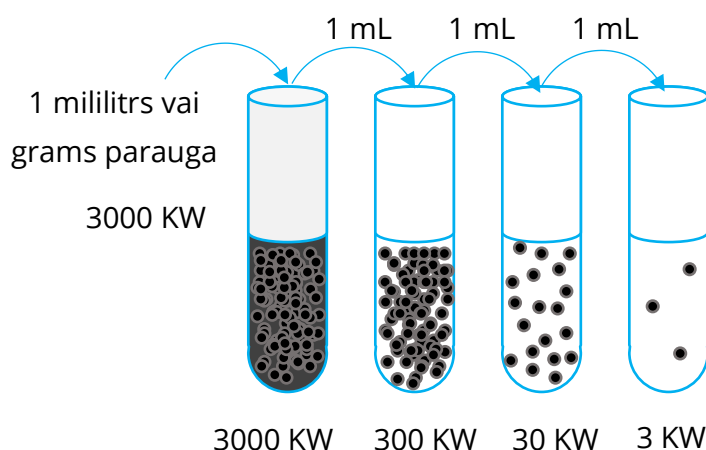
1.9. attēls. Mikroorganismu kolonijas uz agarizētas barotnes. (A) Analizējamā parauga mikroorganismu skaits ir mazs, kolonijas ir saskaitāmas. (B) Analizējamā parauga mikroorganismu skaits ir liels, kolonijas nav izšķiramas un saskaitāmas

Lai noteiktu mikroorganismu daudzumu šādos paraugos, izmanto robežatšķaidījuma metodi – pirms parauga uzsēšanas veic tā vairākkārtēju atšķaidīšanu līdz brīdim, kad mikroorganismus var saskaitīt.

**BŪTISKI**

Robežatšķaidījuma metode – izmanto mikroorganismu skaita samazināšanai paraugos ar lielu mikroorganismu skaitu, lai varētu to samazināt līdz saskaitāmam daudzumam.

Šī metode shematiski attēlota 1.10. attēlā. Parauga un šķīdinātāja daudzumu izvēlas tā, lai ar katru atšķaidīšanu iegūtu desmitkārtīgu vai simtkārtīgu parauga atšķaidījumu. Atšķaidījums ir izvēlēts pareizi, ja traukā izaugušo mikroorganismu skaits ir 30–300 KWV.



1.10. attēls. Robežatšķaidīšanas shēma – mikroorganismu koloniju skaita samazināšanās, paraugu atšķaidot

Dažādu sugu baktērijām kolonijas atšķiras pēc krāsas, izmēra, formas un tekstūras, tādēļ kolonijas īpašības tiek izmantotas, identificējot sugas. No Petri trauka, kur ir izaugušas dažādas baktēriju sugas (kolonijas), var izdalīt tīrkultūru. Par tīrkultūru sauc ģenētiski viendabīgu mikroorganismu masu, kas izaugusi no vienas šūnas vai izolēta no vienas kolonijas. Tīrkultūras iegūšana ir nepieciešama, lai varētu veikt mikroorganismu morfoloģijas un fizioloģijas analīzes un noskaidrot sistemātisko piederību. Izdalot tīrkultūru, mērķis ir iegūt atsevišķas kolonijas no šūnu suspensijas. Ar bakterioloģisko cilpu tiek paņemta šūnu suspensija un vilkta zigzaga veidā pa agarizēto barotni. Pārvietojot bakterioloģisko cilpu pa agara virsmu, arvien mazāk baktēriju šūnu paliek uz cilpas, līdz beidzot uz agara virsmas paliek atsevišķas šūnas, no kurām attīstās kolonijas. Var uzskatīt, ka iegūta tīrkultūra, ja, vairākas reizes pārsējot baktēriju kultūru, tiek iegūtas viendabīgas (pēc morfoloģijas vienādas) kolonijas.

Ieteicamie avoti

Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.

Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

- Apgūt prasmes veikt parauga sagatavošanu un mikrobioloģisko testēšanu, izmantojot dažādas metodes.

Darba uzdevumi

1. Veikt parauga sagatavošanu (robežatšķaidīšanu).
2. Veikt baktēriju skaita noteikšanu, izmantojot aplietās plātnes metodi.
3. Veikt sēņu skaita noteikšanu, izmantojot parauga izsmērēšanu pa barotnes agarizēto virsmu.
4. Veikt baktēriju tīrkultūras iegūšanu, izmantojot svītru metodi.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- noņemt paraugus un sagatavot tos mikrobioloģiskajiem testiem;
- izveidot robežatšķaidījumus mikroorganismu izolēšanai un skaita noteikšanai;
- noteikt mikroorganismu daudzumu vienā mililitrā vai gramā parauga;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus.

Zina:

- paraugu noņemšanas kārtību mikrobioloģiskajiem testiem, darba aizsardzības pasākumus paraugu noņemšanas procesā;
- mikrobioloģisko testu metodes, testu darba gaitu, darba aizsardzības prasības, veicot mikrobioloģisko testēšanu.

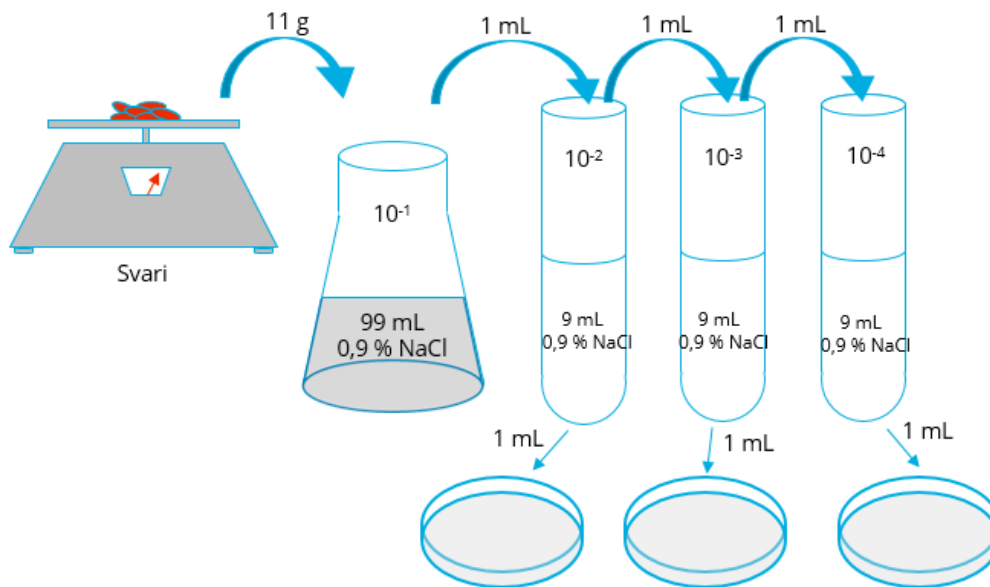
Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- analizējamais paraugs (augšne, putraimi u. c.);
- kolba vai pudele ar 0,9 % NaCl šķīdumu (99 mL);
- permanentais marķieris;
- sterili trauki vai filtrpapīrs parauga svēršanai;
- metāla lāpstiņa vai skalpelis;
- vārglāze ar 96 % etanolu sterilizācijai;
- 70 % etanols virsmu dezinfekcijai;
- spirta lampiņa vai gāzes deglis;
- elektroniskie svāri;
- mēģeņu statīvs;
- 3 mēģenes ar sterilu 0,9 % NaCl šķīdumu (9 mL);
- 5 sterilas pipetes (1 mL) un pipetes pūslis vai mehāniskā pipete, un sterili pipešu uzgaļi;
- 3 Petri trauki ar Bengālijas rozā agaru (RBC jeb *Rose Bengal Chloramphenicol Agar*);
- barības vielu agara (NA jeb *Nutrient Agar*) barotne (80 mL);
- 4 sterili Petri trauki;
- permanentais marķieris;
- Drigaļska adata jeb špātele;
- papīra līmlente;
- vortekss;
- termostats;
- 1 Petri trauks ar NA barotni;
- bakterioloģiskā cilpa.

Darba gaita

Robežatšķaidījumu pagatavošana

Robežatšķaidījumu pagatavošanas un uzsēšanas shēma parādīta 1.11. attēlā.

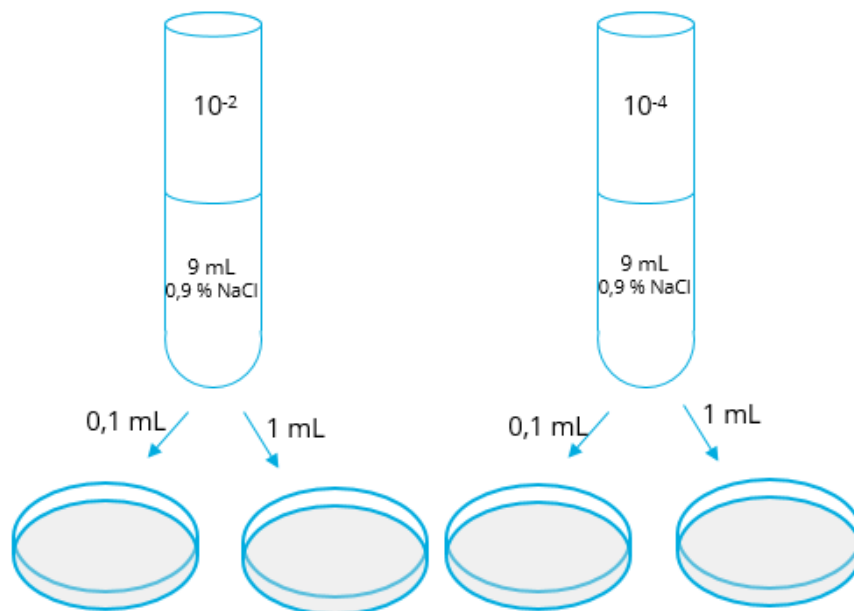


1.11. attēls. Robežatšķaidījumu pagatavošanas un uzsēšanas shēma mikroorganismu KVV skaita noteikšanai

1. Veic visas darbības, ievērojot aseptiskās darba metodes. Sterilizē darba galdu, elektroniskos svarus un pārliecinās, ka uz galda ir viss nepieciešamais darbam.
2. Uz kolbas ar NaCl šķīdumu uzraksta datumu, paraugu un atšķaidījumu (10^{-1}).
3. Aseptiski nosver 11 g parauga (vai 11 mL šķidra materiāla) un pārnes kolbā ar 99 mL sterila 0,9 % NaCl šķīduma, noslēdz kolbu ar aizbāzni, kārtīgi samaisa suspensiju, nepieļaujot tās saskari ar aizbāzni (ir iegūts atšķaidījums 10^{-1}).
4. Statīvā novieto 3 mēģenes ar 9 mL sterila 0,9 % NaCl šķīduma.
5. Nomarkē mēģenes 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} .
6. Strādā aseptiski. Pipetes novieto tikai tām paredzētās vietās. Nedrīkst aizskart pipeti tur, kur tā nonāk saskarē ar paraugu, jo tad notiks parauga kontaminācija. Ar sterilu pipeti no kolbas paņem 1 mL suspensijas (atšķaidījuma 10^{-1}) un pārnes pirmajā mēģenē ar 9 mL 0,9 % NaCl šķīduma (iegūts atšķaidījums 10^{-2}). Izmantojot vorteksu, samaisa mēģenes saturu.
7. Ņem jaunu sterilu pipeti. No pirmās mēģenes (atšķaidījuma 10^{-2}) paņem 1 mL suspensijas un pārnes otrajā mēģenē ar 9 mL 0,9 % NaCl šķīduma (iegūts atšķaidījums 10^{-3}). Samaisa mēģenes saturu.
8. Ņem jaunu sterilu pipeti. No otrās mēģenes (atšķaidījuma 10^{-3}) paņem 1 mL suspensijas un pārnes trešajā mēģenē ar 9 mL 0,9 % NaCl šķīduma (iegūts atšķaidījums 10^{-4}). Samaisa mēģenes saturu.

Baktēriju skaita noteikšana, izmantojot aplietās plātnes metodi

1. Baktērijas tiks uzsētas uz NA barotnes.
2. Atšķaidījumu pakāpes izvēlas atkarībā no iespējamā mikroorganismu skaita analizējamā paraugā.
3. Nomarķē Petri traukus, norādot vārdu, datumu, paraugu, atšķaidījumus, kuri tiks uzsēti un suspensijas daudzumu, kas tiks ievadīts Petri traukā.
4. Visus uzsēšanas darbus veic aseptiski, lai izvairītos no mikroorganismu nokļūšanas paraugā vai uz Petri trauka barotnes, veidojot nekorektus rezultātus.
5. Samaisa mēģenes saturu.
6. Uzsēšanu sāk ar lielāko atšķaidījumu 10^{-4} , tad pāriet uz 10^{-2} . Veicot uzsēšanu secībā no lielāka uz mazāku atšķaidījumu, nav jāveic pipetes maiņa.
7. Pārnes 1 mL suspensijas no atšķaidījuma 10^{-2} attiecīgajā Petri traukā, tad 0,1 mL attiecīgajā Petri traukā (skatīt 1.12. attēlu).

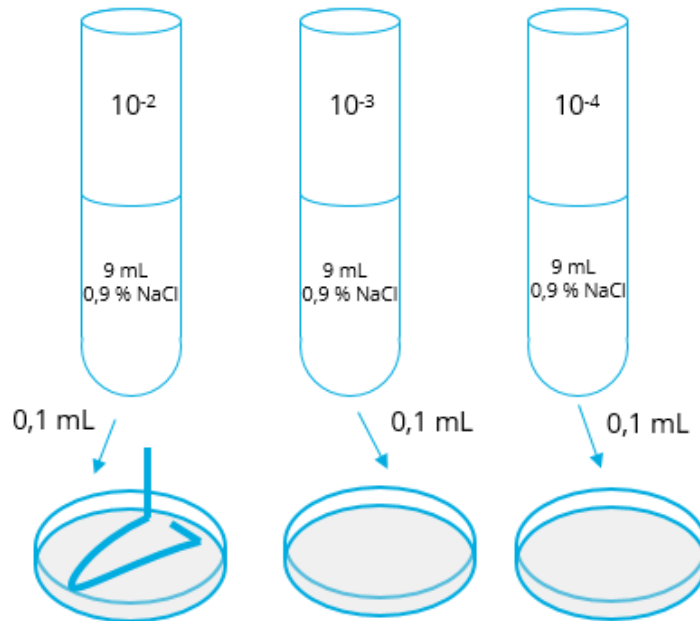


1.12. attēls. **Parauga uzsēšanas shēma baktēriju skaita noteikšanai paraugā, izmantojot aplietās plātnes metodi**

8. NA barotni atdzesē līdz aptuveni 45 °C temperatūrai. Darbu veic pie iedegtas spirta lampiņas vai gāzes degļa. Ar vienu roku paceļ Petri trauka vāku un tur to virs Petri trauka. Barotnes pudelei vai kolbai noņem korķi un kakliņu sasilda liesmā, izvelkot to pāris reizes cauri liesmai. Petri traukos ielej 15–20 mL NA barotnes. Aiztaisa Petri trauku ar vāku un maigi, ar apļveida kustībām samaisa saturu. Jāizvairās no barotnes izlišanas vai nokļūšanas uz Petri trauka vāka.
9. Kad barotnes sacietējušas, Petri trauka vāku un pamatni sastiprina ar diviem papīra līmlentes gabaliem.
10. Petri traukus liek inkubēties termostatā 30 °C (\pm 2 °C) temperatūrā ar vāku uz leju.
11. Pēc divu dienu inkubēšanas veic baktēriju koloniju skaitīšanu.

Sēņu skaita noteikšana, izmantojot parauga izsmērēšanu pa barotnes agarizēto virsmu

1. Sēnes tiks uzstātas uz RBC barotnes. Uzsēšanas shēma redzama 1.13. attēlā.



1.13. attēls. Parauga uzsēšanas shēma sēņu skaita noteikšanai paraugā, izmantojot parauga izsmērēšanu pa barotnes virsmu

2. Atšķaidījumu pakāpes izvēlas atkarībā no iespējamā mikroorganismu skaita analizējamā paraugā.
3. Nomarkē Petri traukus, norādot vārdu, datumu, paraugu un atšķaidījumus, kuri tiks uzstēti.
4. Visus uzsēšanas darbus veic aseptiski, lai izvairītos no mikroorganismu nokļūšanas paraugā vai uz Petri trauka barotnes, veidojot nekorektus rezultātus.
5. Nosterilizē galdu. Iedez spirta lampiņu.
6. Uzsēšanu sāk ar lielāko atšķaidījumu. Ar sterilu pipeti ņem 0,1 mL parauga suspensijas no lielākā atšķaidījuma un ielej attiecīgajā Petri traukā ar RBC barotni.
7. Špāteli iemērc 96 % etanola šķīdumā. Aizdedzina špāteli, pagaida, kamēr atdziest. Špātele ir sterilizēta.
8. Ar vienu roku nedaudz paceļ Petri trauka vāku. Ar atdziestu špāteli izsmērē paraugu viendabīgi pa visu barotnes virsmu.
9. Izmantojot iepriekšējo pipeti, veic uzsējumu ar mazāku parauga atšķaidījumu. Turpina uzsēšanu, līdz visi 3 Petri trauki ir izmantoti.
10. Petri trauka vāku un pamatni sastiprina ar diviem papīra līmlentes gabaliem.
11. Petri traukus novieto termostatā 25 °C (± 2 °C) temperatūrā, ar vāku uz leju.
12. Pēc piecu dienu inkubēšanas veic sēņu koloniju skaitīšanu.

Koloniju skaitīšana

1. Izmanto marķieri. Petri trauku apgriez otrādi un skaita uzaugušās kolonijas. Lai nesajauktu ar jau saskaitītām kolonijām, tās atzīmē ar punktiņu.
2. Rezultātus ieraksta protokolā. Ja izaugušo koloniju skaits nav 30–300 koloniju robežās, to norāda tabulā. Ja ir ļoti daudz koloniju, tad var Petri trauku sadalīt uz pusēm un skaitīt vienā pusē esošās kolonijas, pēc tam pārrēķinot kopējo koloniju skaitu Petri traukā.
3. Aizpilda protokola tabulu. Mikroorganismu skaitu vienā gramā vai mililitrā analizējamā paraugā aprēķina pēc formulas:

$$A = \frac{N}{c \cdot V},$$

kur

N – saskaitīto koloniju skaits izvēlētajā atšķaidījumā;

V – Petri traukā ielietais suspensijas tilpums, mL;

C – uzsētais atšķaidījums;

A – KVV skaits uz 1 gramu vai 1 mL parauga. (Zariņš 1973)

Baktēriju tīrkultūras iegūšana, izmantojot svītru metodi

1. Darbu veic, izmantojot aseptikas metodes.
2. No Petri trauka izvēlas atsevišķu baktēriju koloniju.
3. Sterilizē bakterioloģisko cilpu uz liesmas līdz sarkankvēlei. Atdzesē.
4. Darbu veic pie iedegtas spirta lampiņas. Ar vienu roku paceļ Petri trauka vāku un tur to virs barotnes. Ar bakterioloģisko cilpu paņem nelielu baktēriju masu. Bakterioloģisko cilpu ievada Petri traukā un, turot to paralēli agara virsmai, velk pa agara virsmu, veicot svītrojumu no vienas Petri trauka malas uz otru un nosedzot 1/4 barotnes virsmas, kā parādīts 1.14. attēlā.



1.14. attēls. **Baktēriju uzsēšana, izmantojot svītru metodi**

5. Bakterioloģisko cilpu atkārtoti sterilizē, atdzesē.
6. Petri trauku pagriež pa 90°. Ar sterilu bakterioloģisko cilpu veic nākamo svītrojumu, nelielu pieskaroties jau iepriekš uzsētajai kultūrai (1. veiktajam svītrojumam), kā parādīts 1.15. attēlā. Izveido 3–4 svītrojumus.



1.15. attēls. **Baktēriju tīrkultūras izdalīšana, izmantojot svītru metodi (I)**

7. Bakterioloģisko cilpu atkārtoti sterilizē, atdzesē.
8. Petri trauku pagriež pa 90°. Ar sterilu bakterioloģisko cilpu veic nākamo svītrojumu, nedaudz pieskaroties jau iepriekš uzstētajai kultūrai (2. veiktajam svītrojumam), kā redzams 1.16. attēlā. Izveido 3–4 svītrojumus.

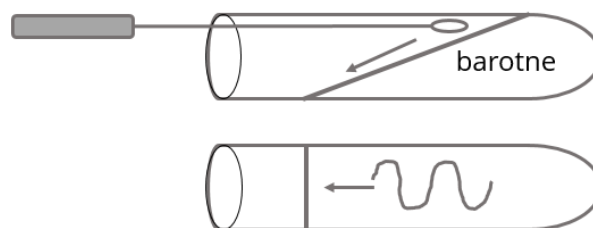


1.16. attēls. **Baktēriju tīrkultūras izdalīšana, izmantojot svītru metodi (II)**

9. Bakterioloģisko cilpu atkārtoti sterilizē, atdzesē.
10. Petri trauku pagriež pa 90°. Ar sterilu bakterioloģisko cilpu veic nākamo svītrojumu, nedaudz pieskaroties jau iepriekš uzstētajai kultūrai (3. veiktajam svītrojumam). Izveido 3–4 svītrojumus.
11. Petri trauku nomarķē un inkubē termostatā 30 °C (± 2 °C) ar vāku uz leju.

Baktēriju uzsēšana uz slīpagara

1. Visas darbības veic aseptiski.
2. Vienā rokā paņem bakterioloģisko cilpu, nosterilizē liesmā un atdzesē. Otrā rokā paņem Petri trauku ar baktēriju kultūru un noņem tā vāku. Ar bakterioloģisko cilpu paņem nedaudz baktēriju masas. Aizver Petri trauku.
3. Vienā rokā paņem mēģeni ar slīpagaru. Ar otras rokas mazo pirkstu noņem mēģenes korķi. Divas reizes izvelk mēģenes kakliņu cauri liesmai.
4. Bakterioloģisko cilpu ievada mēģenē pēc iespējas dziļāk un velk cilpu ārā, pieskaroties agara virsmai un veidojot viļņveida svītru (skatīt 1.17. attēlu).



1.17. attēls. **Baktēriju kultūras uzsēšana uz slīpagara**

5. Divas reizes izvelk mēģenes kakliņu un mēģenes korķi cauri liesmai. Aizver mēģeni.
6. Sterilizē bakterioloģisko cilpu.
7. Mēģeni nomarķē un inkubē termostatā 30 °C (± 2 °C).

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Mikroorganismu izolēšana, skaita noteikšana un tīrkultūras iegūšana

1. tabula

Baktēriju skaits paraugā

Analizējamais paraugs	Uzsētais atšķaidījums	Petri traukā ielietais suspensijas tilpums, mL	Baktēriju skaits uz NA		
			saskaitītais KW skaits	KVV/g parauga	vidējais KVV/g parauga

Vieta aprēķiniem:

2. tabula

Sēņu skaits paraugā

Analizējamais paraugs	Uzsētais atšķaidījums	Petri traukā ielietais suspensijas tilpums, mL	Sēņu skaits uz RBC		
			saskaitītais KW skaits	KVV/g parauga	vidējais KVV/g parauga

Vieta aprēķiniem:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

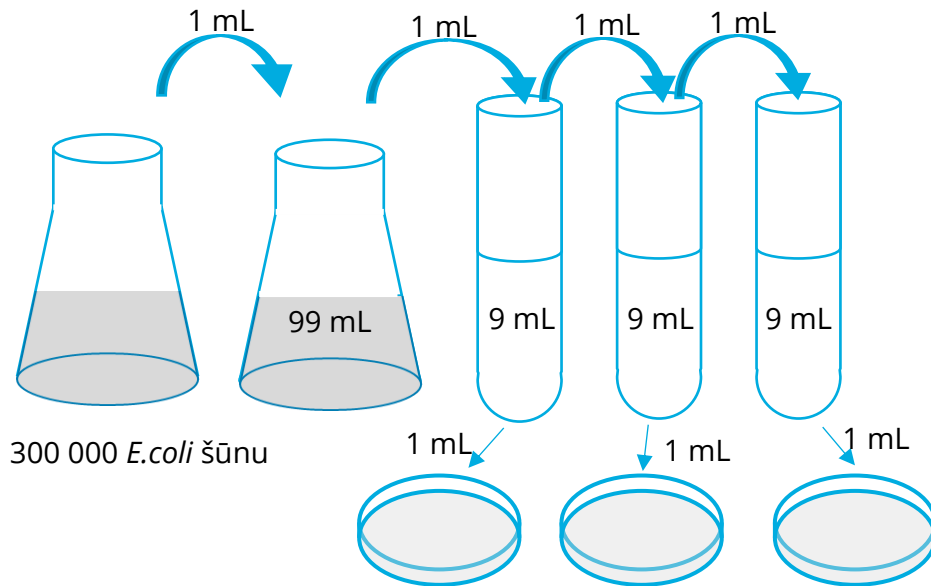
Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme pagatavot mikroorganismu atšķaidījumus	15	
4.	Prasme noteikt mikroorganismu skaitu paraugā, izmantojot aplietās plātnes metodi	15	
5.	Prasme noteikt mikroorganismu skaitu paraugā, izmantojot parauga izsmērēšanu pa agarizēto virsmu	15	
6.	Prasme veikt mikroorganismu tīrkultūras iegūšanu un uzsēšanu glabāšanai	15	
7.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
8.	Prasme raksturot baktēriju tīrkultūru	10	
9.	Atbildes uz jautājumiem	12	
KOPĀ		102	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	14	15	30	31	45	46	60	61	68	69	77	78	85	86	93	94	98	99	102
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

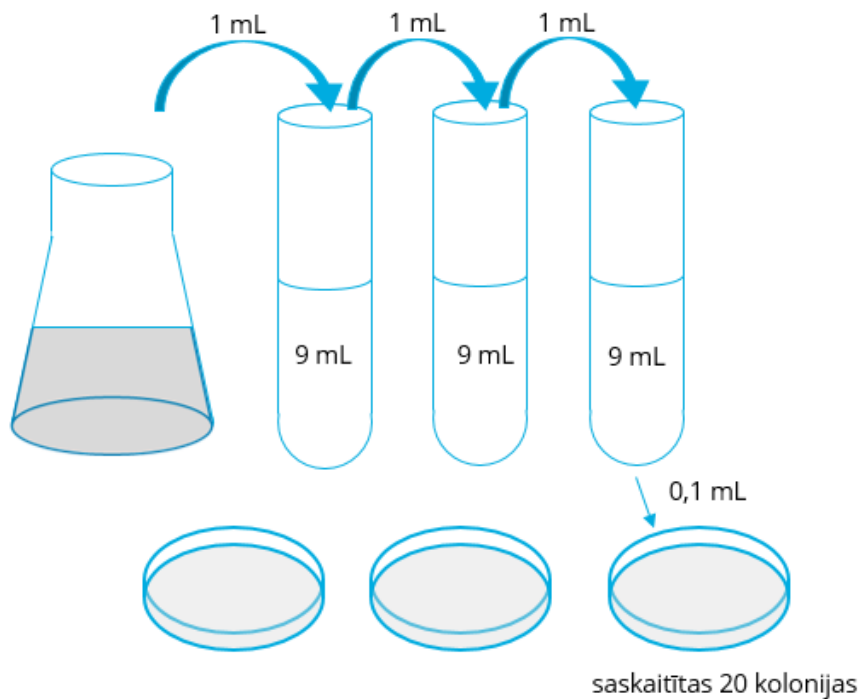
Laboratorijā kolbā tika pagatavota *E. coli* kultūras suspensija, kas saturēja 300 000 jeb 3×10^5 šūnu mililitrā. Pagatavošana notika pēc 1.18. attēlā dotās shēmas. Izpēti doto shēmu un norādi, cik kolonijas tiks saskaitītas uz Petri traukiem! Vai atšķaidījums ir izvēlēts pareizi? Pamato savu viedokli!



1.18. attēls. Robežatšķaidīšanas un uzsēšanas shēma (I)

2. jautājums

Izpēti 1.19. attēlu. Kāda bija mikroorganismu koncentrācija (mikroorganismi/mL) kolbā?



1.19. attēls. Robežatšķaidīšanas un uzsēšanas shēma (II)

1. uzdevums

Uzzīmē atšķaidījumu pagatavošanas shēmu paraugam, kas satur 50 000 mikroorganismu gramā. Uzdevums iegūt suspensijas, kas satur 500, 50 un 5 mikroorganismu kolonijas.

2. uzdevums

Piena obligātās nekaitīguma prasības nosaka, ka piens nedrīkst saturēt vairāk kā 100 000 mikroorganismu uz mL. Nosaki, vai piens atbilst šīm prasībām! Uzzīmē atšķaidījuma pagatavošanas un uzsēšanas shēmu! Atzīmē, kuros Petri traukos skaitīsi izaugušās kolonijas!

PIENSKĀBES PRODUKTU MIKROFLORA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Veselu govju piena dziedzeros esošs piens nesatur mikroorganismus (ir sterils). Mikroorganismi pienā var nokļūt gan slaukšanas, gan uzglabāšanas laikā. Pienā ir olbaltumvielas, brīvās aminoskābes, piena cukurs (laktoze), piena tauki, vitamīni (A, D, E, C, PP) un citi savienojumi, kas padara šo produktu par labvēlīgu vidi mikroorganismiem. Ievērojot sanitārās normas, pienā dominē pienskābes baktērijas (*Streptococcus thermophilus*, *Leuconostoc spp.*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*) un sarcīnas. Neievērojot sanitārās normas, pienā var nokļūt patogēni organismi, sviestskābes baktērijas, zarnu nūjiņas un citi pūšanas procesu izraisošie mikroorganismi, kuri labvēlīgā temperatūras režīmā savairojas ļoti strauji.

Jau senos laikos no piena ieguva raudzētus produktus. Tomēr cilvēki nezināja, kas izraisa šo procesu. Pie raudzētiem produktiem pieder rjaženka, kefīrs, jogurts un citi produkti. Mūsdienās skābpiena gatavošanas procesā pasterizētam pienam pievieno mikroorganismu kultūras atkarībā no tā, kādu produktu vēlas iegūt. Pievienotā mikroorganismu kultūra pienā esošo laktozi fermentē par pienskābi (notiek homofermentatīvā rūgšana). Ja tiek izmantotas heterofermentatīvās ierauga kultūras, tad bez pienskābes veidojas arī citi blakusprodukti – etiķskābe, dzintarskābe, etanols, aromātiskie savienojumi un citi savienojumi, kas piešķir dažādas garšas nianšes. Mikroorganismu veidotā pienskābe koagulē pienā esošās olbaltumvielas un veidojas recekļveida masa.

Jogurts tiek iegūts piena fermentācijas rezultātā. *L. bulgaricus* un *S. thermophilus* ir visbiežāk izmantotās baktēriju sugas jogurta ražošanā. Šīs baktērijas fermentē pienā esošo laktozi par pienskābi. Savukārt pienskābe piešķir jogurtam raksturīgo skābo garšu.



BŪTISKI

Pienskābes baktērijas ir anaerobas (attīstās bezskābekļa apstākļos) un termofilas (aug relatīvi augstā temperatūrā 40–42 °C).

Mūsdienās jogurtiem pievieno probiotiku *Bifidobacterium spp.* Ar probiotikām saprot dzīvus organismus, kas atstāj labvēlīgu ietekmi uz cilvēka organismu, un tādēļ tiek izmantoti pārtikas produktos kā piedeva.

Bifidobaktērijām ir Y veida šūnas forma, kas ļauj tās viegli atšķirt no *L. bulgaricus* un *S. thermophilus*, attiecīgi nūjiņveida un ķēdītē izkārtotām lodveida pienskābes baktērijām. Pienskābās baktērijas ir anaerobas, tās attīstās bezskābekļa apstākļos. Temperatūras prasību ziņā tās ir termofilas – vislabāk aug relatīvi augstā temperatūrā 40–42 °C.

Lai saturētu šūnas struktūru, lielākajai daļai prokariotu citoplazmatiskās membrānas ārpusē ir šūnapvalks (mikoplazmām un termoplazmām šūnapvalka nav), kas piešķir šūnai formu un stingrību. Šūnapvalka biezums svārstās no 0,01 līdz 0,08 μm. Atkarībā no šūnapvalka uzbūves, baktērijas dalās grampozitīvās (Gram+) un gramnegatīvās (Gram-) baktērijās. Pēc krāsošanas ar Grama metodi grampozitīvās baktērijas iekrāsojas violetā krāsā, savukārt gramnegatīvās baktērijas sārtā vai sarkanā

krāsā. Baktēriju krāsošana pēc Grama ir diferenciāla krāsošanas metode, kura tiek plaši lietota, nosakot baktēriju sugu. Pienskābes baktērijām ir raksturīga lodveida vai nūjiņveida forma, tās ir grampozitīvas.

Ieteicamie avoti

Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

- Iepazīties ar pienskābes mikroorganismu daudzveidību.

Darba uzdevumi

1. Izdalīt skābpiena produktu mikroorganismus, veikt to identifikāciju pēc Grama metodes.
2. No skābpiena produkta marķējuma nolasīt pagatavošanā izmantotās mikroorganismu kultūras.
3. Pagatavot skābpiena produktu uztriepes, veikt to mikroskopēšanu.
4. Uzzīmēt skābpiena produktu mikroorganismu šūnu formu, noteikt, vai konstatēta marķējumā norādītā mikroorganismu kultūra.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- strādāt ar ķīmiskām vielām biotehnoloģiskajā ražošanas procesā;
- izmantot aseptiskos darba paņēmienus ražošanas telpā;
- lietot tīrīšanas un dezinfekcijas līdzekļus iekārtu un telpu uzkopšanā;
- strādāt ar mikroorganismu kultūrām;
- noņemt paraugus;
- sagatavot paraugus mikrobioloģiskajiem testiem.

Zina:

- darba drošības noteikumus un darba aizsardzības pasākumus darbā ar ķīmiskajām vielām, individuālo aizsardzības līdzekļu izmantojumu;
- mikrobioloģisko testu metodes, testu darba gaitu, darba aizsardzības prasības, veicot mikrobioloģisko testēšanu;
- paraugu noņemšanas kārtību mikrobioloģiskajos testos.

Izprot:

- mikroorganismu nepieciešamību un izmantojuma iespējas biotehnoloģiskajā ražošanas procesā;
- pareizas paraugu noņemšanas ietekmi uz mikrobioloģisko testu rezultātu kvalitāti;
- ķīmisko vielu nepieciešamību un izmantojumu biotehnoloģiskajā ražošanas procesā, darba drošību darbā ar ķīmiskām vielām, darba un vides aizsardzības nozīmi ķīmisko vielu izmantošanas laikā;
- mikrobioloģisko testu pareizas izpildes ietekmi uz testu rezultātu kvalitāti.

Reaģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- spirta lampiņa;
- vārglāze ar 96 % etanolu;
- permanentais marķieris;
- bakterioloģiskā cilpa;
- mehāniskā pipete;
- sterili pipešu uzgaļi;
- anaerobus apstākļus nodrošinoši maisiņi (piemēram, *GasPack system*) vai stikla trauks, kas ir noslēdzams ar vāku (piemēram, kristalizators), vazelīns, parafilma un tējas svece;
- skābpiena produkti: jogurti, kefīrs u. c., kā arī skābētu kāpostu vai gurķu sula;
- 2 sterili Petri trauki;
- 2 Petri trauki ar MRS jeb *De Man, Rogosa and Sharpe agar* barotni. Svarīgi MRS pagatavot un uzsēt 1–2 stundu laikā, vai arī pēc izliešanas uzglabāt bezskābekļa apstākļos 30 minūtes, pretējā gadījumā tajā difundēs skābeklis un anaerobie mikroorganismi noteikti ies bojā;
- pincete;
- karbolfuksīns;
- kristālvioletā šķīdums;
- Lugola joda šķīdums;
- 95 % etanols;
- Pastēra pipete;
- safranīns;
- ūdens strūklene;
- filtrpapīrs;
- spirta un ētera (1:1) maisījums;
- metilēnzilais;
- 4 priekšmetstikliņi;
- destilēts ūdens (20 mL);
- imersijas eļļa;
- līdzeklis mikroskopa tīrīšanai.

Darba gaita

1. Izmanto Petri traukus ar MRS vai izlej vienu tikko pagatavotu un autoklavētu MRS barotni. Ļauj barotnei sastingt.
2. Darbu veic, ievērojot aseptiskos darba paņēmienus.
3. Nomarķē vienu tukšo un vienu izlieto Petri trauku ar MRS agaru. Marķējumā norāda datumu un skābpiena produktu, no kura tiks izdalītas baktēriju kultūras.

Mikroorganismu izdalīšana no jogurta, izmantojot svītru metodi

1. Visas darbības veic aseptiski.
2. Sterilizē bakterioloģisko cilpu.
3. Paņem nedaudz skābpiena produkta masas.
4. Bakterioloģisko cilpu ievada Petri traukā un veic baktēriju uzsēšanu, izmantojot svītru metodi (skatīt 1.20. attēlu).



1.20. attēls. **Shēma mikroorganismu kultūras izolēšanai, izmantojot svītru metodi**

5. Petri trauku sadala iedomātās 3 daļās. Veic svītrojumu 1/3 Petri trauka. Petri trauku pagriež pa 90 °C. Bakterioloģisko cilpu atkārtoti sterilizē liesmā, atdzesē.
6. Ar sterilu bakterioloģisko cilpu atkārtoti veic svītrojumu nākamajā Petri trauka trešdaļā, sākumā ar cilpu izejot cauri jau uzstētajai daļai. Petri trauku pagriež pa 90 °C. Cilpu atkārtoti sterilizē liesmā, atdzesē.
7. Atkārto iepriekšējā punktā minēto darbību tā, lai rezultātā visās Petri trauka daļās būtu veikts svītrojums.

Mikroorganismu izdalīšana no jogurta, izmantojot aplietās plātnes metodi

1. Vēro pedagoga demonstrējumu, kā pareizi izmantot mehāniskās pipetes.
2. Visas darbības veic aseptiski.
3. Sterilā Petri traukā ienes 0,1 vai 1 mL skābpiena produkta parauga.
4. Pārlicinās, ka MRS agara barotne nav karstāka par 45 °C. Skābpiena produkta paraugu aplej ar barotni un ar maigām apļveida kustībām samaisa.

Inkubēšana

1. Petri traukus ievieto anaerobus apstākļus nodrošinošos maisiņos vai stikla traukā, kurā var nodrošināt bezskābekļa vidi.
 - Veic darbības, kas norādītas maisiņu lietošanas instrukcijā.
 - Ja Petri trauki tiks ievietoti stikla traukā, tad kameru līdz pusei piepilda ar Petri traukiem. Pa vidu noliek un aizdedzina sveci. Stikla kameras vāku ieziež ar vazelīnu un aizver. Pagaida, kamēr svece izdziest.
2. Stikla trauku ar Petri traukiem liek termostatā 37–42 °C uz 2–3 dienām.

Pienskābes produktu uztriepes pagatavošana

1. Ļoti labi notīra priekšmetstikliņu.
2. Sagatavo plānas uztriepes.
3. Uz priekšmetstikliņa uzpilda nelielu pilienu destilēta ūdens.
4. Ar sterilu bakterioloģisko cilpu ņem nedaudz pētāmā skābpiena produkta un ienes ūdens pilienā, un, maisot to, kārtīgi izšķīdina. Izmērē ūdens pilienu pa visu priekšmetstikliņu. Nožāvē.

5. Uztriepi fiksē, izmantojot ķīmisko fiksāciju ar spirta un ētera (1:1) maisījumu. Uz nožāvētās uztriepes uzpilda dažus pilienus spirta un ētera maisījuma un pēc dažām sekundēm nolej. Atkārtoti divas reizes. Ar šo fiksācijas paņēmieni uztriepi atbrīvo no piena taukiem, kas krāsojas tikpat intensīvi kā mikroorganismi un traucē preparāta apskati.
6. Preparātu nožāvē (neskalojot).
7. Uztriepi krāso ar metilēnzilo caur filtrpapīru 3 minūtes.
8. Noskalo lieko krāsu un nožāvē uztriepi.
9. Apskata mikroskopā un uzzīmē rezultātus.
10. Pēc paraugu apskates veic priekšmetstikliņa dekontamināciju.

Skābētu kāpostu un gurķu sulas preparātu apskate

1. Uz priekšmetstikliņa uznes pilienus parauga.
2. Paraugu izsmērē pa priekšmetstikliņu. Pagatavoto uztriepi nožāvē.
3. Fiksē uz liesmas – priekšmetstikliņu satver ar pinceti un pāris reizes izvelk cauri zonai virs liesmas.
4. Krāso ar metilēnzilo caur filtrpapīru 5 minūtes.
5. Viegli noskalo, nožāvē.
6. Apskata mikroskopā un uzzīmē rezultātus.
7. Pēc paraugu apskates veic priekšmetstikliņa dekontamināciju.

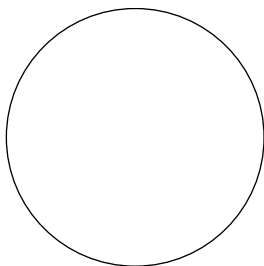
Izdalīto pienskābes mikroorganismu krāsošana pēc Grama metodes

1. Visas darbības veic aseptiski.
2. Izmanto uz MRS barotnes izdalītos pienskābes mikroorganismus. Izvēlas vienu baktēriju koloniju.
3. Pagatavo uztriepi. Nožāvē. Fiksē uz liesmas, pāris reizes izvelkot uztriepi cauri liesmai.
4. Izmantojot instrukciju, veic krāsošanu pēc Grama metodes.
5. Uzzīmē iegūtos rezultātus un nosaka baktēriju piederību pēc Grama metodes.

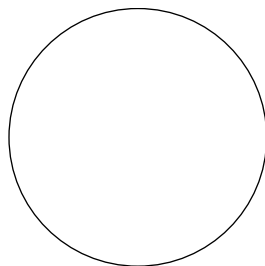
LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Pienskābes produktu mikroflora

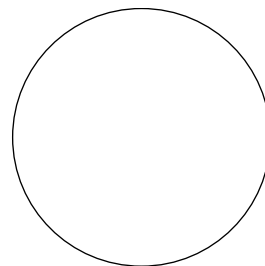
Zīmējums



Zīmējums



Zīmējums



Pārtikas produkts (paraugs):

Produktā norādītās kultūras:

.....

.....

.....

Baktēriju šūnu formas:

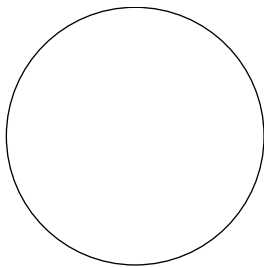
Iespējamā baktēriju ģints:

.....

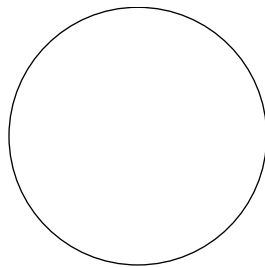
.....

.....

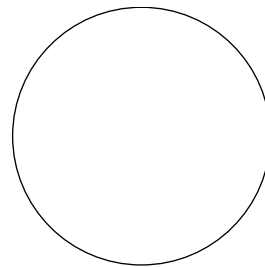
Zīmējums



Zīmējums



Zīmējums



Pārtikas produkts (paraugs):

Produktā norādītās kultūras:

.....

.....

.....

Baktēriju šūnu formas:

Gram+ vai *Gram-*:

Iespējamā baktēriju ģints:

.....

.....

.....

.....

Jautājumi un secinājumi:

1. Raksturo pienskābes baktērijas, izmantojot iegūtos rezultātus!
2. Kuri skābpiena produkti saturēja visvairāk pienskābes mikroorganismu?
3. Kuri skābpiena produkti saturēja vislielāko mikroorganismu daudzveidību?
4. Vai pagatavotajos preparātos varēja novērot ražotāja norādītās pienskābes baktērijas?

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
2.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
3.	Prasme izliet barotni	5	
4.	Prasme izdalīt mikroorganismus no jogurta, izmantojot svītru metodi	10	
5.	Prasme izdalīt mikroorganismus no jogurta, izmantojot aplietās plātnes metodi	15	
6.	Prasme pagatavot pienskābes mikroorganismu preparātus	10	
7.	Prasme zīmēt bioloģiskos zīmējumus	6	
8.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
9.	Atbildes uz jautājumiem	12	
KOPĀ		78	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	22	23	34	35	46	47	52	53	58	59	65	66	71	72	75	76	78
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kādu savienojumu pienskābes baktērijas izmanto, lai fermentētu pienskābi?

2. jautājums

Ar ko atšķiras homofermentatīvās un heterofermentatīvās ieraugu kultūras?

2.

**LABORATORIJAS DARBI BIOĶĪMISKAJĀ
ANALĪZĒ (TESTĒŠANĀ)**

Nodaļas mērķis	Attīstīt izglītojamo prasmes veikt biotehnoloģiskā ražošanas procesa galaproduktu un starpproduktu kvalitātes noteikšanu, kā arī bioķīmisko procesu analīzi.
Sasniedzamie rezultāti	<p>Spēj: sagatavot izejvielas, reaģentus, paraugus un galaproduktus testēšanai, veikt testēšanu, izmantojot atbilstošākās testēšanas metodes, iekārtas un traukus, izvērtēt un apkopot iegūtos rezultātus.</p> <p>Zina: izejvielu, reaģentu, paraugu un galaproduktu ķīmiskās, fizikālās īpašības, paraugu sagatavošanas kārtību, testēšanas metodes, kritērijus un testēšanas rezultātu izvērtēšanas kārtību, iegūto rezultātu apkopošanas metodes un kārtību.</p> <p>Izprot: izejvielu, reaģentu, paraugu un galaproduktu pareizas sagatavošanas nepieciešamību precīzai kvalitātes kontroles noteikšanai.</p>

SAUSNAS UN MITRUMA SATURA NOTEIKŠANA**TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS**

Augu un dzīvnieku izcelsmes produktu ķīmiskais sastāvs nosaka produktu uzturvērtību un organoleptiskās īpašības. Lielākā daļa produktu sastāv galvenokārt no ūdens, kā arī no dažādiem organiskiem un neorganiskiem savienojumiem, kas apvienoti vienā jēdzienā – **sausās vielas** jeb **sausna**.



DEFINĪCIJA

Sausna – procentos izteikts bezūdens vielas daudzums kādā dabiskajā masā. **Mitrums** – procentos izteikts ūdens saturs kādā dabiskajā masā.

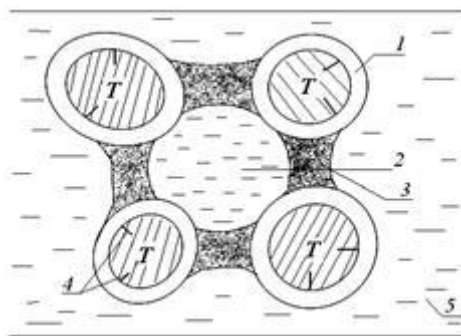
Ūdens produktos piedalās kā organisko un neorganisko vielu šķīdinātājs un ietekmē dažādus bioķīmiskos un fizikāli ķīmiskos procesus.

Zinot iespējamo mitruma saturu produktos, iespējams vieglāk izvēlēties piemērotāko mitruma satura noteikšanas metodi. Tas var atvieglot darbu analītiķiem, nosakot nepieciešamo precizitātes līmeni mitruma satura mērījumos.

Mitruma saturs ir svarīgs kvalitātes faktors produktu uzglabāšanā, iepakojšanā un transportēšanā, tādēļ ražošanas speciālistiem jāņem vērā produktu ķīmiskās īpašības, lai noteiktu produktu žāvēšanas laiku un metodi, saglabājot to īpašības un nodrošinot produkta kvalitāti.

No produktā esošā ūdens veida ir atkarīga tā aizvadīšanas sarežģītība, līdz ar to ūdeni iedala trīs veidos (2.1. attēlā redzami ūdens veidi pārtikas produktos).

- **Brīvais ūdens.** Piedalās visos bioķīmiskos procesos uzglabāšanas un pārstrādes laikā, tas saglabā fizikālās īpašības un darbojas kā organisku un neorganisku savienojumu šķīdinātājs.
- **Adsorbētais ūdens.** Tas ir cieši ietverts šūnu sienīņās vai protoplazmā un saistīts ar olbaltumvielām (proteīniem).
- **Hidratētais ūdens.** Tas ir ķīmiski saistīts (piemēram, laktozes monohidrāts, kā arī daži sāļi, piemēram, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).



2.1. attēls. Ūdens veidi produktos

(1 – adsorbētais ūdens; 2 – brīvais ūdens; 3 – kapilārais ūdens; 4 – adsorbētais kapilārais ūdens; 5 – brīvais ūdens; T – cietās daļiņas)

Avots: https://studopedia.ru/3_65424_vidi-vlazi.html

Atkarībā no produktā esošā ūdens formas ar mitruma noteikšanas metodi vairāk vai mazāk precīzi var izmērīt tā daudzumu. Šī iemesla dēļ ir izstrādātas oficiālas metodes ar noteiktām procedūrām.

Mitruma satura noteikšanas metodes

Žāvēšanas metodes

Izmantojot žāvēšanas metodes, paraugus karsē noteiktos apstākļos, un svara zudumu izmanto, lai aprēķinātu parauga mitruma saturu. Noteiktais mitruma saturs ir atkarīgs no žāvēšanas iekārtas, žāvēšanas apstākļiem, žāvēšanas laika un temperatūras. Šīs metodes ir vienkāršas, un ir iespējama vienlaicīga daudzu paraugu testēšana. Nepieciešamais testēšanas laiks var būt gan dažas minūtes, gan vairāk nekā 24 stundas.

Lai iztvaicētu mitrumu, visu žāvēšanas metožu pamatā ir tas, ka ūdens viršanas temperatūra ir 100 °C. No trim ūdens formām visvieglāk ir atdalīt brīvo ūdeni. Žāvēšanas laikā jāņem vērā, ka parauga sausnas ķīmiskais sastāvs var pārveidoties, krasi mainot testēšanas rezultātus. Tas ir izskaidrojams ar to, ka kopā ar mitrumu žāvēšanas laikā no parauga atdalās gaistošās sastāvdaļas (spirti, esteri, skābes u. c.) un notiek daļēja produkta termiskā sadalīšanās, kā rezultātā sausnas saturs samazinās. Savukārt dažu produktu hidrolīze (piemēram, saharozes hidrolīze) un oksidēšanas procesi (piemēram, taukskābju oksidēšana), tieši pretēji, – var palielināt sausnas masu. Lai paraugu mitruma saturs būtu tuvs īstenībai, jāņem vērā žāvēšanas laiks un temperatūra; var notikt sadalīšanās, ja testēšanas laiks ir pārāk garš vai temperatūra ir pārāk augsta. Tādēļ mitruma satura testēšanā lielākoties tiek ievērots kompromiss starp laiku un temperatūru.

Nosakot mitruma saturu, parauga iesvaru žāvē žāvēšanas skapjos: konvekcijas (atmosfēras), velkmes un vakuuma skapjos. Parauga iesvaram izmanto metāliskas vai stikla sverglāzītes. Tās pirms katras testēšanas izkarsē un uzglabā eksikatorā, kurā atrodas CaCl₂ vai citas mitrumu uzsūcošas vielas, lai likvidētu mitrumu no sverglāzītēm.

Testējamus paraugus pirms žāvēšanas parasti sasmalcina, lai palielinātu iztvaikošanas virsmu. Grūti žāvējamiem paraugiem (piemēram, piena produktiem (īpaši biezpienam, sieram, krējumam), gaļas izstrādājumiem, sīrupiem, raugam u. c.) žāvēšanas laikā ir tieksme veidot puscaurlaidīgu garozu vai kunkuļus, tādējādi var iegūt neprecīzus rezultātus. Lai risinātu šo problēmu, analīzei izmanto attīrītas jūras smiltis – ar tām ieteicams ieberzēt paraugus to virsmas palielināšanai un uzirdināšanai, tādā veidā arī novēršot nožuvuma kārtiņas rašanos.

Pirms lietošanas smiltis izsijā caur sietu, kura caurumiņu diametrs ir 1–3 mm, un mazgā, maisot ūdenī, lai atdalītu māla daļiņas. Kad ūdens vairs neduļķojas, to nolej, tad smiltīm pievieno atšķaidītu sālsskābi attiecībā 1:1, sajauc un iztur vienu diennakti. Pēc tam smiltis skalo, maisot tekošā ūdenī, līdz neitrālai videi un noskalo ar destilētu ūdeni. Žāvē un izkarsē mufelkrāsnī. Smiltis uzglabā aizvākotā traukā.

Pamatojoties uz paraugu fizikālām un ķīmiskām īpašībām, kā arī atkarībā no žāvēšanas režīma, žāvēšanas metodes var iedalīt arī 3 pamatmetodēs.

Arbitrāžas metode – žāvēšanu var variēt atkarībā no materiāla veida un daļiņu lieluma (3–6 stundas), bet tā ir jāveic līdz konstantas masas sasniegšanai. Parasti, atkarībā no ūdens satura un materiāla homogenitātes (viendabības), sverglāzītē precīzi iesver 1–10 g produkta (testētā parauga) un žāvē 3 stundas žāvēšanas skapī 103 °C (± 2 °C) temperatūrā (skatīt 2.1. tabulu). Šīs metodes pamatā ir atkārtota žāvēšana 30–90 minūšu laika periodā ar sekojošu atdzesēšanu un svēršanu līdz brīdim, kad

paraugā tiek sasniegta konstanta masa – starpība starp pēdējiem rādītājiem nepārsniedz 0,0004 g (svēršanu veic uz analītiskajiem svariem). Šī metode ir precīza, bet ļoti ilga, tāpēc to izmanto tikai pretrunu vai apšaubītu rezultātu gadījumā.

Paātrinātā metode – parauga iesvaru ar sverglāzīti žāvē žāvēšanas skapī 130 °C temperatūrā 40–50 minūtes. Šī metode ir ātra, līdz ar to tiek definēta kā standartmetode.

Paātrinātai mitruma satura noteikšanai var izmantot arī žāvēšanu paaugstinātā temperatūrā, žāvējot paraugus 100 x 100 mm izmēra folijas loksnes (piemēram, biezpienu žāvē 130 °C temperatūrā 30 minūtes).

Ekspresmetode – to izmanto, ja parauga mitruma satura rezultāts nepieciešams steidzami. Ar žāvsvariem (mitruma analizatoriem) var noteikt mitruma saturu no 50 mg/kg līdz 100 %, izmantojot parauga svaru no 150 mg līdz 40 g. Tā ir ātras darbības alternatīva žāvēšanai krāsnī, nodrošinot nedestruktīvu mērīšanu, mitruma noteikšanu bez ķīmikāliju un smilšu izmantošanas. Mitruma noteikšanai parauga masu un žāvēšanas temperatūru izvēlas pēc svaru instrukcijā ieteiktajiem parametriem. Žāvēšana notiek līdz konstantai masai. Izmantojot digitālos žāvsvarus, testa paraugu novieto uz alumīnija pannas vai filtrpapīra un žāvēšanas programma paaugstina parauga temperatūru līdz konstantai vērtībai. Kad mitruma saturs ir izvadīts no parauga, iekārta automātiski paraugu nosver un aprēķina mitruma saturu.

2.1. tabula

Pārtikas un lauksaimniecības produktu žāvēšanas parametri

Parauga nosaukums	Iesvars/daudzums	Žāvēšanas temperatūra, °C	Smiltis
Piens	10 mL	102 (± 2)	Ar
Siers	5–10 g	102 (± 2)	Ar
Biezpiens	5–10 g	102 (± 2)	Ar
Biezpiena izstrādājumi	5–10 g	102 (± 2)	Ar
Žāvētie augļi	5–10 g	105 (± 2)	Bez
Samalti graudi	2–5 g	105 (± 2)	Bez
Lopbarības raugs	2–4 g	130 (± 2)	Bez
Tēja	3 g	120 (± 2)	Bez
Zivis, gaļa	3 g 5–10 g	150 (± 2) 103 (± 2)	Ar
Presētais raugs	2–4 g	103 (± 2)	Ar

Mitruma saturu aprēķina pēc sekojošām formulām (2.1, 2.2, 2.3):

$$W_{\text{ūdens}} = 100 - W_{\text{sausna}} [\%] \quad \text{Mitruma saturu (\%)} \text{ pēc šīs formulas aprēķina,} \quad (2.1)$$

ja zināms sausnas saturs (%)

$$W_{\text{ūdens}} = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \cdot 100 [\%], \quad \text{Mitruma saturu (\%)} \text{ pēc šīs formulas aprēķina,} \quad (2.2)$$

ja izmanto paātrināto un arbitrāžas metodi

kur

m_1 – parauga iesvars ar sverglāzīti pirms žāvēšanas, g;

m_2 – parauga iesvars ar sverglāzīti pēc žāvēšanas, g;

m_3 – parauga iesvars pirms žāvēšanas, g.

$$W_{\text{ūdens}} = \frac{m - m_1}{m - m_0} \cdot 100 [\%], \quad \text{Mitruma saturu (\%)} \text{ pēc šīs formulas aprēķina,} \quad (2.3)$$

ja izmanto paātrināto un arbitrāžas metodi

kur

$W_{\text{ūdens}}$ – ūdens saturs paraugā, %;

m – folijas masa kopā ar paraugu pirms žāvēšanas, g;

m_1 – folijas masa kopā ar paraugu pēc žāvēšanas, g;

m_0 – folijas masa, g.

Testējot augsnes paraugus, jāņem vērā augsnes kopējais un higroskopiskais mitrums.

Augsnes kopējais mitrums ir ūdens saturs augsnē, ko dabiski mitra augsne zaudē, to izžāvējot absolūti sausu 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai.

Augsnes higroskopiskais mitrums ir augsnes daļiņu virsmas molekulāri saistītais mitrums, ko gaissausa augsne zaudē, to izžāvējot absolūti sausu 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai. Higroskopiskais mitrums ir atšķirīgs dažādām augsnēm un pat vienas augsnes dažādos horizontos.

Augsnes mitruma noteikšanai 105 °C (± 2 °C) temperatūrā traucē dažas nevēlamas parādības. Augsne 105 °C (± 2 °C) temperatūrā bez mitruma vēl var zaudēt dažas adsorbētas gāzes un daļēji arī ģipša ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hidrāta ūdeni. Tādēļ ar ģipsi bagātās augsnēs mitruma saturs būs paaugstināts, jo 105 °C (± 2 °C) temperatūrā daļēji oksidējas augsnē esošās organiskās un minerālās vielas.

Augsnes kopējo mitrumu aprēķina pēc formulas (2.4)

$$W_{\text{kop.}} = \frac{m_1 - m_0}{m_1 - m} \cdot 100 [\%], \quad (2.4)$$

kur

m_1 – sverglāzītes masa ar mitro augsnes paraugu, g;

m_0 – sverglāzītes masa ar izžāvēto augsnes paraugu, g;

m – sverglāzītes masa, g.

Augsnes higroskopisko mitrumu aprēķina pēc formulas (2.5)

$$W_{\text{higr.}} = \frac{m_1 - m_0}{m_1 - m} \cdot 100 [\%], \quad (2.5)$$

kur

m_1 – sverglāzītes masa ar gaissausas augsnes paraugu, g;

m_0 – sverglāzītes masa ar izžāvēto augsnes paraugu, g;

m – sverglāzītes masa, g.

Elektriskās metodes

Elektrometriskās (elektriskās) metodes tiek iedalītas divās pamatmetodēs – konduktivitātes un dielektriskā.

Konduktivitātes metode. Šī metode pamatojas uz to, ka elektriskās strāvas konduktivitāte pieaug atkarībā no mitruma procentu daudzuma paraugā. Konduktivitātes metode parasti tiek izmantota mitruma satura noteikšanā graudiem, bet jāņem vērā, ka šī metode dod tikai aptuvenus rādītājus, 2.2. un 2.3. attēlā ir redzamas divas mitruma satura noteikšanas iekārtas, kuras izmanto graudaugos esošā mitruma noteikšanai. Testēšanā jāuztur konstanta temperatūra, un vienai analīzei nepieciešama 1 minūte.



2.2., 2.3. attēls. Iekārtas, kas nosaka mitruma saturu graudaugos (konduktivitātes metode)

Avoti: <http://fionavar.org/info/vlagomer-ustrojstvo-dlya-izmereniya-vlazhnosti-tipy-i-osobennosti.html>

<https://www.skelbiu.lt/skelbimai/naujas-grudu>

Dielektriskā metode. Mitruma noteikšana dielektriskā tipa mēraparātos pamatojas uz to, ka dielektriskā ūdens konstante (80,37 20 °C temperatūrā) ir augstāka nekā vairumam šķīdinātāju. Dielektrisko konstanti mēra kā kapacitātes indeksu, metodi plaši izmanto ūdens satura noteikšanai

graudaugos, 4. attēlā redzama iekārta "Wile 55", kas paredzēta mitruma satura noteikšanai miltos, graudos un klijās. Tās darbības princips pamatojas uz to, ka ūdens dielektriskā konstante ir 80,37, bet graudaugos esošās cietes un olbaltumvielu dielektriskā konstante – 10.



2.4. attēls. Mitruma satura noteikšanas iekārta (dielektriskā metode)

Avots: <https://uspeh23.ru/p207694004-vlagomer-dlya-zerna.html>

Sausnas satura noteikšanas metodes

Sauso vielu saturs produktos tiek izteikts masas procentos (g/100 g šķīduma) vai masas tilpumprocentos (g/100 L šķīduma).

Sausnas saturu var noteikt ar tiešām metodēm (piemēram, žāvējot iesvara paraugu un nosverot sauso atlikumu) vai netiešām metodēm (piemēram, pēc relatīvā blīvuma un refrakcijas koeficienta).

Sausnas saturu pēc žāvēšanas metodes aprēķina, izmantojot formulu (2.6):

$$W_{\text{sausna}} = \frac{m_2 - m_1}{m - m_1} \cdot 100 [\%], \quad (2.6)$$

kur

m_1 – sverglāzītes vai bļodiņas masa ar smiltīm, g;

m_2 – sverglāzītes vai bļodiņas masa ar smiltīm un paraugu pēc žāvēšanas, g;

m – sverglāzītes vai bļodiņas masa ar smiltīm un paraugu pirms žāvēšanas, g.

Sausnas satura noteikšana ar tiešo metodi sniedz precīzākus rezultātus, bet aizņem daudz laika. Netiešā metode sniedz precīzu rezultātu tikai tad, ja testējamais paraugs satur tikai vienu savienojumu, kurā nav piemaisījumu. Nosakot sausni ar netiešo metodi, iegūst tikai t. s. acīmredzamos rezultātus, tas skaidrojams ar to, ka piemaisījumiem ir cits relatīvais blīvums un cits refrakcijas rādītājs nekā pamatvielai.

Kā, piemēram, ja nosaka tīra cukura sīrupa koncentrāciju pēc refraktometrijas, tad iegūst precīzu un patiesu rezultātu, kaut arī tiek lietota netiešā metode, bet, ja tīra cukura sīrupa koncentrāciju nosaka melasē, kurā ir dažādu cukuru un dekstrīnu maisījums, tad iegūst aptuveno sausnas satura rezultātu. Lai novērstu šādas neprecizitātes, neizbēgami jāveic rezultātu korekcija (eksperimentālā ceļā). Jo paraugā ir vairāk piemaisījumu, jo lielāka nobīde no patiesā rezultāta.

Sausnas satura noteikšana pēc relatīvā blīvuma (hidrometriskā metode)**DEFINĪCIJA**

Šķīduma blīvums ρ (kg/m^3) – šķīduma vai vielas masas attiecība pret tilpumu.

Relatīvais blīvums d – testējamā parauga blīvuma attiecība pret destilētā ūdens blīvumu ar temperatūru $4\text{ }^\circ\text{C}$ vai $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Relatīvo blīvumu nosaka ar areometru vai piknometru, tā vērtība ir bez mērvienības un tiek apzīmēta ar simbolu:

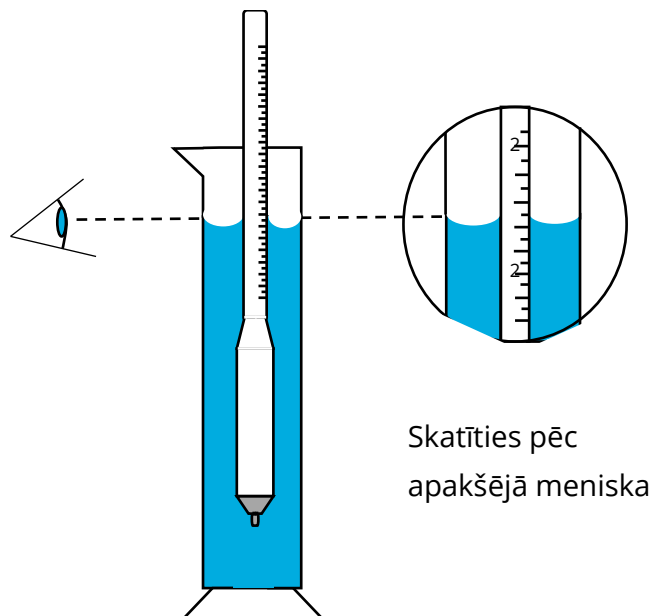
- $d_{\frac{20}{4}}$ (kad ūdens temperatūra ir $4\text{ }^\circ\text{C}$) vai
- $d_{\frac{20}{20}}$ (kad ūdens temperatūra ir $20\text{ }^\circ\text{C}$).

Hidrometrijā tiek mērīts īpatsvars vai blīvums, izmantojot dažādus principus un iekārtas. Kaut arī tā ir sena analītiska metode, joprojām tiek plaši izmantota un ir samērā precīza. Izmantojot šo metodi, sākumā jāizprot, kas ir blīvums un relatīvais blīvums.

Šajā metodē tiek izmantoti areometri un piknometri. **Areometri (hidrometri)** parasti ir izgatavoti no stikla. Tiem ir cilindriska forma, apakšdaļā atrodas dzīvsudrabs vai svina skrotis, lai tie peldētu vertikāli (skatīt 2.5. attēlu). Testējamo šķidrumu ielej garā, vertikālā traukā, parasti gradētā cilindrā, blīvuma mērītāju lēnām iegremdē šķīdumā, līdz tas brīvi peld. Uz areometra skalas nolasa blīvumu atkarībā no tā, cik tas ir iegrimis šķīdumā (skatīt 2.6. attēlu). Dažādiem mērķiem un šķīdumiem pastāv dažādi mērogi. Areometri ir kalibrēti tā, lai nolasītu īpatsvaru precīzi $15,5\text{ }^\circ\text{C}$ vai $20\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā, tie nav tik precīzi kā piknometri, bet īsais, analīzes veikšanai nepieciešamais laika posms var būt izšķirošais faktors.

**2.5. attēls. Areometrs jeb hidrometrs**

Avots: <http://www.akciza.net/ru/izmerenie-plotnosti/3734-areometr-s-termometrom-10c-30c.html#.XiHKZGzaUk>

**2.6. attēls. Blīvuma noteikšana ar areometru jeb hidrometru**

Piknometri parasti ir izgatavoti no stikla (skatīt 2.7., 2.8. un 2.9. attēlu), bet iespējams arī izmantot metāla piknometru viskozākiem šķīdumiem (skatīt 2.10. attēlu). Piknometru lieto šķīdumu relatīvā blīvuma noteikšanai ar precizitāti līdz desmittūkstošdaļām, tā tilpums – no 25 līdz 50 mL. Metode pamatojas uz šķīduma un ūdens tilpuma svaru salīdzināšanu, tādēļ vispirms uz analītiskajiem svāriem nosver tukšu piknometru, tad piepilda ar 20 °C siltu destilētu ūdeni līdz iezīmei, nosver un atkārtoti darbību ar testējamo paraugu, tad nosaka relatīvo blīvumu pēc formulas (2.7):

$$d_{20}^{20} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}, \quad \text{Relatīvais blīvums 20 °C temperatūrā} \quad (2.7)$$

kur

m_1 – tukša piknometra masa, g;

m_2 – ar 20 °C siltu ūdeni piepildīta piknometra masa, g;

m_3 – ar 20 °C siltu pētāmo šķīdumu piepildīta piknometra masa, g.



2.7., 2.8., 2.9., 2.10. attēls. **Piknometri relatīvā blīvuma noteikšanai**

Avoti: <https://www.directindustry.de/prod/lenz-laborglas-gmbh-co-kg/product-104671-1218049.html>

<https://quimicalab.files.wordpress.com/2013/09/materiales.jpg>

https://holliday-instruments.ru/ru/catalog/zehntner/pycnometer/piknometr_zpm3030.100

Pēc relatīvā blīvuma aprēķināšanas rokasgrāmatās atrod attiecīgo sausas vielas masas daļu.

Refraktometriskā sausnas satura noteikšana

Mitruma saturu produktos var noteikt arī, izmantojot refraktometru. Ja testēšanu veic bez kļūdām un nav redzamu kristāliņu, tad metode ir ātra un precīza. Metode derīga arī šķīstošo cieto vielu noteikšanai augļos un augļu produktos. Laboratorijas apstākļos izmanto manuālos (skatīt 2.11. un 2.12. attēlu) un digitālos refraktometrus (skatīt 2.13. un 2.14. attēlu).

Eļļas, sīrupa vai cita šķīduma refrakcijas koeficients ir konstants, un to var izmantot, lai raksturotu produktu īpašības.



2.11., 2.12., 2.13., 2.14. attēls. **Manuālie un digitālie refraktometri**

Avoti: <http://www.santaks.lv/index.php?c0=67128&c1=75728>

http://www.telescope.bg/bg/optika_microscopes.html

<https://hannainst.com.au/hi96811-digital-refractometer-for-brix-analysis-in-wine.html>

<http://www.baltalab.lv/lv/Digit%C4%81lie-refraktometri--DR>

Ieteicamie avoti

Jākobsone, I. *Pārtikas produktu uzturvērtības noteikšana*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008.

Matiseks, R.; Šnēpels, F. M.; Šteinere, G. *Pārtikas analītiskā ķīmija*. Rīga: LU, 1998.

Nielsen, S. S. *Food Analysis*. Fourth Edition. USA: Purdue University, West Lafayette, IN, 2010.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Pilnveidot praktiskās iemaņas, kvantitatīvi nosakot sausnas un mitruma saturu dažādos pārtikas un lauksaimniecības produktos ar žāvēšanas, piknometrisko un refraktometrisko metodi.

Darba uzdevumi

Ūdens masas daļas noteikšana tējas paraugos

1. Nosvērt sverglāzītes un tējas paraugus ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
2. Žāvēt tējas paraugus pēc arbitrāžas metodes.
3. Aprēķināt ūdens masas daļu tējas paraugos.
4. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
5. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Sausnas un mitruma satura noteikšana sierā un presētā raugā

1. Nosvērt sverglāzītes un testējamos paraugus ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
2. Žāvēt testējamos paraugus pēc paātrinātās metodes.
3. Žāvēt testējamos paraugus pēc ekspresmetodes.
4. Aprēķināt testējamo paraugu sausnas un mitruma saturu.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Mitruma satura noteikšana biezpienā

1. Sagatavot biezpiena paraugu un nosvērt ar precizitāti $\pm 0,01$ g.
2. Sagatavot 100 x 100 mm folijas loksnes.
3. Žāvēt biezpienu folijas loksnēs 130 °C temperatūrā.
4. Aprēķināt biezpiena mitruma saturu.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Sausnas un mitruma noteikšana brīvi izvēlētā testējamā paraugā

1. Sagatavot testējamo paraugu žāvēšanai.
2. Žāvēt testējamo paraugu, izmantojot visas žāvēšanas metodes.
3. Aprēķināt testējamā paraugā sausas un mitruma saturu.
4. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
5. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.
6. Secināt, kura mitruma un sausas satura noteikšanas metode ir visprecīzākā.

Kopējā un higroskopiskā mitruma noteikšana augsnē

1. Nosvērt sverglāzītes ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
2. Sagatavot un nosvērt augsnes paraugu kopējā un higroskopiskā mitruma noteikšanai.
3. Žāvēt augsni pēc arbitrāžas un paātrinātās metodes.
4. Aprēķināt mitruma saturu augsnes paraugos.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Refraktometriskā sausas satura noteikšana

1. Sagatavot medus paraugus refraktometriskai testēšanai.
2. Sagatavot refraktometru.
3. Noteikt gaismas laušanas koeficientu (nD) destilētam ūdenim un medus paraugiem.
4. Aprēķināt medus paraugos sausas saturu.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Refraktometriskā ekstraktvielu satura noteikšana

1. Nosvērt kafijas paraugus ar precizitāti $\pm 0,1$ g.
2. Izdalīt šķīstošās ekstraktvielas no kafijas.
3. Atdzesēt un filtrēt iegūto kafijas šķīdumu.
4. Sagatavot refraktometru.
5. Noteikt gaismas laušanas koeficientu (nD) destilētam ūdenim un kafijas paraugiem.
6. Aprēķināt ekstraktvielu saturu kafijas paraugos.
7. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
8. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Ekstraktvielu satura noteikšana pēc hidrometriskās metodes

1. Sagatavot piknometru ievaju un alus paraugu relatīvā blīvuma noteikšanai.
2. Sagatavot iekārtas un palīgmateriālus ievaju un alus paraugu blīvuma noteikšanai pēc areometriskās metodes.
3. Aprēķināt testējamo paraugu relatīvo blīvumu.
4. Noteikt testējamo paraugu blīvumu.
5. Noteikt ekstraktvielu saturu testējamajos paraugos (skatīt 6. pielikumu).
6. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
7. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- veikt paraugu sagatavošanu testēšanai;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot dažādas žāvēšanas metodes;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot hidrometrisko metodi;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot refraktometrisko metodi;
- salīdzināt praktiski iegūtos rezultātus ar paraugu kvalitātes rādītājiem;
- noteikt precīzāko sausnas un mitruma noteikšanas metodi;
- aizpildīt laboratorijas darba protokolu;
- apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzinot ar kvalitātes rādītājiem;
- ievērot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- kvalitātes kontroles veikšanai nepieciešamo paraugu noņemšanas metodes, noteikumus un secību;
- paraugu sagatavošanas metodes un sagatavošanas kārtību;
- paraugu svēršanas un mērīšanas metodes, svēršanas un mērīšanas palīgiekārtas un to darbības principus;
- paraugu žāvēšanas metodes, žāvēšanas kārtību, izmantojamus traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- hidrometriskās metodes, mitruma un sausnas satura noteikšanas kārtību, izmantojamus traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- refraktometriskās metodes, mitruma un sausnas satura noteikšanas kārtību, izmantojamus traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- nekvalitatīva un kvalitatīva parauga kvalitātes rādītājus;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus;
- darba un vides aizsardzības prasības, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un izmantošanu paraugu noņemšanā, sagatavošanā un testēšanā.

Izprot:

- pareizas paraugu noņemšanas ietekmi uz analīžu rezultātu kvalitāti;
- paraugu pareizas sagatavošanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā;
- novērtēšanas procedūras lomu galaproduktu vai starpproduktu kvalitātes nodrošināšanā;
- mitruma un sausnas satura noteikšanas nepieciešamību pārtikas un lauksaimniecības produktu kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas darba gaitas dokumentēšanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā un procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas rezultātu apkopošanas nozīmi kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas rezultātu izvērtēšanas nozīmi biotehnoloģiskā ražošanas procesa nodrošināšanā un pilnveidošanā;
- darba un vides aizsardzības prasību ievērošanu, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu izmantošanu paraugu testēšanā un kvalitātes nodrošināšanā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

Ūdens masas daļas noteikšana tējas paraugos

- 3 sverglāzītes;
- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- žāvēšanas skapis;
- eksikators;
- tīģeļknaibles;
- karstumizturīgi cimdi;
- testējamie paraugi: tējas maisiņi, liellapu un smalklapu tēja.

Sausnas un mitruma satura noteikšana sierā un presētā raugā

- 6 sverglāzītes;
- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- žāvēšanas skapis;
- eksikators;
- žāvsvari (mitruma analizators);
- tīģeļknaibles;
- karstumizturīgi cimdi;
- smiltis (izsijātas, attīrītas un izkarsētas jūras smiltis);
- testējamie paraugi: dažāda svaiguma pakāpes sieri un presētie raugi.

Mitruma satura noteikšana biezpienā

- folijas loksnes 100 x 100 mm;
- piesta ar piestalu;
- tehniskie sviri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- stikla spieķīši;
- lāpstiņas;
- mīklas rullis;
- tīģelknaibles;
- eksikators;
- karstumizturīgi cimdi;
- žāvēšanas skapis;
- testējamie paraugi: dažāda svaiguma pakāpes biezpiena paraugi.

Sausnas un mitruma noteikšana brīvi izvēlētā testējamā paraugā

- folijas loksnes 100 x 100 mm;
- stikla spieķīši;
- lāpstiņas;
- nazis;
- dēlītis;
- mīklas rullis;
- rīve;
- tīģelknaibles;
- karstumizturīgi cimdi;
- žāvēšanas skapis;
- sverglāzītes;
- analītiskie sviri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- eksikators;
- žāvsvari (mitruma analizators);
- smiltis (izsijātas, attīrītas un izkarsētas jūras smiltis);
- brīvi izvēlēts testējamais paraugs.

Kopējā un higroskopiskā mitruma noteikšana augsnē

- 6 sverglāzītes;
- analītiskie sviri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- žāvēšanas skapis;
- eksikators;
- tīģelknaibles;
- karstumizturīgi cimdi;
- testējamais paraugs: augsne.

Refraktometriska sausnas satura noteikšana

- manuālais un digitālais refraktometrs;
- sverglāzītes;
- mēģenes;
- žāvēšanas skapis vai ūdens termostats;
- destilēts ūdens;
- stikla spieķīši;
- salvetes prizmas slaucīšanai;
- testējamie paraugi: dabiskais un mākslīgais medus.

Refraktometriska ekstraktvielu satura noteikšana

- vārglāzes;
- tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,1$ g;
- plītiņa;
- mērkolba (200 mL);
- strūklene;
- filtrpapīrs;
- Bunzena statīvs ar gredzenu;
- koniskā kolba (200 mL);
- refraktometrs;
- destilēts ūdens;
- salvetes prizmas slaucīšanai;
- testējamie paraugi: maltā un šķīstošā kafija.

Ekstraktvielu satura noteikšana pēc hidrometriskās metodes

- 50 mL piknometri ar aizbāzni;
- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- strūklene;
- Pastēra pipetes;
- filtrpapīrs;
- areometri;
- mērcilindri (100 mL, 50 mL);
- testējamie paraugi: alus, kvasa un ievavas dažādi paraugi.

Darba gaita

Ūdens masas daļas noteikšana tējas paraugos

1. Nosver 3 sverglāzītes ar precizitāti $\pm 0,0001$ g, rezultātus ieraksta protokolā.
2. Katrā nosvērtajā sverglāzītē iesver 3 g tējas parauga ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
3. Pēc svēršanas tējas paraugus ar sverglāzīti ievieto žāvēšanas skapī 103 °C (± 2 °C) temperatūrā uz 1 stundu.
4. Pēc 1 stundas paraugus izņem no žāvēšanas skapja un ievieto eksikatorā, atdzesē 15–20 minūtes.

5. Pēc atdzesēšanas paraugus nosver ar sverglāzīti, rezultātus ieraksta protokolā.
6. Pēc paraugu nosvēršanas tos vēlreiz žāvē tajā pašā temperatūrā 30 minūtes līdz konstantai masai.
7. Atkārti 5. darba gaitas punktu, līdz svēruma starpība ir 0,0004 g. Rezultātus ieraksta protokolā.
8. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un salīdzina ar kvalitātes rādītājiem. Aprēķinus veic pēc formulas (2.1).

Sausnas un mitruma satura noteikšana sierā un presētā raugā

1. Sagatavo siera un presētā rauga paraugus. Siera un presētā rauga gabaliņus sasmalcina uz dēlīša.
2. Nosver četras sverglāzītes ar precizitāti $\pm 0,0001$ g, rezultātus ieraksta protokolā.
3. Nosvērtajās sverglāzītēs iesver 20–25 g smilšu.
4. Divās sverglāzītēs ar smiltīm iesver 5,000 g siera parauga.
5. Otrās divās sverglāzītēs ar smiltīm iesver 5,000 g rauga parauga.
6. Sagatavotos paraugus ar sverglāzītēm žāvē žāvēšanas skapī 130 °C temperatūrā 40–50 minūtes, pēc tam atdzesē eksikatorā 15–20 minūtes.
7. Visus paraugus nosver un aprēķina sausnas un mitruma saturu.
8. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un salīdzina ar kvalitātes prasībām. Aprēķinus veic pēc formulām (2.1 un 2.2 vai 2.6).

Mitruma satura noteikšana biezpienā

1. Sagatavo biezpiena paraugu – biezpienu sasmalcina vai saberž piestā.
2. Paņem foliju un izgriež divas 100 x 100 mm lielas loksnes.
3. Nosver divas 100 x 100 mm izmēra folijas loksnes, rezultātus ieraksta protokolā.
4. Uz vienas 100 x 100 mm izmēra folijas loksnes nosver 4–5 g sasmalcinātā biezpiena parauga ar precizitāti $\pm 0,01$ g, nosedz ar otru 100 x 100 mm izmēra folijas loksni. Pēc tam atloka 10 mm platas maliņas.
5. Testēto paraugu presē ar mīklas rulli līdz 0,8–0,9 mm biežam slānim, lai palielinātu iztvaikošanas virsmu.
6. Pēc presēšanas paketes vienu maliņu atver un ievieto paketi žāvēšanas skapī 130 °C temperatūrā 30 minūtes.
7. Pēc 30 minūtēm paketi izņem no žāvēšanas skapja un atdzesē eksikatorā.
8. Pēc atdzesēšanas paraugu nosver ar precizitāti $\pm 0,01$ g, rezultātu ieraksta protokolā.
9. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un salīdzina ar kvalitātes rādītājiem. Aprēķinus veic pēc formulas (2.3).

Sausnas un mitruma noteikšana brīvi izvēlētā testējamā paraugā

1. Izvēlas vienu paraugu, kuru vēlas testēt.
2. Sagatavo paraugu atbilstoši iepriekš aprakstītajai darba gaitai.
3. Žāvē paraugu pēc arbitrāžas, paātrinātās un ekspresmetodes.
4. Aprēķina sausnas un mitruma saturu testējamā paraugā.
5. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un salīdzina ar kvalitātes rādītājiem.
6. Secina, kura metode ir efektīvāka un precīzāka.
7. Noformē protokolu, sagatavo prezentāciju un prezentē.

Kopējā un higroskopiskā mitruma noteikšana augsnē**Augsnes kopējā mitruma satūra noteikšana**

1. Mitrumu nosaka tīrā un pirms lietošanas 105 °C (\pm 2 °C) temperatūrā līdz konstantai masai izkarsētā sverglāzītē ar pieslīpētu vāciņu.
2. Sverglāzīti nosver ar precizitāti \pm 0,0001 g.
3. Augsnes paraugu ievieto sverglāzītē un precīzi nosver. Ļoti mitriem paraugiem ar lielu humusa (trūdvielu) saturu ņem 15–20 g parauga, humusu maz saturošām un sausām augsnēm ņem 15–50 g parauga.
4. Sverglāzītes ar atvērtiem vāciņiem ievieto žāvēšanas skapī un žāvē 105 °C (\pm 2 °C) temperatūrā 2 stundas. Ģipsi saturošus augsnes paraugus žāvē 8 stundas 80 °C temperatūrā.
5. Izkarsētās sverglāzītes ar paraugu ievieto eksikatorā, pēc 20–30 minūtēm uzliek vāciņus.
6. Kad sverglāzītes atdzisušas līdz istabas temperatūrai, nosver, tad atkārtoti karsē 1–2 stundas žāvēšanas skapī 105 °C (\pm 2 °C) temperatūrā (ģipsi saturošus augsnes paraugus žāvē 80 °C temperatūrā).
7. Karsēšanu turpina tik ilgi, līdz starpība starp svēršanas rezultātiem nepārsniedz 0,0002 g.
8. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un ieraksta protokolā.
9. Aprēķinus veic pēc formulas (2.4).

Augsnes higroskopiskā mitruma satūra noteikšana

1. Higroskopisko mitrumu nosaka tīrā un pirms lietošanas 105 °C (\pm 2 °C) temperatūrā līdz konstantai masai izkarsētā sverglāzītē ar pieslīpētu vāciņu.
2. Sverglāzīti nosver ar precizitāti \pm 0,0001 g.
3. Nosvērtā sverglāzītē ieber aptuveni 5 g istabas temperatūrā izžāvētas (gaissausas) augsnes.
4. Augsni žāvē žāvēšanas skapī 105 °C (\pm 2 °C) temperatūrā 2 stundas līdz konstantai masai.
5. Izkarsētās sverglāzītes ar paraugu ievieto eksikatorā, pēc 20–30 minūtēm uzliek vāciņus.
6. Kad sverglāzītes atdzisušas līdz istabas temperatūrai, tās nosver.
7. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un ieraksta protokolā.
8. Aprēķinus veic pēc formulas (2.5).

Refraktometriskā sausnas satūra noteikšana

1. Sagatavo medus paraugu. Sacukurojies medus pirms mērīšanas ir jāsašķidrina. Labi samaisītu paraugu sašķidrina noslēgtā sverglāzītē, ko ieliek žāvēšanas skapī 50 °C temperatūrā. Pirms atvēršanas sverglāzīti atdzesē.
2. Sākumā refraktometru kalibrē un nosaka gaismas laušanas koeficientu destilētam ūdenim 40 °C temperatūrā.
3. Vienu pilienu testējamā medus parauga ar stikla spieķīti uzmanīgi plānā slānītī uzklāj uz refraktometra prizmas, ko termostatē 40 °C temperatūrā.
4. Pēc 1 minūtes 40 °C temperatūrā nolasa gaismas laušanas koeficientu n_D , rezultātus ieraksta protokolā.
5. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un salīdzina ar kvalitātes rādītājiem. Aprēķinus veic pēc laboratorijas darba protokolā norādītajām formulām (1, 2).

Refraktometriskā ekstraktvielu satūra noteikšana

1. 250 mL vārglāzē vai koniskā kolbā iesver 10 g kafijas parauga ar precizitāti $\pm 0,1$ g.
2. Kafijas iesvaram pielej klāt 100–150 mL destilēta ūdens.
3. Iegūto ekstraktu vāra 5 minūtes.
4. Pēc tam kafijas ekstrakta saturu pārnes 200 mL mērkolbā, kafijas paliekas ieskalo mērkolbā ar destilētu ūdeni.
5. Mērkolbas saturu atdzesē līdz 20 °C temperatūrai, tad kolbu uzpilda ar destilētu ūdeni līdz iezīmei, samaisa un atstāj uz 3 minūtēm.
6. Daļu (75–100 mL) šķīduma filtrē caur kroku filtru sausā koniskā kolbā.
7. Uz refraktometra prizmas uzpilda 1–2 pilienus filtrāta un nolasa laušanas koeficientu pie 20 °C temperatūras.
8. Noteikšanu atkārtoti 2–3 reizes ar jaunām ekstrakta porcijām un izrēķina vidējo aritmētisko lielumu.
9. Vienlaikus nosaka arī laušanas koeficientu destilētam ūdenim.
10. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā un salīdzina ar kvalitātes rādītājiem. Aprēķinus veic pēc laboratorijas darba protokolā norādītās formulas (1).

Ekstraktvielu satūra noteikšana pēc hidrometriskās metodes

1. Tukšu piknometru nosver ar precizitāti $\pm 0,0001$ g, sver kopā ar aizbāzni.
2. Rezultātu (m_1) iegūst kā vidējo no 3 svērumiem, to ieraksta protokolā.
3. To pašu piknometru piepilda ar destilētu ūdeni līdz iezīmei, ievērojot menisku.
4. Ar filtrpapīru nosusina ūdeni piknometra kakliņa tukšajā daļā, uzliek aizbāzni.
5. Piknometru rūpīgi nosusina un nosver ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
6. Rezultātu (m_2) iegūst kā vidējo no 3 svērumiem, to ieraksta protokolā.
7. To pašu piknometru izskalo ar pētāmā šķīduma nelielām porcijām (5 līdz 10 mL).
8. Piknometru piepilda ar paraugu un nosver tāpat kā iepriekš. Nosusina kakliņu!
9. Rezultātu (m_3) iegūst kā vidējo no 3 svērumiem, to ieraksta protokolā.
10. Praktiski iegūtos rezultātus apstrādā, pēc 6. pielikuma nosaka īsto ekstraktvielu saturu (%) un salīdzina ar kvalitātes rādītājiem. Aprēķinus veic pēc formulas (2.7).
11. Paņem 100 mL vai 50 mL mērcilindru, ielej tajā ~ 80 vai 40 mL parauga un, pamatojoties uz relatīvā blīvuma aprēķiniem, izvēlas atbilstošo areometru.
12. Iegremdē areometru cilindrā ar paraugu un nolasa mērījumu, ieraksta to protokolā.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

ŪDENS MASAS DAĻAS NOTEIKŠANA TĒJAS PARAUGOS

Testējamie paraugi:

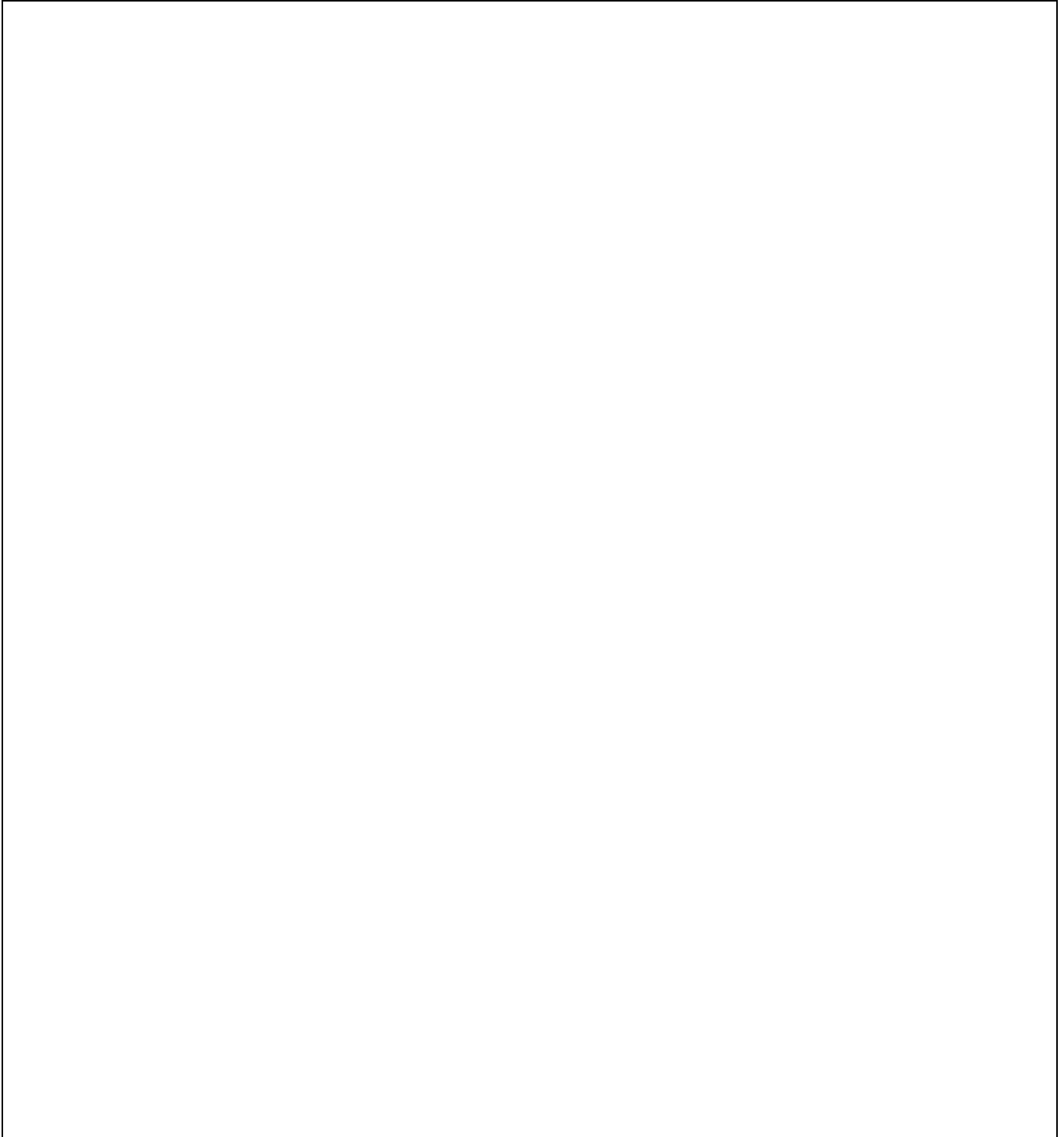
Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Tējas paraugu svēršanas rezultāti

Tējas parauga nosaukums	Sverglāzītes masa, g	Tējas parauga iesvars, g	Parauga un sverglāzītes masa							
			pirms žāvēšanas, g	pēc 1 st. žāvēšanas, g	pēc 1 st. 30 min. žāvēšanas, g	pēc 2 st. žāvēšanas, g	pēc 2 st. 30 min. žāvēšanas, g	pēc 3 st. žāvēšanas, g	pēc 3 st. 30 min. žāvēšanas, g	pēc 4 st. žāvēšanas, g
1. sverglāzītes rezultāti										
2. sverglāzītes rezultāti										
3. sverglāzītes rezultāti										

Aprēķini:

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to perform calculations related to the laboratory work.

Tējas paraugu apkopojošais svērumu un rezultāti

Tējas parauga nosaukums	Sverglāzītes masa, g	Tējas parauga iesvars, g	Parauga un sverglāzītes masa pirms žāvēšanas, g	Parauga un sverglāzītes masa pēc žāvēšanas, g	Žāvēšanas kopējais laiks, st.	Mitruma saturs, %
1. sverglāzītes rezultāti						
2. sverglāzītes rezultāti						
3. sverglāzītes rezultāti						
Vidējie svēršanas rezultāti						

Aprēķini:

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to perform calculations related to the laboratory work.

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme nosvērt sverglāzītes ar precizitāti $\pm 0,0001$ g	5	
2.	Prasme nosvērt tējas paraugus ar precizitāti $\pm 0,0001$ g	5	
3.	Prasme veikt žāvēšanas procesu līdz konstantai masai, iestatot žāvēšanas skapī nepieciešamo žāvēšanas temperatūru un laiku	10	
4.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
5.	Prasme veikt aprēķinus	15	
6.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
7.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
8.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	10	
9.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
10.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		80	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	23	24	35	36	47	48	53	54	60	61	66	67	73	74	77	78	80
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
SAUSNAS UN MITRUMA SATURA NOTEIKŠANA SIERĀ UN PRESĒTĀ RAUGĀ

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Paraugu apkopojošais svērumis un rezultāti

Parauga nosaukums	Sverglāzītes masa, g	Smilšu masa, g	Parauga masa, g	Sverglāzītes, smilšu un parauga masa pēc žāvēšanas, g	Žāvēšanas kopējais laiks, st.	Sausnas saturs, %	Mitruma saturs, %
1. sverglāzītes masa							
2. sverglāzītes masa							
Vidējie svēršanas rezultāti							

Aprēķini:

2. tabula

Paraugu rezultātu rādījumi uz žāvsvariem

Testējamais paraugs	Parauga masa, g	Parauga žāvēšanas laiks, min.	Parauga žāvēšanas temperatūra, °C	Mitruma saturs paraugā, %	Sausnas saturs paraugā, %

Paraugu kvalitātes rādītāji:

3. tabula

Ūdens saturs dažādās siera grupās

Sieru grupa / siera nosaukums	Ūdens saturs, %
Vājpiena siers	52,0
Ļoti cietie siers	< 51
Cietie siers	49–56
Puscietie/pusmīkstie siers	54–69
Mīkstie siers	> 67
Mājas siers	Ne vairāk par 80
Rokforas siers	41,3
Holandes siers	44
Kamambēras siers	50,7
Parmas siers jeb parmezāns	18,4
Krievijas siers	43

Ūdens saturs dažādos rauga paraugos

Rauga veids	Ūdens saturs, %
Presētais raugs	74
Ātri rūgstošs raugs	0
Maizes raugs	69
Alus raugs	0
"Dr. Oetker" raugs	0

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	Iegūtie punkti
1.	Prasme nosvērt sverglāzītes ar precizitāti $\pm 0,0001$ g	1	
2.	Prasme nosvērt siera un rauga paraugus ar precizitāti $\pm 0,0001$ g	2	
3.	Prasme nosvērt smiltis ar precizitāti $\pm 0,0001$ g	2	
4.	Prasme veikt žāvēšanas procesu, iestatot žāvēšanas skapī nepieciešamo žāvēšanas temperatūru un laiku	5	
5.	Prasme veikt žāvēšanu uz žāvsvariem	10	
6.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
7.	Prasme veikt aprēķinus	15	
8.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
9.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
10.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	10	
11.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
12.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		80	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	23	24	35	36	47	48	53	54	60	61	66	67	73	74	77	78	80
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS MITRUMA SATURA NOTEIKŠANA BIEZPIENĀ

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Mitruma satura apkopjošie rezultāti

Parauga nosaukums	Folijas loksnes masa, g	Parauga masa, g	Folijas masa kopā ar paraugu pirms žāvēšanas, g	Folijas masa kopā ar paraugu pēc žāvēšanas, g	Žāvēšanas kopējais laiks, st.	Mitruma saturs, %

Aprēķini:

Biezpiena kvalitātes rādītāji:

2. tabula

Ūdens saturs dažādās biezpiena grupās

Biezpiena grupa	Ūdens saturs, %
Pilnpiena biezpiens (2–18 %)	65–73
Biezpiens	Ne vairāk par 78
Vājpiena biezpiens	Ne vairāk par 80

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un nosvērt biezpiena paraugu ar precizitāti $\pm 0,01$ g	2	
2.	Prasme sagatavot un nosvērt folijas loksnes ar precizitāti $\pm 0,01$ g	3	
3.	Prasme sagatavot biezpiena paraugu žāvēšanas procesam, iestatīt žāvēšanas laiku un temperatūru žāvēšanas skapī	5	
4.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
5.	Prasme veikt aprēķinus	15	
6.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
7.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
8.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	10	
9.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
10.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		70	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	9,5	11	20	21	31	32	41	42	47	48	52	53	58	59	63	64	67	68	70
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
SAUSNAS UN MITRUMA NOTEIKŠANA BRĪVI IZVĒLĒTĀ TESTĒJAMĀ PARAUGĀ

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Testējamo paraugu apkopojošie rezultāti

Parauga nosaukums	Sverglāzītes masa, g	Parauga iesvars, g	Parauga un sverglāzītes masa pirms žāvēšanas, g	Parauga un sverglāzītes masa pēc žāvēšanas, g	Žāvēšanas kopējais laiks, st.	Mitruma saturs, %	Sausnas saturs, %
Arbitrāžas metode							
Standartmetode							
Ekspresmetode							

Aprēķini:

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un nosvērt testējamo paraugu	5	
2.	Prasme sagatavot testējamo paraugu žāvēšanas procesam, iestatīt žāvēšanas laiku un temperatūru žāvēšanas skapī un žāvsvaros	10	
3.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
4.	Prasme veikt aprēķinus	15	
5.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	15	
6.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
7.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
8.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
9.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
10.	Prasme sagatavot un prezentēt iegūtos rezultātus un secinājumus prezentācijā	30	
KOPĀ		110	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	16	17	32	33	49	50	65	66	74	75	83	84	91	92	100	101	106	107	110
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

**LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
KOPĒJĀ UN HIGROSKOPISKĀ MITRUMA NOTEIKŠANA AUGSNĒ**

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Kopējā mitruma noteikšanas svērumi un rezultāti

Augsnes parauga nosaukums	Sverglāzītes masa, g	Augsnes parauga iesvars, g	Parauga un sverglāzītes masa pirms žāvēšanas, g	Parauga un sverglāzītes masa pēc žāvēšanas, g	Žāvēšanas kopējais laiks, st.	Kopējā mitruma saturs, %

Aprēķini:

Higroskopiskā mitruma noteikšanas svēruma un rezultāti

Augsnes parauga nosaukums	Sverglāzītes masa, g	Augsnes parauga iesvars, g	Parauga un sverglāzītes masa pirms žāvēšanas, g	Parauga un sverglāzītes masa pēc žāvēšanas, g	Žāvēšanas kopējais laiks, st.	Higroskopiskā mitruma saturs, %

Aprēķini:**Secinājumi:**

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot un nosvērt testējamo augsnes paraugu	5	
2.	Prasme sagatavot testējamo paraugu žāvēšanas procesam, iestatīt žāvēšanas laiku un temperatūru žāvēšanas skapī	10	
3.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
4.	Prasme veikt aprēķinus	15	
5.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	15	
6.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
7.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
8.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
9.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		80	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	23	24	35	36	47	48	53	54	60	61	66	67	73	74	77	78	80
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
REFRAKTOMETRISKA SAUSNAS SATURA NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Sausnas satura noteikšanas mērījumu un rezultātu tabula

Medus paraugs	Gaismas laušanas koeficients (refrakcijas koeficients) nD	Sausnas saturs, %	Normatīvie radītāji (kvalitātes), %

Sausnas saturu W_s aprēķina pēc empīriskajām formulām (1, 2):

- dabiskajam medum:

$$W_s = 78,0 + 390,7 (nD - 1,4768) [\%] \quad (1)$$

- mākslīgajam medum (invertcukura krēmam)

$$W_s = 78,0 + 378,0 (nD - 1,4768) [\%] \quad (2)$$

Aprēķini:

Medus kvalitātes rādītāji

Medus veids	Ūdens saturs, %
Viršu medus	Ne vairāk par 23
Citi medus veidi	Ne vairāk par 20
Liepziedu medus	18-20

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot testējamus medus paraugus	5	
2.	Prasme sagatavot refraktometru	5	
3.	Prasme noteikt refrakcijas rādītāju destilētam ūdenim	2	
4.	Prasme noteikt refrakcijas rādītāju medus paraugiem	6	
5.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
6.	Prasme veikt aprēķinus	12	
7.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	15	
8.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
9.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
10.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
11.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		80	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	23	24	35	36	47	48	53	54	60	61	66	67	73	74	77	78	80
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS REFRAKTOMETRISKA EKSTRAKTVIELU SATURA NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Ekstraktvielu satura noteikšanas mērījumi

Parauga nosaukums	Refrakcijas koeficients (nD)			Vidējais aritmētiskais
	1. mērījums	2. mērījums	3. mērījums	
Kafijas paraugiem				
Destilētam ūdenim				

2. tabula

Ekstraktvielu satura noteikšanas rezultāti

Nr. p. k.	Parauga nosaukums	Refrakcijas koeficients (nD)	Temperatūra, °C	Ekstraktvielu saturs, %

Ekstraktvielu saturu $E_{\%}$ aprēķina pēc empīriskās formulas (1).

$$E_{\%} = 1,15 \cdot (nD_{\text{kafija}} - nD_{\text{destilēts ūdens}}) \cdot 10^4 \quad (1)$$

Aprēķini:

--

3. tabula

Kafijas kvalitātes rādītāji

Kafijas veids	Ekstraktvielu saturs, %
Cigoriņu kafija	15,4
Augstākā labuma "Arabikas" kafija	20–29
"Arabikas" kafija	21–23
"Robustas" kafija	24–27

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot testējamās kafijas paraugus	10	
2.	Prasme sagatavot refraktometru	6	
3.	Prasme noteikt refrakcijas rādītāju destilētam ūdenim	2	
4.	Prasme noteikt refrakcijas rādītāju kafijas paraugiem	6	
5.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
6.	Prasme veikt aprēķinus	6	
7.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	15	
8.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
9.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
10.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
11.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		80	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	23	24	35	36	47	48	53	54	60	61	66	67	73	74	77	78	80
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS HIDROMETRISKA EKSTRAKTVIELU SATURA NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1.tabula

Ekstraktvielu satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Relatīvā blīvuma dati				Īsto ekstraktvielu saturs, %	Blīvums, g/mL
	tukša piknometra masa, g	piknometra masa ar destilēto ūdeni, g	piknometra masa ar paraugu, g	relatīvais blīvums		
1. mērījums						
2. mērījums						
3. mērījums						
Vidējais rezultāts						

Aprēķini:

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme svērt paraugus ar precizitāti $\pm 0,0001$ g	8	
2.	Prasme sagatavot šķīdumus piknometriskai metodei	6	
3.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	6	
4.	Prasme veikt aprēķinus	6	
5.	Prasme noteikt pēc tabulas datiem īsto ekstraktvielu saturu (%)	3	
6.	Prasme izvēlēties atbilstošo areometru blīvuma noteikšanai un nolasīt rādījumu	5	
7.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	5	
8.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	6	
9.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	15	
10.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
11.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		80	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	11	12	23	24	35	36	47	48	53	54	60	61	66	67	73	74	77	78	80
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Definē jēdzienus: gravimetriskā metode, žāvēšana, sausna, ūdens aktivitāte!

2. jautājums

No kādiem faktoriem ir atkarīgs paraugu žāvēšanas laiks?

3. jautājums

Kādi laboratorijas palīgmateriāli un ierīces nepieciešami, lai veiktu žāvēšanu ar ekspresmetodi paaugstinātā temperatūrā?

4. jautājums

Kādi ir augsnes mitruma noteikšanas traucējošie faktori? Atbildi pamato!

5. jautājums

Kāpēc paraugu žāvēšanas procesā jāizmanto smiltis?

6. jautājums

Kāda ir produktu mitruma tehnoloģiskā nozīme?

7. jautājums

Kāpēc dažādiem tējas paraugiem atšķiras mitruma saturs, kas to ietekmē? (Atbildi, pamatojoties uz laboratorijas darba rezultātiem!)

8. jautājums

Kāpēc atšķiras paraugu mitruma satura rezultāti, žāvējot paraugus žāvēšanas skapī un žāvsvaros? (Atbildi, pamatojoties uz laboratorijas darba rezultātiem!)

9. jautājums

Kāpēc žāvējot paraugus ar paaugstinātu mitruma saturu, jāizmanto smiltis? Atbildi pamato!

10. jautājums

Izskaidro, kāpēc ir svarīgi noteikt paraugos sausnas un mitruma saturu!

11. jautājums

Kā var aprēķināt izžāvētās augsnes masu, ja zināms higroskopiskais mitrums (%) un gaissausas augsnes masa?

DZERAMĀ ŪDENS UN NOTEKŪDEŅU KVALITĀTES NOTEIKŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Ūdens ir viens no nozīmīgākajiem dabas resursiem. No tā pieejamības un kvalitātes lielā mērā ir atkarīga visa civilizācijas attīstība. Sadzīvē un rūpniecībā lielākoties izmanto attīrītu ūdeni, lai produktos neveidotos kaitīgi ķīmiskie savienojumi, mikrobioloģiskais piesārņojums, turklāt ūdenī esošais kaļķis var ietekmēt iekārtu stāvokli.

Dzeršanai un pārtikas pagatavošanai ķīmiski tīrs ūdens nav derīgs, savukārt biotehnoloģisko procesu nodrošināšanai jāizmanto sterils un attīrīts ūdens, lai ražošanas procesā neveidotos nevēlami mikroorganismi.

Ūdens kvalitāti ietekmē ne tikai ķīmiskas vielas, kuras parasti nosaka ķīmiskās analīzes gaitā, bet arī mikroaudzumi, kas spēj ietekmēt ūdens garšu un smaržu, kā arī mikroorganismi, kurus nosaka bioķīmiskās analīzes gaitā.

Ūdens kvalitātes kritērijus parasti izstrādā:

- dzeramajam ūdenim, pilsētu ūdensapgādei, ūdenim, ko izmanto pārtikas ražošanā;
- ūdenī mītošo dzīvo organismu aizsardzībai un lauksaimniecībā izmantojamam ūdenim;
- ūdenim, ko izmanto rekreācijai;
- ūdenim, ko izmanto rūpniecībā.



BŪTISKI

Galvenie piesārņojuma rādītāji ir ķīmiskais skābekļa patēriņš, nitrātijoni, fosfātijoni, sulfātijoni, virsmas aktīvās vielas, amonjaks un elektrovadītspēja.

Ūdens kvalitātes standartus un kritērijus izmanto arī, lai novērtētu notekūdeņu kvalitāti pirms to novadīšanas vidē, un šo standartu un kritēriju izmantošana ļauj pārvaldīt un kontrolēt notekūdeņu attīrīšanas procesu.

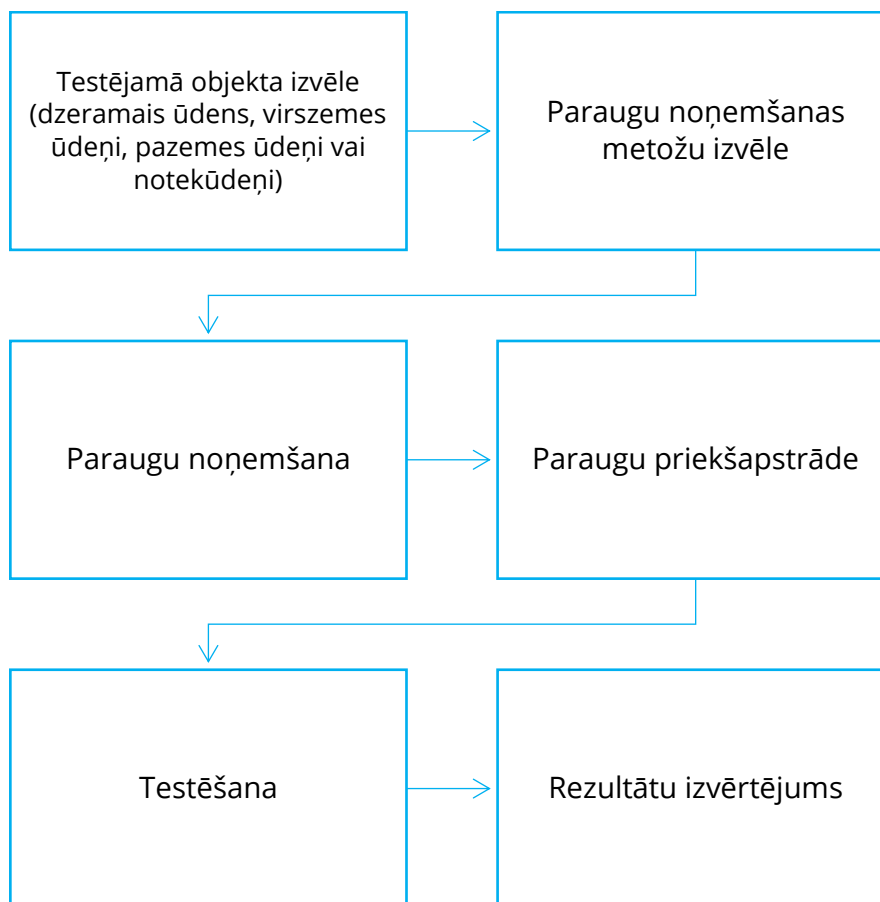
Jebkurā testēšanā ir ļoti svarīgi pareizi noņemt un sagatavot paraugus ķīmiskajām un bioloģiskajām analīzēm (skatīt 2.15. attēlu).

Būtiski, ka ķīmiskajām un bioloģiskajām analīzēm paraugi jāņem atsevišķi; jo īsāks ir laika intervāls starp paraugu noņemšanu un analīzi, jo precīzāki būs analīzes rezultāti. Lai paraugu noņemšana, apstrāde un testēšana būtu kvalitatīva, jāņem vērā vairāki noteikumi.

Ūdens paraugu noņemšanas noteikumi

1. No atklātām ūdens tilpēm paraugs jāņem zināmā attālumā no krasta un 20–40 cm dziļumā, jo parasti ūdens pie krasta un virsējos slāņos ir netīrāks.
2. No akām ūdens paraugs jāņem agri no rīta, pirms aku sāk izmantot ūdens ieguvei. To dara ar tīru spaini vai atbilstošu, speciālu trauku, vai ierīci (batometru).
3. Ņemot ūdeni no artēziskajām akām vai ūdensvada, vispirms ūdeni 15 minūtes notecina. Ja ūdens jāņem no jaunas artēziskās akas, tad ūdens jānotecina veselu diennakti vai pat ilgāk.
4. Ķīmiskajai testēšanai ūdens paraugu ņem tīrā 1–3 L traukā, bet bakterioloģiskajai testēšanai – 0,5–1,0 L sterilā traukā.

5. Bakterioloģiskajai testēšanai paņemtais ūdens paraugs jānogādā laboratorijā ne vēlāk kā 2 stundas pēc tā noņemšanas.
6. Dzeramā ūdens paraugs transportē uz laboratoriju saskaņā ar standartu LVS EN ISO 5667-3 : 2013 "Ūdens kvalitāte – Paraugu ņemšana – 3. daļa: Norādījumi ūdens paraugu konservēšanai un glabāšanai" un standartu LVS ISO 5667-5 : 2007 "Ūdens kvalitāte. Paraugu ņemšana. 5. daļa. Norādījumi dzeramā ūdens paraugu ņemšanai no sagatavošanas iekārtām un cauruļvadu sadales sistēmām".
7. Ķīmiskā un bakterioloģiskā testēšana jāveic ne vēlāk kā 48 stundas pēc parauga noņemšanas.
8. Nosūtot ūdens paraugu uz laboratoriju, tam jāpievieno marķējums, kurā norāda sekojošu informāciju:
 - ūdens parauga nosaukums un atrašanās vieta;
 - ūdens parauga noņemšanas laiks (gads, mēnesis, datums, stunda);
 - parauga noņemšanas vieta (atklātām ūdens tilpēm – attālums no krasta, ūdens dziļums utt.);
 - kādas analīzes jāveic (pilna vai daļēja ķīmiskā testēšana, bakterioloģiskā testēšana utt.);
 - neliels ūdens parauga ņemšanas vietas raksturojums, uzrādot iespējamus piesārņojuma cēloņus.



2.15. attēls. Ūdens paraugu analīzes procedūra

Dzēramā ūdens, virszemes ūdeņu, pazemes ūdeņu un notekūdeņu testēšanas metodes

Ūdens sastāva un piesārņojuma ķīmiskā testēšana pamatojas uz ķīmiskām reakcijām un šo reakciju produktu analīzi, tajā izmanto masas un tilpuma testēšanas metodes.

Elektroķīmiskās metodes pamatojas uz nosakāmo sastāvdaļu elektroķīmisko īpašību – redokspotenciāla, pH, elektrovadītspējas u. c. izmaiņām.

Optiskās testēšanas metodes pamatojas uz vielu spēju mijiedarboties ar elektromagnētiskā starojuma kvantiem (fotometrija).

Ūdens temperatūras, pH un elektrovadītspējas noteikšana

Elektrovadītspēja ir fizikāls lielums, kas raksturo materiāla ķermeņa spēju vadīt elektrisko strāvu. Tīrs ūdens elektrisko strāvu nevada. Jo vairāk izšķīdušo sāļu vai cita veida savienojumu ir ūdenī, jo lielāka ir tā elektrovadītspēja.

pH līmenis ūdens šķīdumos var mainīties no 0 līdz 14. Pilnīgi tīram ūdenim pH ir 7, un tas ir neitrāls. Ja pH līmenis ir zemāks par 7, tas nozīmē, ka vide ir skāba, ja augstāks par 7 – vide ir sārmaina.

Mērot ūdens temperatūru, termometru iegremdē ūdenī uz 2–3 minūtēm un tad nolasa mērījumu.

- Ūdens pH nosaka ne vēlāk kā 2 stundas pēc parauga noņemšanas, ievērojot tā temperatūru, jo pH ir atkarīgs no ūdens temperatūras.
- pH noteikšanai lieto pH metrus (skatīt 2.16. attēlu).
- Ja pirms mērīšanas stikla elektrodus ir kalibrēti ar atbilstošiem standarta buferšķīdumiem, tad mērīšanas kļūdas nepārsniedz $\pm 0,01$ – $0,02$ vienības.
- Ūdens elektrovadītspēju nosaka ar konduktometru (skatīt 2.17. attēlu). Atkarībā no jonu koncentrācijas, nolasījumus veic atbilstošā elektrovadītspējas diapazonā: $199,9 \mu\text{S}$, $1999 \mu\text{S}$ vai $19,99 \mu\text{S}$. Rezultātus izsaka $\mu\text{S}/\text{cm}$.



2.16., 2.17. attēls. Elektroķīmisko parametru mērīšanas iekārtas

Avoti: <https://www.anulab.com/product/1680861/laboratorium-ph-meter-lab-850>

<https://sklep.linegal.pl/pl/p/Miernik-przewodnosci/13837>

Ūdens duļķainības noteikšana

Ūdens duļķainība rodas no nepietiekami attīrīta ūdens (tajā sastopams, piemēram, dzelzs, mangāns, smilšu daļiņas, organiskas vielas) vai attīrīšanas stacijas nepareizas ekspluatēšanas (piemēram, filtru skalošanas un nobriešanas periods ir pārāk īss), kā arī metāla cauruļu korozijas un bioloģiskās aktivitātes rezultātā. Turbidimetriskās metodes pamatā ir caur ūdens suspensiju izejošas izkliedētās gaismas intensitātes mērījumi, un kā mērīšanas iekārtas izmanto turbidimetrus (skatīt 2.18. un 2.19. attēlu). Duļķainības mērīšanai kā salīdzināšanas paraugs tiek lietots formazīna standartšķīdums, duļķainību izsaka FNU mērvienībās (*Formazine Nephelometric Unit*), agrāk tika lietotas NTU vienības.

$$1 \text{ NTU} = 1 \text{ FNU}$$

Duļķainību mērot fotometriski, kā standartšķīdumu izmanto koalīna suspensiju; duļķainību izsaka mg/L.

$$1 \text{ NTU} = 1 \text{ FNU} = 1 \text{ mg/L}$$



BŪTISKI

Dzeramā ūdens duļķainība nedrīkst pārsniegt 1 NTU.



2.18., 2.19. attēls. Optiskās ierīces duļķainības noteikšanai jeb turbidimetri

Avoti: <https://www.christianberner.fi/tuotteet/Instrumentit-analysit/samesumittarit/>
<https://www.anulab.com/es/product/1680375/turbidimeter-al250-t-ir>

Sausā atlikuma noteikšana

Sausais atlikums raksturo ūdenī izšķīdušo sāļu saturu. Par labu dzeramo ūdeni uzskata tādu, kurā sausais atlikums nepārsniedz 1000 mg/L. Sausā atlikuma metode balstās uz filtrēta ūdens parauga iztvaicēšanu ūdens vai smilšu vannā un atlikuma izkarsēšanu 105 °C temperatūrā līdz konstantai masai, pēc tam sverot nosaka sausā atlikuma masu.

Ūdens garšas, smaržas un krāsas noteikšana

Ūdens garšas, smaržas un krāsainības rādītājiem jābūt pieņemamiem patērētājiem un bez būtiskām izmaiņām. Nepatīkama garša, smarža un vizuāli novērojama ūdens krāsainība liecina par dzeramā ūdens problēmām.

Garšu var noteikt tikai tādām ūdenim, kas nav kaitīgs dzeršanai. Izšķir šādas ūdens piegaršas: sāļš, rūgts, salds, skābs. Ūdeni var raksturot ar šādām specifiskām piegaršām – zivju, hlora, metāla, pelējuma vai degvielas piegarša. 2.2. tabulā ir attēlots piegaršas novērtējums 5 ballu sistēmā.

2.2. tabula

Piegaršas intensitātes novērtējums

Piegaršas intensitāte	Balles
Ūdenim nav nekādas piegaršas	0
Ūdenim ir ļoti vāja piegarša	1
Ūdenim ir vāja piegarša	2
Ūdenim ir jūtama piegarša	3
Ūdenim ir stipra piegarša	4
Ūdenim ir ļoti stipra piegarša	5

Ūdens smaržu var raksturot kā zemes (mitras zemes), purva (kūdras), aptiekas (jodoforma), kūtsmēslu, sērūdeņraža smaržu u. c. Smaržas intensitātes novērtējums ir attēlots 2.3. tabulā.

2.3. tabula

Smaržas intensitātes novērtējums

Smaržas raksturojums	Smaržas intensitāte	Balles
Smarža nav jūtama	Nav	0
Ūdens lietotājs smaržu nevar sajūst, to var noteikt tikai specializēts laboratorijas darbinieks	Ļoti vāja	1
Smaržu sajūt lietotājs, ja ir tai īpaši pievēršis uzmanību	Vāja	2
Viegli sajūtama smaka, kuras dēļ ūdens var būt nelietojams dzeršanai	Ievērojama	3
Smarža labi konstatējama, tās dēļ ūdens var būt nelietojams dzeršanai	Stipra	4
Smarža izteikta tik stipri, ka ūdens dzeršanai nav izmantojams	Ļoti stipra	5

Ūdens krāsu var noteikt gan kvalitatīvi (aprakstoši), gan kvantitatīvi. Lai kvalitatīvi noteiktu ūdens krāsu, ūdeni (ne mazāk par 40 mL) ielej bezkrāsainā traukā, vēro pret baltu fonu un raksturo ūdens krāsu. Ja ūdens ir duļķains, to vispirms filtrē. Ūdens krāsu raksturo kā bezkrāsainu, gaiši dzeltenu, tumši dzeltenu, oranžu u. tml.

Kvantitatīvi ūdens krāsas intensitāti pieņemts izteikt grādos, salīdzinot testējamo ūdeni ar standartšķīduma skalu (skatīt 2.4. tabulu). Krāsas intensitāti var noteikt tikai dzeltenas krāsas ūdeņiem.

2.4. tabula

Standartskala ūdens krāsas noteikšanai

Cilindra Nr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Šķīdums Nr. 1, mL	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
Šķīdums Nr. 2, mL	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86	84
Krāsa, grādi	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80

Ūdens krāsu var noteikt arī ar testeriem (skatīt 2.20. attēlu), kā arī izmantojot spektrofotometrisko metodi.



2.20. attēls. Ūdens krāsas testeris

<http://www.citclops.eu/water-colour/measuring-water-colour>

Oksidējamība jeb permanganāta indekss

Svarīgs ūdens tīrības pakāpi raksturojošs parametrs ir oksidējamība jeb permanganāta indekss; lieto arī nosaukumu – ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP).

Ķīmiskais skābekļa patēriņš – noteiktais skābekļa daudzums, kas nepieciešams, lai notekūdeņos ķīmiski oksidētu organiskās vielas.

Permanganāta indekss raksturo organisko un neorganisko vielu sastāvu ūdenī. To izsaka ar skābekļa masu miligramos, kas tiek patērēta vielu oksidēšanai 1 L ūdens.

Metodes pamatā ir ūdens apstrāde ar kālija permanganātu skābā vidē. Skābeklis, kas izdalījies reakcijā, oksidē ūdenī esošās organiskās un neorganiskās vielas. Skābekļa daudzumu, kas izlietots šo vielu oksidēšanai, nosaka, reducējot pārpalikušo kālija permanganātu ar skābeņskābi.

Ar šo metodi var noteikt ūdens oksidējamību – 50 mg/L, mazākā nosakāmā koncentrācija – 0,28 mg/L. Traucējošie faktori ir hlorīdi, kā arī tādi neorganiskie reducētāji kā, piemēram, nitrīti, sulfīdi un dzelzs(II) savienojumi.

Dzelzs satura noteikšana

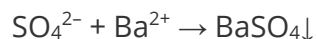
Dzelzs klātbūtne normas robežās dzeramajā ūdenī nav kaitīga, taču paaugstināta dzelzs koncentrācija, sākot no 0,3 mg/L, izmaina ūdens garšu un izskatu, veicina arī ūdensapgādes tīkla cauruļu koroziju un rada apstākļus specifisku baktēriju augšanai. Gruntsūdenī, kas nesatur skābekli, dzelzs atrodas izšķīdušā veidā un neietekmē ūdens ārējo izskatu (dzidrumu, caurspīdīgumu). Taču, nonākot saskarē ar gaisa skābekli vai kādām citām oksidējošām vielām (piemēram, hloru), veidojas dzelzs savienojums, kas ūdenī ir nešķīstošs (trīsvērtīgais dzelzs hidroksīds) un izgulsnējas ūdenī kā sarkanbrūnas daļiņas (rūsas krāsā).

Dzelzs saturu nosaka fotometriski ar tiocianātu, Fe^{3+} joni ar tiocianāta joniem veido asinsarkanu krāsojumu. Krāsojuma intensitāte ar laiku mainās, tāpēc šķīdumus fotometrē uzreiz pēc pagatavošanas. Mērīšanu veic pie viļņa garumiem 400 līdz 450 nm. Šīs metodes jutīgums ir 0,05 mg Fe^{3+} /L ūdens.

Sulfātjonu noteikšana

Sulfātjonu SO_4^{2-} maksimāli pieļaujamā koncentrācija dzeramajā ūdenī ir 250 mg/L. Palielināta sulfātjonu koncentrācija dzeramajā ūdenī (> 250 mg/L) var piešķirt ūdenim nepatīkamu piegaršu, kā arī samazināt ūdens dezinfekcijas efektivitāti.

Sulfātjonu noteikšanai izmanto reakciju ar bārija joniem. Reakcijas rezultātā rodas suspensija, kas sastāv no mazšķīstošā bārija sulfāta.



Suspensijas duļķainība ir tieši proporcionāla sulfātjonu saturam. Skābā vidē sulfātjonus var noteikt karbonātjonu, fosfātjonu un hromātjonu klātbūtnē. Vismazākā koncentrācija, kuru var noteikt, ir 0,02 mg/L.

Izšķīdušā skābekļa noteikšana

Skābeklim ir izšķiroša nozīme bioloģisko procesu norisē, tas nodrošina aerobo hidrobiontu eksistēšanu ūdeņos. Tā kā skābekļa saturs nosaka daudzu vielu apriti ūdeņos, tad tas var ietekmēt arī neorganisko vielu saturu ūdeņos.

Skābekļa šķīdība ūdenī ir atkarīga no tā koncentrācijas gaisā, ūdens temperatūras un sāļu satura ūdenī. Jo ūdens temperatūra un sāļu saturs ir augstāks, jo skābekļa šķīdība ūdenī ir zemāka. Piemēram, siltu notekūdeņu novadīšana pat tad, ja tie nav piesārņoti, var radīt skābekļa satura pazemināšanos ūdeņos.

Cieto suspendēto vielu noteikšana

Cietās suspendētās vielas ir ūdenī nešķīstošās augsnes, grunts daļiņas, organiskās un neorganiskās vielas, kas rada ūdens duļķainību, pasliktina ūdens augu fotosintēzi, apgrūtina barības vielu atrašanu dzīvajām būtnēm, kas dzīvo ūdenī, kā arī cieto suspendēto vielu virsma var adsorbēt baktērijas un citas kaitīgas vielas. Cieto suspendēto vielu saturu ūdenī nosaka, filtrējot caur stiklšķiedras filtrpapīru. Zemākā noteikšanas robeža ir apmēram 2 mg/L.



BŪTISKI

Kvalitatīvā dzeramajā ūdenī cietās suspendētās daļiņas nedrīkst būt!

Ūdens paraugu filtrē caur stiklšķiedras filtrpapīru, lietojot vakuuma vai spiediena filtrēšanas iekārtu. Pēc tam filtru žāvē 105 °C temperatūrā un sverot nosaka uz filtra uztverto nogulšņu masu.

Kalcija un magnija saturs noteikšana

Šķīstošie kalcija un magnija savienojumi ir sastopami gandrīz visos dabā esošajos ūdeņos. Šie savienojumi ir galvenie ūdens cietības cēloņi. Kalcijs un magnijs dabas ūdeņos nokļūst kalcija sulfātu saturošu iežu dēdēšanas rezultātā (sulfātu cietība), kā arī karbonātiežu mijiedarbības rezultātā ar oglekļa dioksīdu, veidojoties viegli šķīstošiem hidrogēnkarbonātiem (karbonātu cietība):



Ūdens cietībai ir liela praktiska nozīme. Cieta ūdens izmantošana ražošanas iekārtās vai tehnoloģiskajā procesā var novest pie tā, ka kalcija un magnija nešķīstošie savienojumi izgulsnējas blīva slāņa veidā (veidojas katlakmens). Piemēram, alus ražotnēs nekādā gadījumā nedrīkst izmantot cietu ūdeni, jo iekārtās rodas kaļķakmens, kas bojā alus garšu un ietekmē arī rauga darbību.

Lai dzīvo organismu vielmaiņas procesi netiktu traucēti, kalcija jonu saturs ūdensvada, akas, upes vai ezera ūdenī nedrīkst pārsniegt 180 mg/L jeb 9 mmolekv/L, bet magnija jonu – atbilstoši 40 mg/L jeb 3,3 mmolekv/L.

Cietību izsaka milimolos litrā (Latvijā), cietības grādos (Vācijā, Apvienotajā Karalistē, Francijā), kā arī miligramos litrā, 1 mg/L – 1 ppm (ASV) (skatīt 2.5. un 2.6. tabulu).

2.5. tabula

Ūdens cietības mērvienības

Valsts/savienība	Mērvienība
Vācija	1 °dH = 10 mg CaO litrā
Apvienotā Karaliste	1 °Clark = 1 grams CaCO ₃ ; 14,3 mg CaCO ₃ litrā
ASV	1 ppm = 1 mg CaCO ₃ litrā
IUPAC (<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>)	n(Ca ²⁺) + n(Mg ²⁺)

Ūdens cietība atkarībā no kalcija un magnija jonu kopējās koncentrācijas

Valsts/ savienība	Mērvienība	Ūdens cietība					
		ļoti mīksts	mīksts	vidēji ciets	samērā ciets	ciets	ļoti ciets
1	2	3	4	5	6	7	8
IUPAC (<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>)	mmol/L	0,0–0,7	0,7–1,4	1,4–2,1	2,1–3,2	3,2–5,4	> 5,4
Vācija	°dH	0–4	4–8	8–12	12–18	18–30	> 30
Apvienotā Karaliste	°Clark	0–5	5–10	10–15	15–22	22–38	> 38
ASV	ppm	0–0	70–140	140–210	210–320	320–540	> 540

Bioķīmiskā skābekļa patēriņa (BSP) noteikšana

Skābekļa daudzumu, ko ūdenī esošās organiskās vielas patērē noteiktā laika posmā aerobā bioķīmiskā sadalīšanās procesā, sauc par bioķīmisko skābekļa patēriņu (BSP). BSP noteikšana pamatojas uz skābekļa satura starpības konstatēšanu atšķaidītā vai neatšķaidītā paraugā pirms un pēc inkubācijas 20 °C temperatūrā bez gaismas un gaisa piekļuves. BSP var noteikt jebkuram inkubācijas periodam, piemēram, BSP₅, BSP₂₀ vai BSP_{pilna}, to nosaka uzduļķotos paraugos.

Šis rādītājs raksturo organisko vielu saturu, ko iespējams likvidēt bioloģiskās attīrīšanas metodē ar aktīvo dūņu starpniecību, parasti tā koncentrācija nedrīkst būt augstāka par 25 mg/L.

Skābekļa saturam atšķaidītā vai neatšķaidītā paraugā visu inkubācijas periodu jābūt tādām, lai nodrošinātu normālu aerobo bioķīmisko procesu norisi. Šie priekšnoteikumi būs nodrošināti, ja analizējamais paraugs vai parauga atšķaidījums pirms noteikšanas būs piesātināts ar gaisa skābekli un inkubācijas periodā notiks skābekļa koncentrācijas samazināšanās par 2 mg/L un vairāk, bet tā, lai skābekļa beigu koncentrācija būtu ne mazāka par 3 mg/L.

Neatšķaidītā paraugā BSP var noteikt līdz 6 mg/L. Nepieciešamo atšķaidījumu var aptuveni noteikt pēc permanganāta oksidējamības rezultātiem. Permanganāta oksidējamības lielumu daļa ar 3 vai 4, iegūtais rezultāts parāda, cik reizu jāatšķaida testējamais ūdens. Parauga atšķaidīšanai izmanto speciāli sagatavotu ūdeni, kas satur neorganiskās barības vielas tādā daudzumā, kas ir pietiekams normālai aerobo bioķīmisko procesu norisei. Paraugus bioķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšanai nedrīkst konservēt, tos uzglabā 3–4 °C temperatūrā, noteikšanu veic ne vēlāk kā pēc 24 stundām.

Fosfora saturs noteikšana

Fosfātjonu saturs nepiesārņotu dabīgo ūdenstilpju ūdenī ir < 0,03–0,05 mg/L. Taču cilvēka darbības rezultātā to koncentrācija ūdeņos var būt daudz lielāka. Galvenie iemesli ir nepareiza minerālmēsli lietošana un neattīrītu notekūdeņu iepludināšana upēs un ezeros. Notekūdeņos nonāk mazgāšanas līdzekļi, kuru sastāvā ir fosfāti, kas pievienoti kā ūdens mīkstināšanas līdzekļi. Fosfātjoni sekmē ūdenstilpju aizaugšanu. Novērojot aizaugšanas pakāpi, var prognozēt fosfātjonu koncentrāciju šķīdumā. Ja fosfātjonu masas koncentrācija ūdenī pārsniedz 0,5 mg/L, tad labvēlīgos apstākļos var sākties intensīva aļģu (arī indīgo zilaļģu) u. c. ūdensaugu vairošanās. Tādēļ vides dienesti regulāri veic ūdens analīzes dabiskajās ūdenstilpēs. Fosfāti skābā vidē reaģē ar molibdātjoniem, veidojot fosformolibdātus. Tiem pievienojot askorbīnskābi, molibdēns reducējas par t. s. molibdēnzilo, kuru fotometrē pie 720 nm un kura saturs ir tieši proporcionāls fosfātu koncentrācijai.

Testējot ūdens paraugus, jāņem vērā Latvijā izdotie Ministru kabineta noteikumi Nr. 671 "Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība", Ministru kabineta noteikumi Nr. 118 "Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti", kā arī Ministru kabineta noteikumi Nr. 34 "Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī", lai izvērtētu testēšanas rezultātus un salīdzinātu ar kvalitātes rādītāju maksimāli pieļaujamām normām (skatīt 1.–4. pielikumu).

Ieteicamie avoti

Cimdiņš, P.; Kļaviņš, M. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: Latvijas Universitāte, 2004.

Tilgalis, Ē.; Krupskis, V. *Notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģija un iekārtas*. Latvija: [b. i.], 2000.

Valdniece, A. *Ūdens, gaisa un augsnes analīze. Laboratorijas darbu metodiku komplekts*. Olaine: Olaines Mehānikas un tehnoloģijas koledža, 2007.

Von Sperling, M. *Basic principles of wastewater treatment*. London: IWA Publishing, 2007.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Pilnveidot praktiskās iemaņas, analizējot dažādus ūdens paraugus, nosakot to kvalitāti un kvalitātes rādītājus ietekmējošos faktoros.

Darba uzdevumi

Nepilnā ūdens paraugu testēšana

1. Noņemt un marķēt testējamos ūdens paraugus.
2. Noteikt testējamo ūdens paraugu temperatūru, pH, elektrovadītspēju ar elektroķīmisko parametru mērīšanas iekārtām.
3. Noteikt duļķainību testējamā ūdens paraugā ar turbidimetru.
4. Noteikt sauso vielu un cieta suspendēto vielu saturu.
5. Vizuāli noteikt testējamo ūdens paraugu smaržu un krāsu.
6. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
7. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzināt ar maksimāli pieļaujamām normām.

Turbidimetriska sulfātjonu noteikšana

1. Noņemt un marķēt testējamos ūdens paraugus.
2. Aprēķināt un pagatavot testēšanai nepieciešamos šķīdumus ar noteiktu koncentrāciju.
3. Pagatavot BaSO₄ suspensiju šķīdumus.
4. Pagatavot testējamos ūdens paraugus turbidimetriskai sulfātjonu noteikšanai.
5. Konstruēt kalibrēšanas grafiku.
6. Aprēķināt sulfātjonu koncentrāciju testējamos ūdens paraugos.
7. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
8. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzināt ar maksimāli pieļaujamām normām.

Ķīmiskā skābekļa patēriņa (oksidējamības jeb permanganāta indeksa) noteikšana

1. Noņemt un marķēt testējamos ūdens paraugus.
2. Aprēķināt un pagatavot testēšanai nepieciešamos šķīdumus ar noteiktu koncentrāciju.
3. Veikt permanganāta indeksa noteikšanu pēc titrimetriskās metodes.
4. Aprēķināt permanganāta indeksu (oksidējamību) testējamos ūdens paraugos.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzināt ar maksimāli pieļaujamām normām.

Fotometriska dzelzs(III) jonu noteikšana ar tiocianātu

1. Noņemt un marķēt testējamos ūdens paraugus.
2. Aprēķināt un pagatavot testēšanai nepieciešamos šķīdumus ar noteiktu koncentrāciju.
3. Pagatavot dzelzs(III) tiocianāta šķīdumus.
4. Pagatavot testējamos ūdens paraugus fotometriskai dzelzs(III) jonu noteikšanai.
5. Konstruēt kalibrēšanas grafiku.
6. Aprēķināt dzelzs(III) jonu koncentrāciju testējamos ūdens paraugos.
7. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
8. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzināt ar maksimāli pieļaujamām normām.

Summārā kalcija un magnija satura noteikšana

1. Noņemt un marķēt testējamos ūdens paraugus.
2. Aprēķināt un pagatavot testēšanai nepieciešamos šķīdumus ar noteiktu koncentrāciju.
3. Veikt summāro kalcija un magnija satura noteikšanu pēc titrimetriskās metodes.
4. Aprēķināt testējamo ūdens paraugu cietību.
5. Aprēķināt kalcija(II) un magnija(II) jonu koncentrāciju, noteikt, kura elementa jonu ir vairāk.
6. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
7. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzināt ar maksimāli pieļaujamām normām.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- noņemt un marķēt ūdens paraugus;
- sagatavot ūdens paraugus testēšanai;
- veikt nepilno ūdens paraugu testēšanu;
- noteikt sulfātjonu masas koncentrāciju testējamā ūdens paraugā ar turbidimetrisko metodi;
- noteikt testējamā ūdens paraugā oksidējamību jeb permanganāta indeksu;
- noteikt fotometriski dzelzs jonu saturu testējamā ūdens paraugā;
- noteikt summāro kalcija un magnija saturu testējamā ūdens paraugā;
- aizpildīt laboratorijas darba protokolu;
- apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzinot ar kvalitātes rādītājiem;
- ievērot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- kvalitātes kontroles veikšanai nepieciešamo paraugu ņemšanas metodes, noteikumus un secību;
- kvalitātes kontrolei noņemamo paraugu marķēšanas noteikumus, marķējuma veidus un marķējuma vietu, kā arī marķējumā iekļaujamo informāciju;
- paraugu sagatavošanas metodes un sagatavošanas kārtību;
- paraugu svēršanas un mērīšanas metodes, svēršanas un mērīšanas palīgiekārtas un to darbības principus;
- ūdens nepilnās analīzes testēšanas metodes, kārtību un noteikumus, izmantojamus traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- sulfātjonu, dzelzs jonu, kalcija un magnija satura, permanganāta indeksa noteikšanas metodes, kārtību, izmantojamus traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- kalibrēšanas grafika izveides programmas, grafika izveides kārtību un apstrādes noteikumus;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- nekvalitatīva un kvalitatīva ūdens parauga kvalitātes rādītājus;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus;
- darba un vides aizsardzības prasības, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un izmantošanu paraugu noņemšanā, sagatavošanā un testēšanā.

Izprot:

- paraugu ņemšanas ietekmi uz analīžu rezultātu kvalitāti;
- paraugu pareizas sagatavošanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā;
- kvalitātes kontrolei noņemto paraugu marķēšanas nepieciešamību un marķējumā sniedzamās informācijas atbilstību;
- novērtēšanas procedūras lomu dzeramā ūdens kvalitātes nodrošināšanā;

- pilnās un nepilnās ūdens analīžu noteikšanas nepieciešamību dzeramā ūdens kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas darba gaitas dokumentēšanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā un procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas rezultātu apkopošanas nozīmi kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas rezultātu izvērtēšanas nozīmi biotehnoloģiskā ražošanas procesa nodrošināšanā un pilnveidošanā;
- darba un vides aizsardzības prasību ievērošanu, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu izmantošanu paraugu testēšanā un kvalitātes nodrošināšanā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

Nepilnā ūdens paraugu testēšana

- ūdens paraugu savākšanas trauki;
- pH metrs;
- digitālais termometrs;
- konduktometrs;
- vārglāzes (150 mL);
- turbidimetrs;
- 2 koniskās kolbas (250 mL);
- salvetes sensoru un kivešu tīrīšanai/noslaucīšanai;
- $K_2Cr_2O_7$ standartšķīdums;
- $CoSO_4$ standartšķīdums;
- 12 kolorimetrijas cilindri (100 mL);
- mērpipetes (1, 2, 5, 10 un 20 mL);
- mērcilindrs (100 mL);
- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- žāvēšanas skapis;
- eksikators;
- iztvaicēšanas bļodiņas;
- plītiņa;
- ūdens vai smilšu vanna;
- tīģelknaibles;
- karstumizturīgi cimdi;
- filtrpapīrs;
- Bunzena statīvs ar gredzenu;
- piltuve;
- stiklšķiedras filtrpapīrs;
- vakuuma filtrēšanas iekārta (vakuumsūknis);
- ūdens paraugi.

Turbidimetriska sulfātjonu noteikšana

- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- 3 mērkolbas (1 L);
- 8 mērkolbas (100 mL);
- strūklene;
- Pastēra pipetes;
- mērpipetes (2, 5, 10 mL);
- Mora pipetes (15 un 20 mL);
- mērcilindrs (50 mL);
- turbidimetrs;
- salvetes kivešu noslaucīšanai;
- destilēts ūdens;
- sverglāzīte;
- vārglāze;
- piltuve beramām vielām;
- Na_2SO_4 vai $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$;
- $BaCl_2$ vai $BaCl_2 \cdot 2H_2O$;
- NaCl;
- koncentrēta HCl;
- dators ar izklājlapu programmu;
- aizsargbrilles;
- ūdens paraugi.

Ķīmiskā skābekļa patēriņa (oksidējamības jeb permanganāta indeksa) noteikšana

- koniskās kolbas (250 mL);
- mērpipetes vai Mora pipetes (5–50 mL);
- mērcilindrs (25–100 mL);
- plītiņa;
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- birete (25 mL);
- piltuve;
- strūklene;
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- koncentrēta H_2SO_4 ;
- KMnO_4 (cietā veidā vai fiksānāls);
- $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ (cietā veidā vai fiksānāls);
- ūdens paraugi;
- aizsargbrilles;
- destilēts ūdens;
- titrēšanas iekārta.

Fotometriska dzelzs(III) jonu noteikšana ar tiocianātu

- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,001 \text{ g}$;
- mērkolba (1 L);
- koniskās kolbas (250 mL);
- 9 mērkolbas (100 mL);
- strūklene;
- Pastēra pipetes;
- mērpipetes (2, 5, 10 mL);
- Mora pipete (10 mL);
- fotokolorimetrs vai spektrofotometrs;
- salvetes kivešu noslaucīšanai;
- destilēts ūdens;
- sverglāzīte;
- vārglāze;
- piltuve beramām vielām;
- NH_4SCN vai KSCN ;
- $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$;
- koncentrēta H_2SO_4 ;
- koncentrēta HNO_3 ;
- dators ar izklājlapu programmu;
- aizsargbrilles;
- ūdens paraugi.

Summārā kalcija un magnija satura noteikšana

- koniskās kolbas (250 mL);
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- birete (25 mL);
- mērcilindrs (100 mL);
- Mora pipetes (5, 20 mL un 50 mL);
- piltuve;
- strūklene;
- destilēts ūdens;
- mērkolba (1 L);
- mērkolba (100 mL);
- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,001 \text{ g}$;
- Pastēra pipetes;
- 2 mol/L NaOH šķīdums;
- indikators mureksīds;
- indikators eriohrommelnais;
- 96 % $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Darba gaita

Nepilnā ūdens paraugu testēšana

1. Noņem dzeramā ūdens un virszemes ūdens paraugus.
2. Marķē noņemtus ūdens paraugus.
3. Ūdens paraugiem nosaka temperatūru, pH, elektrovadītspēju un duļķainību, izmantojot optiskās un elektroķīmisko parametru mērīšanas iekārtas.
4. Ūdens paraugiem pēc 5 ballu sistēmas vizuāli nosaka smaržu un krāsu.
5. Ūdens paraugos nosaka sauso atlikumu pēc iztvaicēšanas paņēmiena:
 - 5.1. nosver iztvaicēšanas bļodiņu, kas iepriekš ir izkarsēta un atdzesēta;
 - 5.2. iztvaicēšanas bļodiņā ielej 25 mL filtrēta testējamā parauga;
 - 5.3. paraugus iztvaicē uz ūdens vai smilšu vannas;
 - 5.4. atlikumu izžāvē žāvēšanas skapī līdz konstantai masai, atdzesējot eksikatorā pirms katras svēršanas;
 - 5.5. aprēķina sauso atlikumu miligramos uz 25 mL testējamā parauga;
 - 5.6. veic sausā atlikuma pārrēķinu miligramos uz 1 L testējamā parauga.
6. Ūdens paraugos nosaka cieta suspendēto vielu saturu, filtrējot caur stiklšķiedras filtrpapīru:
 - 6.1. ļauj ūdens paraugiem sasniegt istabas temperatūru;
 - 6.2. nosver stiklšķiedras filtrpapīru ar precizitāti $\pm 0,0001$ g. Lai putekļi to nepiesārņotu, var lietot eksikatoru;
 - 6.3. spēcīgi sakrata ūdens paraugu un nomēra tilpumu – 250 mL, nekavējoties sāk parauga filtrēšanu;
 - 6.4. filtrpapīru ar nogulsnēm žāvē žāvēšanas skapī 105 °C (± 2 °C) temperatūrā no 1 līdz 2 stundām;
 - 6.5. izņem filtrpapīru no žāvēšanas skapja, atdzesē eksikatorā un precīzi nosver;
 - 6.6. aprēķina cieta suspendēto vielu saturu miligramos uz 250 mL testējamā parauga;
 - 6.7. veic cieta suspendēto vielu satura pārrēķinu miligramos uz 1 L testējamā parauga.
7. Iegūtos mērījumus un rezultātus reģistrē laboratorijas darba protokolā.
8. Salīdzina un izvērtē iegūtos rezultātus ūdens paraugos ar maksimāli pieļaujamām normām.

Turbidimetriska sulfātjonu noteikšana

Šķīdumu, reaģentu pagatavošana

1. Aprēķina nepieciešamo Na_2SO_4 vai $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ vielas masu un pagatavo 1000 mL SO_4^{2-} standartšķīduma ar $\gamma_{\text{SO}_4^{2-}} = 0,2$ mg/mL.
2. Aprēķina nepieciešamo BaCl_2 vai $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vielas masu un pagatavo 1000 mg 10 % BaCl_2 šķīduma.
3. Pagatavo elektrolīta ($\text{NaCl} + \text{HCl}$) šķīdumu: 240 g NaCl un 20,5 mL koncentrētas HCl pārlej 1000 mL mērkolbā, izšķīdina nelielā daudzumā destilēta ūdens un atšķaida līdz iezīmei.

Bārija sulfāta ($BaSO_4$) suspensiju pagatavošana

1. Sagatavo sešas 100 mL mērkolbas.
2. Sešās 100 mL mērkolbās ielej attiecīgi 2, 4, 8, 12, 16 un 20 mL sulfātjonu standartšķīduma.
3. Katrā mērkolbā vēl ielej 20 mL elektrolīta šķīduma.
4. Katrā 100 mL mērkolbā ielej attiecīgi 38, 36, 32, 28, 24 un 20 mL destilēta ūdens.
5. Katrā mērkolbā ielej vēl 15 mL $BaCl_2$ šķīduma.
6. Iegūtās suspensijas katrā mērkolbā atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un kolbu saturu samaisa.
7. Pēc 5 minūtēm mēra $BaSO_4$ suspensiju duļķainību, sākot ar atšķaidītāko suspensiju.
8. Aprēķina SO_4^{2-} masas koncentrāciju katrā mērkolbā, datus reģistrē laboratorijas darba protokola tabulā.
9. Iegūtos rezultātus izmanto kalibrēšanas grafika konstruēšanai, pēc kura atrod sulfātjonu masas koncentrāciju (mg/L) testējamos ūdens paraugos.

Ūdens parauga sagatavošana

1. Noņem dzeramā ūdens un virszemes ūdens paraugus.
2. Noņemtos ūdens paraugus marķē.
3. 100 mL mērkolbā ielej 10 mL testējamā ūdens parauga, pievieno 20 mL elektrolīta šķīduma, 30 mL destilēta ūdens un 15 mL $BaCl_2$ šķīduma.
4. Suspensiju atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un kolbas saturu samaisa.
5. Pēc 5 minūtēm mēra iegūtās suspensijas duļķainību.

Ķīmiskā skābekļa patēriņa (oksidējamības jeb permanganāta indeksa) noteikšana**Šķīdumu, reaģentu pagatavošana**

1. Aprēķina nepieciešamo koncentrētās H_2SO_4 tilpumu un pagatavo 100 g 25 % H_2SO_4 šķīduma.
2. Aprēķina nepieciešamo $KMnO_4$ tilpumu un pagatavo 1 L 0,002 mol/L $KMnO_4$ šķīduma.
3. Aprēķina nepieciešamo $C_2H_2O_4$ tilpumu un pagatavo 1 L 0,005 mol/L $C_2H_2O_4$ šķīduma.

Oksidējamības noteikšana ūdens paraugos

1. Noņem dzeramā ūdens un virszemes ūdens paraugus.
2. Noņemtos ūdens paraugus marķē.
3. Sagatavo titrēšanas iekārtu un bīretē ielej titrantu.
4. 250 mL koniskajā kolbā ar pipeti jeb mērcilindru ielej 5–100 mL testējamā ūdens parauga (atkarībā no ūdens tīrības pakāpes).
5. Kopējo tilpumu nepieciešamības gadījumā papildina ar destilēto ūdeni līdz 100 mL.
6. Tad kolbā ielej 5 mL 25 % H_2SO_4 šķīduma, uzksarsē uz plītiņas līdz viršanai un pievieno 10 mL 0,002 mol/L $KMnO_4$ šķīduma.
7. Šķīdumu vāra 10 minūtes no pirmā burbuļa parādīšanās.
8. Pēc vārīšanas šķīdumam jābūt sārta krāsā. Ja šķīdums ir zaudējis sārto krāsu, atkārtotai analīzei testējamo ūdeni ņem mazāk.

9. Karstajam šķīdumam pievieno 10 mL 0,005 mol/L $C_2H_2O_4$ šķīduma. (Šķīdumam jāatkrāsojas!)
10. Paraugu titrē ar 0,002 mol/L $KMnO_4$ šķīdumu līdz neizzūdošam sārtam krāsojumam.
11. Iegūtos titrēšanas rezultātus reģistrē laboratorijas darba protokola tabulā.
12. Aprēķina ĶSP (oksidējamību) pēc laboratorijas darba protokolā norādītās formulas (1).

Fotometriskā dzelzs(III) jonu noteikšana ar tiocianātu

Šķīdumu, reāģentu pagatavošana

1. Aprēķina nepieciešamo NH_4SCN vai $KSCN$ vielas masu un pagatavo 150 g 10 % šķīduma.
2. Aprēķina nepieciešamo koncentrētās HNO_3 tilpumu un pagatavo 50 g 30 % HNO_3 šķīduma.
3. Pagatavo Fe^{3+} jonu standartšķīdumu: 0,863 g $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ izšķīdina 1000 mL mērkolbā nelielā destilēta ūdens tilpumā, pievieno 5 mL koncentrētas H_2SO_4 . Šķīdumu mērkolbā atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un kolbas saturu samaisa.

Dzelzs(III) tiocianāta šķīduma pagatavošana

1. Sagatavo septiņas 100 mL mērkolbas.
2. Septiņās 100 mL mērkolbās ielej attiecīgi 0, 1, 2, 4, 6, 8 un 10 mL dzelzs darba šķīduma (Fe^{3+} jonu standartšķīduma).
3. Katrā mērkolbā vēl pielej 2 mL 30 % HNO_3 šķīduma un 10 mL 10 % NH_4SCN vai $KSCN$ šķīduma.
4. Visus šķīdumus mērkolbās atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un kolbu saturu samaisa.
5. Mēra dzelzs(III) tiocianāta šķīdumu absorbciju pie 440 nm pret salīdzināšanas šķīdumu, kas nesatur Fe^{3+} jonus, sākot ar atšķaidītāko paraugu.
6. Aprēķina Fe^{3+} jonu koncentrāciju katrā mērkolbā, datus reģistrē laboratorijas darba protokola tabulā.
7. Iegūtos rezultātus izmanto kalibrēšanas grafika konstruēšanai, pēc kura atrod Fe^{3+} jonu koncentrāciju (mg/L) testējamās ūdens paraugos.

Ūdens parauga sagatavošana

1. Noņem dzeramā ūdens un virszemes ūdens paraugus.
2. Noņemtos ūdens paraugus marķē.
3. 100 mL mērkolbā ielej 20–50 mL testējamā ūdens parauga, pievieno 2 mL 30 % HNO_3 šķīduma un 10 mL 10 % NH_4SCN vai $KSCN$ šķīduma.
4. Suspensiju atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un kolbas saturu samaisa.
5. Mēra iegūtās suspensiju absorbciju pie 440 nm.

Summārā kalcija un magnija satura noteikšana

Šķīdumu, reāģentu pagatavošana

1. Pagatavo 1 L 0,05 mol/L kompleksona III šķīduma.
2. Pagatavo amonija buferšķīdumu, pH 10: 6,75 g NH_4Cl izšķīdina 57 mL NH_3 ūdens šķīduma (13 mol/L), pievieno 0,5 g EDTA dinātrija magnija sāli un atšķaida ar destilētu ūdeni līdz 100 mL.
3. Pagatavo 0,5 % eriohrommelno šķīdumu: 0,1 g eriohrommelnā izšķīdina 2 mL buferšķīduma un atšķaida ar 96 % C_2H_5OH līdz 20 mL.

Summārā kalcija un magnija noteikšana

1. Noņem dzeramā ūdens un virszemes ūdens paraugus.
2. Noņemtos ūdens paraugus marķē.
3. Sagatavo titrēšanas iekārtu un ielej bīretē titrantu.
4. 20 vai 50 mL testējamā ūdens parauga ar pipeti pārnes 250 mL koniskajā kolbā, atšķaida ar destilētu ūdeni līdz 100 mL.
5. Šķīdumam pielej klāt 5 mL amonija buferšķīduma un 3–5 pilienus indikatora eriohrommelnā šķīduma.
6. Pagatavoto maisījumu titrē ar kompleksona III šķīdumu, līdz šķīduma sarkanā krāsa kļūst zila.
7. Titrēšanu atkārto vēl divas reizes un mērījuma rezultātus reģistrē laboratorijas darba protokola tabulā.
8. Pēc titrēšanas rezultātiem aprēķina doto paraugu ūdens cietību, izsakot to mmol/L.

Ca²⁺ jonu noteikšana

1. 250 mL koniskajā kolbā ielej 50 mL testējamā ūdens parauga, pievieno 2 mL 2 mol/L NaOH šķīduma un ļoti nedaudz indikatora mureksīda.
2. Pagatavoto maisījumu titrē ar kompleksona III šķīdumu, līdz gaiši sarkanā krāsa kļūst violeta.
3. Titrēšanu atkārto vēl divas reizes un mērījuma rezultātus reģistrē laboratorijas darba protokola tabulā.
4. Aprēķina Mg²⁺ jonu saturu testējamajos ūdens paraugos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS NEPILNĀ ŪDENS PARAUGU TESTĒŠANA

Testējamie paraugi:

Ūdens paraugu ņemšanas laiks un vieta:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Sausā atlikuma satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Ūdens parauga nosaukums	Ūdens parauga tilpums, mL (paņemts analīzei)	Iztvaicēšanas un žāvēšanas rezultāti				Sausais atlikums, mg/mL	Sausais atlikums, mg/L
		tukšas iztvaicēšanas bļodiņas masa, g	iztvaicēšanas bļodiņas masa ar paraugu pēc 1 st. žāvēšanas	iztvaicēšanas bļodiņas masa ar paraugu pēc 1 st. 30 min. žāvēšanas	iztvaicēšanas bļodiņas masa ar paraugu pēc 2 st. žāvēšanas		

Aprēķini:

--

2. tabula

Cieto suspendēto vielu satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Ūdens parauga nosaukums	Ūdens parauga tilpums, mL (paņemts analīzei)	Žāvēšanas rezultāti		Cieto suspendēto vielu saturs, mg/mL	Cieto suspendēto vielu saturs, mg/L
		tukša filtra masa, g	filtra un nogulšņu masa pēc žāvēšanas		

Aprēķini:

--

Ūdens paraugu testēšanas mērījumu un rezultātu apkopojums

Rādītājs	Mērvienība	Testēšanas iekārta/metode	Testēšanas rezultāts	Maksimāli pieļaujamā norma
pH				
Temperatūra, °C				
Smarža, balles				
Krāsa, grādi				
Elektrovadītspēja, $\mu\text{S}/\text{cm}$				
Duļķainība, NTU vienības				
Suspendēto vielu saturs, mg/L				
Sausais atlikums, mg/L				

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme noņemt ūdens paraugus	4	
2.	Prasme marķēt un uzrādīt nepieciešamo informāciju marķējumā	7	
3.	Prasme noteikt ūdens paraugiem temperatūru un pH	2	
4.	Prasme noteikt ūdens paraugiem elektrovadītspēju	2	
5.	Prasme noteikt ūdens paraugiem duļķainību	3	
6.	Prasme sagatavot paraugus un veikt ūdens paraugos sausā atlikuma noteikšanu	7	
7.	Prasme sagatavot paraugus un veikt ūdens paraugos cieto suspendēto vielu satura noteikšanu	7	
8.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas nepilnā ūdens paraugu testēšanā	10	
9.	Prasme veikt aprēķinus	10	
10.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
11.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
12.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
13.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
14.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		92	

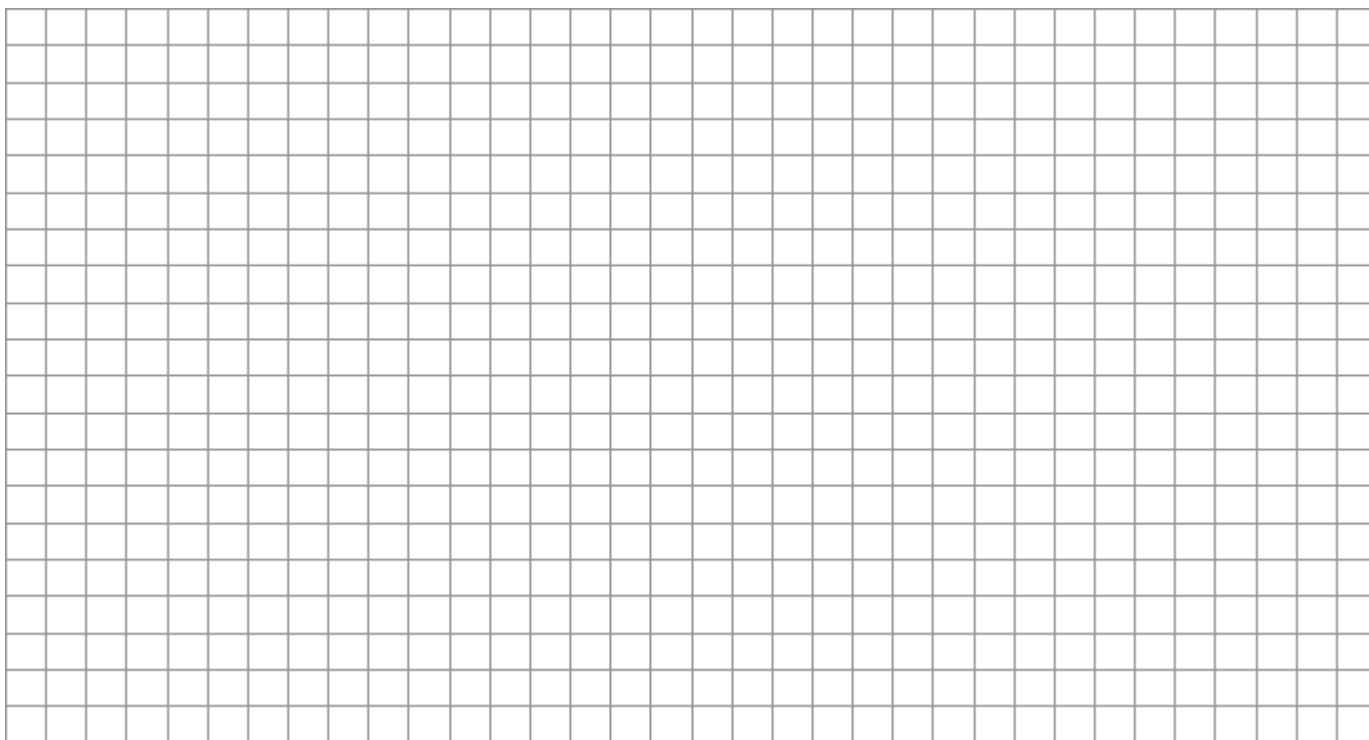
Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	13	14	27	28	40	41	54	55	62	63	69	70	76	77	84	85	88	89	92
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

**LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
TURBIDIMETRISKA SULFĀTJONU NOTEIKŠANA****Testējamie paraugi:****Ūdens paraugu ņemšanas laiks un vieta:****Rezultātu apstrāde:***1. tabula***Bārija sulfāta suspensijas duļķainības mērījumi**

Rādītājs	Mērkolbas numurs					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SO ₄ ²⁻ tilpums, mL						
SO ₄ ²⁻ koncentrācija, mg/L						
Duļķainība, NTU						

Aprēķini:

--

Kalibrēšanas grafika konstruēšana

2. tabula

Ūdens paraugu duļķainības mērījumi

Rādītājs	Ūdens parauga nosaukums		
SO ₄ ²⁻ tilpums, mL			
SO ₄ ²⁻ koncentrācija, mg/L			
Duļķainība, NTU			

Aprēķini:**Secinājumi:**

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme noņemt ūdens paraugus	4	
2.	Prasme marķēt un uzrādīt nepieciešamo informāciju marķējumā	7	
3.	Prasme pagatavot šķīdumus, reaģentus sulfātjonu noteikšanai	3	
4.	Prasme pagatavot BaSO ₄ suspensijas	6	
5.	Prasme pagatavot ūdens paraugus sulfātjonu noteikšanai	2	
6.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	7	
7.	Prasme veikt šķīdumu, reaģentu pagatavošanas aprēķinus	6	
8.	Prasme aprēķināt SO ₄ ²⁻ masas koncentrāciju	10	
9.	Prasme datorprogrammas izklājlappā konstruēt grafiku	15	
10.	Prasme aprēķināt pēc konstruētā grafika SO ₄ ²⁻ masas koncentrāciju ūdens paraugos	5	
11.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
12.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
13.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
14.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
15.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		105	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	15	16	31	32	46	47	62	63	70	71	79	80	87	88	96	97	101	102	105
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
ĶĪMISKĀ SKĀBEKĻA PATĒRIŅA (OKSIDĒJAMĪBAS JEB PERMANGANĀTA INDEKSA)
NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Ūdens paraugu ņemšanas laiks un vieta:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Ķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Parauga testēšanā patērētais titranta tilpums, mL				Oksidējamība, O ₂ mg/L
	V ₁	V ₂	V ₃	V ^{titrants} _{vid.}	

Oksidējamību (ĶSP) aprēķina pēc formulas (1):

$$\text{ĶSP} = \frac{80 \cdot V_{\text{vid.}}^{\text{titrants}}}{V_{\text{paraugs}}}, \quad (1)$$

kur

$V_{\text{vid.}}^{\text{titrants}}$ – titrēšanā izlietotais 0,002 mol/L KMnO_4 šķīduma tilpums, mL;

V_{paraugs} – testējamā parauga tilpums, mL;

ĶSP – oksidējamība (ķīmiskais skābekļa patēriņš), O_2 mg/L;

80 – pārrēķinu koeficients.

Aprēķini:

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme noņemt ūdens paraugus	2	
2.	Prasme marķēt un uzrādīt nepieciešamo informāciju marķējumā	4	
3.	Prasme pagatavot šķīdumus, reaģentus permanganāta indeksa noteikšanai	3	
4.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu	5	
5.	Prasme sagatavot ūdens paraugus permanganāta indeksa noteikšanai	10	
6.	Prasme veikt titrēšanu kvalitatīvi un kvantitatīvi	10	
7.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	7	
8.	Prasme veikt šķīdumu, reaģentu pagatavošanas aprēķinus	6	
9.	Prasme aprēķināt ūdens paraugu oksidējamību	3	
10.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
11.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
12.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
13.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
14.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		85	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	12	13	25	26	37	38	50	51	57	58	64	65	70	71	77	78	81	82	85
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
FOTOMETRISKA DZELZS(III) JONU NOTEIKŠANA AR TIOCIANĀTU

Testējamie paraugi:

Ūdens paraugu ņemšanas laiks un vieta:

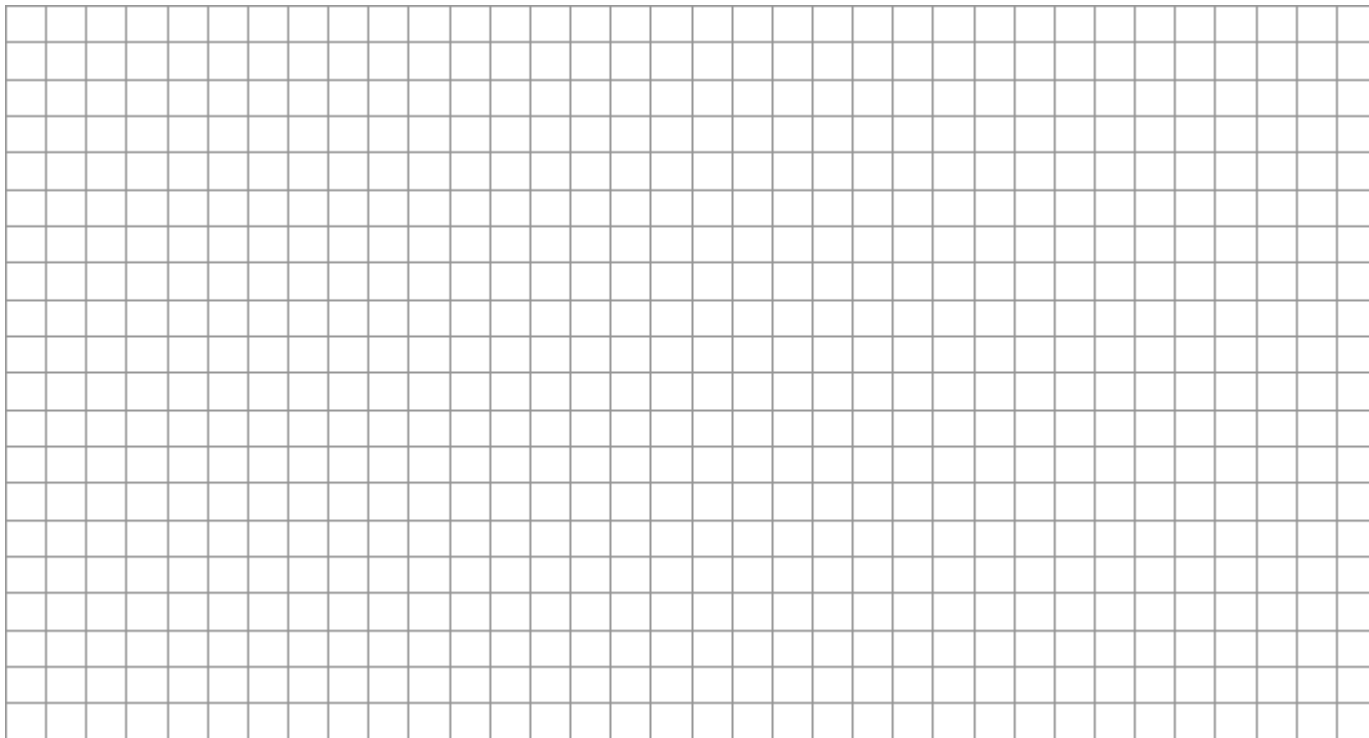
Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Dzelzs(III) tiocianāta šķīduma absorbcijas noteikšanas mērījumi

Rādītājs	Mērkolbas numurs					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fe ³⁺ jonu šķīduma tilpums, mL						
Fe ³⁺ jonu koncentrācija, mg/L						
Absorbcija, nm						

Aprēķini:

Kalibrēšanas grafika konstruēšana:

2. tabula

Ūdens paraugu absorbcijas mērījumi

Rādītājs	Ūdens parauga nosaukums		
Fe ³⁺ jonu šķīduma tilpums, mL			
Fe ³⁺ jonu koncentrācija, mg/L			
Absorbcija, nm			

Aprēķini:**Secinājumi:**

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme noņemt ūdens paraugus	4	
2.	Prasme marķēt un uzrādīt nepieciešamo informāciju marķējumā	7	
3.	Prasme pagatavot šķīdumus, reaģentus Fe ³⁺ jonu koncentrācijas noteikšanai	3	
4.	Prasme pagatavot dzelzs(III) tiocianāta šķīdumus	6	
5.	Prasme pagatavot ūdens paraugus Fe ³⁺ jonu koncentrācijas noteikšanai	2	
6.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	7	
7.	Prasme veikt šķīdumu, reaģentu pagatavošanas aprēķinus	6	
8.	Prasme aprēķināt Fe ³⁺ jonu koncentrāciju	10	
9.	Prasme datorprogrammas izklājlapā konstruēt grafiku	15	
10.	Prasme aprēķināt pēc konstruētā grafika ūdens paraugos Fe ³⁺ jonu koncentrāciju	5	
11.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
12.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
13.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
14.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
15.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		105	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	15	16	31	32	46	47	62	63	70	71	79	80	87	88	96	97	101	102	105
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
SUMMĀRĀ KALCIJA UN MAGNIJA SATURA NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Ūdens paraugu ņemšanas laiks un vieta:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Kopējā kalcija un magnija satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Parauga testēšanā patērētais titranta tilpums (A)				Cietība, mmol/L
	V_1	V_2	V_3	$V_{\text{titrants vid.}}$	

Aprēķini:

Kalcija satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Parauga testēšanā patērētais titranta tilpums, mL				Mg ²⁺ , mL	Ca ²⁺ , mmol/L
	V ₁	V ₂	V ₃	V ^{titrants} _{vid.}		

Aprēķini:**Secinājumi:**

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme noņemt ūdens paraugus	4	
2.	Prasme marķēt un uzrādīt nepieciešamo informāciju marķējumā	7	
3.	Prasme pagatavot šķīdumus, reaģentus summārā kalcija un magnija satura noteikšanai	3	
4.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu	5	
5.	Prasme sagatavot ūdens paraugus summārā kalcija un magnija satura noteikšanai	10	
6.	Prasme veikt titrēšanu kvalitatīvi un kvantitatīvi	10	
7.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	7	
8.	Prasme veikt aprēķinus	6	
9.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
10.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
11.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
12.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
13.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		92	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	13	14	27	28	40	41	54	55	62	63	69	70	76	77	84	85	88	89	92
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Definē šādus jēdzienus: ķīmiskais skābekļa patēriņš, suspendētās vielas, konduktometrs, maksimāli pieļaujamā norma!

2. jautājums

Kādi ir iespējamie fosfora piesārņojuma iemesli virszemes ūdeņos?

3. jautājums

Kas rada duļķainību ūdens paraugā? Atbildi pamato!

4. jautājums

Uz ko norāda ķīmiskais skābekļa patēriņš?

5. jautājums

Kas ietekmē dzelzs saturu ūdens paraugā? Atbildi pamato!

1. uzdevums

Shematiski attēlo ūdens attīrīšanu, norādot attīrīšanas metodi un kontrolējamo kvalitātes rādītāju!

2. uzdevums

Bioķīmiskā skābekļa saturs notekūdeņos, kas tiek novadīti uz bioloģisko attīrīšanu, ir 180 mg/L, bet pēc attīrīšanas – 6 mg/L. Aktīvo dūņu saturs aerotenkā ir 2 g/L, pelnu saturs – 30 %. Aerotenka summārais tilpums ir 6200 m un notekūdeņu vidējais diennakts patēriņš attīrīšanas stacijā ir 15000 m³. Aprēķini bioķīmisko procesu īpatnējo ātrumu aerotenkā!

AKTĪVO DŪŅU KVALITĀTES NOTEIKŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas efektivitāti nosaka pēc aktīvo dūņu stāvokļa.



DEFINĪCIJA

Aktīvās dūņas ir sarežģīta mikroskopisku organismu sabiedrība jeb cenoze.

Cenoze savas attīstības gaitā pielāgojusies esošajam notekūdeņu piesārņojuma spektram un attīrīšanas iekārtu darbības režīma īpatnībām.

Aktīvo dūņu sastāvs ir atkarīgs no notekūdeņu veida, kas nonāk aerotenkā, aerācijas intensitātes, dūņu vecuma u. c. faktoriem.

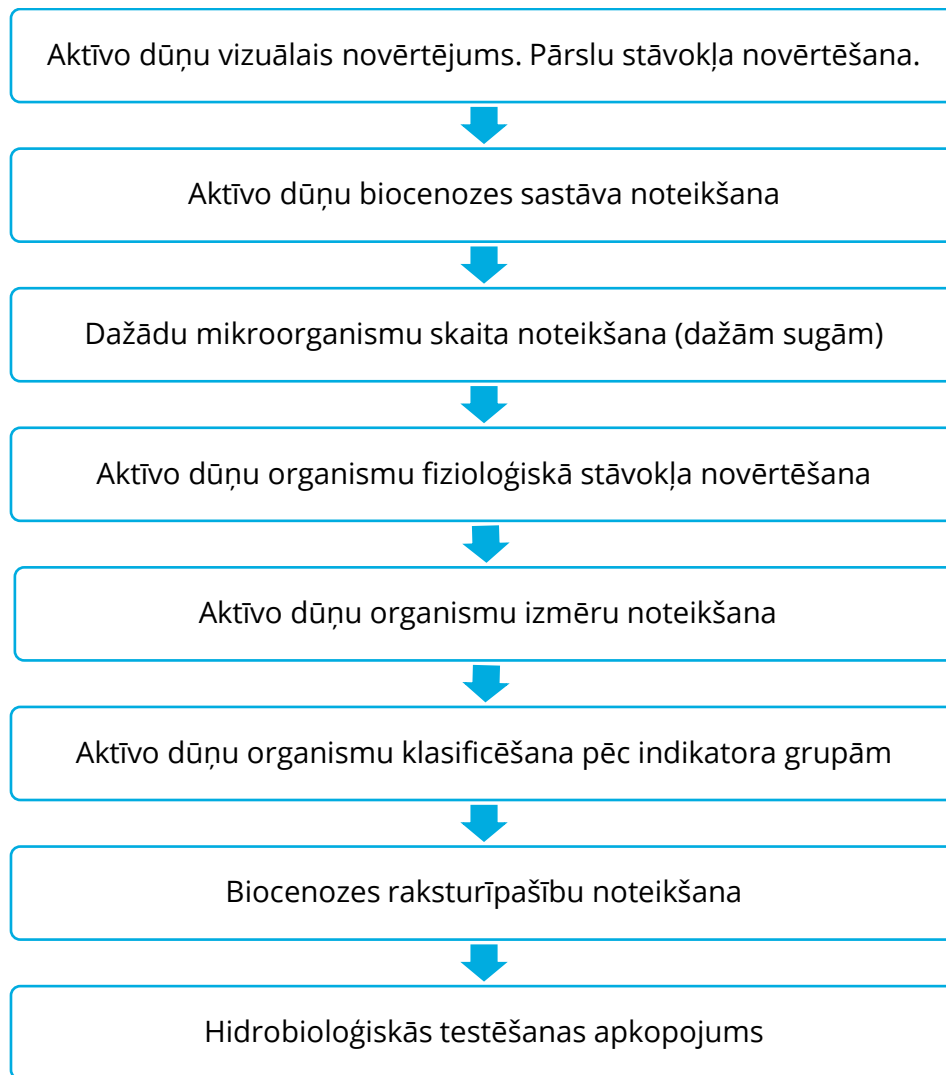
Lai mikroorganismi spētu attīstīties un vairoties, kā barības vielas tie izmanto arī ieplūstošajos notekūdeņos esošās vielas. **Aktīvo dūņu sastāvā ietilpst galvenokārt baktērijas, viensūņi, amēbas un aktinomicētes.**

Efektīvu un stabilu aktīvo dūņu darbību panāk, nodrošinot baktērijām un mikroorganismiem optimālus apstākļus, nepārtraukti tos apgādājot ar barības vielām un skābekli. Svarīgi ir novērst baktērijām kaitīgu vielu ievadīšanu aerotenkā, jo tās, nonākot baktēriju šūnās, nomāc šūnu funkcijas.

Aktīvajām dūņām ir spēcīgi attīstīta virsma – līdz pat 100 m² uz 1 g sausnas. Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas pirmajā stadijā, apmēram 30 minūtes pēc sajaukšanās ar aktīvajām dūņām, notiek piesārņojošo vielu mehāniskā atdalīšanās no ūdens, pateicoties adsorbīcijai uz dūņu virsmas. Tam seko adsorbētā piesārņojuma bioķīmiskā oksidēšanās.

Lai kontrolētu, vai notekūdeņu attīrīšana ir efektīva un dūņas ir kvalitatīvas, jānosaka aktīvo dūņu fizikāli ķīmiskos parametrus un hidrobioloģisko sastāvu.

Hidrobioloģiskā testēšana tiek izmantota bioloģiskajā notekūdeņu attīrīšanā, lai noteiktu aktīvo dūņu sastāvu un biocenozes sastāvu. Ar šo metodi var noteikt aktīvo dūņu kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu, kopumā testēšana sastāv no 8 etapiem (skatīt 2.21. attēlu).



2.21. attēls. Hidrobioloģiskās testēšanas etapi

Aktīvo dūņu fizikālās īpašības novērtē pēc vienkārša paņēmiena. Stikla traukā iesmeļ aktīvo dūņu masu un vizuāli nosaka dūņu pārslu lielumu, to nostādināšanas ātrumu, krāsu (dzeltenīga, brūngana, brūngani zaļa, pelēka, melna), ūdens caurspīdību virs nostādinātā dūņu slāņa (caurspīdīgs, duļķains), smaržu (purva, puvuma), dūņu stāvokli (blīvas, normālas, uzpūkušās) un temperatūru (skatīt 2.7. tabulu).

2.7. tabula

Aktīvo dūņu fizikālo īpašību kvalitātes rādītāji

Fizikālais rādītājs	Kvalitātes kritērijs	Piezīmes
Krāsa	Brūngana	Ja krāsa ir tumša (zemes krāsa vai melna nokrāsa), tas norāda uz zemu aerācijas pakāpi, sliktu aktīvo dūņu samaisīšanu vai vāju recirkulācijas pakāpi.
Ūdens caurspīdība virs nostādinātā dūņu slāņa	Ūdens ir caurspīdīgs, tam nedrīkst būt nokrāsas un opalescences	Tehnoloģisko režīmu neievērošanas gadījumā var rasties pārslu disperģēšana, kā rezultātā rodas daudz jaunu dzīvotspējīgu baktēriju, kas veido duļķainību.

Fizikālais rādītājs	Kvalitātes kritērijs	Piezīmes
Smarža	Purva smarža, bez citiem piejaukumiem	Puvuma smarža norāda uz aktīvo dūņu bojāšanās pakāpi.
Dūņu stāvoklis	Blīvas, normālas	Ja dūņas ir uzpūtušās, tas norāda uz izšķīdušā skābekļa koncentrācijas samazināšanos, baktēriju aktīvu vairošanos u. c.

Aktīvo dūņu ķīmiskajā testēšanā nosaka smago metālu esamību (izņemot sadzīves notekūdeņiem) un agroķīmiskos rādītājus (vides reakcija, organisko vielu saturs, slāpeklis sausnā, amonija slāpeklis sausnā, fosfors sausnā un sausas saturu).

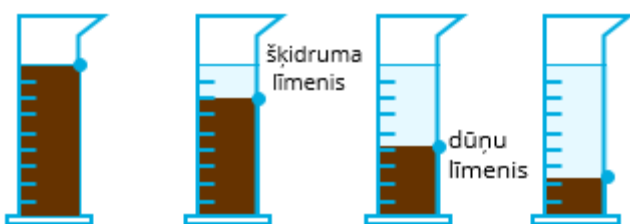
Paralēli visiem iepriekš aprakstītajiem kvalitātes rādītājiem nosaka arī aktīvo dūņu indeksu, koncentrāciju, dūņu vecumu, noslogojumu u. c.



DEFINĪCIJA

Aktīvo dūņu indekss SVI (mL/g vai mL/L) – tilpums (mL), ko aizņem 1 g aktīvo dūņu pēc nostādināšanas pie īpašiem nosacījumiem.

2.22. attēlā redzams dūņu indeksa noteikšanas procesa shematiskais zīmējums, bet 2.23. attēlā – notekūdeņu stacijā analizēto aktīvo dūņu kvalitāte pēc dūņu indeksa.



2.22. attēls. Aktīvo dūņu indeksa noteikšanas process (I)

Avots: <https://docplayer.info/52181212-Kajian-efisiensi-sistem-pengolahan-air-limbah-pt-unitex-serta-dampaknya-terhadap-perairan-novita-suryani-skripsi.html>



2.23. attēls. Aktīvo dūņu indeksa noteikšanas process (II)

Avots: <https://eus-www.sway-cdn.com/s/52UdAMmZpWX4JWG4/images/tlhBaVqyNcg4pA?quality=800&allowAnimation=false>

Pēc aktīvo dūņu indeksa var spriest par dūņu nogulšņu īpašībām un notekūdeņu attīrīšanas kvalitāti (skatīt 2.8. tabulu). Slikti nostādinātas aktīvās dūņas liecina par attīrīšanas pakāpes pasliktināšanos un tās tiek izskalotas kopā ar attīrīto ūdeni.

Aktīvo dūņu indeksa rādītāju (mL/g un mL/L) raksturojums

Aktīvo dūņu indeksa rādītājs	Raksturojums
mL/g	
< 80	Aktīvās dūņas ir ļoti labi nostādinātas
80–150	Aktīvās dūņas ir labi (apmierinoši) nostādinātas
> 150	Aktīvās dūņas ir slikti nostādinātas
mL/L	
< 75	Aktīvās dūņas ir ļoti labi nostādinātas
75–120	Aktīvās dūņas ir labi nostādinātas
120–250	Aktīvās dūņas ir slikti nostādinātas
> 250	Aktīvās dūņas ir ļoti slikti nostādinātas

Aktīvo dūņu indeksu aprēķina pēc formulas (2.8):

$$SVI = \frac{\text{nostādināto dūņu tilpums} \left(\frac{\text{mL}}{\text{L}}\right) \cdot 1000 \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right)}{\text{suspendētās izšķīdušās vielas} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right)} \left(\frac{\text{mL}}{\text{g}}\right) \quad (2.8)$$

Suspendētās izšķīdušās vielas (MLSS, mg/L) aprēķina pēc formulas (2.9):

$$m_{\text{suspendētās vielas}} = m_{\text{aktīvās dūņas+filtrpapīrs}} - m_{\text{filtrpapīrs}} \quad (\text{mg})$$

$$MLSS = \frac{m_{\text{suspendētās vielas}}(\text{mg})}{V_{\text{maisījums}}(\text{L})} \quad (2.9)$$

Izšķīdušās cietās daļiņas aprēķina pēc formulas (2.10):

$$\text{Izšķīdušās cietās daļiņas, \%} = \left(\frac{V_{\text{nostādinātās dūņas}}}{1000}\right) \cdot 100 \left(\frac{\text{mL}}{\text{g}}\right) \quad (2.10)$$

Aktīvo dūņu koncentrācija (g/L) – šis rādītājs raksturo dūņu daudzumu aerotenkā.

Aktīvo dūņu koncentrācija pēc tilpuma (cm³/L vai %) – šo lielumu izmanto aktīvo dūņu raksturošanai un aerotenka darbības ikdienas kontrolei.

Aktīvo dūņu koncentrāciju pēc tilpuma aprēķina, izmantojot formulu (2.11):

$$C_{\text{aktīvās dūņas}} = \frac{V_{\text{nostādinātās dūņas}}}{V_{\text{paraugs}}}, \quad (2.11)$$

kur

$V_{\text{nostādinātās dūņas}}$ – nostādināto dūņu tilpums, mL;

V_{paraugs} – analīzei paņemtais parauga tilpums, mL.

Aktīvo dūņu koncentrācija pēc masas (mg/mL) – arī šo lielumu izmanto aktīvo dūņu raksturošanai un aerotenka darbības ikdienas kontrolei. To nosaka pēc gravimetriskās metodes, žāvējot nostādinātās dūņas 105 °C temperatūrā.

Aktīvo dūņu koncentrāciju pēc masas aprēķina, izmantojot formulu (2.12):

$$C_{\text{aktīvās dūņas}} = \frac{(m_{\text{filtrpapīrs+paraugs}} - m_{\text{filtrpapīrs}}) \cdot 1000}{V_{\text{paraugs}}}, \quad (2.12)$$

kur

$m_{\text{filtrpapīrs+paraugs}}$ – izžāvētā filtrpapīra un parauga masa, g;

$m_{\text{filtrpapīrs}}$ – tukša filtrpapīra masa, g.

Aktīvo dūņu vecums (dienas) – tas ir dūņu vidējais atrašanās laiks aerotenkā. Šis rādītājs ir atkarīgs no attīrīšanas veida un aktīvo dūņu koncentrācijas, svārstās no 1,5 līdz 30 dienām.

Aktīvo dūņu noslogojums – slodzes norma ir organisko vielu daudzums notekūdeņos, izteikts ar BSP_{20} , ko novada diennaktī uz 1 m³ aerotenka tilpuma vai 1 g dūņu biomasas organiskās sausnas.

Ieteicamie avoti

Cimdiņš, P.; Kļaviņš, M. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: Latvijas Universitāte, 2004.

Rokasgrāmata notekūdeņu dūņu apsaimniekošanā. Rīga: Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, 2013.

Tilgalis, Ē.; Krupskis, V. *Notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģija un iekārtas*. Latvija: [b. i.], 2000.

Von Sperling, M. *Basic principles of wastewater treatment*. London: IWA Publishing, 2007.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Pilnveidot praktiskās iemaņas, nosakot aktīvo dūņu kvalitāti.

Darba uzdevumi

Aktīvo dūņu kvalitātes noteikšana

1. Noņemt un marķēt aktīvo dūņu paraugus.
2. Veikt noņemtajiem notekūdens aktīvo dūņu paraugiem vizuālo novērtējumu.
3. Noteikt aktīvo dūņu nostādināšanas ātrumu un grafiski attēlot iegūtos rādītājus.
4. Noteikt aktīvo dūņu indeksu, koncentrāciju un suspendētās vielas.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzināt ar maksimāli pieļaujamām normām.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- veikt aktīvo dūņu paraugu noņemšanu notekūdeņu attīrīšanas stacijās;
- marķēt noņemtos aktīvo dūņu paraugus un uzrādīt pareizu informāciju marķējumā;
- veikt aktīvo dūņu vizuālo novērtējumu;
- veikt aktīvo dūņu indeksa un koncentrācijas noteikšanu;
- aizpildīt laboratorijas darba protokolu;
- apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzinot ar kvalitātes rādītājiem;
- ievērot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- aktīvo dūņu kvalitātes noteikšanas metodes un kārtību, izmantojamās traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- aktīvo dūņu paraugu noņemšanas metodes, to kārtību;
- kvalitātes kontrolei noņemto paraugu marķēšanas noteikumus, marķējuma veidus un marķējuma vietu, kā arī marķējumā iekļaujamo informāciju;
- konstruēšanas grafiku izveides programmas, grafiku izveides kārtību un apstrādes noteikumus;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- nekvalitatīvu un kvalitatīvu aktīvo dūņu paraugu kvalitātes rādītājus;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus;
- darba un vides aizsardzības prasības, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un izmantošanu paraugu noņemšanā, sagatavošanā un testēšanā.

Izprot:

- paraugu pareizas noņemšanas ietekmi uz analīžu rezultātu kvalitāti;
- paraugu pareizas sagatavošanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā;
- kvalitātes kontrolei noņemto paraugu marķēšanas nepieciešamību un marķējumā sniedzamās informācijas atbilstību;
- aktīvo dūņu kvalitātes noteikšanas nepieciešamību bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas darba gaitas dokumentēšanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā un procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas rezultātu apkopošanas nozīmi kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas rezultātu izvērtēšanas nozīmi biotehnoloģiskā ražošanas procesa nodrošināšanā un pilnveidošanā;
- darba un vides aizsardzības prasību ievērošanu, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu izmantošanu paraugu testēšanā un kvalitātes nodrošināšanā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

Aktīvo dūņu kvalitātes noteikšana

- aktīvo dūņu paraugi;
- mērcilindrs (100 mL);
- Petri trauki;
- filtrpapīrs;
- vārglāzes;
- žāvēšanas skapis;
- eksikators;
- hronometrs;
- Bunzena statīvs ar gredzenu;
- piltuve;
- koniskā kolba.

Darba gaita

Aktīvo dūņu kvalitātes noteikšana

Aktīvo dūņu nostādināšanas ātruma noteikšana

1. 100 mL mērcilindrā ielej 100 mL notekūdeņu ar aktīvām dūņām.
2. Maisījumu nostādina un mēra nostādināto aktīvo dūņu tilpumu laika intervālā: 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21., 24., 27. un 30. minūtē.
3. Iegūtos rezultātus reģistrē laboratorijas darba protokola tabulā un izveido grafiku izklājlapu programmā.

Aktīvo dūņu indeksa noteikšana

1. Notekūdens un aktīvo dūņu maisījumu samaisa un ielej 100 mL mērcilindrā.
2. Maisījumu nostādina 30 minūtes, izmēra un ieraksta laboratorijas darba protokolā nostādināto dūņu tilpumu.
3. Aprēķina aktīvo dūņu koncentrāciju pēc tilpuma.
4. Ūdeni virs nostādinātā dūņu slāņa dekantē vārglāzē.
5. Nosver filtrpapīru ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
6. Aktīvās dūņas filtrē caur iepriekš nosvērto filtrpapīru.
7. Filtru ar izfiltrēto aktīvo dūņu saturu ievieto Petri traukā un liek žāvēt 105 °C temperatūrā 1–2 stundas.
8. Pēc 2 stundām izžāvēto filtru ar aktīvo dūņu saturu liek atdzesēties eksikatorā 30 minūtes.
9. Atdzesēto filtru nosver ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
10. Aprēķina aktīvo dūņu koncentrāciju pēc masas un dūņu indeksa.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS AKTĪVO DŪŅU KVALITĀTES NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

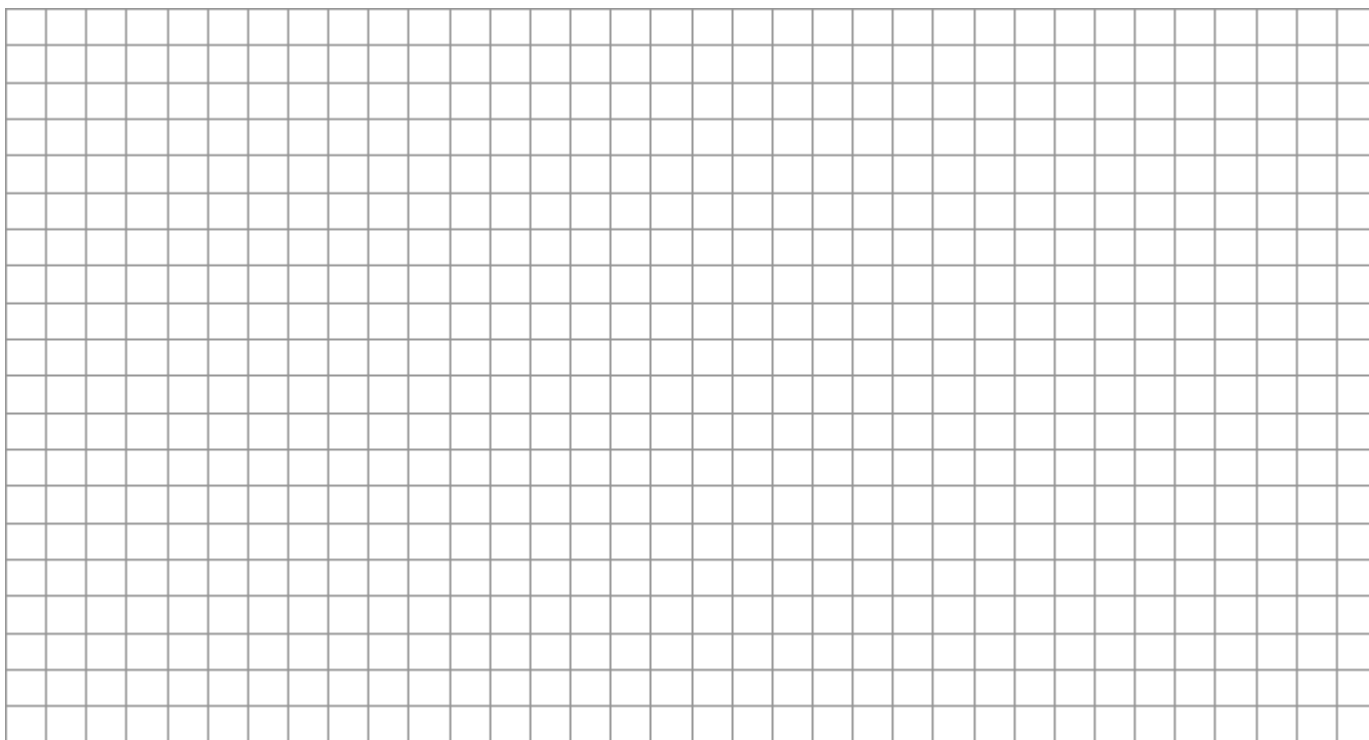
Aktīvo dūņu vizuālā novērtējuma apkopojums

Aktīvo dūņu nosaukums	Vizuālais novērtējums			
	smarža	krāsa	ūdens caurspīdība virs nostādinātā dūņu slāņa	dūņu stāvoklis

2. tabula

Nostādināšanas ātruma mērījumu un rezultātu apkopojums

Nostādināšanas ātrums, min.	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Parauga Nr. 1 nostādināto dūņu tilpums, ml										
Parauga Nr. 2 nostādināto dūņu tilpums, ml										
Parauga Nr. 3 nostādināto dūņu tilpums, ml										

Grafika konstruēšana:

3. tabula

Aktīvo dūņu kvalitātes novērtējuma apkopojums

Aktīvo dūņu parauga nosaukums	Nostādināto dūņu tilpums, mL	Aktīvo dūņu sausnas saturs, g	Aktīvo dūņu indekss, mL/g	Aktīvo vielu koncentrācija pēc tilpuma, %	Aktīvo vielu koncentrācija pēc masas, mg/mL

Aprēķini:

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to perform calculations related to the laboratory work.

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme noņemt aktīvo dūņu paraugus	5	
2.	Prasme marķēt un uzrādīt nepieciešamo informāciju marķējumā	7	
3.	Prasme veikt vizuālo aktīvo dūņu kvalitātes novērtēšanu	5	
4.	Prasme noteikt un kontrolēt aktīvo dūņu nostādināšanas ātrumu	5	
5.	Prasme noteikt aktīvo dūņu koncentrāciju pēc gravimetriskās metodes	10	
6.	Prasme noteikt aktīvo dūņu indeksu	5	
7.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	7	
8.	Prasme datorprogrammas izklājlappā konstruēt grafiku	7	
9.	Prasme veikt aprēķinus	5	
10.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
11.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
12.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
13.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
14.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		96	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	13	14	28	29	42	43	57	58	64	65	72	73	80	81	87	88	92	93	96
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

ENZĪMU AKTIVITĀTES NOTEIKŠANA

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Jau senos laikos cilvēki izmantoja fermentācijas procesu maizes cepšanā, vīna darināšanā, ādas apstrādē utt., bet nesaprata šī procesa būtību.

Pirmie fermentācijas procesa izpētes mēģinājumi sākās 17. gs., kad centās aprakstīt un paskaidrot gremošanas procesu organismā. Tajā laikā to salīdzināja ar rūgšanas procesu, tā izveidojās jēdziens "enzīms" jeb "ferments", ko ieviesa ķīmiķis un fiziķis Jans Batists van Helmonts.



DEFINĪCIJA

Mūsdienās **enzīmus** (no vācu Enzyme, kam pamatā grieķu en 'iekšā' un zymē 'raugs') jeb **fermentus** definē kā organismā notiekošo ķīmisko reakciju katalizatorus – biokatalizatorus.

Enzīmi dzīvā organismā katalizē visus procesus: uzturvielu hidrolīzi, organisko vielu sintēzi un noārdīšanos, elpošanu, nervu darbību, dažādu vielu un jonu transportu caur bioloģiskām membrānām, kā arī regulē ķermeņa temperatūru, pH utt.

Dabā sastopamie enzīmi pēc uzbūves ir olbaltumvielas, tos var atrast visās organisma šūnās, asinīs, limfā, barības traktā u. c.

Enzīmus klasificē pēc katalizējamo reakciju veida sešās klasēs, 2.9. tabulā redzama enzīmu klasifikācija un tiem raksturīgais katalizējamās reakcijas veids.

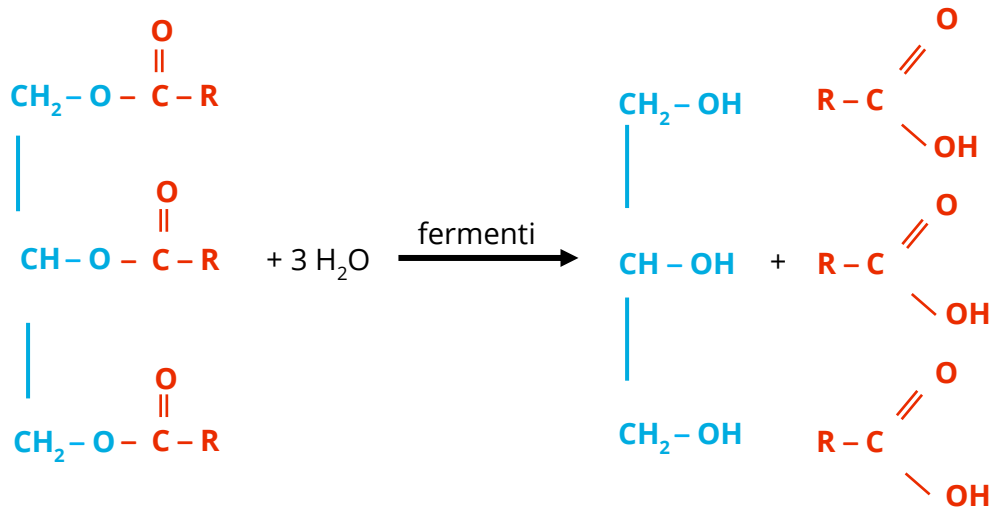
2.9. tabula

Enzīmu klases

Enzīmu klase	Katalizējamās reakcijas veids
Oksidoreduktāzes	Oksidēšanās-reducēšanās reakcijas
Transferāzes	Dažādu atomu grupu pārnese no viena substrāta uz otru substrātu
Hidrolāzes	Hidrolītiskā saišu sašķelšana ūdens klātbūtnē; hidrolīzes reakcijas
Liāzes	Dažādu grupu atšķelšana no substrātiem nehidrolītiskā vai neoksidēšanās ceļā
Izomerāzes	Izomēro formu pārvēršanās; izomerizācijas reakcijas
Ligāzes	Ķīmisko saišu biosintēzes reakcijas

Atsevišķu enzīmu raksturojums un to nozīme

Lipāzes (3.1.1.3. Triacilglicerols – acilhidrolāze) pieder pie enzīmu hidrolāžu klases. Lipāzes ir nozīmīgākās esterāžu grupas pārstāves, tās izmanto praktiski. Lipāzes veic eļļas/tauku hidrolīzi, veidojot brīvās taukskābes un glicerīnu (skatīt reakcijas vienādojumu).



Lipāzēm ir liela loma eļļas sēklu augšanas un dīgšanas procesā, kā arī graudu pārstrādes procesā un glabāšanas laikā.

Kā substrātu lipāzes aktivitātes noteikšanai izmanto augu eļļu. Eļļai pievieno miltus, kas iegūti no sēklām, un, izturot noteiktu laiku, notiek tauku hidrolīze. Pēc hidrolīzes nosaka tauku šķelšanas enzīmu aktivitāti ar brīvo taukskābju titrēšanas metodi.

Amilāzes pieder pie hidrolāžu klases otrās apakšklases – glikozīdu hidrolāzes. Amilāzes plaši izmanto cieti saturošo izejvielu apstrādē – etanola, melases, glikozes, fruktozes, alus, kā arī maizes un lopbarības ražošanā. Amilāzi izmanto arī medicīnā, tā ietilpst kompleksos enzīmu preparātos gremošanas sistēmas uzlabošanai ("Festal", "Mezym" u. c.) un to lieto ārstniecisko augu izejvielu hidrolīzē, lai paaugstinātu BAV (bioloģiski aktīvo vielu) izdalīšanu.

Amilāze ir graudaugu pamatenzīms, kas šķel cietes granulas līdz dekstrīnu un cukuru veidošanai. Enzīmu saturs graudaugos ir atkarīgs no to stāvokļa un veida, piemēram, diedzētos graudos enzīmu saturs ir lielāks nekā novāktos graudos, jo amilāzes sāk savu aktīvo darbību, t. i., aktivizējas. Tāpēc alus, kvasa u. c. produktu ražošanā, iesala iegūšanas stadijā diedzē graudus, lai palielinātu enzīmu saturu un aktivizētu tos.

Cietes hidrolīzes procesā galvenā loma ir α -amilāzei, jo tā šķel cieti līdz dekstrīniem, bet nediedzētos graudos α -amilāze praktiski nav sastopama.

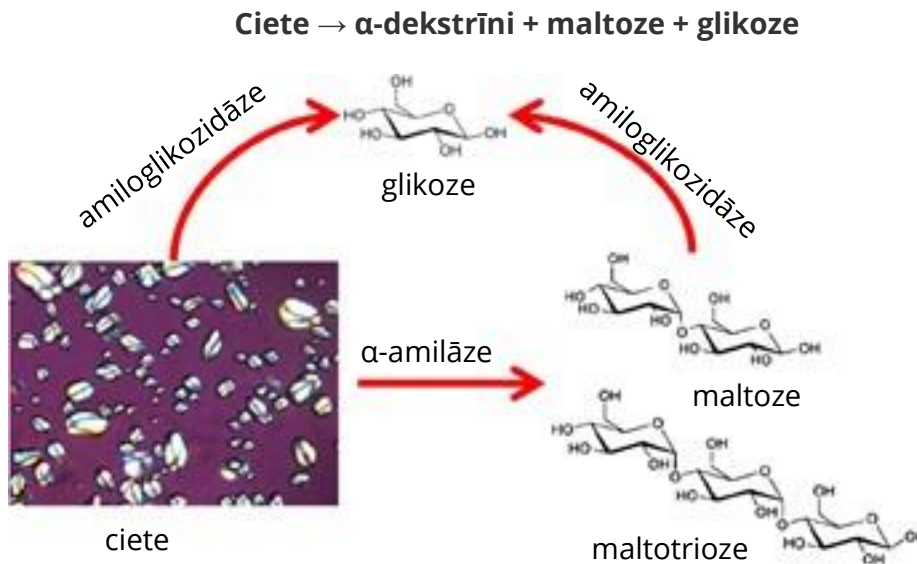
β -amilāze cieti šķel līdz maltozei, kas maltāzes iedarbībā sašķeļas līdz galaproduktam – glikozei. Nediedzētos graudos β -amilāze ir brīvā un saistītā formā, bet diedzētos graudos β -amilāzes saturs ievērojami palielinās.

Cietes hidrolīze α -amilāzes ietekmē notiek divās stadijās (skatīt 2.24. attēlu):

1. stadija – īsa, pirms stacionārās stadijas. Šajā stadijā endoamilāze ātri samazina substrāta molmasu, veidojot oligosaharīdu maisījumu.

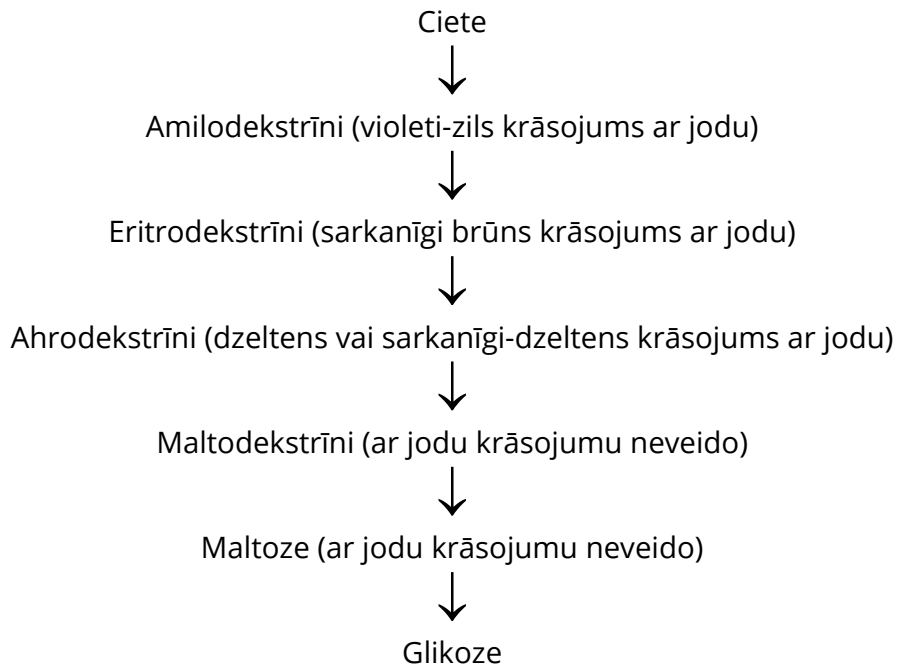
2. stadija – ilgāka, stacionāra. Šajā etapā reakcija turpinās tik ilgi, līdz hidrolīzes produkti vairs neveido zilo krāsojumu ar jodu. Process notiek ļoti lēni un ir atkarīgs no enzīma īpašībām un tā izcelsmes.

Tieši tāpēc cietes hidrolīzes rezultātā α -amilāze var veidot dažādus hidrolīzes produktus.



2.24. attēls. Cietes hidrolīzes reakcijas mehānisms

Lai pēc krāsojuma varētu noteikt, kādi hidrolīzes produkti ir izveidojušies, izmanto 2.25. attēla datus.



2.25. attēls. Cietes fermentatīvās hidrolīzes produkti pēc krāsojuma

Piemēram, medū sastopama gan α -amilāze, gan β -amilāze, kā arī glikozes oksidāze un katalāze. Medus paraugos amilolītisko aktivitāti nosaka fotometriski, šīs metodes pamatā ir kolorimetriska substrāta – cietes daudzuma – noteikšana, ko analizē noteiktos reakcijas apstākļos. Parasti medus amilāžu aktivitāte ir starp 16 un 24 g norādītās cietes/100 g medus, turpretim karsētā medū šī aktivitāte ir mazāka par 8, līdz ar to var uzskatīt, ka šāds medus ir mazvērtīgs.

Kā enzīmu iegūšanas avots var noderēt jebkurš dzīvs organisms. Sākotnēji enzīmus ieguva, izmantojot augu izejvielas vai dzīvnieku audus. Daži dzīvnieku un augu izcelsmes enzīmi joprojām tiek plaši izmantoti medicīnā, sadzīvē un pārtikas rūpniecībā, piemēram, tripsīnu izmanto ādas apstrādē, renīnu – siera gatavošanas procesā, bromelīnu jeb bromelaīnu – gaļas mīkstināšanā, medicīnā un bioloģiski aktīvo piedevu iegūšanā.

Mūsdienās visbiežāk enzīmus vai enzīmu preparātus izdala no mikroskopiskām sēnēm, baktērijām un raugiem, jo mikroorganismi nav prasīgi pret barotnes sastāvu, viegli pārslēdzas no vienas sintēzes uz otru un tiem ir īss augšanas cikls (16–100 stundas).

Enzīmu aktivitātes noteikšanas metodes

Pirms veikt enzīmātisko aktivitātes noteikšanu, jāizvēlas atbilstošāko aktivitātes noteikšanas metodi. Enzīmu aktivitāte mainās dažādu faktoru ietekmē, tā ir atkarīga no temperatūras, reakcijas nosacījumiem, vides pH, substrātu koncentrācijas un kofaktoriem. Ņemot vērā, ka enzīmu aktivitātes noteikšanā stingri jāievēro visi nosacījumi, vēlams izmantot vairāk nekā vienu aktivitātes noteikšanas metodi.

Mūsdienās enzīmu aktivitāti nosaka pēc šādām metodēm: spektrofotometriskās, potenciālmētriskās, polarimetriskās u. c., kuras ļauj nepārtraukti sekot līdzī hidrolīzes vai citu reakciju procesiem. Enzīmātiskās reakcijas norisei šajās metodēs jāizvēlas atbilstošāko buferšķīdumu, kurš neinhibē analizējamo aktivitāti un nodrošina optimālu vides pH enzīma darbībai. Reakciju veic temperatūras intervālā 25–40 °C, kas ir atbilstošākā enzīma darbībai un aktivēšanai. Enzīmu pētīšanas/analizēšanas procesā nepieciešama arī kofaktora klātbūtne (metāla joni, koenzīmi u. c.), pārsvarā reakcijas maisījumam pievieno metāla sāļus, ATF (adenozīntrifosforskābi), NADF (nikotīnamīdadenīdinukleotīdfosfātu) u. c. Daudzos gadījumos, nosakot enzīmu aktivitāti, reakcijas maisījumam pievieno stabilizatorus, kas novērš olbaltumvielu denaturāciju, piemēram, želatīnu, albumīnu u. c. piedevas.

Spektrofotometriskā metode. Spektrofotometrija pieder pie instrumentālajām analīzes metodēm. Tās priekšrocība ir ļoti augstais jutīgums. Ar parastajām analīzes metodēm nevar noteikt koncentrāciju, kas mazāka par 10^{-5} mol/L, bet ar optiskajām metodēm mazākā vielas koncentrācija, ko var noteikt, ir $5 \cdot 10^{-8}$ mol/L.

Metode balstās uz gaismas (precīzāk – elektromagnētiskā starojuma) absorbciju vielās (skatīt 2.26. attēlu). Metodes pamatā ir 2 pamatatziņas:

- viela absorbē noteiktus, sev raksturīgus viļņu garumus;
- gaismas absorbcija ir tieši proporcionāla gaismu absorbējošās vielas koncentrācijai.

Visiem tiem gaismas viļņu garumiem, kurus viela absorbē, ir spēkā Bugē–Lamberta–Bēra likums

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l,$$

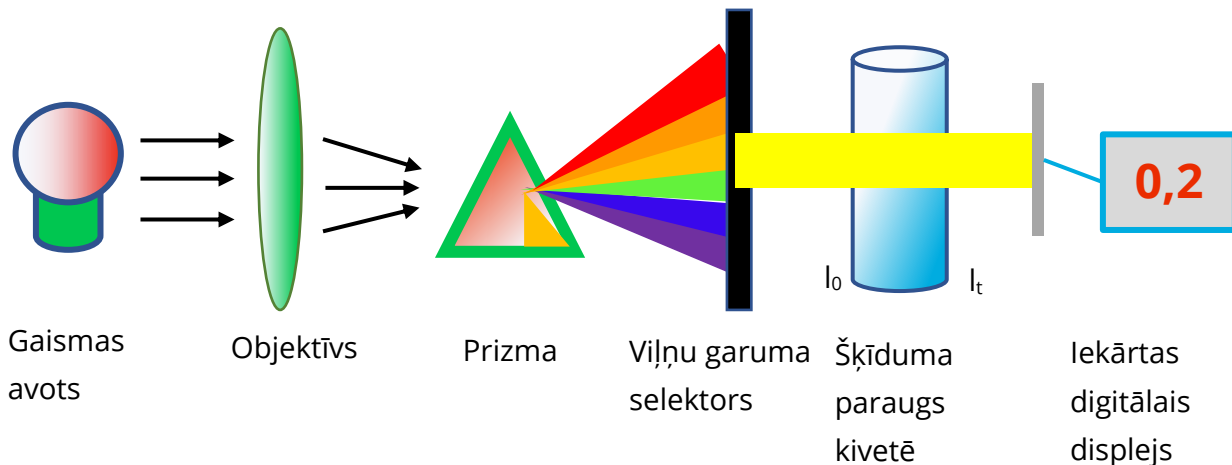
kur

A – gaismas absorbcija, nm;

c – vielas koncentrācija šķīdumā, mol/L;

l – absorbējošā slāņa biezums, cm;

ε – molārais absorbcijas koeficients (ekstinkcijas koeficients), L/mol · cm.



2.26. attēls. Spektrofotometriskās metodes princips

Spektru mērīšanai izmanto spektrofotometrus, fotometriskos absorbcimetrus u. c. iekārtas (skatīt 2.27. un 2.28. attēlu).



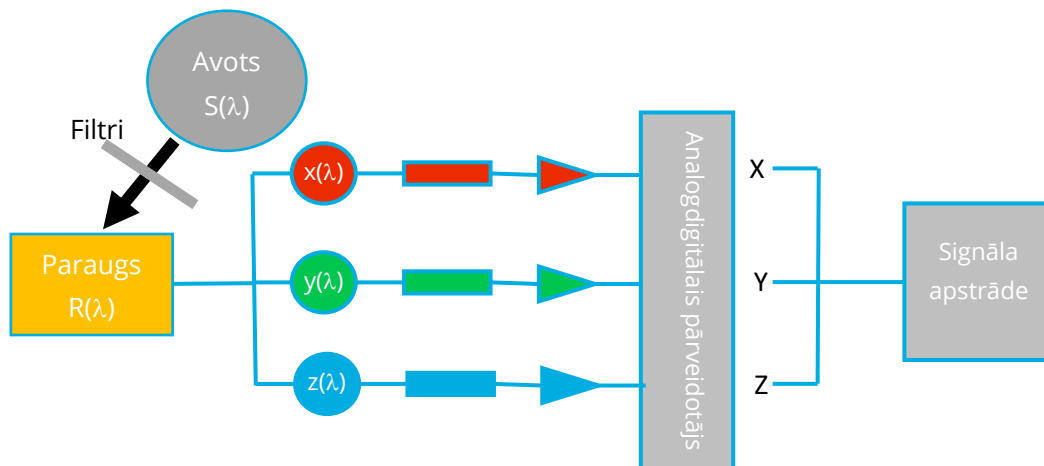
2.27., 2.28. attēls. Digitālais spektrofotometrs

Avots: https://www.siiic.lv/kim/IT/K_11/default.aspx@tabid=21&id=404.html

Kolorimetriskā (fotometriskā) metode. Nokrāsotais produkts, kas veidojas substrāta iedarbībā vai enzīma darbības laikā ar specifiskiem reaģentiem, tiek mērīts ar vizuālo vai fotoelektrisko kolorimetru. 2.29. attēlā ir redzams kolorimetriskās metodes princips. Šī metode ir daudzpusīga.

Ir izstrādātas metodes, kuru pamatā ir biureta reakcijas, kā rezultātā olbaltumvielu sastāvs neietekmē iznākumu, jo reakcija notiek uz peptīdsaitēm, nevis uz olbaltumvielu sānu grupām.

Visvērtīgākās fotometriskās metodes ir tās, kas ļauj novērot enzīmātiskās reakcijas gaitu noteiktā laika vienībā.



2.29. attēls. Kolorimetriskās metodes princips

Manometriskā metode. Šo metodi izmanto enzīmu aktivitātes noteikšanai tikai tajos gadījumos, kad analizējamā reakcijā viens no komponentiem ir gāzveida fāzē. Pie šādām reakcijām pieder oksidēšanās un dekarboksilēšanās reakcijas, kurās tiek uzņemts vai izdalīts skābeklis un ogļskābā gāze, kā arī reakcijas, kurās gāzes patērēšana vai izdalīšana notiek enzīmātisko reakciju produktu mijiedarbības laikā. Reakcijas novērošana notiek speciālās iekārtās – manometriskās Varburga iekārtās.

Paraugu atlasēšanas metode. Šī metode enzīmu aktivitātes noteikšanai tiek lietota visbiežāk. Noteiktos laika intervālos tiek atlasīti paraugi no reakcijas maisījuma, kurā produkta/substrāta saturs tiek noteikts pēc ķīmisko reakciju veida, līdz ar to paraugs nokrāsojas noteiktā krāsā.

Citas metodes. Pie šīm metodēm var pieskaitīt daudzas un dažādas metodes, piemēram, polarimetriju, viskozimetriju, potenciometriju, konduktometriju u. c. Mūsdienās arvien biežāk tiek izmantotas hromatogrāfijas un elektroforēzes metodes, kas ir ļoti jutīgas un specifiskas. Šīs metodes var samazināt enzīmu patēriņu to aktivitātes noteikšanā, salīdzinot ar citām metodēm.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Pilnveidot praktiskās iemaņas kvantitatīvi un kvalitatīvi noteikt enzīmu aktivitāti dažādos paraugos.

Darba uzdevumi

Lipāzes aktivitātes noteikšana

1. Pagatavot reaģentus lipāzes aktivitātes noteikšanai.
2. Pagatavot testēšanas paraugus.
3. Veikt paraugu hidrolīzi.
4. Noteikt lipāzes aktivitāti pēc titrimetriskās metodes.
5. Aprēķināt paraugos esošās lipāzes aktivitāti.
6. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
7. Apkopot un izvērtēt iegūtos aktivitātes rezultātus.

Fotometriskā amilāzes aktivitātes noteikšana

1. Pagatavot reaģentus amilāzes aktivitātes noteikšanai.
2. Pagatavot medus paraugus un tukšā mēģinājuma šķīdumu.
3. Pagatavot reakcijas šķīdumus.
4. Noņemt no reakcijas šķīdumiem medus paraugus noteiktos laika intervālos.
5. Mērīt absorbciju katram pagatavotajam šķīdumam.
6. Konstruēt grafiku datorprogrammas izklājlappē.
7. Aprēķināt amilāzes aktivitāti medus paraugos.
8. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
9. Apkopot un izvērtēt iegūtos aktivitātes rezultātus.

Enzīmu aktivitātes noteikšana pēc paraugu atlasē metodes

1. Sagatavot graudus iejaušanas procesam.
2. Veikt iejaušanu un katrā pauzē noteikt iejaušanas krāsojumu.
3. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
4. Apkopot un izvērtēt iegūtos aktivitātes rezultātus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- veikt paraugu sagatavošanu testēšanai;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot titrēšanas metodi;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot kolorimetrisko metodi;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot paraugu atlasē metodes;
- aizpildīt laboratorijas darba protokolu;
- apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzinot ar kvalitātes rādītājiem;
- ievērot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- enzīmu īpašības, klasifikāciju, aktivitātes noteikšanas metodes un noteikšanas kārtību;
- enzīmu sagatavošanas metodes, sagatavošanas kārtību, izmantojamās traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- kalibrēšanas grafiku izveides programmas, grafiku izveides kārtību un apstrādes noteikumus;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus;
- darba un vides aizsardzības prasības, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un izmantošanu paraugu noņemšanā, sagatavošanā un testēšanā.

Izprot:

- enzīmu paraugu pareizas sagatavošanas ietekmi uz analīžu rezultātu kvalitāti;
- enzīmu aktivitātes noteikšanu produktu kvalitātes nodrošināšanā un tehnoloģiskā procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas darba gaitas dokumentēšanas nepieciešamību produktu kvalitātes nodrošināšanā un procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas rezultātu apkopošanas nozīmi kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas rezultātu izvērtēšanas nozīmi biotehnoloģiskā ražošanas procesa nodrošināšanā un pilnveidošanā;
- darba un vides aizsardzības prasību ievērošanu, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu izmantošanu paraugu testēšanā un kvalitātes nodrošināšanā.

Reāģenti, palīglīdzekļi un iekārtas:

Lipāzes aktivitātes noteikšana

- | | |
|---|--|
| ▪ saulespuķu eļļa vai olīveļļa; | ▪ tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,01$ g; |
| ▪ 1/15 mol/L Na_2HPO_4 šķīdums; | ▪ birete (25 mL); |
| ▪ 1/15 mol/L KH_2PO_4 šķīdums; | ▪ Bunzena statīvs ar ķepu; |
| ▪ KOH; | ▪ mērkolbas (1 L); |
| ▪ destilēts ūdens; | ▪ graudaugi vai sēklas; |
| ▪ 0,5 % fenolftaleīns; | ▪ dzirnaviņas; |
| ▪ koniskās kolbas ar aizbāžņiem; | ▪ ūdens vanna. |
| ▪ mērcilindri; | |

Fotometriskā amilāzes aktivitātes noteikšana

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| ▪ NaCl; | ▪ medus paraugi; |
| ▪ mērkolbas (100 mL); | ▪ mērkolbas (50 mL); |
| ▪ destilēts ūdens; | ▪ mēģenes; |
| ▪ Na_2HPO_4 ; | ▪ ūdens termostats; |
| ▪ citronskābe; | ▪ 1 mL mērpipete vai Mora pipete; |
| ▪ mērkolbas (1 L); | ▪ mērcilindrs (50 mL); |
| ▪ 0,001 mol/L I_2 šķīdums; | ▪ spektrofotometrs; |
| ▪ ciete; | ▪ hronometrs; |
| ▪ koniskā kolba (100 mL vai 250 mL); | ▪ dators ar izklājlapu programmām. |
| ▪ plītiņa; | |

Enzīmu aktivitātes noteikšana pēc paraugu atlasēšanas metodes

- ūdens termostats;
- koniskā kolba vai vārglāze;
- destilēts ūdens;
- iesala paraugi;
- stikla spieķītis vai magnētiskais maisītājs;
- Lugola joda šķīdums;
- pilienu plates;
- Pastēra pipetes;
- dzirnaviņas;
- mērcilindrs;
- piknometrs.

Darba gaita**Lipāzes aktivitātes noteikšana**

1. Pagatavo fosfora buferšķīdumu (pH 7,4): 800 mL 0,07 mol/L Na_2HPO_4 šķīduma ielej 1 L mērkolbā un pievieno 200 mL 0,07 mol/L KH_2PO_4 šķīduma.
2. Pagatavo 0,05 mol/L KOH šķīdumu.
3. Koniskajā kolbā iesver 3,00 g eļļas ar precizitāti $\pm 0,01$ g.
4. Eļļas iesvaram pievieno 2 mL fosfāta buferšķīduma.
5. Visu maisījumu spēcīgi sakrata un pēc tam pievieno 1 g samaltu sēklu vai graudu un 3 mL destilēta ūdens (temperatūra 20 °C).
6. Kolbas saturu aiztaisa ar aizbāzni un periodiski maisa 1 stundu. **PARALĒLI GATAVO KONTROLES VARIANTU.**
7. **Kontroles variants:** koniskajā kolbā iesver 1 g samaltu sēklu vai graudu, pievieno 3 mL destilēta ūdens un silda 5 minūtes uz ūdens vannas. Maisījumu atdzesē. Tam pievieno 3 mL eļļas, kolbas saturu aiztaisa ar aizbāzni un periodiski maisa 1 stundu.
8. Pēc hidrolīzes abām kolbām veic titrēšanu ar 0,05 mol/L KOH šķīdumu, pievienojot 2–3 pilienus indikatora fenolftaleīna.
9. Iegūtos rezultātus ieraksta laboratorijas darba protokolā.

Fotometriskā amilāzes aktivitātes noteikšana**Reaģentu pagatavošana**

1. Pagatavo NaCl šķīdumu: 4 g NaCl izšķīdina 100 mL mērkolbā tikko uzvārītā destilētā ūdenī un uzpilda līdz iezīmei.
2. Pagatavo buferšķīdumu I (pH 5,4): 40 g Na_2HPO_4 un 9,29 g citronskābes 1 L mērkolbā šķīdina destilētā ūdenī un uzpilda līdz iezīmei.
3. Pagatavo buferšķīdumu II (pH 7,0): 58,9 g Na_2HPO_4 un 3,7 g citronskābes 1 L mērkolbā šķīdina destilētā ūdenī un uzpilda līdz iezīmei.
4. Pagatavo cietes šķīdumu: 0,5 g cietes ar 20 mL destilēta ūdens samaisa, līdz veidojas šķidra putriņa, un pievieno 5 mL buferšķīduma I un 50 mL verdoša destilēta ūdens, tad, nepārtraukti maisot, uzkarsē līdz viršanai. Šķīdumu atdzesē un pārlej 100 mL mērkolbā, un ar destilētu ūdeni uzpilda līdz iezīmei.

Medus paraugu sagatavošana

1. Nosver 1,00 g medus un pārnes 50 mL mērkolbā.
2. Medus paraugam pievieno 25 mL buferšķīduma I un 1,5 mL NaCl šķīduma un atšķaida ar buferšķīdumu I līdz iezīmei.

Reakcijas šķīdumu pagatavošana

1. 20 mL sagatavotā medus šķīduma pārnes reakcijas kolbā vai 50 mL mēģenē.
2. 20 mL cietes šķīduma pārnes reakciju kolbā vai 50 mL mēģenē.
3. Abas mēģenes kopā termostatē 15 minūtes 40 °C temperatūrā ūdens termostatā.
4. Pēc 15 minūtēm cietes šķīdumu pielej klāt medus šķīdumam un ieslēdz hronometru.
5. Pēc noteikta laika perioda (hronometrē!) – 2, 6, 12, 20 un 30 minūtēm – ar pipeti ņem pa 1 mL reakcijas šķīduma un pārnes katru 50 mL mērkolbā.
6. Pie 1 mL reakcijas šķīduma katrā 50 mL mērkolbā ielej 30 mL buferšķīduma II un 5 mL I₂ šķīduma.
7. Katru mērkolbu pēc rūpīgas samaisīšanas ievieto ūdens vannā 20 °C temperatūrā.
8. Pagatavo tukšā mēģinājuma šķīdumu: 30 mL buferšķīduma II, 5 mL I₂ šķīduma un 0,5 mL medus šķīduma ielej 50 mL mērkolbā un ar destilētu ūdeni uzpilda līdz iezīmei.
9. Kad visi šķīdumi sagatavoti, mēra gaismas absorbciju ar spektrofotometru pie 565 nm pret tukšā mērījuma šķīdumu.
10. Konstruē datorprogrammas izklājlappā fotometrisko amilāzes aktivitātes grafiku.
11. Pēc grafika nosaka absorbciju (reakcijas sākumā un pēc 30 minūtēm), amilāzes aktivitāti aprēķina pēc laboratorijas darba protokolā norādītās formulas (1).

Enzīmu aktivitātes noteikšana pēc paraugu atlases metodes

1. Uz svāriem nosver 55 g iesala un samaļ dzirnaviņās.
2. Iegūtajam iesalam pievieno 400 mL destilēta ūdens kopējā tilpuma, ūdens temperatūra ir 37–40 °C.
3. Iegūto masu maisa 20 minūtes minētajā temperatūrā (37–40 °C) ūdens termostatā. **Intervāla beigās (pēc 20 minūtēm) noņem paraugu un pārbauda produkta krāsojumu ar Lugola joda šķīdumu!**
4. Pēc tam paaugstina temperatūru līdz 50–52 °C temperatūrai un 20 minūtes iegūto masu nemiaisa. **Intervāla beigās (pēc 20 minūtēm) noņem paraugu un pārbauda produkta krāsojumu ar Lugola joda šķīdumu!**
5. Pēc tam 10 minūšu laikā iejavas temperatūru paaugstina par 1 °C līdz 62–64 °C temperatūrai un tad 20 minūtes nepārtraukti maisa. Intervāla beigās (pēc 20 minūtēm) noņem paraugu un pārbauda produkta krāsojumu ar Lugola joda šķīdumu!
6. Pēc tam paaugstina iejavas temperatūru līdz 70–72 °C temperatūrai.
7. Kad temperatūra ir sasniegusi 70 °C, iejavai pievieno 100 mL ūdens (70 °C). Iegūto masu 60 minūtes maisa. **Intervāla beigās (pēc 60 minūtēm) noņem paraugu un pārbauda produkta krāsojumu ar Lugola joda šķīdumu!**

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS LIPĀZES AKTIVITĀTES NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Lipāzes aktivitātes noteikšanas mērījumi un rezultāti

Paraugs	Parauga iesvars, g	Buferšķīduma daudzums, mL	Eļļas daudzums, g	Ūdens daudzums, mL	0,05 mol/L KOH šķīduma tilpums, mL		Lipāzes aktivitāte, f.v./g
					paraugs	kontrolē	

Lipāzes aktivitāti izsaka mL 0,1 mol/L sārma šķīdumā, kas nepieciešams taukskābju neitralizācijai, kuras veidojas fermentatīvajā hidrolīzē 1 g tauku/eļļas (skatīt formulu (1)).

$$LC = \frac{V_{\text{darba}} - V_{\text{kontrolē}}}{2 \cdot m_{\text{eļļa}}}, \quad (1)$$

kur

V_{darba} – parauga titrēšanā patērētais 0,05 mol/L KOH šķīduma tilpums, mL;

$V_{\text{kontrolē}}$ – kontroles titrēšanā patērētais 0,05 mol/L KOH šķīduma tilpums, mL;

$m_{\text{eļļa}}$ – pievienotā eļļas masa, g.

Aprēķini:

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme pagatavot šķīdumus, reaģentus lipāzes aktivitātes noteikšanai	4	
2.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu	5	
3.	Prasme sagatavot paraugus lipāzes aktivitātes noteikšanai	5	
4.	Prasme veikt titrēšanu kvalitatīvi un kvantitatīvi	10	
5.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	6	
6.	Prasme veikt šķīdumu, reaģentu pagatavošanas aprēķinus	2	
7.	Prasme aprēķināt lipāzes aktivitāti	3	
8.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
9.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
10.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
11.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
12.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		70	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	9,5	11	20	21	31	32	41	42	47	48	52	53	58	59	63	64	67	68	70
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS FOTOMETRISKA AMILĀZES AKTIVITĀTES NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Amilāzes aktivitātes noteikšanas mērījumi un rezultāti

Rādītājs	Reakcijas ilgums, min.					Amilāzes aktivitāte, g cietes/100 g medus
	2	6	12	20	30	
Paraugs:						
Absorbciija, nm						
Paraugs:						
Absorbciija, nm						

Amilāzes aktivitāti AZ (1 stundā noārdītās cietes masu gramos uz 100 g medus) aprēķina pēc formulas (1):

$$AZ = \frac{1500 \cdot (A_0 - A_{30})}{A_0 \cdot 30}, \quad (1)$$

kur

A_0 – reakcijas šķīduma sākuma absorbciija (noteikta grafiski), nm;

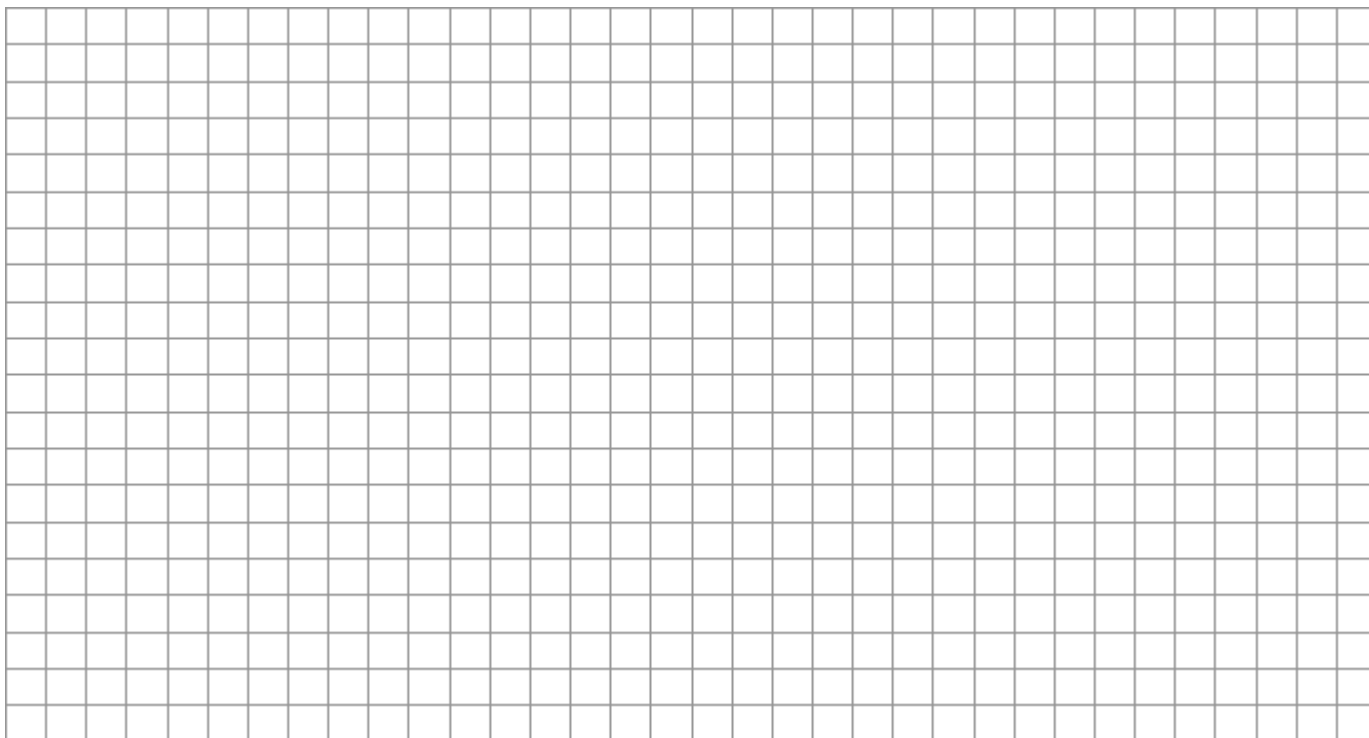
A_{30} – reakcijas šķīduma absorbciija pēc 30 min., nm;

30 – reakcijas ilgums, min.;

1500 – pārrēķinot uz 1 st. un 100 g medus.

Aprēķini:

Kalibrēšanas grafika konstruēšana:

A large grid consisting of 24 columns and 24 rows, intended for plotting a calibration curve. The grid is empty and occupies the central portion of the page.

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme pagatavot šķīdumus, reaģentus amilāzes aktivitātes noteikšanai	5	
2.	Prasme pagatavot medus parauga šķīdumus	2	
3.	Prasme pagatavot reakcijas šķīdumus un veikt hidrolīzes procesu	10	
4.	Prasme pagatavot tukšā mēģinājuma šķīdumu	2	
5.	Prasme sagatavot spektrofotometru darbam	5	
6.	Prasme veikt absorbcijas mērījumus	10	
7.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	6	
8.	Prasme konstruēt grafikus datorprogrammas izklājlapā	10	
9.	Prasme aprēķināt amilāzes aktivitāti	2	
10.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
11.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
12.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
13.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
14.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		87	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	12	13	25	26	38	39	51	52	58	59	65	66	72	73	79	80	83	84	87
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
ENZĪMU AKTIVITĀTES NOTEIKŠANA PĒC PARAUGU ATLASES METODES

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Enzīmu šķelšanas noteikšanas mērījumi un rezultāti

iesala nosaukums	Intervāla nosaukums	Intervāla ilgums, min.	Temperatūra intervālā, °C	Parauga krāsojuma novērojumi	Intervāla izvērtējums
Pirmās iejavas iegūšanas eksperiments					
Otrās iejavas iegūšanas eksperiments					

Hidrolīzes reakcijas:

Ekstraktvielu satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Iesala nosaukums	Relatīvā blīvuma dati				Īsto ekstraktvielu saturs, %	Ekstraktvielu saturs pirmmīsā, %
	tukša piknometra masa, g	piknometra masa ar destilēto ūdeni, g	piknometra masa ar paraugu, g	relatīvais blīvums		

Aprēķini:**Secinājumi:**

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme veikt paraugu sagatavošanu	2	
2.	Prasme veikt iejavas iegūšanas procesu	5	
3.	Prasme noteikt iejavas parauga hidrolīzes galaproduktus pēc krāsojuma	5	
4.	Prasme noteikt relatīvo blīvumu pēc piknometriskās metodes	5	
5.	Prasme noteikt ekstraktvielu saturu pirmisā	2	
6.	Prasme sastādīt hidrolīzes reakcijas	10	
7.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	6	
8.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
9.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
10.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
11.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
12.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		70	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	9,5	11	20	21	31	32	41	42	47	48	52	53	58	59	63	64	67	68	70
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. jautājums

Kāpēc enzīmu aktivitāte mainās, mainoties vides pH?

2. jautājums

Kā enzīmu aktivitāti ietekmē temperatūras paaugstināšanās?

3. jautājums

Kādas ir enzīmu aktivitātes noteikšanas metodes?

4. jautājums

Kā nosaka lipolītisko aktivitāti?

5. jautājums

Kāda ir lipolītisko enzīmu loma dzīvā organismā?

1. uzdevums

Uzraksti reakciju, ko katalizē tāds enzīms kā saharāze!

2. uzdevums

Uzraksti tributiroilglicerola enzimatiskās (fermentatīvās) hidrolīzes reakciju? Kādi produkti rodas, nosauc tos!

3. uzdevums

Uzraksti visas enzīmu klases!

4. uzdevums

Uzraksti reakciju, ko katalizē tāds enzīms kā lipāze!

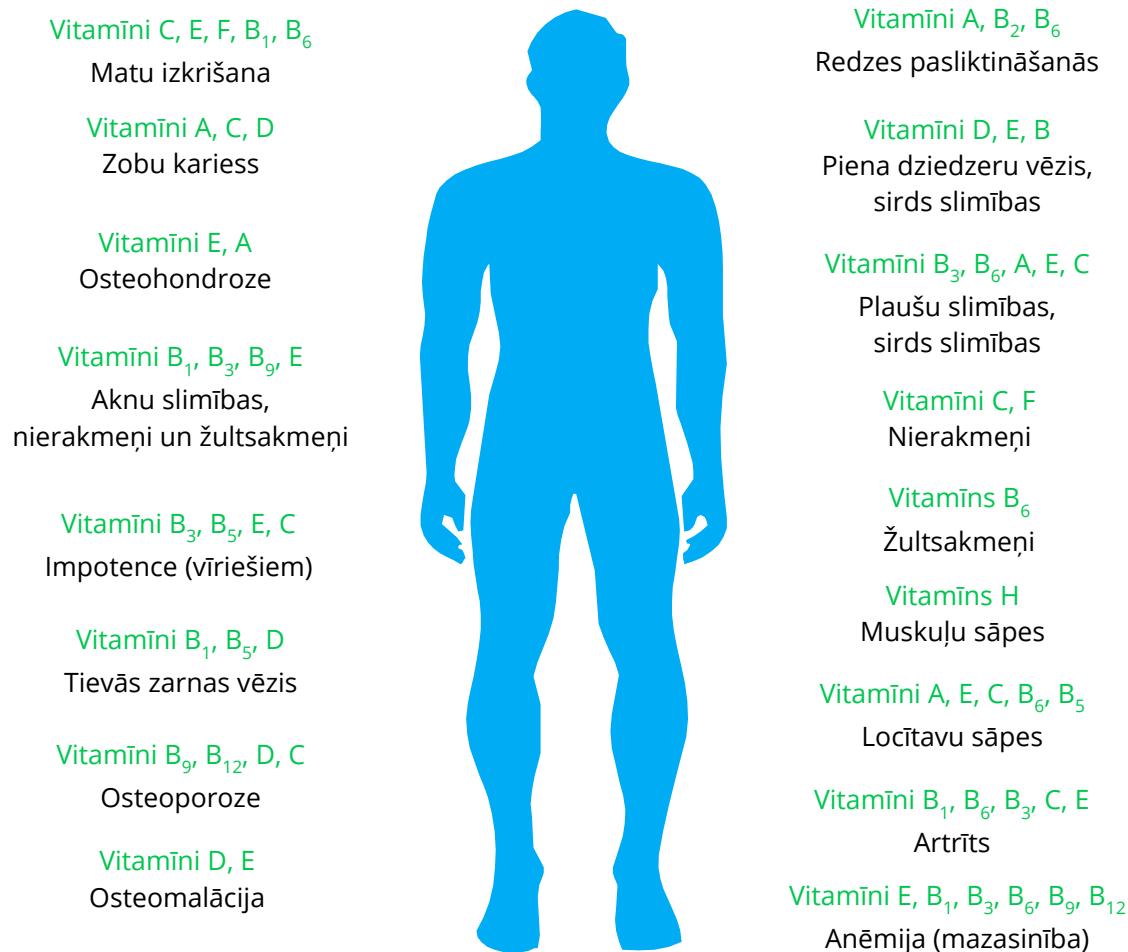
5. uzdevums

Nosaki substrāta koncentrāciju, kurā enzīma reakcijas ātrums ir 1/8 no maksimālā ātruma, ja enzīma reakcijas maksimālais ātrums substrāta katalīzes procesā ir $110 \mu\text{mol}/\text{min} \cdot \text{mg}$, bet $K_m = 0,015 \text{ mol/L}$!

BIOĻĒGISKI AKTĪVO VIELU NOTEIKŠANA – VITAMĪNI

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS

Vitamīni ir ķīmiskas uzbūves organiski mazmolekulāri savienojumi, kas nepieciešami dzīvības procesu uzturēšanai un regulācijai organismā, vitamīnu trūkums cilvēka organismā var radīt dažādas smagas sekas (skatīt 2.30. attēlu). Vitamīni ir bioloģiski aktīvas vielas, kas nodrošina normālu organisma augšanu un attīstību, spēcina imūnsistēmu. Turklāt katram no tiem ir sava specifiska funkcija, tie ir nepieciešami organisma vielmaiņas bioķīmiskajos procesos.



2.30. attēls. Vitamīnu trūkuma (deficīta) izraisītās sekas cilvēka organismā

Lielākā daļa vitamīnu cilvēka organismā netiek sintezēti, bet nokļūst tajā ar augu vai dzīvnieku valsts produktiem, no kuriem senāk izdalīja vitamīnus (skatīt 2.31. attēlu). Tagad vitamīnus izdala no mikroorganismu šūnām, kas vitamīnus sintezē ātrāk nekā augu valsts pārstāvji. Mūsdienās biotehnoloģiskā ceļā iegūst B₂ un B₁₂ vitamīnus.

Visus vitamīnus iedala divās lielās grupās:

- **taukos šķīstošie vitamīni** (A, D, E, K, F vitamīns);
- **ūdenī šķīstošie vitamīni** (B grupas vitamīni un C vitamīns).



2.31. attēls. Vitamīni un to sastopamība produktos

Avots: http://zdrowie-diety.pl/wp-content/uploads/2016/09/Fotolia_111376527_Subscription_Monthly_M.jpg

Taukos šķīstošie vitamīni var akumulēties cilvēka organismā un tikt izmantoti pēc vajadzības, turpretim ūdenī šķīstošie vitamīni organismā neuzkrājas – neizmantotā daļa tiek izvadīta ar urīnu.

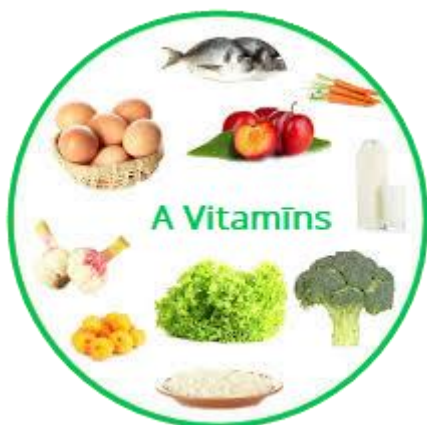
Mikroorganismi satur daudz vitamīnu, kas pārsvarā ietilpst enzīmu sastāvā. Sastāvs un vitamīnu saturs biomasā ir atkarīgs no mikroorganismu kultūras īpašībām un kultivēšanas nosacījumiem.

Dažus vitamīnus mikroorganismi sintezē, bet daži mikroorganismi asimilē tos gatavā veidā no apkārtējās vides.

Taukos šķīstošie vitamīni

A vitamīns (retinols)

A grupas vitamīni atrodas tikai dzīvniekos un dzīvnieku valsts produktos, nelielā daudzumā arī augu valsts produktos (skatīt 2.32. attēlu). A vitamīns nepieciešams ādas šūnu normālai atjaunošanai, jo tas stabilizē šūnu membrānas. Retinols nodrošina dziedzeru, ādas un gļotādas epitēlijšūnu normālu stāvokli un funkcionēšanu, kā arī veicina kaulu un zobu veidošanos un stiprina nervu šūnas.



2.32. attēls. A vitamīns

Avots: <https://fitexpert.biz/vitamin-a-v-produktax-kakim-dolzhen-byt-pravilnyj-ration/>

Ir sastopamas A vitamīna divas formas: A vitamīns (retinols) un A provitamīns (karotīns), kas organismā pārvēršas par A vitamīnu.

Ar A vitamīnu bagāti ir zivju tauki un aknas, no augu valsts produktiem – burkāni, ķirbji, paprika, spināti, brokoļi, lociņi, pētersīļi, kā arī persiki, aprikozes, āboli, vīnogas u. c., kas ir karotinoīdu avots.

A provitamīnu var izdalīt arī no mikroorganismu šūnām, visplašāk rūpniecībā izmanto baktērijas (mikobaktērijas, mikrokokus), raugus (*Rhodotorula*, *Sporobolomyces*) un pelējumsēnes (*Blakeslea trispora*).

D grupas vitamīni

Pazīstamas dažādas vielas, kam piemīt D vitamīna īpašības, tās apzīmē ar D₁, D₂, D₃, D₄, D₅ utt., tomēr praktiska nozīme ir tikai D₂ vitamīnam (ergokalciferolam) un D₃ vitamīnam (holekalciferolam), jo tiem ir izteiktāka D vitamīnam raksturīgā bioloģiskā aktivitāte.

D vitamīnu uzņem ar mencu aknu eļļu, treknām zivīm, olām, svaigām vistu un liellopu aknām, kviešu sausiņiem u. c. (skatīt 2.33. attēlu).

D₂ vitamīns (ergokalciferols)

D₂ vitamīns tiek dēvēts par augu D vitamīnu, bet šo vitamīnu var iegūt arī no *Aspergillus* un *Penicillium* mikroorganismu kultūrām. D₂ vitamīnu var sastapt arī sēnēs, kas sintezē šo vitamīnu, lai aizsargātos pret UV starojumu. D₂ vitamīns organismā tiek uzņemts tikai ar uzturu. Tas regulē fosfora un kalcija maiņu organismā un palīdz šiem elementiem uzsūkties zarnu traktā un nogādāt tos kauliem.

D₂ vitamīna trūkuma dēļ bērniem agrīnā vecumā var izveidoties rahīts, jo šim vitamīnam ir liela nozīme kalcija uzsūkšanās procesā, tādēļ D₂ vitamīnam ir svarīga loma gan rahīta profilaksē, gan tā ārstēšanā.

D₃ vitamīns (holekalciferols)



D₃ vitamīns tiek dēvēts par dzīvnieku D vitamīnu. Šis vitamīns sintezējas ādā UV starojuma ietekmē un nonāk organismā arī ar uzturu. D₃ vitamīns ir aktīvāks un stabilāks nekā D₂ vitamīns. Tā funkcijas organismā ir tādas pašas kā D₂ vitamīnam – piedalīties kalcija uzsūkšanās procesā, kā arī palīdzēt rahīta profilaksē un ārstēšanā.

2.33. attēls. D vitamīns

Avots: https://i1.wp.com/vitaldepowebaruhaz.hu/wp-content/uploads/2014/11/Vitamin_D.jpg?fit=1414%2C1414&ssl=1

E vitamīns (tokoferols)

E vitamīns pasargā citus vitamīnus (A un C), nepiesātinātās taukskābes un holesterīnu no oksidēšanās, stabilizē šūnu membrānas, aktivē ATF sintēzi. E vitamīns ir ļoti labs antioksidants, tas aizkavē šūnu novecošanās procesus, stimulē imunitāti, uzlabo asins cirkulāciju un aizsargā ādu no UV starojuma.

E vitamīna trūkums var radīt neauglību un deģeneratīvās izmaiņas muskulatūrā, mazasinību, sirdsdarbības vājumu, kā arī dzimumattīstības traucējumus.

E vitamīns sastopams augu eļļā, zaļumos, pienā, olās, aknās, gaļā, smiltsērķšķos, spinātos, brokoļos, kliņģās u. c. produktos (skatīt 2.34. attēlu).



2.34. attēls. E vitamīns

Avots: <https://i.pinimg.com/originals/ab/eb/d8/abebd8a0e956e88d564d3b456bd0bde4.jpg>

K vitamīns (filohinons, menahinons)

K vitamīnam ir vairākas formas:

- K₁ vitamīns (filohinons) – atrodas augu valsts produktos;
- K₂ vitamīns (menahinons) – atrodas dzīvnieku valsts un mikrobiālajos dabas (saprofītos) produktos;
- K₃ vitamīns (menadions) – sintētisks K vitamīna analogs;
- K₅ vitamīns (2-metil-4-amino-naftols) – tiek sintezēts mākslīgos apstākļos, šai vitamīna formai piemīt visaugstākā bioķīmiskā iedarbība.



2.35. attēls. K vitamīns

Avots: https://www.hayadan.org.il/images/content3/2014/12/shutterstock_151210118.jpg

K vitamīna galvenā fizioloģiskā funkcija izpaužas normāla asins recēšanas procesa nodrošināšanā. K vitamīns stimulē vairāku enzīmu sintēzi, kas nepieciešami asins koagulācijas procesam, kā arī veicina brūču ātrāku sadzīšanu un bojāto audu reģenerācijas procesus.

Organismā K vitamīns atbild arī par cukura līmeni asinīs, bērniem nodrošina normāla skeleta veidošanos, kā arī pasargā pusmūža cilvēkus no osteoporozes.

K vitamīns sastopams augu valsts produktos – kāpostos, gurķos, selerijās, pupiņās, kivi, jūras kāpostos, brokoļos u. c. (skatīt 2.35. attēlu).

Ūdenī šķīstošie vitamīni

C vitamīns (askorbīnskābe)

Mikroorganismi, augstāk attīstītie augi un dzīvnieki (izņemot pērtiķus un jūrascūciņas) sintezē C vitamīnu savās šūnās, regulējot tā daudzumu pēc vajadzības.

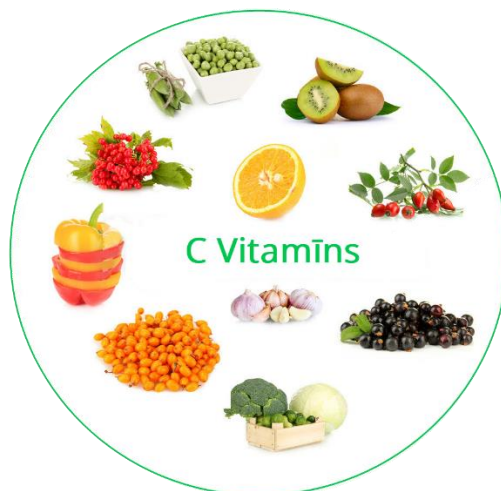
C vitamīns piedalās bioloģiskās oksidēšanās un reducēšanās procesos, samazina t. s. sliktā holesterīna līmeni, pastiprina asins recēšanu, samazina kapilāru caurlaidību, stimulē audu reģenerāciju un virsnieru garozas hormonu sintēzi, kā arī kolagēna sintēzi.

Askorbīnskābe ir ļoti labs un spēcīgs antioksidants, tas stiprina cilvēka imūnsistēmu, aizsargā organismu no vīrusiem un baktērijām, paātrina rētu sadzīšanu, izvada no organisma toksīnus, veicina žults izdalīšanos.

Ja organismā trūkst C vitamīna, var izpausties sirds mazspēja, rodas pastiprināts nogurums, pavājinās imūnsistēma.

Cilvēka organisms C vitamīnu nesintezē, bet uzņem tikai ar uzturu. Visvairāk C vitamīna ir tādos augu valsts produktos kā kivi, paprika, citrusaugļi, upenes, sīpoli, tomāti, kartupeļi u. c., bet no dzīvnieku valsts produktiem – aknās, nierēs (skatīt 2.36. attēlu).

C vitamīns šķēļas produktu termoapstrādes laikā, aptuveni 30–90 %, bet skābā vidē tomēr saglabājas.



2.36 attēls. C vitamīns

Avots: https://as1.ftcdn.net/jpg/00/55/38/08/1000_F_55380825_sT6t7aDkeyGYL9KX5moZaDKdY26ePwi7.jpg

B grupas vitamīni

Ļoti bagāti ar B grupas vitamīniem ir raugi (alus, lopbarības un maizes) (skatīt 2.10. tabulu). B grupas vitamīni ir ūdenī šķīstošie vitamīni. Mainot barotnē kultivēšanas nosacījumus, atsevišķu vitamīnu saturs var palielināties. Piemēram, riboflavīna saturs atkarīgs no aerācijas intensitātes un dzelzs satura barotnē. Vitamīnu saturu šūnās un to izdalīšanu var regulēt arī ar mikroelementu starpniecību. Piemēram, pievienojot barotnē mangānu (Mg), mikroorganismu šūnās uzkrājas vairāk inozīta, bet, paaugstinot kobalta koncentrāciju (100–500 μg CoCl₂ uz 100 g), kultūras šķīdumā palielinās B₆ vitamīnu saturs.

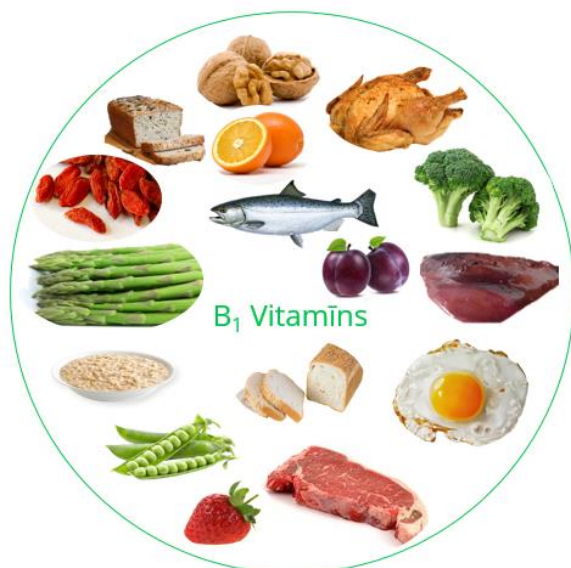
B grupas vitamīnu saturs raugos ($\mu\text{g/g}$, pārrēķinot uz sausni)

Bioloģiski aktīvo vielu nosaukums	Alus raugi	Maizes raugi	Lopbarības raugi
Riboflavīns (B_2)	25–45	21–80	45–68
Tiamīns (B_1)	10–360	29–90	15–18
Biotīns	0,07	0,5–18	1,6–3,0
Inozīts	280	3500	400–5000
Folijskābe	4–21	19–35	3,4–21,5
Pantotēnskābe	42	118–189	30–160
Nikotīnskābe	91–126	280–320	440–610

B_2 vitamīna iegūšanai izmanto *Candida guilliermondii*, *Clostridium acetobutylicum*, *Brevibacterium*, *Eremothecium asbyii* u. c. mikroorganismu kultūras.

 B_1 vitamīns (tiamīns jeb aneirīns)

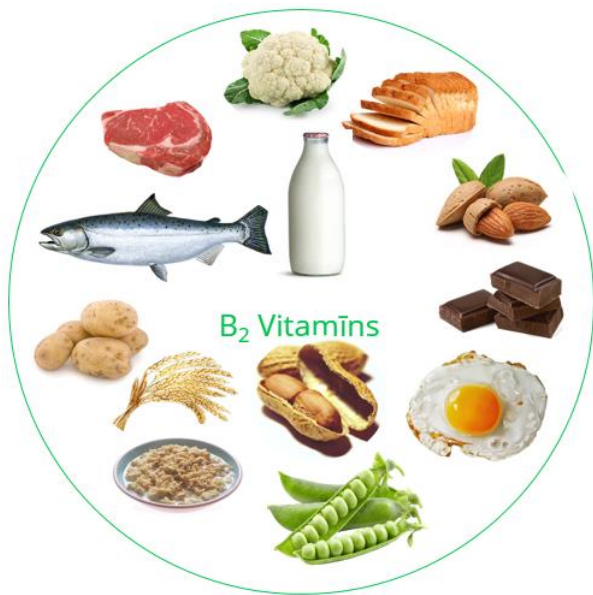
Tiamīns organismā nepieciešams, lai uzlabotu atmiņu un smadzeņu darbību. B_1 vitamīns stimulē kaulu augšanu, regulē apetīti, samazina negatīvo alkohola un tabakas ietekmi uz organismu, palīdz jūras slimības gadījumā.

2.37. attēls. **B_1 vitamīns**

Ja organismā trūkst B_1 vitamīna, tad ogļhidrātu noārdīšanās reakcijas nenotiek līdz galam, kā rezultātā uzkrājas to maiņas produkti, kas kairina ādu un rada iekaisumus.

Dabā šis vitamīns ir plaši izplatīts, to sintezē augi un daži mikroorganismi. Visbagātākie ar B_1 vitamīnu ir labības graudi, zirņi, pupas un rīsi (skatīt 2.37. attēlu). Tiamīns galvenokārt atrodas graudu ārējos apvalkos.

B₂ vitamīns (riboflavīns)



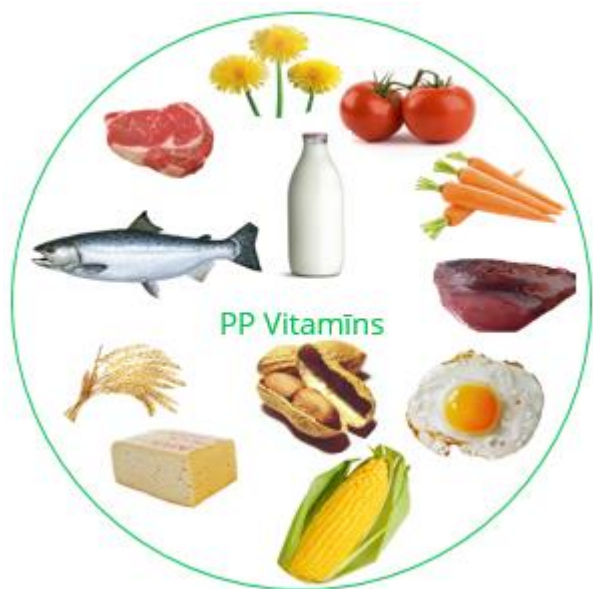
2.38. attēls. B₂ vitamīns

Riboflavīns regulē vielmaiņu, uzlabo asinsriti audu kapilāru sistēmā, samazina acu nogurumu, nodrošina audu elpošanu, stimulē audu augšanu un reģenerāciju.

Ja trūkst riboflavīna, tad organisms izjūt vārgumu, samazinās apetīte, kā arī rodas redzes traucējumi.

Dabā visvairāk šo vitamīnu sintezē anaerobās baktērijas, kas izraisa intensīvus rūgšanas procesus. No augu valsts produktiem visvairāk to satur kviešu graudi, it sevišķi kviešu asni, bet no dzīvnieku valsts produktiem B₂ vitamīna visvairāk ir aknās un nierēs (skatīt 2.38. attēlu).

B₃ vitamīns (PP vitamīns jeb nikotīnskābe, niacīns, nikotīnamīds)

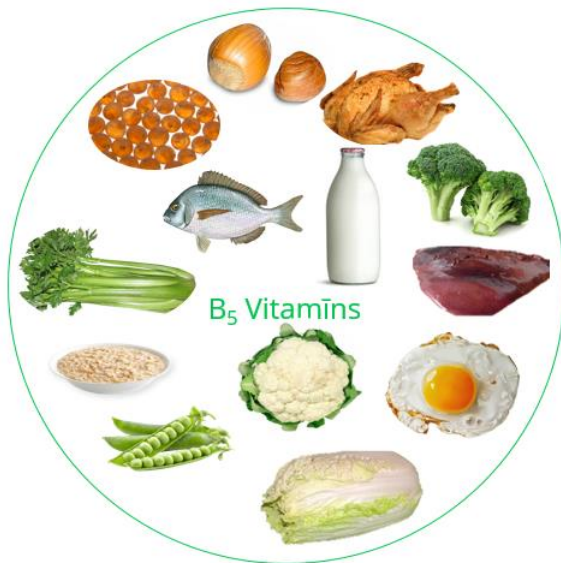


2.39. attēls. PP vitamīns (nikotīnamīds)

PP vitamīns organismā uzlabo mikrocirkulāciju, piedalās enerģijas veidošanā, samazina t. s. sliktā holesterīna un triglicerīdu daudzumu, kas palīdz samazināt sirds slimības. PP vitamīns normalizē sirds darbību, piedalās hemoglobīna veidošanā, tas ir nepieciešams aminoskābju vielmaiņas procesā.

Organismā PP vitamīna uzņemšanu lielākoties nodrošina uzturs – gaļa, piens, dārzeņi, rupjmaize, griķi, pupiņas, pistācijas, mandeles un raugs (skatīt 2.39. attēlu).

B₅ vitamīns (pantotēnskābe)



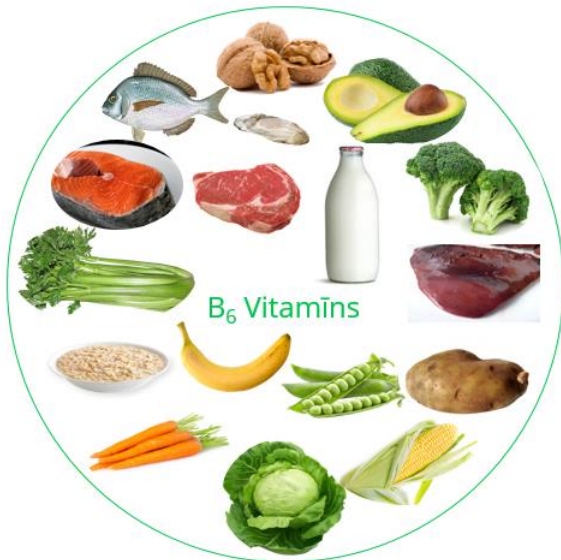
2.40 attēls. B₅ vitamīns (pantotēnskābe)

Pantotēnskābei ir būtiska nozīme augšanas procesos, it īpaši embrionālajā attīstības posmā. Vitamīns organismā nepieciešams arī matu augšanai, ādas bojājumu ārstēšanai (paātrina rētu sadzīšanu) un zarnu trakta darbības regulēšanai.

Šī vitamīna atklāšanas vēsture ir cieši saistīta ar to bioloģiski aktīvo vielu pētīšanu, kuras sintezē rauga sēnes. Pantotēnskābe dabā ir ļoti izplatīta, sastopama augu un dzīvnieku šūnās, sevišķi daudz tās ir raugā, aknās, olās, graudaugos un kāpostaugos (skatīt 2.40. attēlu).

Pantotēnskābe organismā piedalās koenzīma A veidošanā, tai ir liela loma oksidēšanās procesos un taukskābju, sterīnu un fosfolipīdu biosintēzē.

B₆ vitamīns (piridoksīns jeb adermīns)

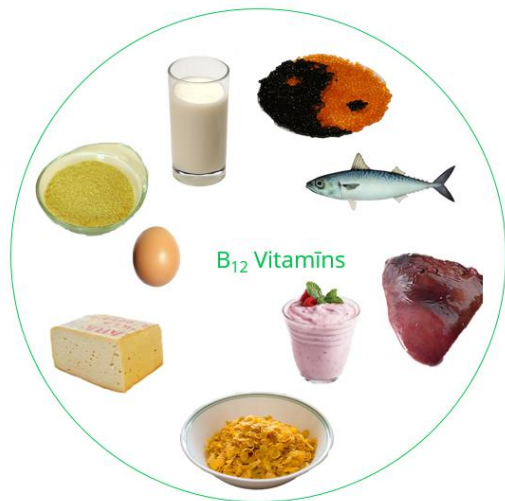


2.41. attēls. B₆ vitamīns (piridoksīns)

B₆ vitamīns piedalās triptofāna pārvēršanā niacīnā, tas palīdz samazināt ādas kairinājumu un dažādus nervu traucējumus. B₆ vitamīns samazina muskuļu spazmas, it īpaši nakts laikā, kā arī darbojas kā dabīgs urīna izvadītājs.

B₆ vitamīns atrodams gan augu (pākšaugu), gan dzīvnieku valsts produktos – olas dzeltenumā, aknās, pienā, gaļā, kā arī alus raugā (skatīt 2.41. attēlu).

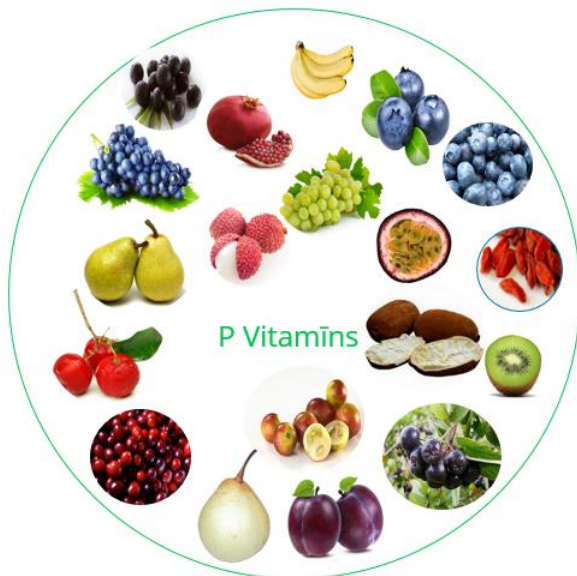
B₁₂ vitamīns (ciānkobalamīns)



2.42. attēls. B₁₂ vitamīns (ciānkobalamīns)

B₁₂ vitamīns sastopams dzīvnieku valsts produktos (aknās, nierēs, gaļā, olās u. c.), kā arī garnelēs, mīdijās un sojā (skatīt 2.42. attēlu).

P vitamīns (rutīns)



2.43. attēls. P vitamīns

B₁₂ vitamīna bioloģiskā darbība organismā ir ļoti daudzveidīga. Tā galvenā nozīme izpaužas nukleīnskābju biosintēzes procesos. B₁₂ vitamīns aktīvi piedalās metilgrupu sintēzē un to pārveidāšanā, kā arī metionīna, acetāta un citu vielu sintēzē.

Tas nepieciešams sarkano asinsķermenīšu radīšanai, šūnu dalīšanās procesiem, jaunu šūnu veidošanai, kā arī veicina tauku, ogļhidrātu un olbaltumvielu maiņu.

P vitamīns nostiprina asinsvadu (kapilāru) sienīgas un novērš sarkano plankumu un plīsušu asinsvadu veidošanos ādā. Vitamīns paaugstina imunitāti, palīdz organismam cīnīties ar vīrusu un baktēriju infekcijām, kā arī samazina alerģiskas reakcijas un infekciju procesus.

Visvairāk P vitamīna ir citrusaugļu mizas baltajā slānī, griķos, mežrozīšu paaugļos, sīpolos, zaļās tējas lapās, dārza ogās u. c. (skatīt 2.43. attēlu).

Dažos literatūras avotos P vitamīnu (rutīnu) dēvē arī par C₂ vitamīnu, rutīns un C vitamīns iedarbības ziņā ir ļoti līdzīgi. Piemēram, rutīna deficīta laikā rodas tādi paši simptomi kā C vitamīna deficīta laikā.

Mūsdienu zinātnieki ir izveidojuši vitamīnu preparātu kompleksu – askorutīnu, šis komplekss satopams arī dabā – dažādos augļos.

Augļiem P vitamīns nepieciešams, lai aizsargātu tos no vīrusiem, pelējuma un bakteriālām infekcijām.

**DEFINĪCIJA**

Avitaminoze – ja cilvēks neuzņem vitamīnus caur uzturu un medikamentiem (bioloģiski aktīvām piedevām).

Hipovitaminoze – ja cilvēka organisms kādu vitamīnu saņem par maz, vai ir traucēta vitamīnu uzsūkšanās, ir novērojama pastiprināta to noārdīšanās gremošanas orgānos.




Hipervitaminoze – pārāk lielas vitamīnu preparātu devas, kas organismā var radīt vielmaiņas traucējumus.

Mūsdienās vitamīnu uzņemšanai jāpievērš liela uzmanība, jo vitamīnu trūkums organismā izpaužas ne tikai ārēji (skatīt 2.11. tabulu), bet arī vielmaiņā, kā rezultātā rodas ļoti smagas saslimšanas. Visvairāk par sabalansētu vitamīnu uzņemšanu jā rūpējas sievietēm grūtniecības laikā, lai gaidāmo bērnu neskartu dažādas ģenētiskas izmaiņas.

Jāatceras arī, ka vitamīni un to atvasinājumi ietilpst enzīmu sastāvā. Vitamīni un to aktīvās formas veido kompleksus ar enzīmiem, līdz ar to vitamīni darbojas kā koenzīmi (kofaktori) un nodrošina fermentatīvo aktivitāti. Ja trūkst vitamīnu, enzīmi nespēj darboties, t. i., tie nespēj katalizēt noteiktas vielmaiņas reakcijas, tāpēc novēro hipovitaminozei un avitaminozei raksturīgos slimību simptomus.

2.11. tabula

Vitamīnu avoti un vitamīnu deficīta izraisītās sekas

Vitamīns	Kur atrodams visvairāk		Vitamīna deficīta izraisītās sekas
	augu izcelsmes produkti	dzīvnieku izcelsmes produkti	
A	Burkāni, mandarīni, citroni 	Mencu aknas, siers, olas, saldkrējuma sviests	Sausa āda, daudz piņņu, sausi un lūstoši mati, imūnsistēmas pavājināšanās, biežas gremošanas problēmas
B₂	Gailenes, maize, brokoļi graudaugu kviešu asni,	Teļa smadzenes, aknas, biezpiens, olas dzeltenumi, siers 	Ādas iekaisumi, lūpu kaktiņu plaisāšana, smagākos gadījumos – bezmiegs, apetītes samazināšanās
B₅	Zemesrieksti, brokoļi, rīsi, pupas 	Cāļa gaļa, aknas, gaļas subprodukti	Plāni un lūstoši nagi, plāni mati, matu izkrišana, nervozitāte, matu sirmošana

Vitamīns	Kur atrodams visvairāk		Vitamīna deficīta izraisītās sekas
	augu izcelsmes produkti	dzīvnieku izcelsmes produkti	
B₆	Valrieksti, banāni, zaļās salātlapas, kviešu asni	Laša gaļa, austeres, piens, olas, gaļa 	Uzbudinājums, slikta dūša, ādas sārtums, apetītes samazināšanās
B₉	Rieksti, pupas, zaļās salātlapas, banāni, apelsīni 	Olas, gaļas subprodukti	Anēmija
C	Apelsīni, paprika, smiltsērķšķi, upenes, kivi, spargēļi, zemenes 	-	Sausa āda, slikti dzīstošas rētas, izteikts nogurums, bezmiegs, imūnsistēmas pavājināšanās
D	-	Piens, mencu aknas, trekas zivis 	Bērniem – rahīts, pieaugušajiem – arteriālā spiediena paaugstināšanās
E	Olīveļļa, fenheļi, spināti 	-	Ādas novecošanās, vīriešiem – spermas kvalitātes pasliktināšanās (neauglība)
PP	Baltās sēnes	Truša gaļa, tītara gaļa 	Raupja āda, ādas zvīņošana un lobīšanās, smaganu asiņošana, bieži gremošanas sistēmas traucējumi
H (B₇)	Visi augu izcelsmes produkti	Liellopu aknas, olas dzeltenumi 	Dermatīts, miegainība, nagu un matu palēnināta augšana

Ieteicamie avoti

Cēdere, D.; Logins, J. *Organiskā ķīmija ar ievirzi bioķīmijā*. Rīga: Zvaigzne ABC, 1996.

Jākobsone, I. *Pārtikas produktu uzturvērtības noteikšana*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Pilnveidot praktiskās iemaņas kvantitatīvi un kvalitatīvi noteikt vitamīnu saturu dažādos paraugos.

Darba uzdevumi

C vitamīna satura noteikšana

1. Sagatavot testējamus paraugus.
2. Veikt paraugu ekstrakciju.
3. Noteikt titrimetriski C vitamīna saturu svaigos un termiski apstrādātos paraugos.
4. Aprēķināt paraugos C vitamīna saturu.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos rezultātus.

P vitamīna satura noteikšana

1. Sagatavot testējamus paraugus.
2. Veikt paraugu ekstrakciju.
3. Noteikt titrimetriski P vitamīna saturu dažādos tējas paraugos.
4. Aprēķināt paraugos P vitamīna saturu.
5. Aizpildīt laboratorijas darba protokolu.
6. Apkopot un izvērtēt iegūtos rezultātus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- veikt paraugu sagatavošanu testēšanai;
- veikt paraugu testēšanu, izmantojot titrēšanas metodi;
- aizpildīt laboratorijas darba protokolu;
- apkopot un izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus, salīdzinot ar kvalitātes rādītājiem;
- ievērot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- vitamīnu klasifikāciju, avotus un nepieciešamību normālai organisma funkcionēšanai;
- vitamīnu sagatavošanas metodes, sagatavošanas kārtību, izmantojamus traukus, palīgmateriālus un ierīces;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus;
- darba un vides aizsardzības prasības, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un izmantošanu paraugu noņemšanā, sagatavošanā un testēšanā.

Izprot:

- bioloģiski aktīvo vielu nepieciešamību medikamentu iegūšanas tehnoloģijā;
- vitamīnu paraugu pareizas sagatavošanas ietekmi uz analīžu rezultātu kvalitāti;
- paraugu testēšanas darba gaitas dokumentēšanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā un procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas rezultātu apkopošanas nozīmi kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas rezultātu izvērtēšanas nozīmi biotehnoloģiskā ražošanas procesa nodrošināšanā un pilnveidošanā;
- darba un vides aizsardzības prasību ievērošanu, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu izmantošanu paraugu testēšanā un kvalitātes nodrošināšanā.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

C vitamīna satura noteikšana

- testēšanas paraugi (svaigi augļi un dārzeņi; termiski apstrādāti augļi; dažādi apstrādāti dārzeņi);
- piesta ar piestalu;
- koniskās kolbas (100 un 250 mL);
- 6 % $C_2H_2O_4$ šķīdums;
- standartšķīdums (askorbīnskābe);
- filtrpapīrs;
- 1 % cietes šķīdums;
- 0,01 mol/L I_2 šķīdums;
- destilēts ūdens;
- Bunzena statīvs ar ķepu un gredzenu;
- birete (25 mL);
- piltuve;
- nazis un dēlītis;
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- stikla spieķītis.

P vitamīna satura noteikšana

- testēšanas paraugi (veselo lapu zaļā un melnā tēja; smalki sasmalcināta zaļā un melnā tēja; dažādi fermentēta zaļā tēja; zaļā tēja ar piedevām);
- tējkanna (destilētam ūdenim);
- indikators indigokarmīns;
- 0,01 mol/L $KMnO_4$ šķīdums;
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- birete (25 vai 50 mL);
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- stikla spieķītis;
- koniskās kolbas (100 un 250 mL).

Darba gaita

C vitamīna satura noteikšana

Parauga sagatavošana C vitamīna noteikšanai

1. Analizējamo paraugu sarīvē vai saberž piestā.
2. Nosver 25,0 g testējamā parauga 100 mL koniskajā kolbā.
3. Analizējamam paraugam pievieno 100 mL 6 % $C_2H_2O_4$ šķīduma.
4. Maisījumu kārtīgi samaisa un atstāj uz 10 minūtēm ekstrakcijas veikšanai.
5. Nostādināto maisījumu filtrē caur kroku filtru. Iegūst paraugu (filtrātu).

C vitamīna satura noteikšana paraugā (filtrātā)

1. 10 mL paraugu (sagatavoto filtrātu) pārnes 100 mL koniskajā kolbā.
2. Paraugam pievieno 2 mL 1 % cietes šķīduma un rūpīgi saskalo.
3. Titrē ar 0,01 mol/L I_2 šķīdumu līdz krāsas maiņai, kas neizzūd 30 sekunžu laikā.
4. Titrēšanu atkārto trīs reizes un pieraksta izlietotā titranta tilpumu.

C vitamīna satura noteikšana standartšķīdumā

1. 25 mL standartšķīduma pārnes 100 mL koniskā kolbā.
2. Pievieno 2 mL 1 % cietes šķīduma un rūpīgi saskalo.
3. Standartšķīdumu titrē analogiski C vitamīna satura noteikšanai paraugā.
4. Pieraksta izlietotā titranta tilpumu.
5. C vitamīna saturu nosaka, aprēķinot pēc laboratorijas darba protokolā norādītās formulas (1).

P vitamīna satura noteikšana

1. Nosver 1 g tējas lapu ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
2. 1 g tējas lapu pievieno 50 mL karsta destilēta ūdens un veic ekstrakciju 5 minūtes.
3. Ņem 10 mL tējas ekstrakta un pārnes 250 mL koniskā kolbā.
4. Tējas ekstraktam pievieno 10 mL destilēta ūdens un 6 pilienus indikatora indigokarmīna.
5. Paraugu titrē ar 0,02 mol/L $KMnO_4$ līdz noturīgai dzeltenai krāsai. Titrēšanu veic 3 reizes.
6. P vitamīna saturu procentos nosaka, aprēķinot pēc laboratorijas darba protokolā norādītās formulas (1).

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS TITRIMETRISKA C VITAMĪNA SATURA NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

C vitamīna satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Standartšķīduma titrēšanai patērētais titranta tilpums				Parauga titrēšanai patērētais titranta tilpums				C vitamīna saturs, mg/100 g
	V ₁	V ₂	V ₃	V _{vid.} ^{standarts}	V ₁	V ₂	V ₃	V _{vid.} ^{paraugs}	
Svaigs auglis vai dārzeņis									
Termiski apstrādāts auglis vai dārzeņis									

Askorbīnskābes saturu (mg/100 g produkta) aprēķina pēc formulas (1):

$$C_{\text{mg/100 g}} = \frac{V_{\text{vid.}}^{\text{paraugs}} \cdot 5000}{m \cdot V_{\text{vid.}}^{\text{standarts}}}, \quad (1)$$

kur

$V_{\text{vid.}}^{\text{paraugs}}$ – izlietotais titranta daudzums parauga titrēšanai, mL;

$V_{\text{vid.}}^{\text{standarts}}$ – izlietotais titranta daudzums C vitamīna standartšķīduma titrēšanai, mL;

m – parauga iesvars, g.

Aprēķini:

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu	5	
2.	Prasme sagatavot paraugus C vitamīna satura noteikšanai	10	
3.	Prasme veikt titrēšanu kvalitatīvi un kvantitatīvi	10	
4.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	6	
5.	Prasme aprēķināt C vitamīna saturu	4	
6.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
7.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
8.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
9.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
10.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		70	

Vērtējums ballēs	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Punktu skaits	1	9,5	11	20	21	31	32	41	42	47	48	52	53	58	59	63	64	67	68	70
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS TITRIMETRISKA P VITAMĪNA (RUTĪNA) SATURA NOTEIKŠANA

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

P vitamīna satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Standartšķīduma titrēšanai patērētais titranta tilpums				P vitamīna saturs, %
	V ₁	V ₂	V ₃	V _{vid.} ^{titrants}	

P vitamīna saturu (%) aprēķina pēc formulas (1):

$$W_{\%, \text{ rutīns}} = \frac{3,2 \cdot V_{\text{vid.}}^{\text{titrants}} \cdot V_{\text{kopā}}}{V_{\text{parauga tilpums}} \cdot m \cdot 1000} \cdot 100, \quad (1)$$

kur

3,2 – titrēšanas pārrēķina koeficients, 1 mL 0,02 mol/L KMnO₄ šķīduma oksidē 3,2 μg rutīna;

V_{titrants} – titrēšanai patērētais KMnO₄ šķīdums, mL;

V_{kopā} – kopējā šķīduma tilpums, kurā izšķīdināts iesvars, mL;

V_{parauga tilpums} – parauga tilpums, kas tiek testēts, mL;

m – parauga iesvara daudzums, g.

Aprēķini:

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu	5	
2.	Prasme sagatavot paraugus P vitamīna satura noteikšanai	10	
3.	Prasme veikt titrēšanu kvalitatīvi un kvantitatīvi	10	
4.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	6	
5.	Prasme aprēķināt P vitamīna saturu	4	
6.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
7.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
8.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	5	
9.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
10.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	10	
KOPĀ		70	

Vērtējums ballēs	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Punktu skaits	1	9,5	11	20	21	31	32	41	42	47	48	52	53	58	59	63	64	67	68	70
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠKONTROLEI

1. jautājums

Kādas funkcijas C vitamīns pilda cilvēka organismā un augļos/dārzeņos?

2. jautājums

Kas notiek ar C vitamīnu termiski apstrādātos augļos/dārzeņos un kāpēc? Atbilde pamato!

3. jautājums

Kā fermentācijas process ietekmē P vitamīna saturu dažādos tējas paraugos? Atbilde pamato!

4. jautājums

Vai tējas lapu izmērs, smalcināšanas pakāpe ietekmē P vitamīna saturu? Atbilde pamato!

5. jautājums

Kā var kompensēt P vitamīna trūkumu tējā? Secini pēc testēšanas rezultātiem!

BIOĶĪMISKO UN FIZIKĀLI ĶĪMISKO PROCESU ANALĪZE RŪGŠANAS PRODUKTU RAŽOŠANĀ

TEORĒTISKAIS PAMATOJUMS



DEFINĪCIJA

Rūgšana (raudzēšana, fermentācija) ir bioķīmisks process, kā rezultātā organiskās vielas (pamatā ogļhidrāti) mikroorganismu izdalīto enzīmu iedarbībā tiek sašķeltas līdz monosaharīdiem.

Pienskābā rūgšana – anaerobs metabolisks process, kurā, ogļhidrātiem oksidējoties, rodas pienskābe.

Spirta (alkoholiskā) rūgšana – anaerobs bioķīmisks process mikroorganismu ietekmē, kā rezultātā no cukuriem rodas etanols un ogļskābā gāze.

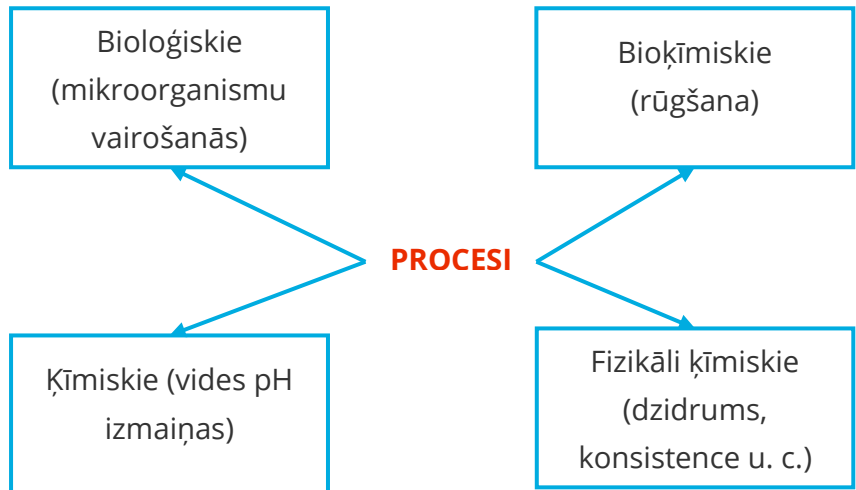
Etiķskābā rūgšana – aerobs process, kā rezultātā etanols mikroorganismu iedarbībā tiek oksidēts līdz etiķskābei.

Mūsdienās arvien vairāk pārtikas produktus un dzērienus iegūst rūgšanas (fermentācijas) ceļā.

Rūgšanu nodrošina vairāki atšķirīgi procesi:

- pienskābā;
- spirta vai;
- etiķskābā rūgšana.

Raudzē visdažādākos augu un dzīvnieku valsts produktus, to izmantojums ir ļoti daudzveidīgs. Rūgšanas laikā produktā notiek vairāki procesi (skatīt 2.44. attēlu).



2.44. attēls. Produktu raudzēšanas gaitā notiekošie procesi

Raudzēšana

- maina uzturproduktu īpašības – tiem piešķir citu garšu, aromātu, uzturvērtības kvalitāti, piemēram, palielina vitamīnu saturu (tos producē mikroorganismi);
- palīdz dažādot pārtikas produktus – iespējams iegūt daudzveidīgus, dažādām gaumēm atbilstošus pārtikas produktus ar atšķirīgu uzturvērtību, piemēram, piena pārstrādes produktu ražošanā;
- pagarina augu un dzīvnieku valsts produktu uzglabāšanas laiku (senāk bija zināma tikai sālīšana, žāvēšana, konservēšana);
- ir tikusi un tiek izmantota siera, skābēto kāpostu, jēldesu un vīna, alus ieguvē gan senāk, gan mūsdienās.

Vides pH vērtība un skābekļa klātbūtne nosaka to, kāda rūgšana (pienskābā vai spirta) norisināsies ogļhidrātus saturošos šķīdumos. Produktos, kuru pH vērtība ir neitrāla vai nedaudz skāba un kuros ir daudz ogļhidrātu (cietes), norisinās pienskābā rūgšana, savukārt skābos augļos, augļu sulās, kas satur daudz ūdenī šķīstošo ogļhidrātu, notiek spirta rūgšana. Papildus galvenajiem rūgšanas produktiem veidojas arī liels skaits citu vielu, kas nosaka produkta garšu un aromātu, kā arī vitamīni.

**BŪTISKI****Skābpiena produkcijas****iegūšanā svarīgākais**

bioķīmiskais process ir laktozes pārraudzēšana – pienskābā rūgšana.

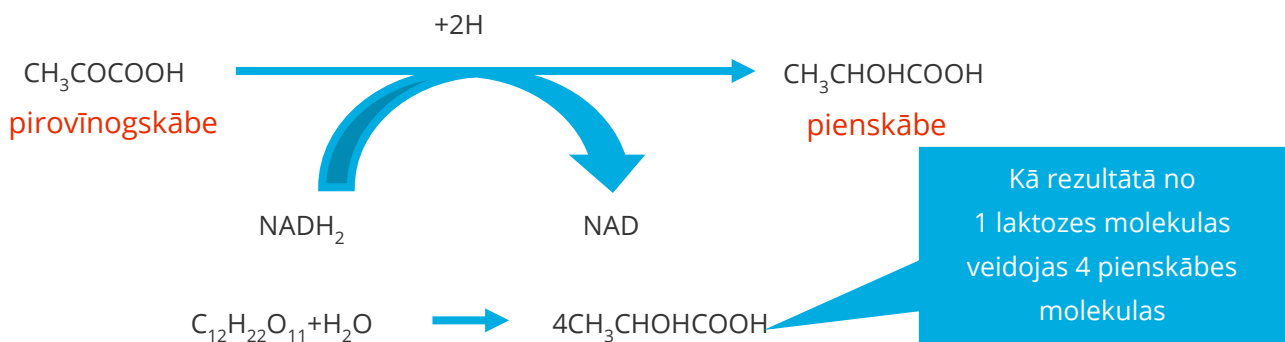
Pienskābās rūgšanas procesa laikā veidojas **produkta konsistence, garša un aromāts**. Skābpiena produkcijas ražošanas laikā notiek arī fizikāli ķīmiskie procesi (kazeīna koagulācija un gelveidīgās masas iegūšana).

Skābpiena produkti ir vērtīgs uzturprodukts, jo tie ir diētiski, uzlabo vielmaiņu, stimulē kuņģa sulas izdalīšanos un veicina apetīti.

Mikroorganismi, kas piedalās skābpiena produkcijas iegūšanā, nomāc patogēnos mikroorganismus, novērš pūšanas procesus un uzlabo zarnu mikrofloru.

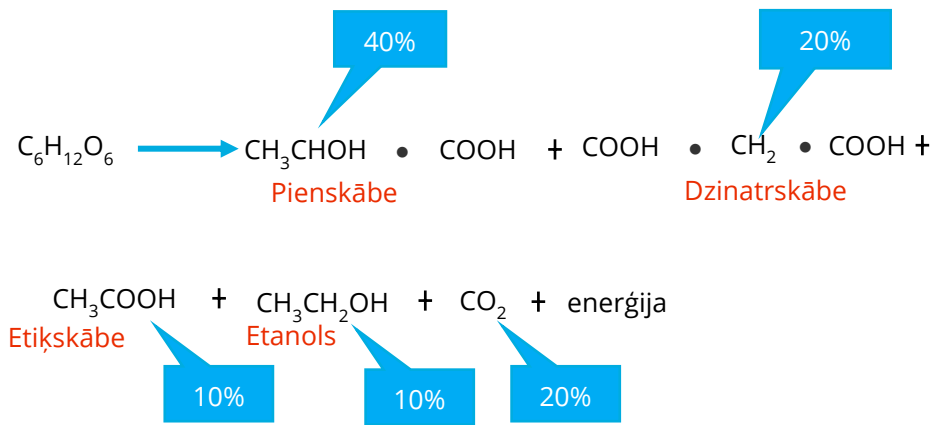
Skābpiena produktus pēc laktozes pārraudzēšanas raksturīpašībām iedala divas grupās.

1. grupa – produkti, kas iegūti **pienskābās** rūgšanas ceļā (rūgušpiens, acidofilīns, jogurts, biezpiens, krējums) (skatīt 2.45. attēlu).



2.45. attēls. **Summārais laktozes pārraudzēšanas vienādojums**

2. grupa – produkti, kas iegūti **jauktās** rūgšanas ceļā – pienskābajā un spirta rūgšanā (kefīrs, kumiss, acidofili raudzēts piens) (skatīt 2.46. attēlu).

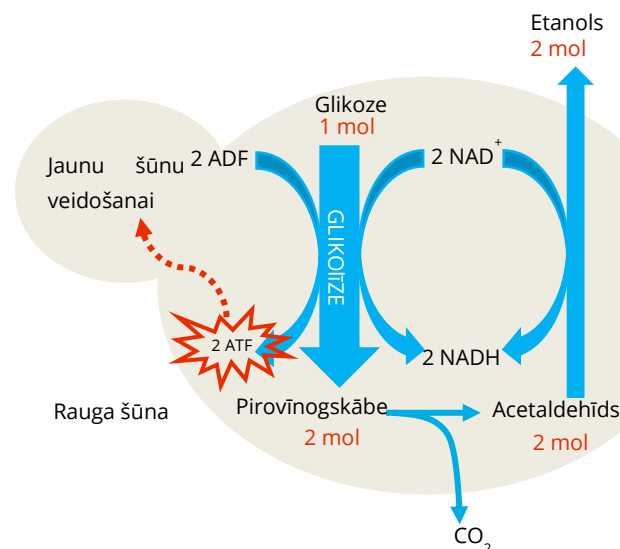


2.46. attēls. Jauktā (heterofermentatīvā) rūgšana

Raudzēšanas laikā var veidoties arī gaistošās skābes, spirti un ogļskābā gāze. Atkarībā no raudzēšanā iegūtā galaprodukta pienskābes baktērijas iedala:

- **homofermentatīvās** – veido tikai pienskābi (*Lactococcus lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*);
- **heterofermentatīvās** – bez pienskābes veidojas arī citi galaprodukti, piemēram, spirti, citas organiskās skābes (*Leuconostoc cremoris*, *L. dextranicum* u. c.).

Vīna, alus un etanola iegūšanā svarīgākais bioķīmiskais process ir ogļhidrātu pārraudzēšana – spirta rūgšana (skatīt 2.47. attēlu).

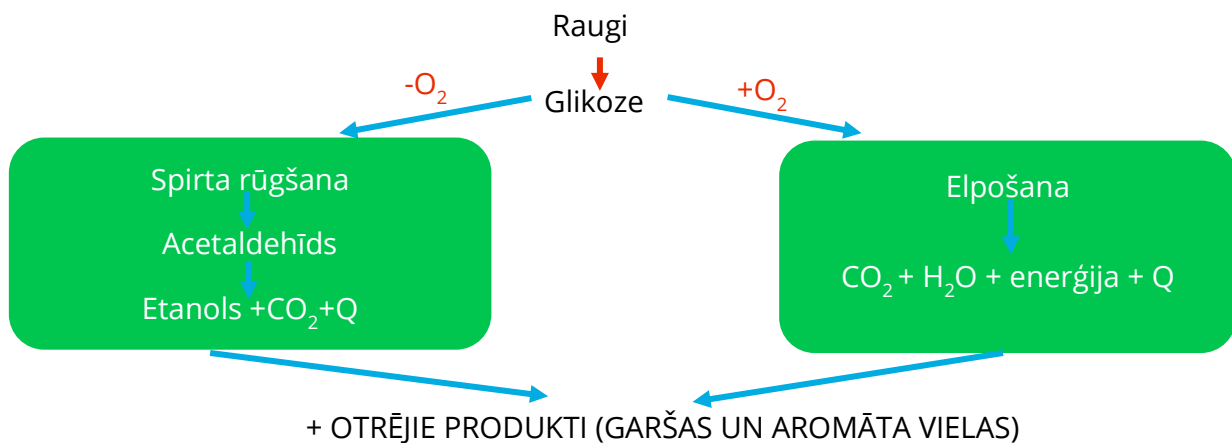


2.47. attēls. Schematisks spirta rūgšanas vienādojums rauga šūnā

Alus iegūšanā viena no galvenajām parādībām, ko novēro spirta rūgšanas rezultātā, ir misā esošās sausnas samazināšanās. Tajā pašā laikā misā pieaug skābes un etanola daudzums, kā arī veidojas augstvērtīgie spirti, aldehīdi, ēteri u. c. vielas, kas ievērojami izmaina misas garšu. Vislielāko ietekmi uz misas rūgšanas gaitu atstāj temperatūra, pievienotā rauga veids, tā daudzums un kvalitāte.

Misai pirms raudzēšanas jābūt pietiekoši piesātinātai ar gaisa skābekli, lai pievienotais raugs sāktu strauji vairoties.

Augļu-ogu vīna pagatavošanas tehnoloģijā, tāpat kā vīnogu vīna pagatavošanā, notiek sarežģītas bioķīmiskas reakcijas, kas saistītas ar rauga u. c. mikroorganismu darbību. Vīna raugs maisījumā patērē cukurus, kas sastopami augļos un ogās, pēc vīna rauga pievienošanas sula sāk rūgt (pēc 8–12 stundām) un rūgšana turpinās 10–100 diennaktis. Rūgšanas ilgums atkarīgs no cukura daudzuma sulā, no tā, cik stipru vīnu vēlas iegūt, kā arī no rūgstošās sulas temperatūras u. c. faktoriem. Rūgšanas sākumā, kad raugs strauji attīstās un vairojas, tam nepieciešams gaisa skābeklis, bet, kad sula sāk intensīvi rūgt, tas vairs tikpat kā nav vajadzīgs (skatīt 2.48. attēlu).



2.48. attēls. Rauga anaerobā un aerobā rūgšana



BŪTISKI

Maizes ražošanā svarīga ir mīklas raudzēšana jeb nobriešana, šajā laikā notiek bioķīmiski, mikrobioloģiski un fizikāli procesi.

Maizes ražošanā raudzēšanas mērķis ir iegūt mīklu ar tādām reoloģiskajām īpašībām, kas ir optimālas mīklas dalīšanai, apstrādei un cepšanai.

Šajā laikā turpinās mīklas sastāvdaļu uzbriešana, veidojas rūgšanas procesa galaprodukti un vielas, kas nosaka maizes garšu un aromātu.

Svarīgākie mīklas bioloģiskie irdinātāji ir raugs (kviešu maizei) un ieraugs (rudzu maizei). Rūgšanas procesā palielinās mīklas apjoms, veidojas maizes poras un mīkla kļūst skābāka. Rūgšanas procesā rodas arī sīveļļas, dzintarskābe, etiķskābes anhidrīds, glicerīns u. c.

Pirmajās cepšanas minūtēs notiek intensīvs rūgšanas process (līdz 70 °C temperatūrai) un mīkla palielinās apjomā, tādēļ, cepot kviešu maizi krāsnī, nepieciešams nodrošināt tvaiku, lai mīklas virspuse būtu mitra, elastīga un izstrādājumi neplaisātu.

Ieteicamie avoti

Ciproviča, I.; Ozola, L. *Piena pārstrādes tehnoloģija*. Jelgava: LLU PTF, 2002.

Karabeška, L.; Lempa, I.; Nazarova, A.; Skrebinska, T. *Piena produktu tehnoloģija. II daļa*. Ozolnieki: LLKC, 1999.

Kokars, V. *Alus un augļu-ogu vīna pagatavošana mājas apstākļos*. Rīga: Akopeks, 2007.

Kunkulberga, D.; Kļava, D.; Mūrniece, Ī.; Straumīte, E. *Maize un tās uzturvērtība*. Jelgava: LLU, 2008.

LABORATORIJAS DARBA APRAKSTS

Darba mērķis

Pilnveidot prasmes analizēt rūgšanas procesa parametrus produktu raudzēšanas laikā un rūgšanas galaproduktos.

Darba uzdevumi

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā

1. Noteikt rauga skābumu un izvērtēt tā kvalitāti.
2. Noteikt rauga rūgšanas spēju.
3. Noteikt miltu skābumu.
4. Izvērtēt rauga rūgšanas spējas un miltu skābuma ietekmi uz raudzēšanas procesu.
5. Noteikt miltu mitruma saturu un izvērtēt tā ietekmi uz mīklas kvalitāti un rezultātu.
6. Veikt maizes cepšanu ar pēcraudzēšanu un bez pēcraudzēšanas, izvērtēt galaprodukta iznākumu un kvalitāti.

Fermentatīvo procesu norise un to analīze augļu sulu rūgšanas laikā

1. Sagatavot fermentācijas procesa izejvielas.
2. Noteikt fermentācijas misā cukura daudzumu un blīvumu.
3. Veikt augļu sulu raudzēšanu dažādos vides apstākļos.
4. Kontrolēt raudzēšanas procesā patērētā cukura daudzumu.
5. Teorētiski un praktiski noteikt galaprodukta iznākumu.
6. Grafiski attēlot raudzēšanas procesa norisi.
7. Izvērtēt raudzēšanas procesa datus.

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi

1. Sagatavot raudzēšanas procesa izejvielas.
2. Noteikt paraugu skābumu Ternera grādos.
3. Veikt un kontrolēt parauga raudzēšanas procesu dažādu faktoru ietekmē.
4. Aprēķināt pienskābes koncentrāciju un pārraudzētās laktozes daudzumu rūgšanas procesa laikā.
5. Grafiski attēlot iegūtos testēšanas rezultātus.
6. Izvērtēt ierauga sastāva un daudzuma ietekmi uz raudzēšanas procesu.
7. Izvērtēt raudzēšanas procesa temperatūras ietekmi uz gala produkta kvalitāti.

Rūgšanas procesa galaproduktu analīze alkoholisko dzērienu produkcijā

1. Veikt paraugu sagatavošanu testēšanai.
2. Sagatavot destilācijas iekārtu alkohola satura noteikšanai.
3. Veikt un kontrolēt destilācijas procesa norisi.
4. Noteikt destilāta relatīvo blīvumu pēc piknometriskās metodes.
5. Aprēķināt ekstraktvielu saturu pirmmisā.
6. Noteikt kvasa skābumu un izvērtēt tā kvalitāti.
7. Izvērtēt alkoholisko dzērienu raudzēšanas procesu norises ietekmi uz alkoholisko dzērienu kvalitāti.

Rūgšanas veidi un to analīze

1. Iepazīties ar rūgšanas reakcijām.
2. Veikt spirta raudzēšanu un izvērtēt rūgšanas norisi.
3. Pierādīt spirta rūgšanas procesā radušos galaproduktus.
4. Veikt pienskābo raudzēšanu un izvērtēt rūgšanas norisi.
5. Pierādīt pienskābes rūgšanas procesā radušos galaproduktus.
6. Sastādīt rūgšanas procesa un pierādīšanas reakcijas.
7. Izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- strādāt ar ķīmiskām vielām;
- sagatavot reaģentus testēšanai;
- noņemt paraugus produkta un fermentācijas procesa kvalitātes kontrolei;
- veikt izejvielu un tehnoloģisko iekārtu sagatavošanu raudzēšanas procesam un raudzēšanas produkta testēšanai;
- veikt raudzēšanas/fermentācijas procesu un analizēt iegūtos datus;
- identificēt nekvalitatīvu galaproduktu un izejvielas;
- aizpildīt laboratorijas darba protokolu;
- apkopot un izvērtēt galaprodukta kvalitātes kontroles rezultātus;
- ievērot darba un vides aizsardzības prasības.

Zina:

- ķīmisko vielu klasifikāciju, vielu īpašības, to iedarbību, ķīmisko elementu nosaukumus;
- mikroorganismu kultūru iedalījumu, to īpašības;
- reaģentu īpašības, sagatavošanas tehnoloģiju un darbību secību atbilstoši tehnoloģiskajai dokumentācijai;
- raudzēšanas procesa pamatposmus, izmantojamās iekārtas, to darbības principus;
- aseptikas noteikumus paraugu noņemšanā un to kārtību;

- darba drošības noteikumus, darba un vides aizsardzības pasākumus darbā ar ķīmiskajām vielām, mikroorganismu kultūrām un reaģentiem, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un to izmantojumu;
- aseptisko darba paņēmienu metodes, veidus un to izmantojumu fermentācijas procesā un darba telpā;
- kvalitātes kontrolei noņemamo paraugu marķēšanas noteikumus, marķējuma veidus un vietu, kā arī marķējumā iekļaujamo informāciju;
- fermentācijas procesa produkta kvalitātes kontroles un noteikšanas metodes;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus.

Izprot:

- ķīmisko vielu, mikroorganismu un reaģentu nepieciešamību un izmantojumu biotehnoloģiskajā ražošanas procesā, darba drošību darbā ar ķīmiskām vielām, darba un vides aizsardzības nozīmi ķīmisko vielu izmantošanas laikā;
- aseptisko darba paņēmienu nozīmi barotņu, sējmateriālu, izejmateriālu un reaģentu ievadīšanas laikā fermentācijas procesā; aseptisko darba paņēmienu nozīmi ražošanas telpā;
- aseptikas lomu analizējamā parauga noņemšanā produkta un biotehnoloģiskā ražošanas procesa kvalitātes kontroles nodrošināšanā;
- kvalitātes kontrolei noņemto paraugu marķēšanas nepieciešamību un marķējumā sniedzamās informācijas atbilstību;
- fermentācijas procesa kvalitātes kontroles nepieciešamību galaprodukta kvalitātes nodrošināšanā;
- fizikāli ķīmisko un ķīmisko raksturlielumu aprēķināšanas paņēmienus, veidus un formulas;
- laboratorijas darba protokola formas aizpildīšanas kārtību un noteikumus;
- darba un vides aizsardzības prasības, individuālo un kolektīvo aizsardzības līdzekļu veidus un izmantošanu paraugu noņemšanā, sagatavošanā un testēšanā;
- paraugu testēšanas darba gaitas dokumentēšanas nepieciešamību kvalitātes nodrošināšanā un procesa izsekojamībā;
- paraugu testēšanas rezultātu apkopošanas nozīmi kvalitātes nodrošināšanā;
- paraugu testēšanas rezultātu izvērtēšanas nozīmi biotehnoloģiskā ražošanas procesa nodrošināšanā un pilnveidošanā.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – rauga skābuma noteikšana

- piesta ar piestalu;
- birete (25 mL);
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- mērcilindrs (50 mL);
- tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,01$ g;
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- piltuve;
- strūklene;
- destilēts ūdens;
- fenolftaleīna šķīdums;
- 0,1 mol/L NaOH šķīdums;
- raugs.

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – rauga rūgšanas spējas noteikšana

- tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,01$ g;
- iztvaicēšanas bļodiņa;
- vārglāze (250 mL);
- termostats;
- hronometrs;
- mērcilindrs (250 mL);
- raugs;
- milti (kviešu, rudzu u. c.);
- 2,5 % NaCl šķīdums;
- ūdens termostats;
- destilēts ūdens.

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – miltu skābuma noteikšana

- birete (25 mL);
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- mērcilindrs (50 mL);
- tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,01$ g;
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- piltuve;
- koniskā kolba (100 mL);
- strūklene;
- destilēts ūdens;
- 3 % fenolftaleīna šķīdums;
- 0,1 mol/L NaOH šķīdums;
- milti (kviešu, rudzu u. c.).

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – miltu mitruma satura noteikšana

- sverglāzītes;
- analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- žāvēšanas skapis;
- tīģelknaibles;
- eksikators;
- karstumizturīgi cimdi;
- milti (kviešu, rudzu u. c.);
- permanentais marķieris.

Fermentatīvo procesu norise un to analīze augļu sulu rūgšanas laikā

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 koniskās kolbas (100 mL); ▪ tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,01$ g; ▪ analītiskie svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g; ▪ refraktometrs; ▪ mērcilindrs (50 mL); ▪ Pastēra pipetes; ▪ strūklene; ▪ salvetes prizmas slaucīšanai; ▪ vates aizbāžņi; ▪ termostats; ▪ hidroslēģis; ▪ filtrpapīrs; ▪ piltuve; ▪ Bunzena statīvs ar gredzenu; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ destilācijas apaļkolba; ▪ plītiņa; ▪ smilšu vanna; ▪ Virca uzmava; ▪ Lībiga dzesinātājs; ▪ alonžs; ▪ uztvērējkolba; ▪ rotācijas ietvaicētājs; ▪ ūdens ievadcaurules un izvadcaurules; ▪ piknometrs ar aizbāzni; ▪ augļu sulu paraugi; ▪ cukurs; ▪ dators ar <i>Microsoft Office</i> programmām. |
|--|---|

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi – ierauga sastāva ietekme

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ birete (25 mL); ▪ Bunzena statīvs ar ķepu; ▪ mērcilindrs (50 mL); ▪ magnētiskais maisītājs ar ampulu; ▪ piltuve; ▪ koniskās kolbas (100 mL); ▪ strūklene; ▪ vārglāze (100 mL); ▪ mērcilindrs (25 mL); ▪ Mora pipete (10 mL); | <ul style="list-style-type: none"> ▪ termostats; ▪ destilēts ūdens; ▪ 1 % fenoltaleīna šķīdums; ▪ 0,1 mol/L NaOH šķīdums; ▪ piena paraugs; ▪ jogurta ieraugi; ▪ pergamentpapīrs; ▪ gumija; ▪ dators ar <i>Microsoft Office</i> programmām. |
|---|---|

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi – ierauga daudzuma ietekme

- birete (25 mL);
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- mērcilindrs (50 mL);
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- piltuve;
- koniskās kolbas (100 mL);
- strūklene;
- 4 vārglāzes (100 mL);
- mērcilindrs (25 mL)
- Mora pipete (10 mL);
- termostats;
- ūdens termostats;
- destilēts ūdens;
- 1 % fenolftaleīna šķīdums;
- 0,1 mol/L NaOH šķīdums;
- piena paraugs;
- jogurta ieraugi;
- pergamentpapīrs;
- gumija;
- dators ar *Microsoft Office* programmām.

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi – raudzēšanas temperatūras ietekme

- birete (25 mL);
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- mērcilindrs (50 mL);
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- piltuve;
- koniskās kolbas (100 mL);
- strūklene;
- 4 vārglāzes (100 mL);
- mērcilindrs (25 mL);
- Mora pipete (10 mL);
- 3 termostati;
- ūdens termostats;
- ledusskapis;
- destilēts ūdens;
- 1 % fenolftaleīna šķīdums;
- 0,1 mol/L NaOH šķīdums;
- piena paraugs;
- jogurta ieraugi;
- pergamentpapīrs;
- gumija;
- dators ar *Microsoft Office* programmām.

Rūgšanas procesa galaproduktu analīze alkoholisko dzērienu produkcijā – etanola un ekstraktvielu satura noteikšana alū/kvasā raudzēšanas procesa laikā

- tehniskie sviri ar precizitāti $\pm 0,01$ g;
- Bunzena statīvs ar gredzenu un ķepām;
- destilācijas apaļkolba (250 mL vai 500 mL);
- plītiņa;
- smilšu vanna;
- Virca uzmava;
- Lībīga dzesinātājs;
- alonžs;
- uztvērējkolba;
- rotācijas ietvaicētājs;
- ūdens ievadcaurules un izvadcaurules;
- piknometrs ar aizbāzni;
- alus un kvasa paraugi;
- analītiskie sviri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.

Rūgšanas procesa galaproduktu analīze alkoholisko dzērienu produkcijā – skābuma noteikšana kvasā

- birete (25 mL);
- Bunzena statīvs ar ķepu;
- mērcilindrs (500 mL);
- magnētiskais maisītājs ar ampulu;
- piltuve;
- koniskās kolbas (500 mL);
- strūklene;
- Mora pipete vai mērpipete (5 mL);
- plītiņa;
- aizbāžņi;
- destilēts ūdens;
- 0,1 % fenolftaleīna šķīdums;
- 0,1 mol/L NaOH šķīdums;
- kvasa paraugi.

Rūgšanas veidi un to analīze – spirta rūgšana

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ koniskās kolbas (100 mL); ▪ Mora pipete (20 mL); ▪ termostats; ▪ vates aizbāžņi; ▪ mēģenes; ▪ ūdens vanna; ▪ plītiņa; ▪ spirta lampiņa; ▪ velkmes skapis; ▪ fruktoze; | <ul style="list-style-type: none"> ▪ saharoze; ▪ glikoze; ▪ laktoze; ▪ tehniskie svāri ar precizitāti $\pm 0,01$ g; ▪ presētais raugs; ▪ 10 % NaOH šķīdums; ▪ kristāliskais I₂; ▪ K₂Cr₂O₇; ▪ koncentrēta skābe. |
|--|---|

Rūgšanas veidi un to analīze – pienskābā rūgšana

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ birete (25 mL); ▪ Bunzena statīvs ar ķepu; ▪ mērcilindrs (50 mL); ▪ magnētiskais maisītājs ar ampulu; ▪ piltuve; ▪ koniskās kolbas (100 mL); ▪ strūklene; ▪ Mora pipete vai mērpipete (5 mL); ▪ koniskā kolba (25 mL); | <ul style="list-style-type: none"> ▪ plītiņa; ▪ vates aizbāžņi; ▪ filtrpapīrs; ▪ termostats; ▪ destilēts ūdens; ▪ 0,1 % fenolftaleīna šķīdums; ▪ 0,1 mol/L NaOH šķīdums; ▪ 5 % KMnO₄ šķīdums; ▪ 10 % [Ag(NH₃)₂]OH šķīdums; ▪ koncentrēta H₂SO₄; ▪ velkmes skapis. |
|--|---|

Darba gaita**Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – rauga skābuma noteikšana**

1. Piemēram iesver 10 g rauga (precizitāte $\pm 0,01$ g) un pievieno 50 mL destilēta ūdens.
2. Visu kārtīgi samaisa, pievieno 3–5 pilienus fenolftaleīna šķīduma un titrē ar 0,1 mol/L NaOH šķīdumu līdz rozā krāsojumam.
3. Pieraksta titranta tilpumu un aprēķina skābumu:

$$X = V \cdot 6 \cdot 100 \frac{K}{10} [^{\circ}\text{T}],$$

kur

 V – titranta tilpums, mL; 6 – etiķskābes daudzums uz 1 mL 0,1 mol/L NaOH šķīduma, mg; K – koeficients (1/10); m – iesvara masa, g.**Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – rauga rūgšanas spējas noteikšana**

1. Nosver 0,31 g rauga (precizitāte $\pm 0,01$ g) un pārnes iztvaicēšanas bļodiņā, pievieno 4,8 mL silta (35°C) 2,5 % NaCl šķīduma un visu kārtīgi samaisa.
2. Iegūtajai masai pievieno 7 g miltu, veido mīklas bumbiņu.
3. Iegūto bumbiņu ievieto vārglāzē (200–250 mL), kurā jau ir destilēts ūdens (35°C), paraugu ievieto termostatā 35°C temperatūrā.
4. Rūgšanas spēju nosaka, ņemot laiku no mīklas bumbiņas ievietošanas (iegremdēšanas) laika līdz uzpeldēšanas brīdim (minūtēs).
5. Ņemto laiku sareizina ar koeficientu 3,5 un pieraksta visus rezultātus.

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – miltu skābuma noteikšana

1. Sausā koniskajā kolbā iesver 5 g analizējamā miltu parauga (precizitāte $\pm 0,01$ g).
2. Iesvērtajam paraugam pielej 50 mL destilēta ūdens, kolbas saturu maisa, līdz izšķīst miltu kunkuļi.
3. Pievieno 3 pilienus 3 % fenolftaleīna šķīduma (rudzu miltiem – 5 pilienus), titrē ar 0,1 mol/L NaOH šķīdumu līdz rozā krāsojumam.
4. Pieraksta titranta tilpumu un aprēķina skābumu:

$$X = \frac{VK \cdot 100}{10m} [^{\circ}\text{T}],$$

kur

 V – titranta tilpums, mL; K – koeficients (1/10), $K = 1$; m – iesvara masa, g.

Fermentatīvie procesi miltu un maizes ražošanas tehnoloģijā – miltu mitruma satura noteikšana

1. Nosver divas sverglāzītes, pieraksta rezultātus tabulā.
2. Nosvērtajās sverglāzītēs iesver 4 g miltu ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.
3. Sagatavotos paraugus ievieto žāvēšanas skapī 140–145 °C temperatūrā, žāvēšanas laiks 40 minūtes.
4. Pēc žāvēšanas procesa izņem sverglāzītes ar paraugu un ievieto eksikatorā uz 20–30 minūtēm, pēc atdzesēšanas paraugus nosver un pieraksta rezultātus tabulā.
5. Aprēķina mitruma saturu:

$$W = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100 [\%],$$

kur

m – produkta masa pirms žāvēšanas, g;

m_1 – produkta masa pēc žāvēšanas, g.

Fermentatīvo procesu norise un to analīze augļu sulu rūgšanas laikā

1. Divās 100 mL koniskās kolbās ielej pa 50 mL augļu sulas.
2. Katrā kolbā ieber 5 g cukura un maisa, līdz tas izšķīst.
3. Analizējamai sulai izmēra cukura daudzumu Briksa grādos un blīvumu.
4. Nosver pa 0,7 g vīna/sidra rauga un pievieno pagatavotajām sulām.
5. Koniskās kolbas noslēdz ar vates aizbāzni.
6. Vienu piepildīto kolbu ievieto termostatā 25 °C temperatūrā, bet otru novieto tumšā vietā istabas temperatūrā.
7. Pēc 8 stundām abas kolbas ar raudzēto sulu noslēdz ar hidroslēgu.
8. Rūgšanas laikā reizi diennaktī nosaka cukura daudzumu Briksa grādos abās kolbās.
9. Pēc testēšanas rezultātiem izveido grafiku *Microsoft Excel* programmā.
10. Kad rūgšana ir beigusies, atdala rauga biomasu, nosaka rūgšanas produkta aromātu un vizuālo izskatu.
11. Paraugus sagatavo destilācijas procesam un nosaka praktisko etanola iznākumu.
12. Atdestilētā etanola saturu nosaka pēc piknometriskās metodes.
13. Aprēķina teorētisko etanola iznākumu pēc rūgšanas reakcijas vienādojuma.

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi – ierauga sastāva ietekme

1. Vārglāzē ielej 50 mL pasterizēta piena un uzsilda to līdz 40–45 °C temperatūrai, sterilos apstākļos pievieno 4–6 g jogurta ierauga.
2. Ieraudzētajam saturam nosaka produkta sākotnējo skābumu (0 min.): 100 mL koniskā kolbā ar Mora pipeti no vārglāzes paņem 10 mL parauga, pielej klāt 20 mL destilēta ūdens un 3 pilienus

1 % fenolftaleīna šķīduma. Maisījumu rūpīgi sajauc un titrē ar 0,1 mol/L NaOH, nepārtraukti maisot, līdz vāji rozā krāsai.

3. Pēc skābuma noteikšanas paraugu nosedz ar pergamentu un ievieto termostatā 40–45 °C temperatūrā.
4. Raudzēšanas laikā paraugā ik pēc 30 minūtēm kontrolē skābuma pieaugumu: no vārglāzes satura paņem 10 mL parauga un nosaka skābumu atbilstoši iepriekš veiktās titrēšanas gaitai.
5. Aprēķina piena skābumu, °T:

$$X = V_{\text{titrants}} \cdot 10,$$

kur

X – parauga skābums, °T;

V_{titrants} – parauga titrēšanai patērētā 0,1 mol/L NaOH šķīduma daudzums, mL;

10 – pārrēķina koeficients.

6. Aprēķina pienskābes koncentrāciju, mol/L:

$$c_{\text{pienskābe}} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}}}{V_{\text{paraugs}}},$$

kur

$c_{\text{pienskābe}}$ – pienskābes koncentrācija, mol/L;

V_{NaOH} – titrēšanā patērētā NaOH šķīduma tilpums, L;

V_{paraugs} – titrēšanai patērētais parauga tilpums, L;

C_{NaOH} – NaOH koncentrācija, mol/L.

7. Aprēķina pārraudzētās laktozes daudzumu, g:

$$m_{\text{pienskābe}} = X_{\text{pieaugums}} \cdot m_{\text{pienskābe}}^{\text{teorija}},$$

kur

$m_{\text{pienskābe}}$ – praktiski iegūtās pienskābes daudzums atbilstoši skābuma pieaugumam, g;

$X_{\text{pieaugums}}$ – parauga skābuma palielinājums, sākot no piena ieraudzēšanas līdz raudzēšanas beigām, °T;

$m_{\text{pienskābe}}^{\text{teorija}}$ – 0,1 mol/L pienskābes šķīdumā esošais pienskābes daudzums, g, $m_{\text{pienskābe}}^{\text{teorija}} = 0,009$ g.

$$m_{\text{laktoze}} = \frac{M_{\text{laktoze}} \cdot m_{\text{pienskābe}}}{4 \cdot M_{\text{pienskābe}}},$$

kur

m_{laktoze} – pārraudzētās laktozes daudzums, g;

M_{laktoze} – laktozes molmasa, g/mol;

$m_{\text{pienskābe}}$ – praktiski iegūtās pienskābes daudzums, atbilstoši skābuma pieaugumam, g;

4 – pienskābes molu skaits pēc raudzēšanas shēmas, no 1 mol laktozes veidojas 4 mol pienskābes;

$M_{\text{pienskābe}}$ – pienskābes molmasa, g/mol.

8. Apkopo visus iegūtos rezultātus laboratorijas darba protokola tabulā un izveido grafiku *Microsoft Excel* programmā.

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi – ierauga daudzuma ietekme

1. 4 vārglāzēs ielej pa 50 mL pasterizēta piena un ūdens termostatā uzsilda līdz 40–45 °C temperatūrai, pievieno ieraugu katrā vārglāzē šādos daudzumos:
 - 1 vārglāzē pienam pievieno 0,1 % (0,1 mL);
 - 1 vārglāzē pienam pievieno 3 % (3 mL);
 - 1 vārglāzē pienam pievieno 7 % (7 mL);
 - 1 vārglāzē pienam pievieno 10 % (10 mL).
2. Katram vārglāzes saturam nosaka produkta sākotnējo skābumu (0 min.).
3. Visas vārglāzes nosedz ar pergamentu un ievieto termostatā raudzēšanai 40–45 °C temperatūrā.
4. Raudzēšanas laikā paraugos ik pēc 30 minūtēm kontrolē skābuma pieaugumu: no katras vārglāzes paņem 10 mL parauga un nosaka skābumu atbilstoši iepriekš veiktās titrēšanas gaitai.
5. Aprēķina piena skābumu, °T.
6. Aprēķina pienskābes koncentrāciju, mol/L.
7. Aprēķina pārraudzētās laktozes daudzumu, g.
8. Apkopo visus iegūtos rezultātus laboratorijas darba protokola tabulā un izveido grafiku *Microsoft Excel* programmā.

Dažādu faktoru ietekme uz skābpiena produkcijas fermentatīvā procesa norisi – raudzēšanas temperatūras ietekme

1. 4 vārglāzēs ielej pa 50 mL pasterizēta piena, uzsilda vai atdzesē līdz zemāk norādītām temperatūrām:
 - 1 vārglāzē pienu uzsilda līdz 28–30 °C;
 - 1 vārglāzē pienu uzsilda līdz 36–38 °C;
 - 1 vārglāzē pienu uzsilda līdz 43–45 °C;
 - 1 vārglāzē pienu atdzesē līdz 10 °C.
2. Visās vārglāzēs pievieno 5 mL 5 % jogurta ierauga (šķidrā).
3. Katras vārglāzes saturam nosaka produkta sākotnējo skābumu (0 min.), visas vārglāzes nosedz ar pergamentu un ievieto termostatā raudzēšanai noteiktā temperatūrā.
4. Raudzēšanas laikā paraugos ik pēc 30 minūtēm kontrolē skābuma pieaugumu: no katras vārglāzes paņem 10 mL parauga un nosaka skābumu atbilstoši iepriekš veiktās titrēšanas gaitai.
5. Aprēķina piena skābumu, °T.
6. Aprēķina pienskābes koncentrāciju, mol/L.
7. Aprēķina pārraudzētās laktozes daudzumu, g.
8. Apkopo visus iegūtos rezultātus laboratorijas darba protokola tabulā un izveido grafiku *Microsoft Excel* programmā.

Rūgšanas procesa galaproduktu analīze alkoholisko dzērienu produkcijā – etanola un ekstraktvielu satura noteikšana alū/kvasā raudzēšanas procesa laikā

1. Uz tehniskajiem svāriem tīrā, sausā 400–500 mL apaļkolbā iesver 200,0 g alus/kvasa.
2. Apaļkolbu pievieno destilācijas iekārtai.
3. Destilātu uztver iepriekš nosvērtā uztvērējkolbā, kurā ieliets 10–15 mL destilēta ūdens.
4. Kad destilāta uztvērējkolbā ir uzkrājušās 3/4 no destilējamā šķidrums tilpuma, iegūto destilātu nosver un papildina ar destilētu ūdeni līdz 200,0 g.
5. Destilātu sajauc, nosaka relatīvo blīvumu pēc piknometriskās metodes.
6. Pēc iegūtā blīvuma rādītājiem 5. un 6. pielikuma tabulā atrod etanola saturu un īsto ekstraktvielu daudzumu.
7. Aprēķina ekstraktvielu saturu alus/kvasa pirmmisā:

$$P = \frac{(W \cdot 2,0665 + e) \cdot 100}{100 + (W \cdot 1,0665)},$$

kur

 P – sausnas saturs pirmmisā, %; W – etanola masas daļa paraugā, %; e – īsto ekstraktvielu masas daļa, %.

8. Aprēķina etanola tilpumdaļu, %:

$$V_{\text{etanols}} = \frac{W \cdot d_{20}^{\frac{20}{20}}}{0,79067},$$

kur

 V_{etanols} – etanola tilpumdaļa, %; W – etanola masas daļa paraugā, %; $d_{20}^{\frac{20}{20}}$ – ūdens un etanola relatīvais blīvums 20 °C temperatūrā;

0,79067 – bezūdens etanola relatīvais blīvums 20 °C temperatūrā.

Rūgšanas procesa galaproduktu analīze alkoholisko dzērienu produkcijā – skābuma noteikšana kvasā

1. Trijās koniskajās kolbās ielej 200 mL uzvārīta destilēta ūdens.
2. Katrā kolbā pievieno 5 mL analizējamā kvasa parauga.
3. Kolbas saturu noslēdz ar aizbāzni un vāra uz plītiņas 5 minūtes.
4. Pēc vārīšanas kolbas strauji atdzesē.
5. Pievieno 4–5 pilienus 0,1 % fenolftaleīna šķīduma, titrē ar 0,1 mol/L NaOH šķīdumu.
6. Aprēķina skābumu:

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 10}{A},$$

kur

 V – kvasa titrēšanas procesā izlietotais 0,1 mol/L NaOH šķīduma tilpums, mL; K – 0,1 mol/L NaOH šķīduma titranta koeficients, $K = 1,012$; A – analīzei paņemtais parauga tilpums, mL.

Rūgšanas veidi un to analīze – spirta rūgšana

1. Pagatavo 50 mL 10 % saharozes, glikozes, fruktozes un laktozes šķīduma.
2. Sagatavo četras 100 mL kolbas, kurās ielej sekojošus šķīdumus:
 - 1. kolbā ielej 20 mL 10 % saharozes šķīduma;
 - 2. kolbā ielej 20 mL 10 % glikozes šķīduma;
 - 3. kolbā ielej 20 mL 10 % fruktozes šķīduma;
 - 4. kolbā ielej 20 mL 10 % laktozes šķīduma.
3. Katrā kolbā pie šķīduma ieber 2 g presētā rauga.
4. Kolbas aiztaisa ar vates aizbāžņiem un iztur 30 °C temperatūrā 1 stundu.
5. Nosaka etanola esamību analizējamajos paraugos:
 - no katras kolbas paņem pa 10 mL parauga un ielej mēģenē;
 - mēģenes saturam pievieno 1–2 mL 10 % NaOH šķīduma un karsē ūdens vannā vai virs spirta lampiņas (NEPIELAUT ŠĶĪDUMA VĀRĪŠANOS!);
 - pēc uzkarsēšanas katrā mēģenē vēl pievieno dažus I₂ kristāliņus un šķīdumu atkal karsē;
 - novēro izmaiņas un sastāda reakcijas vienādojumus.
6. Nosaka etiķskābes aldehīda esamību analizējamajos paraugos:
 - no analizējamiem rūgšanas paraugiem paņem 2–3 mL šķīduma un pārnes mēģenēs;
 - katrā mēģenē ieber K₂Cr₂O₇ kristāliņu un pievieno 2–3 pilienus koncentrētas H₂SO₄ (DARBS VELKMES SKAPĪ!);
 - maisījumu karsē ūdens vannā vai uz spirta lampiņas (DARBS VELKMES SKAPĪ!);
 - novēro izmaiņas un sastāda reakcijas vienādojumu.

Rūgšanas veidi un to analīze – pienskābā rūgšana

1. 100 mL koniskā kolbā caur kroku filtru filtrē saskābušo piena paraugu.
2. Paņem 5 mL filtrāta un ielej 25 mL koniskā kolbā.
3. Pie 5 mL filtrāta pievieno 2 mL koncentrētas H₂SO₄. (DARBS VELKMES SKAPĪ!)
4. Konisko kolbu uz plītiņas karsē līdz viršanai un tad pievieno 5 mL 5 % KMnO₄ šķīduma.
5. **Nekavējoties** kolbas kakliņu nosedz ar iepriekš 10 % [Ag(NH₃)₂]OH šķīdumā izmērcētu filtrpapīru un turpina sildīšanu.
6. Novēro izmaiņas un sastāda pienskābes oksidēšanās un metāliskā sudraba veidošanās reakcijas vienādojumus.

7. Nosaka pienskābes daudzumu:

- lai noteiktu parauga skābumu, 100 mL koniskā kolbā ielej 50 mL svaigpiena;
- parauga skābuma noteikšanai pēc titrimetriskās metodes no kolbas satura analīzei paņem 10 mL parauga un ielej 50 mL koniskā kolbā;
- 100 mL konisko kolbu noslēdz ar vates aizbāzni un ievieto termostatā 30–35 °C temperatūrā uz 3–7 diennaktīm;
- iepriekš paņemtajam 10 mL paraugam pievieno 20 mL destilēta ūdens un 2–3 pilienus fenolftaleīna šķīduma;
- maisījumu titrē ar 0,1 mol/L NaOH šķīdumu līdz stabilai vāji rozā krāsai;
- veic aprēķinus, nosakot skābumu Ternera grādos;
- pēc 3 diennaktīm no termostatā esošā parauga paņem 10 mL un atkārto skābuma noteikšanu pēc titrimetriskās metodes;
- veic novērojumus par procesiem, kas notikuši svaigpiena raudzēšanas rezultātā.

Maizes cepšanas mērījumi un rezultāti

Izejvielas, parametri	Parametru robežas	Analizējamais paraugs (maize) ar pēcraudzēšanu	Analizējamais paraugs (maize) bez pēcraudzēšanas
1	2	3	4
Milti (.....)			
Raugš (.....)			
Sāls			
Cukurs			
Margarīns			
Ūdens			
Mīklas mīcīšanas laiks, min.			
Mīklas iznākums			
Mīklas masa, g			
Mīklas skābums			
Mīklas īpašības			
Pēcraudzēšanas ilgums, min.			
Pēcraudzēšanas temperatūra, °C			
Relatīvais gaisa mitrums, %			
Cepšanas ilgums, min.			
Cepšanas temperatūra, °C			
Karstas maizes masa, g			
Nocepums, % (masas zudums cepšanas procesā)			

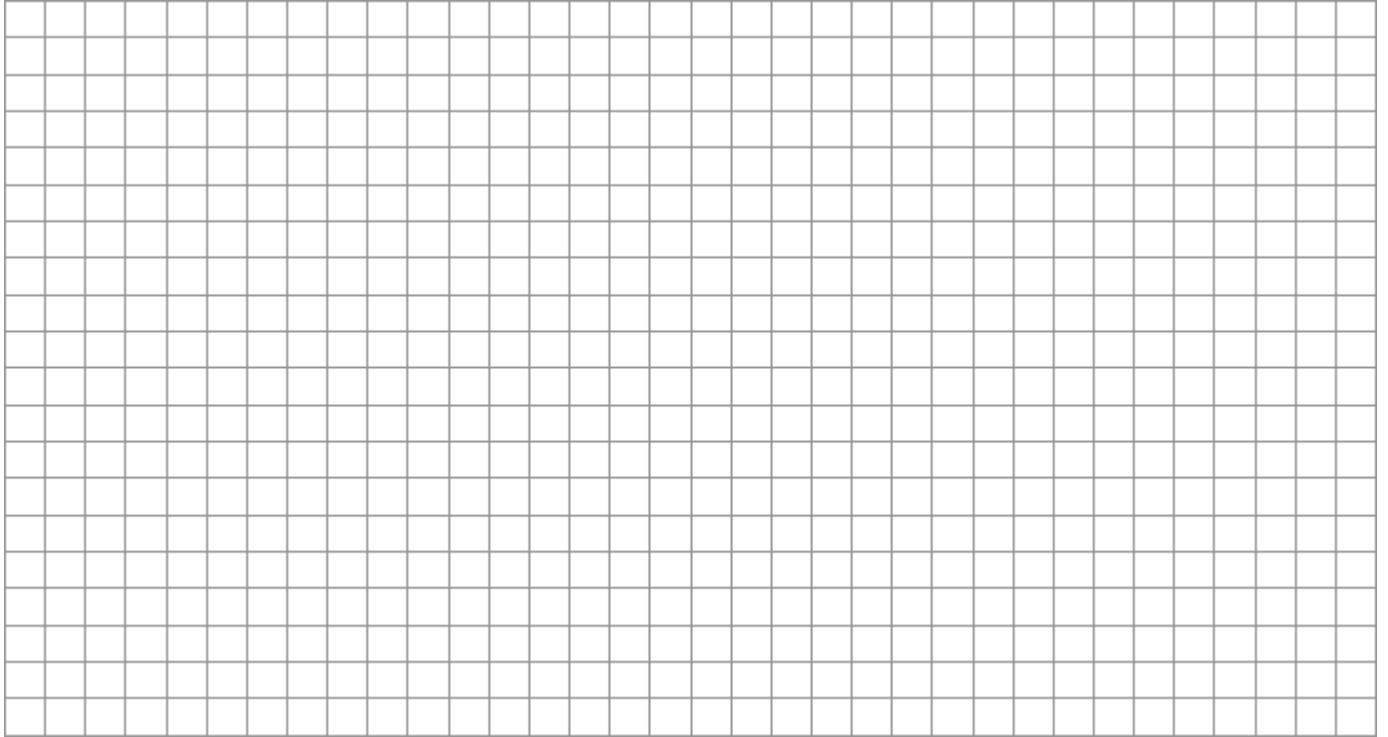
Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

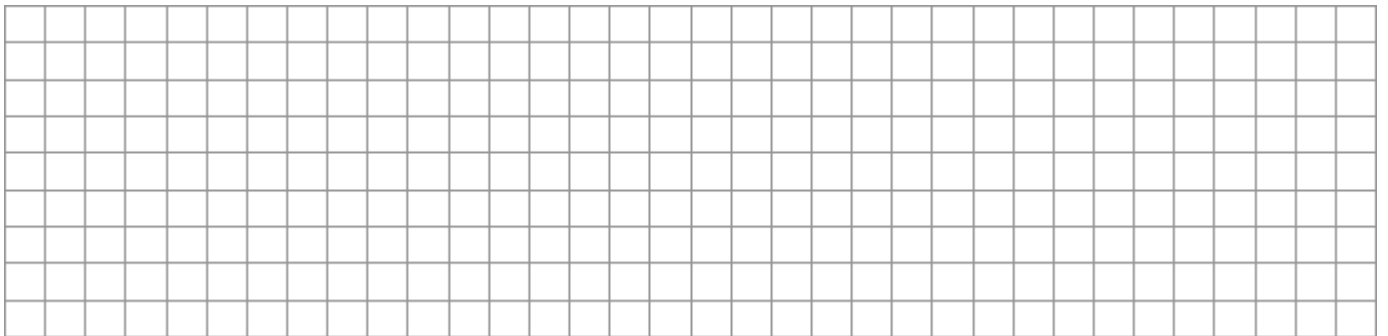
Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme sagatavot testējamus paraugus un reaģentus atbilstoši darba uzdevumam	5	
2.	Prasme pareizi veikt izejvielu svēršanu uz analītiskajiem un tehniskajiem svāriem	5	
3.	Prasme pareizi sagatavot titrēšanas iekārtu un veikt titrēšanas procesu	5	
4.	Prasme korekti noteikt rauga rūgšanas spēju	2	
5.	Prasme veikt parauga žāvēšanu, ievērojot parauga žāvēšanas nosacījumus	5	
6.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	10	
7.	Prasme veikt maizes cepšanu, sagatavojot mīklu un izejvielas pēc veiktajiem aprēķiniem	20	
8.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
9.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
10.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	8	
11.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
12.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	20	
13.	Prasme patstāvīgi veikt aprēķinus	10	
KOPĀ		115	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	16	17	34	35	51	52	68	69	77	78	86	87	96	97	105	106	111	112	115
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

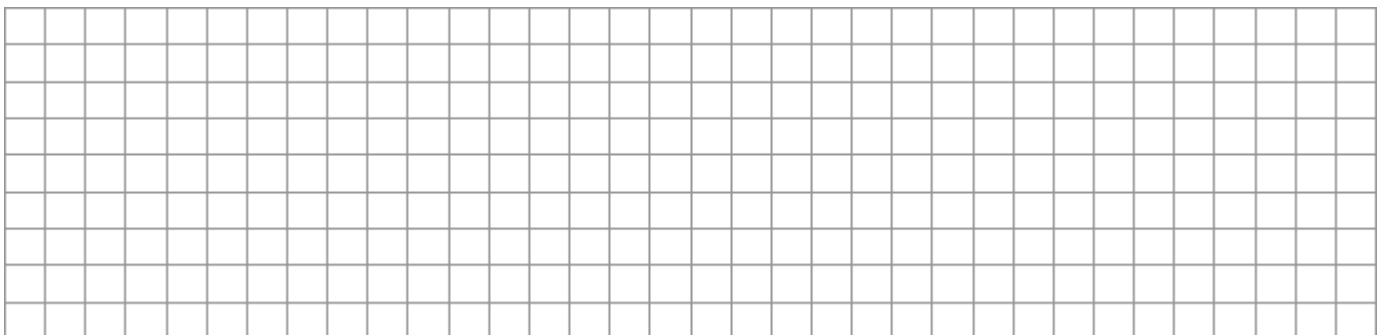
Rūgšanas procesa grafika izveide:



Rūgšanas procesa reakcijas vienādojums:



Teorētiskais etanola iznākums:



legūtā galaprodukta mērījumi un rezultāti

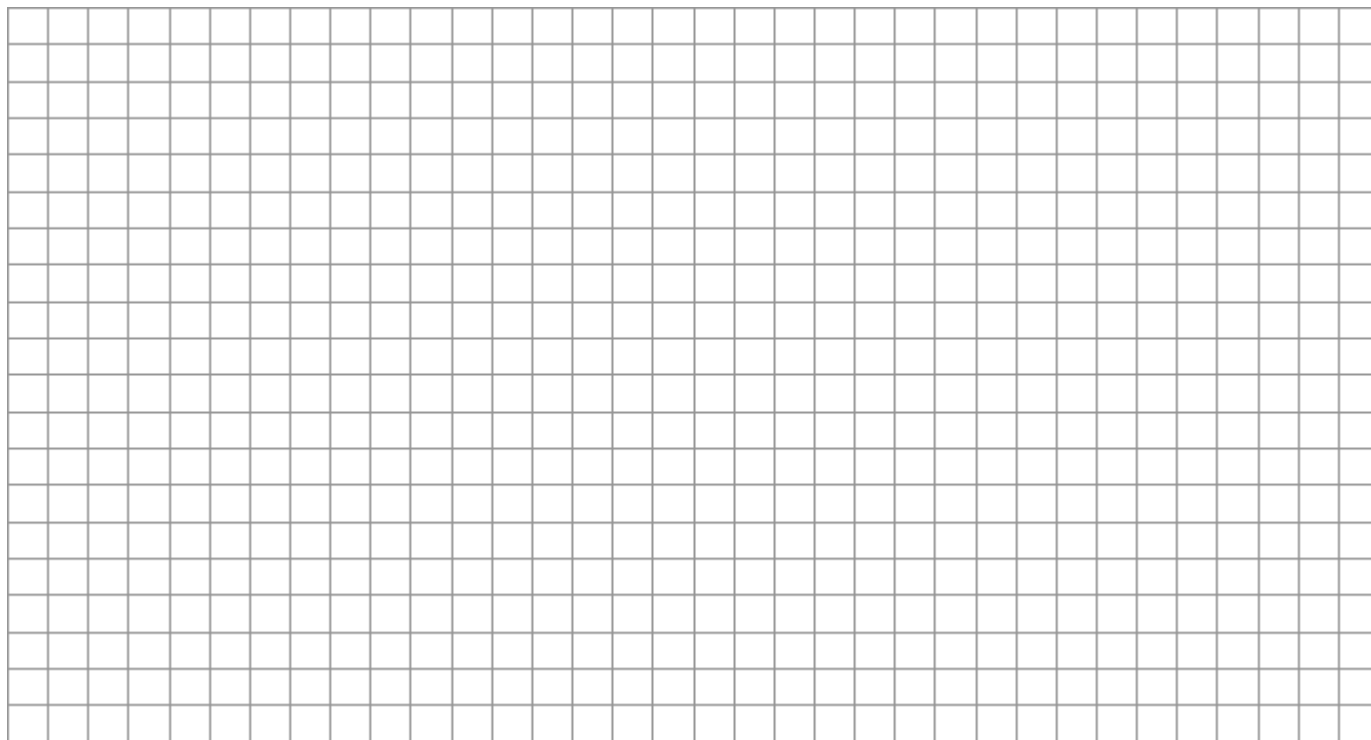
Parametrs	Tilpums, mL	Masa, g	Relatīvais blīvums	Smarža	Etanola saturs, % (pēc alkometra)	Etanola saturs, % (pēc piknometriskās metodes)
1. parauga (no termostata) cukura daudzums, %						
2. parauga (istabas temperatūrā) cukura daudzums, %						

Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme sagatavot izejvielas un augļu sulas raudzēšanas procesam atbilstoši darba uzdevumam	5	
2.	Prasme veikt cukura daudzuma un blīvuma noteikšanu	5	
3.	Prasme veikt augļu sulu raudzēšanu un nodrošināt tās kontroli	10	
4.	Prasme izveidot grafiku datorprogrammu izklājlappā un apstrādāt to	10	
5.	Prasme noteikt relatīvo blīvumu pēc piknometriskās metodes	5	
6.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	5	
7.	Prasme sagatavot destilācijas iekārtu un tās sastāvdaļas destilācijas procesam	10	
8.	Prasme veikt aprēķinus un sastādīt reakciju vienādojumus	15	
9.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
10.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
11.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	8	
12.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	10	
13.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	20	
KOPĀ		118	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	17	18	34	35	52	53	70	71	79	80	89	90	98	99	108	109	113	114	118
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

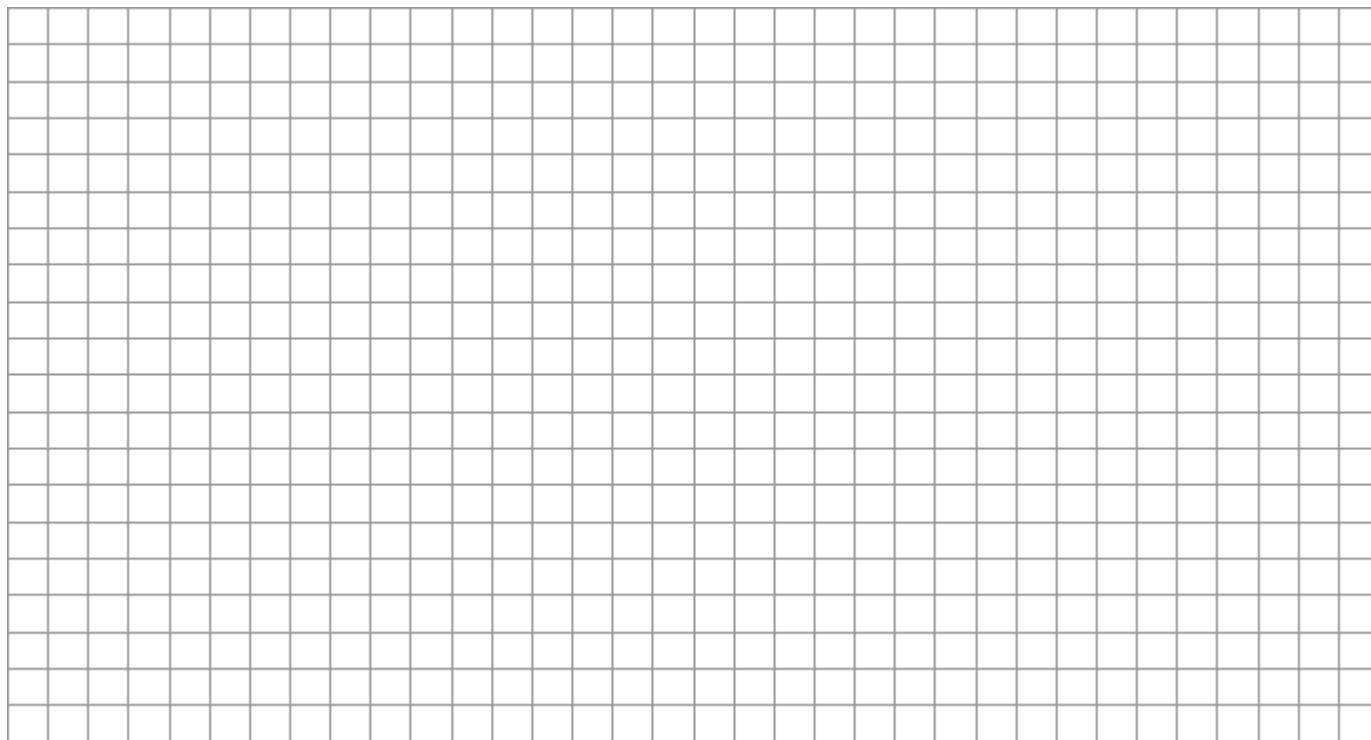
Ierauga sastāva ietekmes grafika izveide:

2. tabula

Ierauga daudzuma ietekmes apkopojošie mērījumi un rezultāti

Ierauga nosaukums	Raudzēšanas temperatūra	Raudzēšanas laiks, min.						Galprodukta konsistence	Galprodukta smarža
		0	30	60	90	120	180		
Ierauga daudzums - 0,1 mL									
0,1 mol/L NaOH šķīdums, mL									
Skābums, °T									
Pienskābes koncentrācija, mol/L									
Laktozes daudzums, g									

Ierauga daudzuma ietekmes grafika izveide:

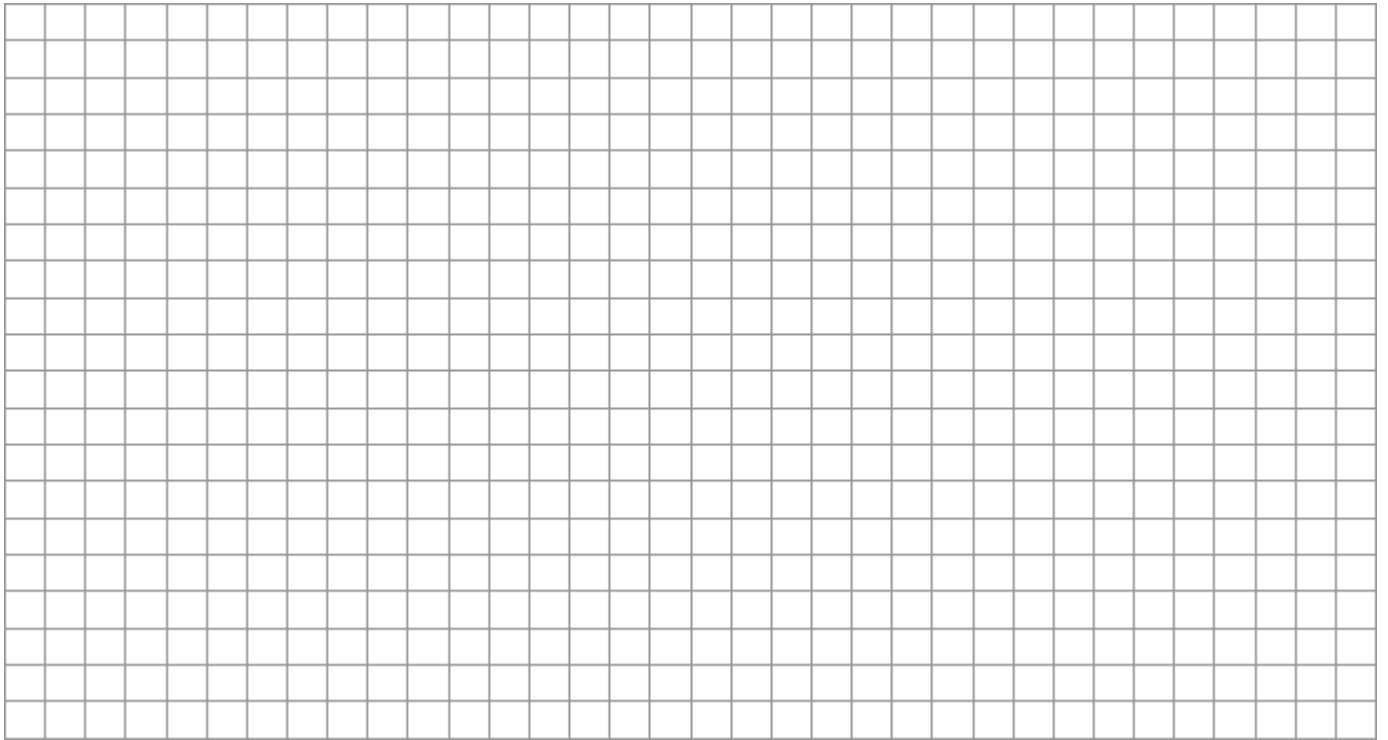


3. tabula

Raudzēšanas temperatūras ietekmes apkopojšie mērījumi un rezultāti

Ierauga nosaukums	Ierauga daudzums, g (mL)	Raudzēšanas laiks, min.						Galprodukta konsistence	Galprodukta smarža
		0	30	60	90	120	180		
Raudzēšanas temperatūra (28–30 °C)									
0,1 mol/L NaOH šķīdums, mL									
Skābums, °T									
Pienskābes koncentrācija, mol/L									
Laktozes daudzums, g									

Raudzēšanas temperatūras ietekmes grafika izveide:



Secinājumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot izejvielas produkta raudzēšanas procesam	15	
2.	Prasme sagatavot reaģentus skābuma noteikšanai	5	
3.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu skābuma noteikšanai	5	
4.	Prasme veikt titrēšanas procesu	10	
5.	Prasme izveidot grafikus datorprogrammu izklājlappā un apstrādāt tos	30	
6.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	10	
7.	Prasme veikt aprēķinus	15	
8.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
9.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
10.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	8	
11.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	9	
12.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	20	
KOPĀ		142	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	20	21	42	43	63	64	84	85	96	97	107	108	118	119	130	131	137	138	142
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

RŪGŠANAS PROCESA GALAPRODUKTU ANALĪZE ALKOHOLISKO DZĒRIENU PRODUKCIJĀ

Testējami paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Etanola un ekstraktvielu satura noteikšanas mērījumi un rezultāti

Parauga nosaukums	Relatīvā blīvuma dati				Īsto ekstraktvielu saturs, %	Etanola saturs, %	Etanola tilpumdala, %	Ekstraktvielu saturs pirmmīsā, %
	tukša piknometra masa, g	piknometra masa ar destilētu ūdeni, g	piknometra masa ar paraugu, g	relatīvais blīvums				

Aprēķini:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme sagatavot izejvielas un reaģentus etanola un ekstraktvielu noteikšanai	10	
2.	Prasme sagatavot destilācijas iekārtu un tās sastāvdaļas destilācijas procesam	15	
3.	Prasme noteikt relatīvo blīvumu pēc piknometriskās metodes	10	
4.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu skābuma noteikšanai	7	
5.	Prasme veikt titrēšanas procesu	10	
6.	Prasme veikt aprēķinus	10	
7.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	10	
8.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
9.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
10.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	10	
11.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
12.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	20	
KOPĀ		122	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	17	18	36	37	54	55	72	73	82	83	92	93	101	102	111	112	117	118	122
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS RŪGŠANAS VEIDI UN TO ANALĪZE

Testējamie paraugi:

Rezultātu apstrāde:

1. tabula

Spirta rūgšanas mērījumi un rezultāti

Šķīduma veids	Rauga veids	Etanola noteikšana		Etiķskābes aldehīda noteikšana	
		etanola klātbūtne paraugā (ir/nav)	novērojumi	etiķskābes aldehīda klātbūtne paraugā (ir/nav)	novērojumi

Reakcijas vienādojumi:

VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	iegūtie punkti
1.	Prasme sagatavot reaģentus raudzēšanas procesam	10	
2.	Prasme sagatavot izejvielas raudzēšanas procesam	5	
3.	Prasme veikt un kontrolēt raudzēšanas procesu	10	
4.	Prasme noteikt etanola klātbūtni saraudzētos paraugos	5	
5.	Prasme noteikt etiķskābes aldehīda klātbūtni saraudzētos paraugos	5	
6.	Prasme noteikt pienskābes oksidēšanās reakciju	5	
7.	Prasme sagatavot titrēšanas iekārtu skābuma noteikšanai	7	
8.	Prasme veikt titrēšanas procesu	10	
9.	Prasme veikt aprēķinus un sastādīt reakciju vienādojumus	20	
10.	Prasme izmantot atbilstošos laboratorijas traukus, piederumus un iekārtas	10	
11.	Prasme sagatavot un sakārtot darba vietu, ievērojot darba un vides drošības prasības	10	
12.	Prasme ievērot darba drošības noteikumus	5	
13.	Prasme nodrošināt tīru un sakoptu darba vidi	10	
14.	Prasme korekti aizpildīt laboratorijas darba protokolu	5	
15.	Prasme patstāvīgi izvērtēt iegūtos testēšanas rezultātus un korekti noformēt secinājumus	20	
KOPĀ		137	

Vērtējums ballēs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Punktu skaits	1	20	21	40	41	61	62	81	82	92	93	103	104	114	115	125	126	132	133	137
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI**1. uzdevums**

Uzraksti, kāda rūgšana vai kādi procesi notiek vīna raudzēšanas procesā (ar skābekli un bez skābekļa)!

2. uzdevums

Aprēķini, cik daudz laktozes pienskābes baktērijas patērēja pārraudzēšanā, ja zināms, ka svaiga piena skābums bija 18 °T un pēc pārraudzēšanas skābums pieauga līdz 85 °T! (Uzrādi aprēķina gaitu!)

3. uzdevums

100 mL svaiga piena var saturēt līdz 0,19 g pienskābes $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$. Pienskābes baktērijām darbojoties, skābes saturs ātri palielinās un tādā gadījumā, pienu sildot, tas sarecē. Izglītojamais ņēma piena paraugu un laboratorijā veica skābuma analīzi, lai pārbaudītu, cik piens ir svaigs. Titrēšanas datus reģistrēja tabulā. Aprēķini, cik daudz pienskābes ir paraugā un izvērtē parauga svaiguma pakāpi! (Uzrādi aprēķina gaitu!)

Piena parauga titrēšanas rezultāti

Titrēšanas Nr.	Piena parauga tilpums, mL	Iztērētā 0,1 mol/L NaOH šķīduma tilpums, mL
1.	10	4,30
2.	10	4,29
3.	10	4,31

3.

LABORATORIJAS DARBI NEORGANISKAJĀ UN ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

<p>Nodaļas mērķis</p>	<p>Attīstīt izglītojamo prasmes neorganisko un organisko vielu un savienojumu sintēzē, balstoties uz apgūtajām zināšanām neorganiskajā, organiskajā, analītiskajā un fizikālajā ķīmijā.</p>
<p>Sasniedzamie rezultāti</p>	<p>Spēj: sagatavot sintēzes iekārtas sintēzes veikšanai atbilstoši normatīvajai dokumentācijai; novērot sintēzes procesa norisi un atbilstoši sintēzes parametriem veikt korekcijas procesa norisē; veikt sintēzes produkta attīrīšanu, izmantojot kristalizāciju.</p> <p>Zina: sintēzes iekārtu salikšanas, savietošanas secību un principus, normatīvo dokumentāciju, darba aizsardzības prasības darbā ar sintēzes iekārtām; sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību, sintēzes procesa korekcijas procedūras; nostādināšanas metodi, nostādināšanas veidus un noteikumus, darbu izpildes secību, veicot nostādināšanu; kristalizācijas metožu veidus, kristalizācijas procesa norises kārtību un secību, darba aizsardzības prasības, izmantojot kristalizācijas metodes.</p> <p>Izprot: sintēzes iekārtas sagatavošanas ietekmi pareizas iekārtu darbības un galaprodukta kvalitātes nodrošināšanā; sintēzes procesa norises novērošanas un korekciju nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai; nostādināšanas darbības principus un to izmantojumu sintēzes produkta atdalīšanā; žāvēšanas izmantojumu atbilstoša mitruma satura nodrošināšanai sintēzes produktā; kristalizācijas nozīmi produkta tīrības nodrošināšanā.</p>

NEORGANISKĀ UN ORGANISKĀ SINTĒZE

Vārdam **sintēze** ir vairākas nozīmes. Viena no tām saistās ar izziņas paņēmieni, kurā parādība, objekts tiek aplūkots, pētīts tā viengabalainībā, tā atsevišķo elementu, daļu savstarpējā kopsakarā, savukārt ķīmijā sintēze nozīmē ķīmisku savienojumu iegūšanu no ķīmiskajiem elementiem – neorganiskajiem (neorganisko vielu sintēze) un organiskajiem (organisko vielu sintēze).

ĪSS NEORGANISKĀS SINTĒZES RAKSTUROJUMS



DEFINĪCIJA

Neorganiskā sintēze ir neorganisko savienojumu iegūšana.

Parasti tā sastāv no vairākiem secīgiem vai paralēliem procesiem:

- mehāniskiem,
- ķīmiskiem,
- fizikāli ķīmiskiem.

Neorganiskā sintēze ietver reaģentu sajaukšanu, reakcijas aktivēšanu, gala produktu izolēšanu un attīrīšanu.

Neorganiskā sintēzē izmantojamās reakcijas:

- oksidēšanās-reducēšanās,
- komplekso savienojumu veidošanās,
- sadalīšanās,
- savienošanās,
- apmaiņas un citas reakcijas, kas norisinās gāzēs, šķidrās un cietās fāzēs vai homogēnās un heterogēnās sistēmās.

ĪSS ORGANISKĀS SINTĒZES RAKSTUROJUMS



DEFINĪCIJA

Organiskā sintēze ir organisko vielu iegūšana no vienkāršākām vielām un savienojumu veidošana pēc dabā esošu savienojumu parauga.

Organiskās sintēzes iespējas ir ļoti plašas, un daudzos gadījumos dabā sastopamas sarežģītas uzbūves organiskās vielas ir vieglāk un lētāk iegūt sintētiski nekā izdalīt no dabas produktiem. Pašlaik tiek sintezēti miljoniem organisko vielu, taču arvien vairāk tiek pētīti un meklēti jauni organiskie savienojumi.

Organisko sintēzi veic rūpnieciskos vai laboratorijas apstākļos atkarībā no produkta daudzuma.

Laboratorijā tiek izmantotas divas organiskās sintēzes metodes:

- mikrometode;
- makrometode.

Mikrometodē vielu masa nedrīkst pārsniegt vienu gramu. To plaši izmanto zinātniskajos pētījumos, jo mūsdienās nepieciešami tikai daži miligrami vielas, lai pierādītu iegūtā savienojuma struktūru un īpašības. Mikrometode ietaupa izejvielas un samazina atkritumus sintēzes procesa laikā.

Ar makrometodi iegūtās vielas daudzums mērāms gramos. Vairumā gadījumu tas nepārsniedz desmit gramus, bet šo metodi var izmantot arī, lai iegūtu lielāku vielu daudzumu ~ 500 gramus.

Dažreiz izmanto **pusmikrometodi**, kurā vielas daudzums svārstās no 1 grama līdz 5 gramiem.

Lai sagatavotu vēlamu vielu, sintēzei var būt viens vai vairāki posmi. Dažreiz jaunu vielu sintēze ietver desmit vai vairāk posmus, kas nozīmē daudzu starpproduktu iegūšanu, izdalīšanu un attīrīšanu.

Organiskajai sintēzei ir senas tradīcijas, tāpēc literatūrā atrodami daudzi organisko savienojumu apraksti. Turklāt viena un tā paša savienojuma iegūšanai bieži var izmantot vairākas metodes. Sintēzes gaitas izvēle ir atkarīga no pieejamām izejvielām, produkta iznākuma un produkta atdalīšanas efektivitātes. Izvēloties sintēzes metodi, jāņem vērā arī blakusproduktu veidošanās.

Sintēzes metodē ievēro arī vielu toksicitāti un izvairās no ļoti toksisku, sprādzienbīstamu un kancerogēnu savienojumu izmantošanas.

Lai apgūtu organiskās sintēzes pamatiemaņas, vielu sintēze tiek veikta saskaņā ar sagatavoto aprakstu.

Sintēzes galvenais uzdevums ir iegūt pēc iespējas kvalitatīvāku produktu, identificēt vielu un izvērtēt iegūtos rezultātus.

Sintēzes procesu var iedalīt piecos posmos:

- 1) sintēzes gaitas izvēle;
- 2) reaģentu, palīglīdzekļu un iekārtu sagatavošana;
- 3) sintēzes veikšana;
- 4) vielas izdalīšana un attīrīšana;
- 5) vielas identificēšana un struktūras pierādīšana.

LABORATORIJAS TRAUKI, PALĪGLĪDZEKĻI UN IEKĀRTAS

Sintēzes trauku izvēle ir atkarīga no vielu daudzuma, agregātstāvokļa, temperatūras un citiem faktoriem. Makrometodē galvenokārt izmanto stikla traukus ar šlifiem un speciāli pieslīpētām savienojumu vietām.

Stikla trauku priekšrocība ir tā, ka tie ir caurspīdīgi un izturīgi pret organiskām vielām. Šlifi ļauj viegli savienot sintēzes iekārtas daļas, novēršot vielas un šķīdinātāja nevēlamu iztvaikošanu.

Organiskās ķīmijas laboratorijās tiek izmantoti daudzi parastie laboratorijas trauki: vārglāzes, mēģenes, piltuves, cilindri, pipetes, Petri trauki, termometri, porcelāna karotes, piestas, bļodas u. c. Bet ir arī īpaši trauki un iekārtas, kas nepieciešamas vielu sintēzei.

Apakškolbas – sintēzēs biežāk lieto apakškolbas ar vienu, diviem vai trim kakliem. Divkaklu un trīskaklu kolbas sintēzes procesā vajadzīgas vienlaicīgai vielu pievienošanai, sajaukšanai un temperatūras kontrolei.

Dalāmās un pilināmās piltuves. Abas piltuves ārēji ir ļoti līdzīgas. Pilināmās piltuves izmanto šķidrū vielu pievienošanai sintēzes gaitā. Piltuvēm var būt šlifs un sānu caurulīte spiediena izlīdzināšanai. Veicot ekstrakciju, izmanto dalāmās piltuves, lai atdalītu savā starpā nesajaucamos šķīdumus. Dalāmās piltuves parasti ir bez šlifa, un tām var būt dažāds tilpums un lielums.

Kalcija hlorīda caurulītes (CaCl₂ caurulītes) – tās lieto, lai dažādās vielās un šķīdumos neiekļūtu no gaisa nevēlami piemaisījumi, piemēram, ūdens tvaiki, oglekļa dioksīds u. c. Izmanto dažādu formu caurulītes – ar un bez paplašinājuma.



BŪTISKI

Jāievēro, ka nedrīkst stingri sablīvēt ne vati, ne arī kalcija hlorīdu. Caurules piepildīšanai jāņem tikai svaigi izkarsēts kalcija hlorīds.

Piepildot parasto kalcija hlorīda caurulīti, vispirms vienā galā ievieto tīru vati, pēc tam ieber kalcija hlorīdu. Iebērtais kalcija hlorīda slānis beidzas 1–1,5 cm no vaļējā caurulītes gala. Virspusē uzliek nelielu tīras vates kārtiņu.

Kālija jodīda cietes indikatorpapīrs – ļauj ātri un viegli noteikt spēcīgus oksidētājus, piemēram, nitrītu un brīvo hloru. Kālija jodīda cietes indikatorpapīrs tiek izmantots arī, lai kontrolētu diazotēšanas reakcijas. Nitrīts vai brīvais hlors oksidē kālija jodīdu, lai veidotu elementāro jodu, kas reagē ar cieti līdz zilās krāsas kompleksam. Kālija jodīda cietes indikatorpapīru izmanto, iegremdējot to paraugā vai uz indikatorpapīra uzliekot parauga pilienu.

Lai noteiktu gāzveida oksidētājus, indikatorpapīrs tiek samitrināts ar destilētu ūdeni un pēc tam pakļauts attiecīgajai gāzei.

Jutīguma robeža: 1 mg/LNO₂/ 1 mg/L brīvā Cl₂. Krāsu maiņa: no baltas līdz zilai vai violetai.

Maisītāji – vienkāršākais maisītājs ir stikla spieķītis, ko izmanto, lai pagatavotu vielas ūdens šķīdumu. Sintēzē daudzos gadījumos vielas ir jāmaisā visu reakcijas laiku. Maisītāji ir nepieciešami sintēzei, kurā pakāpeniski pievieno šķīdumus un cietas vielas un veic izgulsnēšanu. Kolbu ar nogulsnēm sildīt nemaisot ir bīstami. Reakcijas maisījums uzsilst nevienmērīgi, un nogulsnes periodiski izšļakstās, rezultātā no kolbas var izkrist dzesinātājs un termometrs.

Automātiskajai maisīšanai izmanto magnētiskos maisītājus. Magnētiskos maisītājus lieto mazu vielas daudzumu maisīšanai (līdz ~ 100 mL) vai šķīdumos ar nelielu nogulšņu daudzumu. Magnētiskais maisītājs sastāv no magnētiskas ampulas, kas ir pārklāta ar ķīmiski izturīgu materiālu, un no elektroierīces, kas to darbina.

Sildierīces. Organisko sintēzi reti veic istabas temperatūrā un daudzos gadījumos reakcijas maisījums ir jāuzsilda vai jāatdzesē. Sildīšanai izmanto dažādas vannas un elektriskās plītiņas. Uz elektriskās plīts tieši silda tikai ūdens šķīdumus, bet organisko vielu un šķīdinātāju sildīšanai izmanto vannas. Vannas izvēle ir atkarīga no reakcijas norises.

- Ūdens vanna – to izmanto reakcijas maisījuma sildīšanai līdz 90 °C.
- Glicerīna vanna – izmanto vielu sildīšanai līdz ~ 150 °C.
- Eļļas vanna – parastās pārtikas eļļas vannu var izmantot līdz ~ 150 °C, bet kokvilnas sēklu eļļas vai silikona eļļas vannu līdz 250 °C.
- Smilšu vanna – izmanto vielu sildīšanai līdz ~ 200 °C.

Dzesinātāji – izmanto sintēzēs, kurās notiek šķidru vielu un šķīdumu karsēšana, vai ir iespējama eksotermiska reakcija. Karsēšanas laikā dzesinātājā notiek vielas tvaika atdzišana un kondensēšanās. Laboratorijā tiek izmantoti trīs veidu dzesinātāji: gaisa, atteces un Lībiga.

METOŽU VISPĀRĪGS RAKSTUROJUMS

Kristalizācijas vispārīgs raksturojums



DEFINĪCIJA

Kristalizācija (pārkristalizācija)
*ir cietu vielu attīrīšanas metode.
 Izmanto, lai attīrītu vielu no
 piemaisījumiem.*

Attīrīšanas pamatā ir vielas un piemaisījumu atšķirīgā šķīdība aukstā un karstā šķīdinātājā.

Kristalizācijas process pamatojas uz izšķīdušās vielas pāreju kristāliskā stāvoklī, atdzesējot karstu piesātinātu šķīdumu.

Organiskās ķīmijas laboratorijā kristalizācija ir visātrākā un plaši lietota metode cietu, kristālisku sintēzes produktu attīrīšanai. Kristalizācija ir ērta un samērā vienkārša metode.

Reakcijas maisījuma atdzesēšana

Izvēloties reakcijas maisījuma dzesēšanas apstākļus, ir jāzina, cik ātra ir reakcija un cik lielā mērā ir sagaidāma maisījuma sasilšana. Piemēram, ja reakcijas temperatūra nedrīkst pārsniegt 20 °C un ja ir zināms, ka siltuma izdalīšanās reakcijas laikā ir nenozīmīga, dzesēšanai var izmantot krāna ūdeni (~ 18 °C). Un otrādi, ja reakcijas laikā maisījums spēcīgi sasilst, 20 °C temperatūras uzturēšanai jāizmanto ledus ūdens. Lai uzturētu reakcijas maisījuma temperatūru no 5 °C līdz 0 °C, kolbu ar dzesēšanas maisījumu ievieto kristalizatorā, kurā ir sasmalcināts ledus ar nelielu ūdens daudzumu.

Lai atdzesētu reakcijas maisījumu zem 0 °C, izmanto sasmalcināta ledus un vāramā sāls (3:1) maisījumu. Teorētiski ar šo dzesējošo maisījumu var iegūt temperatūru –18 °C, bet laboratorijā ir grūti iegūt temperatūru zem –10 °C līdz –12 °C. Atdzesēšanai līdz –40 °C var izmantot sasmalcināta ledus un kristāliskā kalcija hlorīda maisījumu (attiecībā 3:5–4:5).

Organiskajā sintēzē dzesēšanai lieto sauso ledu, tad dzesēšanas temperatūra ir no –50 °C līdz –70 °C.

Šķīdināšana

Šķīdība ir vielas spēja veidot šķīdumu ar citu vielu. Vielu šķīdība ir atkarīga no tās īpašībām, šķīdinātāja veida un apstākļiem, kādos notiek izšķīšanas process.

Dažām vielām ir ierobežota šķīdība ūdenī. Cietas vielas šķīdību palielina, šķīdumu karsējot, bet gāzu šķīdību palielina, pazeminot šķīduma temperatūru vai palielinot spiedienu.

Jāatceras, ka, sajaucot šķīdumus (šķīdumus) kopā, lielāka blīvuma šķīdumi (šķīdumi) jāpievieno mazāka blīvuma šķīdumiem (šķīdumiem). Piemēram, gatavojot skābes šķīdumus, skābi jālej ūdenī, bet ne otrādi!

Šķīdinot cietās vielas, tās vispirms ievieto kolbā.

Smalcināšana

Cieto vielu var sasmalcināt manuāli vai mehāniski. Mazus vielu daudzumus var sasmalcināt manuāli, bet, ja vielas daudzums ir lielāks par 100 g, efektīvāk to sasmalcināt mehāniski.

Sasmalcinot cietos materiālus manuāli, mazu daudzumu cietās vielas ieber piestā, ar piestalu veic sasmalcināšanu, berzējot to pret piestas pamatni. Piestu pietur ar roku, lai tā neapgāztos.

Nostādināšana

Nostādināšana ir cietu vielu daļiņu atdalīšana no šķīduma, ļaujot, lai (šķīdumā) izveidojas vielas daļiņu slānis.

Cietu daļiņu izdalīšanos no šķīduma nogulšņu veidā sauc par sedimentāciju.

Šķīduma noliešanu no nogulsniem sauc par dekantēšanu.

Centrifūga (skatīt 3.1. attēlu) ir iekārta maisījuma mehāniskai sadalīšanai dažāda blīvuma sastāvdaļās, izmantojot centrālās spēku, savukārt šķīdru, nevienmērīgu sistēmu sadalīšanu sastāvdaļās centrālās spēka iedarbībā sauc par centrifugēšanu.



3.1. attēls. Centrifugēšanas iekārta

Avots: <https://biosan.lv/lv/products/fvl-2400n-combispin/>

Destilācija

Destilācija ir šķidru vielu izdalīšanas un attīrīšanas metode, ko izmanto, lai atdalītu vielas ar atšķirīgām viršanas temperatūrām.

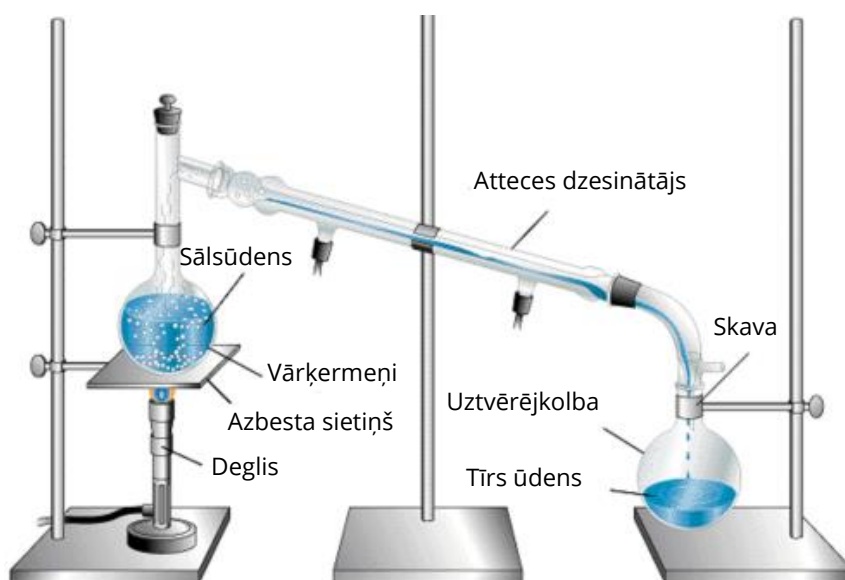
Atkarībā no vielu īpašībām var izvēlēties dažādus destilācijas veidus:

- vienkāršo destilāciju;
- vakuuma destilāciju;
- frakcionēto destilāciju;
- destilāciju ar ūdens tvaiku.

Katram destilācijas veidam ir paredzēta atšķirīga destilācijas iekārta.

Vienkāršā destilācija

Vienkāršās destilācijas iekārta (skatīt 3.2. attēlu), sastāv no destilācijas kolbas, Virca uznavas, termometra, dzesinātāja, alonža un uztvērējkolbas. Ja viela gaisā hidrolizējas, tad alonžam pievieno kalcija hlorīda caurulīti. Lai viršana noritētu vienmērīgāk, kolbā ievieto vārķermeņus.



3.2. attēls. Vienkāršās destilācijas iekārta

Avots: <https://www.uzdevumi.lv/p/kimija/8-klase/tiras-vielas-un-maisijumi-10130/re-65044f03-b0a7-4d69-920f-0a22932e579a>

Vienkāršās destilācijas process pamatojas uz to, ka, vielu karsējot, tā pārvēršas tvaikos. Tvaiks dzesinātājā atdziest un kondensējas, veidojot destilātu. Destilātu savāc uztvērējkolbā. Vielas viršanas temperatūra ir konstants lielums. Lai noteiktu, kāda viela destilējas, destilācijas procesā mēra temperatūru, kas ir arī vielas viršanas temperatūra.

Vienkāršo destilāciju lieto tad, ja ir jāattīra viela ar viršanas temperatūru robežās no 35 °C līdz 150 °C, vai, lai atdalītu vielas, ja to viršanas temperatūru starpība ir lielāka par ~ 80 °C. Ja temperatūra ir zemāka par 35–40 °C, tad rodas lieli vielu zudumi.

Vakuuma destilācija

Vienkāršo destilāciju veic arī pazeminātā spiedienā, tad to sauc par vakuuma destilāciju.



3.3. attēls. Zirneklis

Iekārta atšķiras ar to, ka vārķermeņu vietā šķidruma samaisīšanai izmanto magnētiskā maisītāja ampulu; alonža vietā izmanto uztvērēju "zirnekli" (skatīt 3.3. attēlu) ar vairākām uztvērējkolbām, destilācijas gaitā visu laiku sistēma caur strūkleni vai drošības vārstu ir pieslēgta sūknim ar konstantu spiedienu. Veicot destilāciju pazeminātā spiedienā, pazeminās vielas viršanas temperatūra. Tāpēc vakuuma destilāciju izmanto, ja vielas viršanas temperatūra ir virs 150 °C vai arī, ja viela, vārot parastā spiedienā, sadalās.

Frakcionētā destilācija

Iepriekš teikts, ka vienkāršo destilāciju izmanto, lai atdalītu vielas ar viršanas temperatūru starpību, kas ir lielāka par ~ 80 °C. Ja viršanas temperatūru starpība ir mazāka, vienkāršā destilācijā iegūst maisījumu, bet **ne tīru vielu**.

Ja maisījumā ir vairākas vielas ar viršanas temperatūras starpību, kas ir zemāka par 80 °C, destilācijas iekārtai pievieno rektifikācijas kolonnu vai deflegmatoru (skatīt 3.4. attēlu). Šo destilācijas veidu sauc par frakcionēto destilāciju. Deflegmatoru izmanto, lai pagarinātu vielas tvaika ceļu un nodrošinātu vielu efektīvāku atdalīšanos. Frakcionēto destilāciju veic parastā un pazeminātā spiedienā.



3.4. attēls. Deflegmators

Destilācija ar ūdens tvaiku

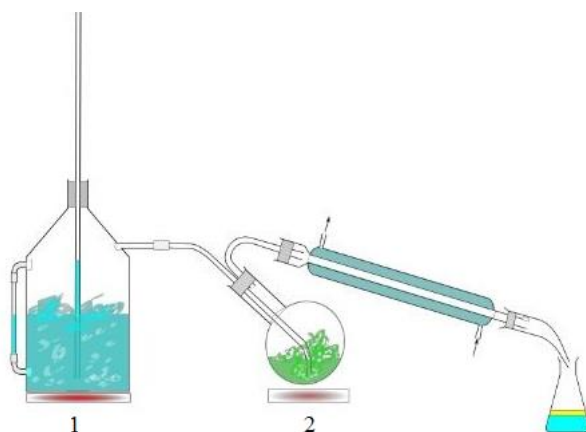
Izmanto, lai destilētu ūdenī nešķīstošas vielas temperatūrā zem 100 °C. Destilāciju var lietot arī ūdenī nešķīstošu savienojumu attīrīšanai vai izdalīšanai no maisījuma. Viens no šīs sistēmas komponentiem ir ūdens. Metode pamatojas uz to, ka divu vielu maisījums vārās zemākā temperatūrā, salīdzinot ar šo abu vielu viršanas temperatūru.

Destilāciju ar ūdens tvaiku izmanto:

- vielu attīrīšanai vai atdalīšanai no maisījuma, kas satur ievērojamu daudzumu kondensācijas blakusproduktu;
- lai attīrītu savienojumus ar augstu viršanas temperatūru;
- lai attīrītu savienojumus, kas ir stabili ūdenī, bet nestabili augstās temperatūrās;
- lai iegūtu ēterisko eļļu no augiem.

Destilāciju ar ūdens tvaiku veic normālā vai pazeminātā atmosfēras spiedienā.

Iekārta (skatīt 3.5. attēlu) ūdens tvaika destilācijai sastāv no divām kolbām (1 un 2). Vienā kolbā (1) notiek ūdens vārīšana.



3.5. attēls. Iekārta destilācijai ar ūdens tvaiku

Avots: <https://www.pinterest.com/pin/667588344736310192/>

Aktīvās ogles adsorbcija

Attīrīšana ar aktīvo ogli ir iespējama adsorbcijas procesa dēļ. Vienkāršāk sakot, šajā procesā gāzes vai šķidrums daļiņas uzkrājas uz cietās vielas (adsorbenta) virsmas.

Adsorbcijas veidi pēc iedarbības tipa ir šādi:

- **fiziskā adsorbcija** – balstīta uz van der Vālsa starpmolekulārajiem spēkiem;
- **ķīmiskā adsorbcija** – molekulu un adsorbāta mijiedarbība notiek ķīmiskas reakcijas rezultātā.

Adsorbcijas veids tiek noteikts, balstoties uz:

- **procesa siltumu** – tas ir neliels fiziskās adsorbcijas gadījumā un ievērojams ķīmiskās sorbcijas procesā;
- **procesa atgriezeniskumu** – viela, kas tiek adsorbēta fiziskās iedarbības rezultātā, var tikt viegli novērsta reģenerācijas procesā, savukārt ķīmiski adsorbētais slānis ir grūti novēršams parastos apstākļos;
- **adsorbcijas slāņu biezumu** – fiziskās adsorbcijas gadījumā to biezums var būt vairākas reizes lielāks par adsorbēta diametru (attiecīgajos spiediena un temperatūras apstākļos), savukārt ķīmiskās sorbcijas rezultātā veidojas monomolekulārie slāņi.

Pateicoties augstai tīrības pakāpei un ērtai lietošanai, aktīvā ogle ir plaša spektra adsorbents. Adsorbcija neizraisa attīrītās vides ķīmiskā sastāva izmaiņas, un tāpēc aktīvās ogles īpašības tiek izmantotas daudzos tehnoloģiskos procesos.

Ekstrakcijas procesa vispārīgs raksturojums

Ekstrakcija ir vielu izdalīšana no ķīmiska savienojuma, maisījuma, izmantojot konkrētu šķīdinātāju. Metodi lieto:

- 1) lai koncentrētu vienu vai vairākas vielas;
- 2) lai attīrītu vielu no piemaisījumiem.

Ekstrakciju var veikt divos veidos: sistēmā cieta viela – šķidrums, šķidrums – šķidrums.

Metodei ir liela nozīme organisko vielu ieguvē un attīrīšanā, to plaši izmanto analītiskajā ķīmijā, farmācijā u. c.

Laboratorijā vienkāršākais veids ir nogulšņu mazgāšana pēc kristalizācijas, pēc tam piemaisījumus ekstrahē filtrātā.

Ekstrakciju veic parastā un paaugstinātā temperatūrā, ar atsevišķām šķīdinātāja porcijām, kā arī nepārtrauktā procesā.

Kristālu atdalīšana no šķīduma

Pēc kristalizācijas vai sintēzes veikšanas iegūtos kristālus filtrē pazeminātā spiedienā, lai labāk atbrīvotos no šķīduma, kas satur izšķīdušos piemaisījumus. Kristāli jāpiespiež uz filtra, lai samazinātu atlikušo šķīdumu.

Vielu uz filtra mazgā ar minimālu aukstā šķīdinātāja daudzumu, jo viela var būt daļēji šķīstoša. Filtrēšanu parasti veic pazeminātā spiedienā, izmantojot Bihnera piltuvi, konisko porcelāna piltuvi vai stikla filtrus (skatīt 3.6. attēlu).

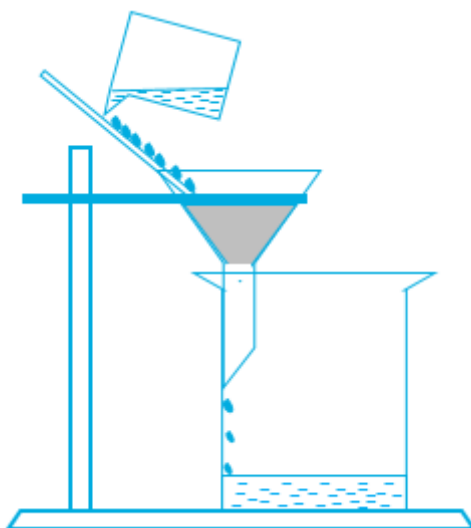
Filtrēšanas iekārtu izvēlas pēc kristālu daudzuma.



3.6. attēls. Filtrēšana pazeminātā spiedienā ar Bihnera piltuvi

Filtrēšana parastā spiedienā

Filtrēšana (skatīt 3.7. attēlu) ir neviendabīgu sistēmu sadalīšana sastāvdaļās, izmantojot porainu filtrējošo slāni.



3.7. attēls. Filtrēšanas iekārta

Filtrēšanas būtība ir tā, ka šķidrumu ar cietās vielas daļiņām laiž caur porainu filtrējošo slāni, kura poras ir tik mazas, ka šķidrums viegli tām iztek cauri, bet vielas cietās daļiņas tiek aizturētas.

Filtrēšanu ietekmē viskozitāte: jo lielāka ir šķīduma vai šķidrums viskozitāte, jo grūtāk to filtrēt. Filtrēšanas ātrumu ietekmē spiediens. Jo augstāks spiediens, jo ātrāk šķidrums vai šķidrums filtrējas. Tāpēc bieži filtrē vakuumā vai ar spiedienu.

Filtrēšanas procesu ietekmē arī šķīdumā esošās cietās vielas daļiņu izmēri. Ja daļiņas ir lielākas par filtra porām, filtrēšana norit viegli. Ja daļiņu izmērs tuvojas filtra poru izmēram (saīsināti por.), filtrēšanas process palēninās un var pat apstāties. Ja cietās vielas daļiņas ir mazākas par filtra porām, maisījumu nofiltrēt nevar.

Iztvaicēšana

Iztvaicēšana ir šķidrums pārvēršanās tvaikā, šķidrums molekulām atraujoties no šķidrums virsmas. Izttvaicēšanu lieto vielas atdalīšanai no šķīdinātāja vai koncentrētu šķīdumu iegūšanai.

Karsēšanu veic līdz viršanas temperatūrai. Ietttvaicēšanu (šķīdums koncentrēšanu, izttvaicējot daļu šķīdinātāja) izttmanto termiski nestabilu vielu iegūšanai.

Organiskajā ķīmijā maisījums atdalīšanai no šķīdinātāja izttmanto rotācijas ietttvaicētāju (skatīt 3.8. attēlu).



3.8. attēls. Rotācijas ietttvaicētājs

Avots: <http://lv.cnsientz.net/laboratory-equipment/rotary-evaporator/>

Rotācijas ietttvaicētājā šķīdinātāju parasti atdala no maisījums pazeminātā spiedienā – pazeminās šķīdinātāja viršanas temperatūra un tas daudz vieglāk izttvaiko. Organiskie šķīdinātāji ir viegli uzliesmojoši, tāpēc maisījums silda ūdens vannā.

Kristālu žāvēšana

Kristālu žāvēšanas mērķis ir atbrīvoties no šķīdinātāja atlikums. Tas ir ļoti svarīgi, jo veicot analīzes, it īpaši elementanalīzi, šķīdinātāja atlikums traucē vielas pierādīšanu. Turklāt šķīdinātājā ir arī izšķīduši piemaisījums.

Visvienkāršākais žāvēšanas veids ir kristālu žāvēšana gaisā. Var vielu žāvēt vienkārši Petri traukā velkmes skapī. Lai pasargātu kristālus no gaisa mitruma un arī no putekļiem, vielu ievieto eksikatorā. Eksikatora apakšā var ievietot atbilstošu žāvēšanai izttmantojamo vielu (skatīt 3.1. tabulu), kas spēj saistīt ūdens un šķīdinātāja atlikums. Lai žāvēšanas procesu intensificētu, eksikatoram var pieslēgt sūkni un izttvuknēt gaisu. Tādējādi viela tiek žāvēta pazeminātā spiedienā jeb vakuumā. Vielu var žāvēt arī paaugstinātā temperatūrā. Ja vielu žāvē parastajā spiedienā, tad to ievieto žāvēšanas skapī. Šajā gadījumā, izttvēloties temperatūru, ir jāņem vērā tas, ka dažas vielas paaugstinātā temperatūrā sadalās, citas – sublimējas.

Vielas, ko izmanto eksikatorā kristālu žāvēšanai

Žāvēšanai izmantojamās vielas	Izmantošana	Ierobežojumi	Piezīmes
P_4O_{10} (sauc arī par fosfora pentoksīdu)	Izmanto eksikatoros un izsmidzinātājos parastā spiedienā un vakuumā. Lieto dažādām neitrālām un skābām vielām	Nedrīkst lietot bāziskām vielām, spirtiem un ēteriem	
Koncentrēta H_2SO_4	Izmanto eksikatoros un strūklenēs gāzu žāvēšanai. Lieto dažādām vielām	Nedrīkst žāvēt nepiesātinātus savienojumus, spirtus, ketonus, bāzes	Nedrīkst lietot vakuuma eksikatorā pazeminātā spiedienā, kā arī paaugstinātā temperatūrā
NaOH, KOH	Izmanto eksikatoros amīnu, ēteru un ogļūdeņražu žāvēšanai	Nedrīkst žāvēt aldehīdus, ketonus un skābas vielas	Ilgāku laiku esot eksikatorā, izkūst
$CaCl_2$	Var žāvēt ogļūdeņražus, ēterus, ketonus	Nedrīkst žāvēt spirtus, amīnus	
$Mg(ClO_4)_2$	Var lietot eksikatoros	Nedrīkst žāvēt vielas, kas viegli oksidējas	
Silikagels	Var lietot eksikatoros dažādu vielu žāvēšanai		Labi saista šķīdinātāju atlikumus
Molekulārie sieti (Na un Ca alumosilikāti)	Var lietot eksikatoros dažādu vielu žāvēšanai	Nedrīkst žāvēt nepiesātinātos savienojumus	Ļoti efektīvi šķīdinātāju atūdeņošanai, reģenerē karsējot vakuumā

Organisko šķidrumu žāvēšana

**BŪTISKI**

Ar kalcija hlorīdu nevar žāvēt spirtus un amīnus!

Visizplatītākais organisko vielu atūdeņošanas līdzeklis vielām ar nelielu ūdens daudzumu ir izkarsēts kalcija hlorīds ($CaCl_2$).

Organiskā šķidrums atūdeņošanai, atkarībā no ūdens satura tajā, ņem noteiktu CaCl_2 daudzumu. Nav jāņem pārāk liels sāls daudzums, jo tad nenovēršami rodas atūdeņojamās vielas zudumi. Vajadzīgo sāls daudzumu ieber traukā ar žāvājamo šķidrumu, trauku labi noslēdz ar aizbāzni un vairākas reizes sakrata. Pēc tam maisījumam ļauj stāvēt vismaz 12 stundas. Tad šķidrumu nolej destilācijas kolbā un pārtvaicē. Kalcija hlorīdu var lietot vairākas reizes, ja to pēc katras lietošanas izkarsē.

Organisko vielu žāvēšanai izmanto arī citus sāļus, piemēram, izkarsētu nātrija sulfātu (Na_2SO_4) (skatīt 3.2. tabulu).

3.2. tabula

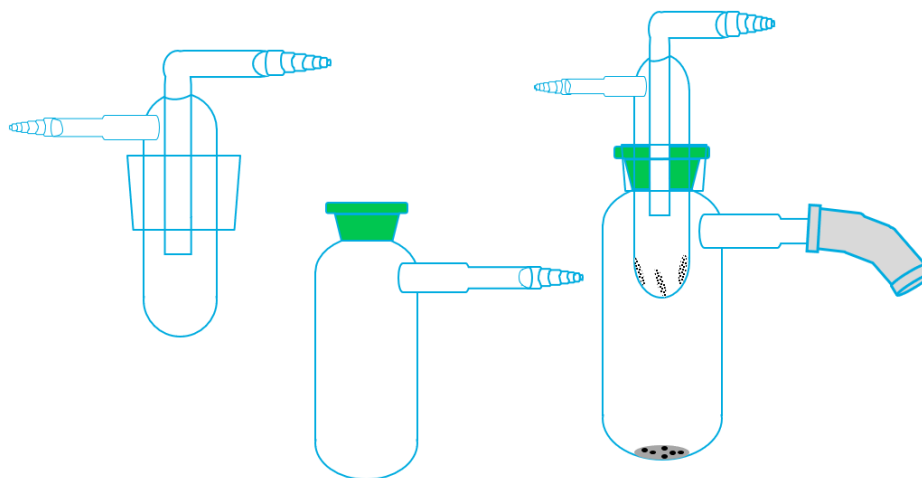
Organisko šķidrumu žāvēšanai izmantojamās vielas

Žāvēšanai izmantojamās vielas	Formula	Var žāvēt	Nedrīkst žāvēt
Oksīdi	CaO	Spirtus	–
		Spirtus	–
	P_2O_5	Esterus un hloroformu	Taukskābes, piridīnbāzes, ketonus un spirtus
Hidroksīdi	KOH	Bāzes, kas grūti oksidējas	–
Bezūdens sāļi	K_2CO_3	Hidrazīnus, bāzes, kas viegli oksidējas, esterus, nitrilus	–
	Na_2SO_4	Skābes, esterus un fenolus	–
	CaCl_2	Ogļūdeņražus un to halogēnatvasinājumus, aldehīdus, ketonus, nitrosavienojumus un ēterus	Spirtus, fenolus, dažus amīnus un amīdus, kā arī dažas taukskābes un esterus

Sublimācija

Sublimācija ir cietas vielas tieša pāreja gāzveida agregātstāvoklī, apejot šķidro fāzi. Tā ir cietu vielu attīrīšanas metode. Izmanto vielām, kuras karsējot no gāzes fāzes nepāriet šķīdumā, bet kondensējas kristālu veidā. Sublimācija ir process, kurā kristāliska viela tiek sasildīta līdz temperatūrai, kas ir zemāka par tās kušanas temperatūru, un pārveidojas tvaikā. Vielai atdziestot, tvaiki uz aukstās virsmas veido kristālus.

Metodi lieto, ja piemaisījumu gaistamība atšķiras no vielas gaistamības. Sublimācijas procesā praktiskais iznākums ir virs 95 %. Sublimāciju izmanto laboratorijās un attīra vielas līdz 10 g. Kvalitatīva rezultāta iegūšanas būtība ir efektīva dzesēšana. Sublimācijai izmanto dažādas speciālas iekārtas, kuras nodrošina dzesēšanu (skatīt 3.9. attēlu).



3.9. attēls. Sublimācijas ierīces

Avots: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/sublimation>

VIELAS RAKSTURLIELUMI ORGANISKAJĀ UN NEORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

Blīvums

Par blīvumu (ρ) sauc ķermeņa masas attiecību pret tā tilpumu (skatīt formulu (3.1)):

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (3.1)$$

kur

ρ – blīvums, g/cm³;

m – ķermeņa masa, g;

V – ķermeņa tilpums, cm³.

Vielas blīvumu izsaka g/cm³.

Šķidrums blīvumu ātri var noteikt ar areometru (skatīt 3.10. attēlu). Areometrs sastāv no stikla caurules ar paplašinātu apakšējo daļu, kas noslēdzas ar stikla rezervuāru; tas ir pildīts ar skrotīm vai ar speciālu masu.

Areometra augšējā – šaurajā daļā ir skala ar iedaļām. Jo mazāks šķidrums blīvums, jo dziļāk šķidrums iegrimst areometrs. Tāpēc skalas augšdaļā atrodas blīvuma mazākās vērtības, kādas var noteikt ar doto areometru, bet apakšā – lielākās.

Atstarpes starp cipariem sadalītas sīkākās iedaļās, kas ļauj blīvumu noteikt ar precizitāti līdz tūkstošdaļām.

Precīzākiem areometriem skala aptver blīvuma vērtību robežās 0,2–0,4 no vienības.



3.10. attēls. **Areometrs**

Avots: <https://www.apb.lv/userfiles/img/c/1683/>

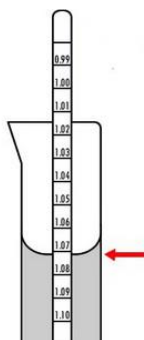
Dažkārt areometrs ir apvienots ar termometru, tādējādi vienlaicīgi var mērīt arī temperatūru, kādā nosaka blīvumu.

Blīvuma noteikšana ar areometru

Lai noteiktu blīvumu ar areometru, šķidrumu ielej cilindrā, kura tilpums ir vismaz 100 mL; cilindrs pēc formas ir līdzīgs mērcilindram, tikai bez snīpja un iedaļām. Cilindra izmēram jāatbilst areometra izmēram. Cilindru līdz malām piepildīt nedrīkst, jo, ievietojot tajā areometru, šķidrums var izplūst no cilindra. Tas var būt bīstami gadījumos, kad mēra blīvumu koncentrētām skābēm vai koncentrētiem sārmjiem u. c. Tāpēc šķidruma līmenim cilindrā jābūt dažus centimetrus zemāk par cilindra malu.

Areometrs jāievieto cilindrā uzmanīgi, neizlaižot no rokām, līdz tas sāk peldēt. Tad roku uzmanīgi atlaiž un areometrs ieņem vajadzīgo stāvokli. Areometram jāatrodas cilindra centrā, nekādā gadījumā tas nedrīkst skarties pie cilindra sienām vai atrasties pārāk tuvu tām, jo areometra stāvoklis cilindrā ietekmē mērījumu precizitāti. Nedrīkst arī pieļaut, ka areometrs balstās uz cilindra pamatnes.

Nolasa rādījumu uz areometra skalas iedaļas (skatīt 3.11. attēlu). Iedaļa, pret kuru nostājas šķidruma augšējais menisks, raksturo blīvumu.



3.11. attēls. **Blīvuma nolasīšana**

Avots: <https://migros.rs/Asortiman/Areometar.html>

Pēc blīvuma noteikšanas areometrs jānomazgā ar destilētu ūdeni (ja blīvumu nosaka ūdens šķīdriem), jānoslauka un jānovieto speciālā futrālī vai kastītē.

Ja blīvumu nosaka šķīdriem, kas nešķīst ūdenī, tad areometrs jānomazgā ar organisko šķīdinātāju.

Ar areometru jāīrkojas uzmanīgi (to var viegli saplēst).

Kušanas un viršanas temperatūra

Kušanas temperatūra

Kušanas temperatūra palīdz identificēt un raksturot vielas tīrību. Tīras vielas kušanas temperatūra vienmēr ir augstāka nekā neattīrītas vielas kušanas temperatūra, neatkarīgi no piemaisījumu kušanas punkta.

Kušanas temperatūru definē kā temperatūru, kurā atmosfēras spiedienā norit cieta vielas agregātstāvokļa maiņa uz šķīdru. Šī temperatūra atbilst vielas sacietēšanas vai sasalšanas temperatūrai.

Kušanas temperatūru nosaka ar dažādām metodēm, bet kapilāru metodi izmanto organiskās ķīmijas laboratorijā.

Viršanas temperatūra

Viršanas temperatūra ir vielas destilācijas temperatūra – tajā šķīduma piesātinātā tvaika spiediens ir 101,325 kPa.

Vielas viršanas temperatūra ir būtiska tikai tad, ja to nosaka tīrai vielai. Viršanas temperatūru ietekmē gaistošie piemaisījumi paraugā, tāpēc pirms viršanas temperatūras noteikšanas viela ir jāattīra.

ORGANISKO VIELU PĒTĪŠANAS METODES

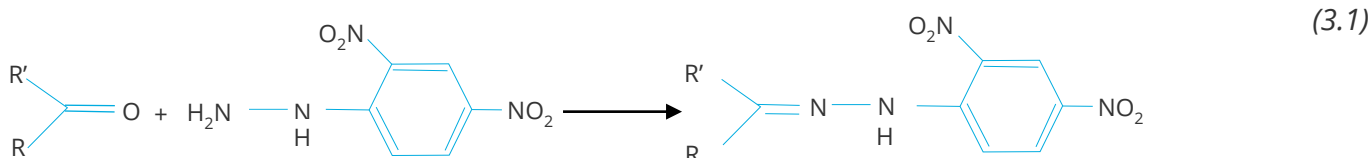
Organisko savienojumu pētīšanas metodes, izmantojot pierādīšanas reakcijas

Laboratorijā sintezēto vielu sastāva noteikšanai izmanto pierādīšanas reakcijas. Parasti izmanto analītiskās reakcijas, kuru rezultātā:

- 1) rodas nogulsnes ar raksturīgu krāsu;
- 2) rodas nogulsnes ar raksturīgu kristālu formu;
- 3) rodas šķīstoši krāsaini savienojumi.

Acetona pierādīšana

Viena no vispārīgām ketonu pierādīšanas reakcijām ir reakcija ar 2,4-dinitrofenilhidrazīnu (DNFH), kuras rezultātā rodas grūti šķīstoši 2,4-dinitrofenilhidrazoni spilgti dzeltenā vai sarkanā krāsā (skatīt 3.1. vienādojumu).

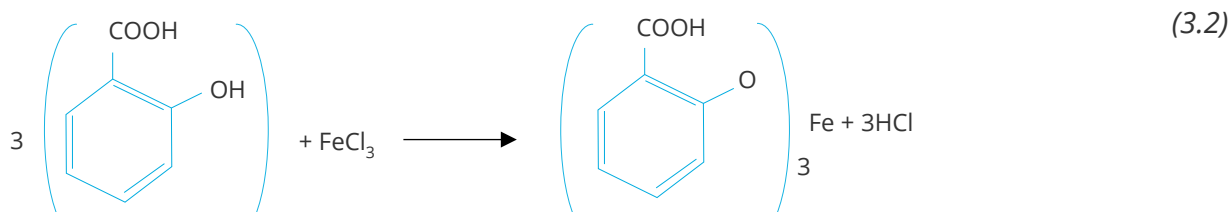


Karbonilsavienojumos viegli notiek pievienošanās reakcijas C=O dubultsaietei, kas nereti noslēdzas ar citas, jaunas dubultsaites veidošanos. Karbonilsavienojumu pierādīšanai izmanto reakciju ar 2,4-dinitrofenilhidrazīnu. No karbonilsavienojumiem rodas 2,4-dinitrofenilhidrazona nogulsnes.

Mēģenē iepilina 10 pilienus 2,4-dinitrofenilhidrazīna reaģenta un 1 pilienus analizējamās vielas. Karbonilsavienojumu klātienē rodas dzeltenas vai oranžas nogulsnes.

Salicilskābes reakcija ar dzelzs(III) hlorīdu

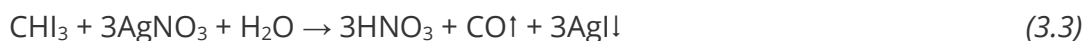
Salicilskābes reakcija ar dzelzs(III) hlorīdu attēlota 3.2. vienādojumā.



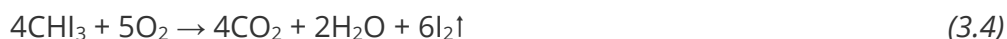
Vienā mēģenē izšķīdina nelielu daudzumu salicilskābes, otrā mēģenē – nelielu daudzumu iegūtā produkta. Abās mēģenēs iepilina dažus pilienus 1% FeCl₃ šķīduma un saskalina. Salicilskābes klātienē parādās sarkanvioleta krāsojums.

Jodoforma reakcija ar sudraba nitrātu

Sudraba nitrāta ūdens vai spirta šķīdums sadala jodoformu (CHI₃) (skatīt 3.3. vienādojumu). Reakcijas rezultātā veidojas slāpekļskābe, oglekļa monoksīds un sudraba jodīds.

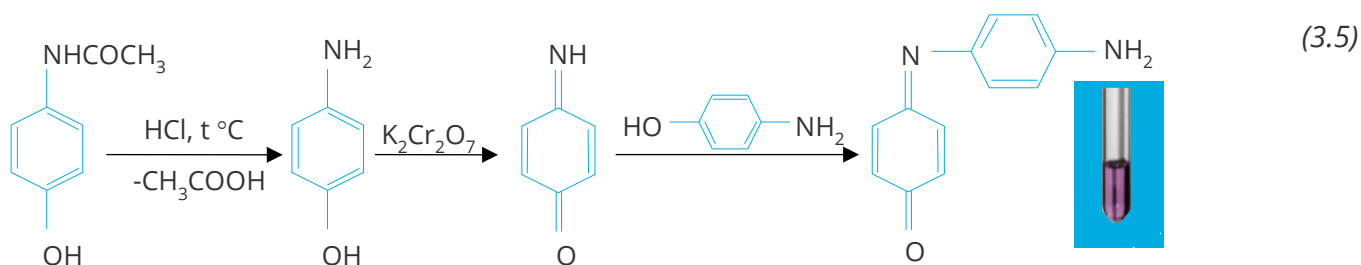


Lai pierādītu jodoformu, to silda ar koncentrētu sērskābi, reakcijas rezultātā veidojas violetie joda tvaiki (skatīt 3.4. vienādojumu).



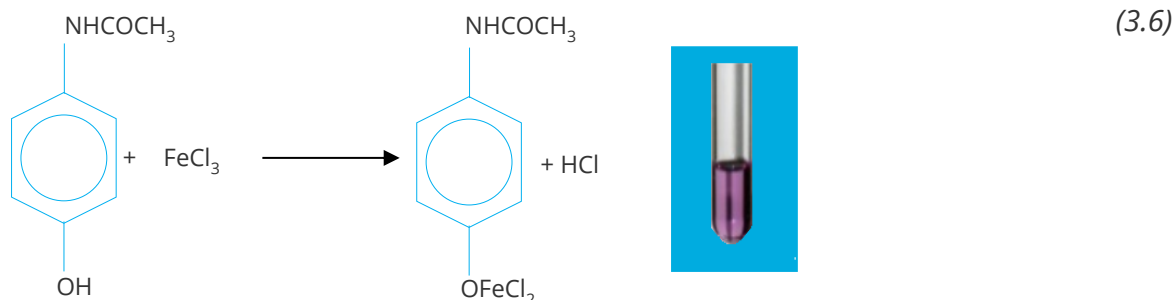
Paracetamola pierādīšana

Indofenola tests, izmantojot hidrolīzi. Reakcijas rezultātā veidojas violeta krāsojums, kas nemainās uz sarkanu (skatīt 3.5. vienādojumu).

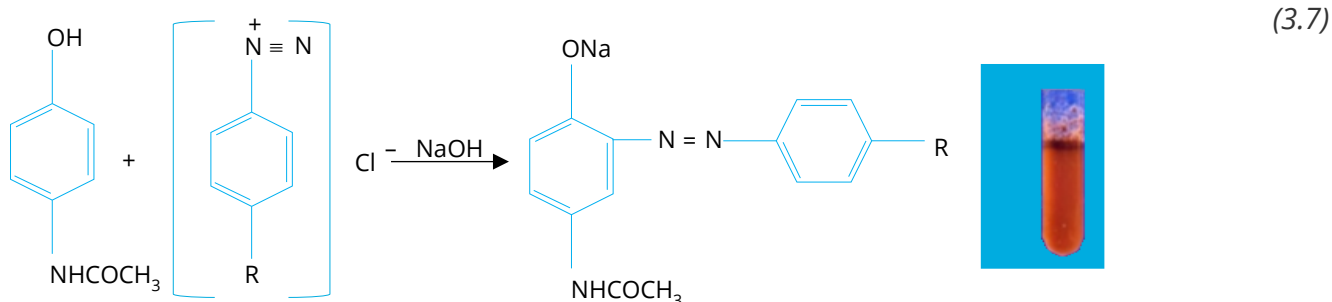


Paracetamola reakcija ar dzelzs(III) hlorīdu

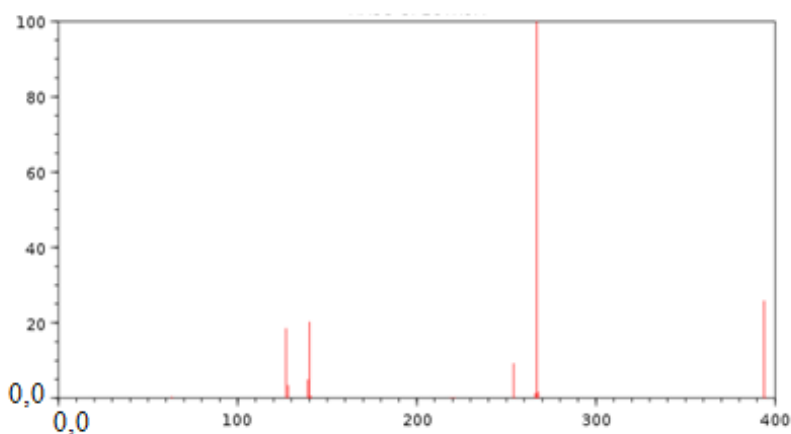
Mēģenē izšķīdina nelielu daudzumu paracetamola. Mēģenē iepilina dažus pilienus 1 % FeCl₃ šķīduma un saskalina. Reakcijas rezultātā veidojas sarkanviolets krāsojums (skatīt 3.6. vienādojumu).

**Azosametināšanas reakcija ar diazonija sāli**

Reakcijas rezultātā veidojas azosavienojums ar oranži brūnu nokrāsu (skatīt 3.7. vienādojumu).

**DAŽĀDU SINTEZĒJAMO VIELU MASSPEKTRI**

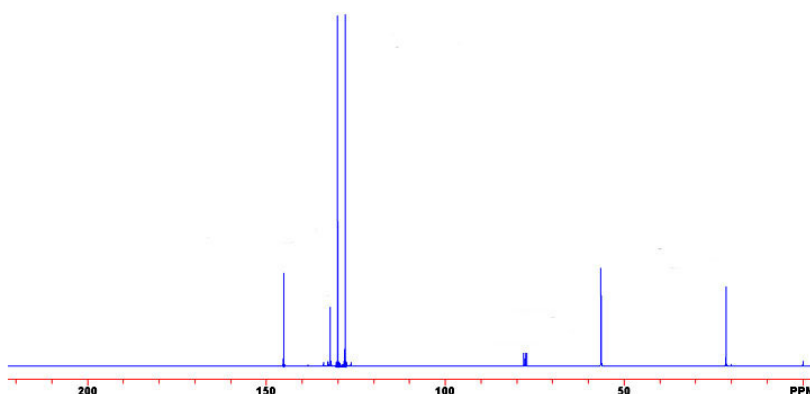
Jodoforma masspektrs (skatīt 3.12. attēlu).



3.12. attēls. Jodoforma masspektrs

Avots: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C75478&Mask=200>

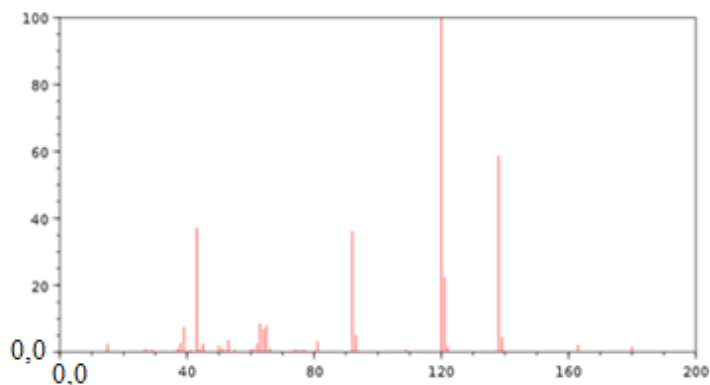
p-Toluolsulfonskābes masspektrs (skatīt 3.13. attēlu).



3.13. attēls. **p-Toluolsulfonskābes masspektrs**

Avots: <https://orgspectroscopyint.blogspot.com/2014/04/ptsa.html>

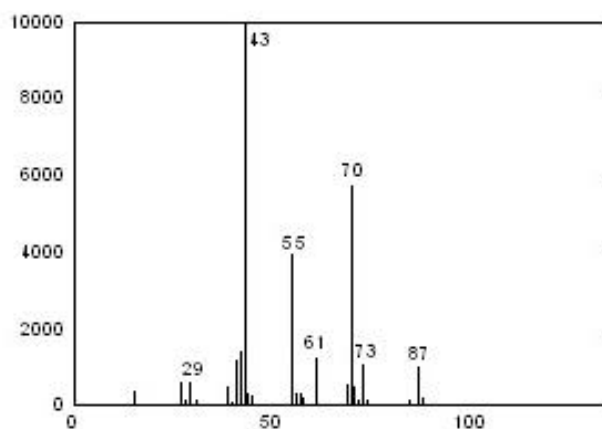
Acetilsalicilskābes masspektrs (skatīt 3.14. attēlu).



3.14. attēls. **Acetilsalicilskābes masspektrs**

Avots: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C50782&Mask=200>

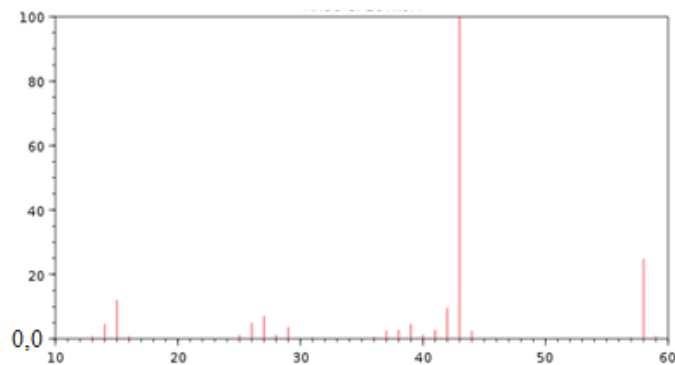
Etiķskābes izoamilestera (banānu esences) masspektrs (skatīt 3.15. attēlu).



3.15. attēls. **Etiķskābes izoamilestera masspektrs**

Avots: <http://www.aresok.org/npg/nioshdb/oshamethods/partial/pv2142/pv2142.html>

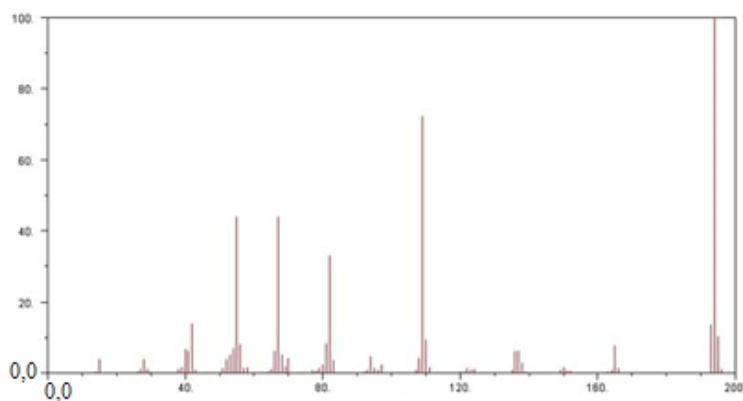
Acetona masspektrs (skatīt 3.16. attēlu).



3.16. attēls. Acetona masspektrs

Avots: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C67641&Mask=200>

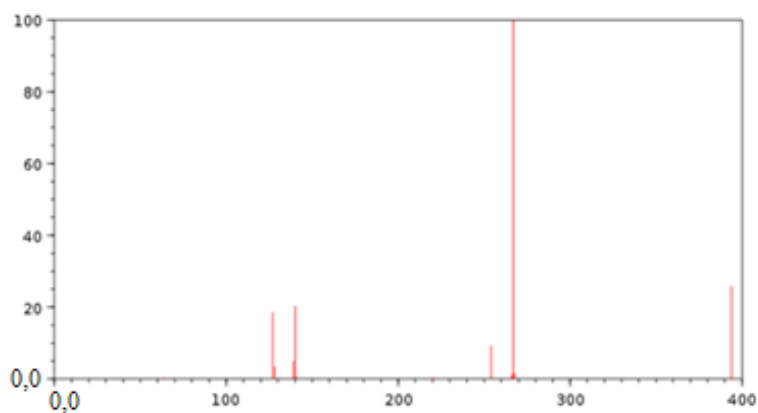
Kofeīna masspektrs (skatīt 3.17. attēlu).



3.17. attēls. Kofeīna masspektrs

Avots: http://svmsl.chem.cmu.edu/vmsl/Caffeine/caffeine_fragment.htm

Jodoforma masspektrs (skatīt 3.18. attēlu).



3.18. attēls. Jodoforma masspektrs

Avots: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C75478&Mask=200>

ORGANISKO SAVIENOJUMU PĒTĪŠANAS METODES, IZMANTOJOT IEKĀRTAS

Sintezējot ķīmisko vielu, nepieciešams atšifrēt šī savienojuma molekulāro struktūru jeb noteikt molekulas struktūrformulu.

Organisko vielu pētīšanas metodes izmanto, lai noskaidrotu:

- Kādas funkcionālās grupas ir savienojumā?
- Kāda ir šo grupu atrašanās vieta molekulā un orientācija telpā?
- Kāda ir atomu secība molekulā?

Mūsdienās savienojumu struktūru nosaka galvenokārt ar fizikāli ķīmiskajām metodēm. Šo metožu straujā attīstība ļauj relatīvi īsā laika posmā noteikt jebkura organiskā savienojuma struktūru, izmantojot ļoti maz vielas. Vissvarīgākās ir spektroskopiskās metodes, hromatogrāfija un rentgenstruktūranalīze.

Spektroskopija



DEFINĪCIJA

Spektroskopiskā metode ir optikas analīzes metode, kas pēta vielas struktūru, izmantojot atomu un molekulu spektrus.

Atkarībā no vielas struktūras notiek konkrēta viļņa garuma starojuma absorbcija un izmaiņas molekulā (skatīt 3.3. tabulu).

3.3. tabula

Elektromagnētiskā starojuma spektrs

Starojums	Viļņu garums, m	Energija, eV	Izmaiņas molekulā
γ stari	10^{-13} – 10^{-10}	10^7 – 10^4	Izmaiņas atomu kodolos
Rentgenstari	10^{-10} – 10^{-8}	10^4 – 10^2	Iekšējo čaulu elektronu pārbīdes
Ultravioletais un redzamais starojums	10^{-8} – 10^{-6}	100–1	Ārējo čaulu elektronu pārbīdes
Infrasarkanais starojums	10^{-6} – 10^{-4}	1–0,01	Atomu svārstības
Mikroviļņi un radioviļņi	$> 10^{-3}$	$\approx 10^{-6}$	Atomu un elektronu rotācija

Ultravioletā (UV) un redzamo staru spektroskopija

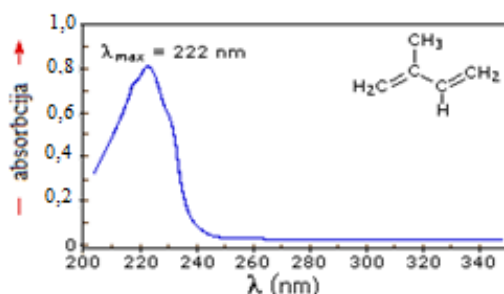
Ultravioletā (UV) starojuma un redzamo staru spektroskopiju veic ar UV/redzamo staru spektrofotometriju vai fotometriju.

UV un redzamās gaismas starojumu izmanto, lai pētītu to šķīdumu un cietvielu struktūru, kam šajā diapazonā ir raksturīga absorbcija. UV starojums un redzamās gaismas starojums ierosina atomu ārējo čaulu elektronus, un tie pāriet no pamatlīmeņa uz līmeni ar lielāku enerģiju. Katrai vielai ir noteiktas elektronu pārejas, tāpēc tās UV starojumu absorbē atšķirīgi.

UV spektroskopiju izmanto:

- organisko savienojumu kvantitatīvajai analīzei;
- lai noteiktu funkcionālās grupas klātbūtni vai neesamību savienojumā;
- lai pētītu reakciju kinētiku;
- starpmolekulāro mijiedarbību pētījumiem.

UV spektru (skatīt 3.19. attēlu) izmantošana ir ierobežota, jo tos var izmantot tikai tādu šķīdumu un cietvielu struktūras noteikšanai, kuriem ir raksturīga absorbcija UV gaismas diapazonā. Tās ir vielas, kuru molekulās ir vairākas divkāršās un trīskāršās saites, aromātiskais gredzens vai atomi ar nesadalītiem elektronu pāriem.



3.19. attēls. Izoprēna UV/redzamo staru spektrs

Avots: <https://pharmaxchange.info/2011/12/ultraviolet-visible-uv-vis-spectroscopy-principle/isoprene/>

Metodi izmanto kvantitatīvajā analīzē, lai noteiktu absorbējošās vielas koncentrāciju šķīdumā, izmantojot Bugē–Lamberta–Bēra likumu (skatīt formulu (3.2)):

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l, \quad (3.2)$$

kur

A – absorbcija;

ε – molārais absorbcijas koeficients, L/(mol · cm);

c – vielas koncentrācija (mol/L);

l – kivetes biezums, parasti 1 cm.

Izmanto joslas ar $\varepsilon = 10000$.

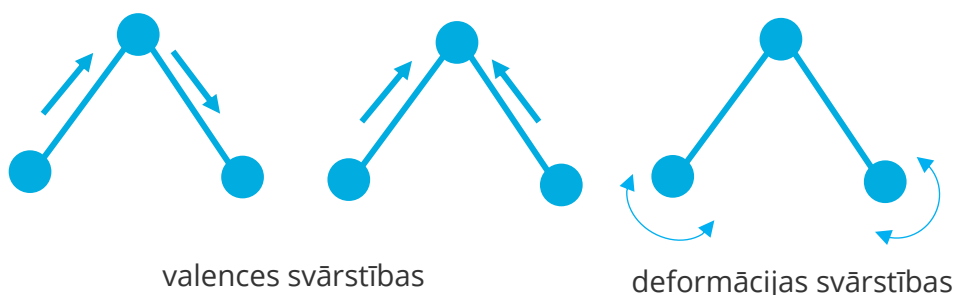
Veicot fotometrisko analīzi, izmanto UV, redzamo un infrasarkanu gaismu. UV, redzamo un infrasarkanu gaismu sauc par optisko starojumu vai gaismu. Ja viela absorbē tikai UV vai/un tikai

infrasarkanā gaismu, tā ir bezkrāsaina. Krāsainas vielas absorbē noteiktās krāsas – papildkrāsas – gaismu.

Infrasarkanā (IS) spektroskopija (svārstību absorbcijas spektri)

Infrasarkanā (IS) starojuma diapazonā gandrīz visām organiskajām vielām ir daudz absorbcijas joslu, tāpēc IS spektru šifrēšana ir sarežģītāka par UV spektru šifrēšanu. Katru atomu vai atomu grupu IS starojumā attēlo viena vai vairākas precīzi noteiktas absorbcijas joslas.

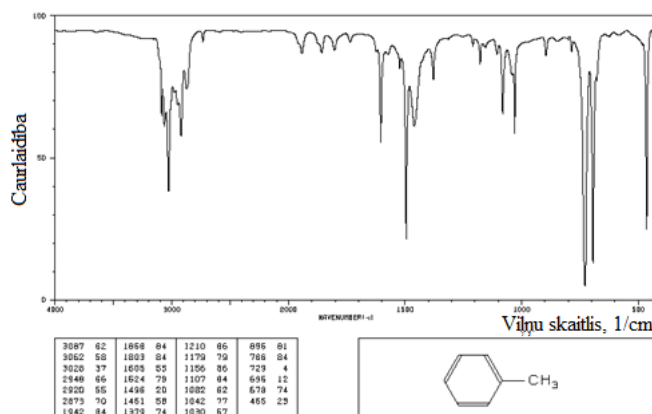
Saites molekulā nav tik stingri fiksētas, lai atomu grupas nevarētu svārstīties. Svārstību rezultātā mainās ķīmisko saišu garumi starp atomiem (valences svārstības). Ir divu veidu valences svārstības: simetriskās un asimetriskās lineārās svārstības. Svārstību rezultātā mainās arī leņķis starp saitēm, nemainoties saišu garumiem (deformācijas svārstības). Svārstību piemēri redzami 3.20. attēlā.



3.20. attēls. Atomu svārstību veidi trīsatomu molekulā

Atomu vai atomu grupu svārstībām ir sava raksturīgā frekvence. Svārstības ierosina un pastiprina tādas pašas frekvences elektromagnētiskā starojuma svārstības. Apstarojot molekulu ar IS stariem, molekula absorbē elektromagnētisko starojumu. Uzņemot vielas spektru, reģistrē starojuma absorbcijas intensitāti atbilstoši viļņu garumam.

IS spektru (skatīt 3.21. attēlu) atšifrēšanai lieto tabulas, kurās ir norādīti katrai funkcionālajai grupai atbilstošie IS spektru apgabali.



3.21. attēls. Toluola IS spektrs

Avots: https://sdfs.db.aist.go.jp/sdfs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

IS spektrā, izmantojot tabulas, noteiktās vietās jāatrod funkcionālām grupām atbilstošie maksimumi (skatīt 3.4. tabulu).

Skābekli saturošo organisko savienojumu IS absorbcijas maksimumi

Savienojums	Viļņu skaitlis, cm^{-1}
Spirti	
C–C	3600–3650
O–H	3200–3500
C–O	1000–1250
Aldehīdi un ketoni	
C=O	1630–1820
C–H (aldehīdgrupa)	2700–2820
Karbonskābes	
C=O	1735–1800
O–H	2500–3300
Esteri	
C=O	1735–1800
C–O	1000–1100

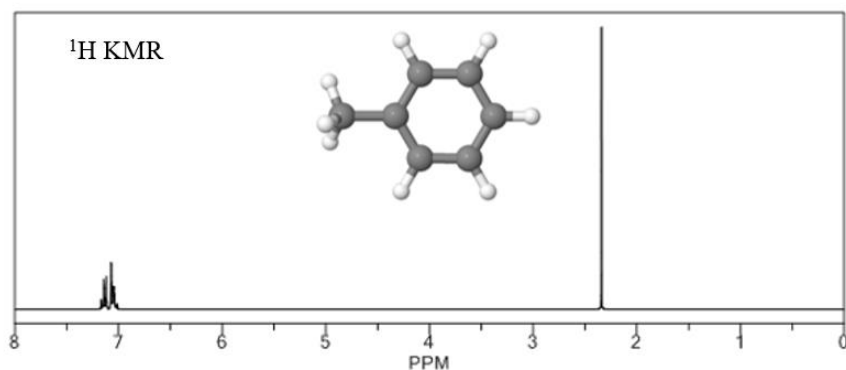
Kodolu magnētiskās rezonanses (KMR) spektroskopija

Kodolu magnētiskās rezonanses (KMR) spektroskopija ir izplatīta metode organisko vielu identificēšanai. Salīdzinot ar IS spektroskopiju, KMR sniedz vairāk informācijas par savienojuma struktūru. Tā izmanto spēcīga magnētiskā lauka efektu. Atomu kodoliem, piemēram, elektroniem, ir spini. Ja protonu un neitronu skaits kodolā ir vienāds, tad kodols ir bez spina, jo to spini ir pretēji vērsti. Kodoliem ar dažādu protonu un neitronu skaitu ir savs kodola spins. No organiskajos savienojumos sastopamajiem atomiem (^{12}C , ^1H , ^{16}O) tikai ^1H atomam ir kodola spins, un to izmanto KMR spektroskopijas pētījumos. Izmanto izotopu ^{13}C , ^{19}F un ^{31}P kodolu magnētisko rezonansi, tāpēc ^1H atomu KMR sauc par protonu magnētisko rezonansi (PMR).

Kodolu magnētiskās rezonanses spektroskopiju izmanto:

- vielas uzbūves pētīšanā;
- molekulas struktūras pētīšanā;
- makromolekulu dinamiskai pētīšanai – šķīdumā.

^1H KMR spektrs redzams 3.22. attēlā.



3.22. attēls. Toluola ^1H KMR spektrs

Avots: <https://scilearn.sydney.edu.au/OrganicSpectroscopy/NMRSpectraExamplesJS.cfm?ID=27&unit=>

Hromatogrāfija



DEFINĪCIJA

Hromatogrāfija ir fizikāla analīzes metode, ko lieto vielu maisījuma komponentu atdalīšanai un identificēšanai, izmantojot vielu dažādo adsorbciju.

Hromatogrāfiju lieto:

- vielu maisījuma kvalitatīvai un kvantitatīvai analīzei;
- mazu vielu daudzumu izdalīšanai tīrā veidā;
- vielu koncentrēšanai.

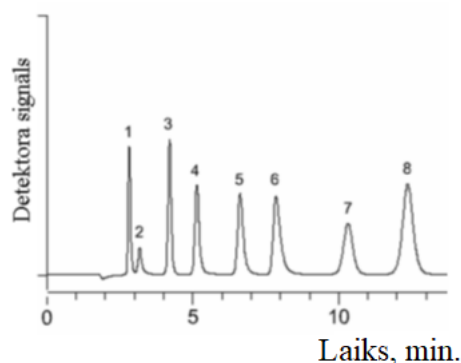
Šajā metodē komponenti sadalās, pārvietojoties un mijiedarbojoties divās fāzēs, no kurām viena ir kustīgā jeb mobilā fāze, bet otra ir nekustīgā jeb stacionārā fāze.

Kolonnu hromatogrāfija

Kolonnu hromatogrāfijai stacionārā fāze ir ciets sorbents (adsorbcijas hromatogrāfija) vai šķidrums, kas ir cieši saistīts ar cietā sorbenta virsmu (sadališanas hromatogrāfija).

Kustīgā fāze ir šķidrums – šķidruma hromatogrāfija vai gāze – gāzes hromatogrāfija. Atšķirībā no plaknes hromatogrāfijas, kolonnu hromatogrāfijā mobilā fāze netiek pārtraukta. Fāze plūst no kolonnas, kamēr no kolonnas tiek iznestas visas atdalāmās vielas. Katras atdalītās vielas saturu var kontrolēt, izlaižot to kopā ar mobilās fāzes plūsmu caur detektoru. Šķidruma hromatogrāfijā kā detektorus izmanto caurteces spektrofotometrus, turpretī gāzu hromatogrāfijā detektors kontrolē izplūstošās gāzes siltumvadītspēju vai jonizētās gāzes plūsmas elektrovadītspēju.

Detektora signālu uztver dators un atbilstoši tam izveido hromatogrammu (skatīt 3.23. attēlu).

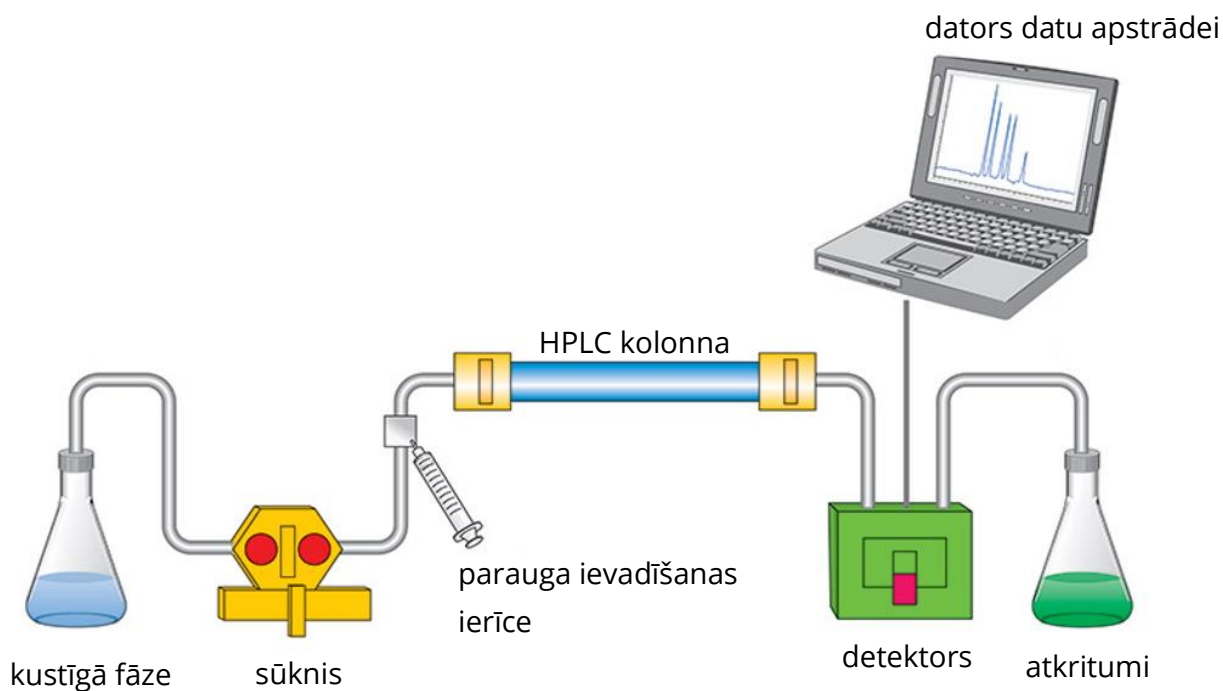


3.23. attēls. **Hromatogramma (astoņu vielu maisījuma sadalīšana)**

Parasti mēra laiku, kas vajadzīgs, lai dotā atdalītā viela nonāktu līdz detektoram, tāpēc hromatogrammā uz abscisu ass atliek laiku. Laika skaitīšana sākas ar maisījuma ievadīšanu kolonnā. Katrai vielai hromatogrammā ir savs aiztures laiks (t_r). Tāpēc šo lielumu izmanto vielu identificēšanai (kvalitatīvajā analizē). Hromatogramma satur atsevišķas smailes, kas atbilst atdalītajām vielām. Vielas daudzums ir proporcionāls smailes laukumiem, to aprēķina dators. Ja virsotnes ir ļoti asas un šauras, izmanto smaīļu augstumu.

Augsti efektīvā šķidrums hromatogrāfija

Šķidrums hromatogrāfiju var veikt, kustīgajai fāzei plūstot paaugstinātā spiedienā, rezultātā analīzes laiks samazinās. Šādu hromatografēšanas metodi sauc par augsti efektīvo šķidrums hromatogrāfiju (HPLC). Augsti efektīvā šķidrums hromatogrāfa shēma redzama 3.24. attēlā.



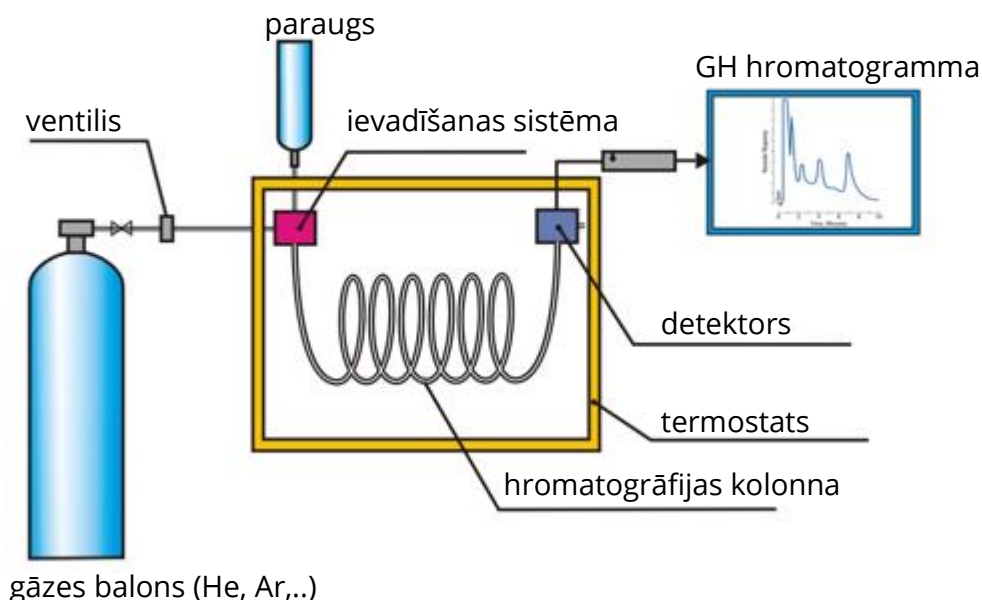
3.24. attēls. **HPLC hromatogrāfa shēma**

Avots: <https://microbenotes.com/high-performance-liquid-chromatography-hplc/>

Gāzu hromatogrāfija

Gāzu hromatogrāfija (GH) ir gaistošu vielu sadalīšanas metode – tiek sadalītas gāzveida, šķidrās un cietas vielas. Vielas relatīvā molekulmasa nedrīkst pārsniegt 400 vienības un vielām jābūt termiski stabilām.

Gāzu hromatogrāfijā kā kustīgo fāzi izmanto inertās gāzes: He, Ar, N₂, CO₂, H₂. Gāzu hromatogrāfa shēma redzama 3.25. attēlā.



3.25. attēls. Gāzu hromatogrāfa shēma

Avots: <https://vinmetrica.com/product/percent-alcohol-determination/>

Hromatogrāfija plānā slānī

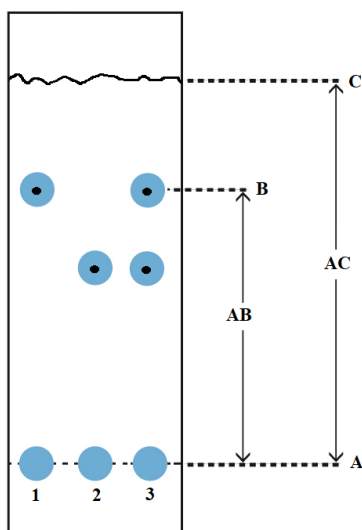
Papīra hromatogrāfijā uz papīra šķiedrām atrodas plāna ūdens kārtiņa, kas ir nekustīgā fāze. Maisījuma sastāvdaļas sadalās starp plāno ūdens kārtiņu un kustīgo fāzi.

Plānslāņa hromatogrāfijā (PSH) nekustīgo fāzi plānā kārtā uznes uz plāksnītes, piemēram, stikla vai alumīnija.

Sadalīšanās ātrumu, ar kādu maisījums sadalās sastāvdaļās, nosaka pēc laika, kas nepieciešams eluentam, lai sasniegtu plāksnes augšdaļu. Nekustīgā fāze ir plāns sorbenta slānis (silikagels, modificēts silikagels, alumīnija oksīds u. c.), kas uznes uz alumīnija, stikla vai sintētiska materiāla plāksnītes; kustīgā fāze ir eluents.

Atkarībā no sorbenta un eluenta, maisījuma sastāvdaļu atdalīšana notiek pēc adsorbcijas vai sadalīšanas hromatogrāfijas principa. Vielu sorbciju nosaka polaritāte un molmasa.

Hromatogrāfijas procesu plānā slānī raksturo ar lielumu R_f – aiztures faktoru, to nosaka katrai maisījumā esošai vielai atsevišķi (skatīt 3.26. attēlu).



3.26. attēls. **Hromatogramma. Plāksnīte, kurā atainots stāvoklis pēc vielu maisījuma sadalīšanās komponentos** (A – starta līnija; B – vielas 1 plankuma centrs; C – eluenta frontes līnija; 1, 2 – standartvielas; 3 – analizējamais maisījums, kas satur vielas 1 un 2)

Avots: <https://www.silicycle.com/products/thin-layer-chromatography-tlc-plates/siliaplate-tlc-visualization-methods>

Aiztures faktoru R_f aprēķina pēc formulas (3.3):

$$R_f = \frac{AB}{AC}, \quad (3.3)$$

R_f vērtības dažkārt var atrast rokasgrāmatās, visbiežāk līdzīgu savienojumu rindās, bet jāņem vērā, ka R_f vērtības ir atkarīgas no hromatogrāfijas apstākļiem.

Plānslāņa hromatogrāfijas plāksnītes

Plānslāņa hromatogrāfijā paraugu uznes uz plāksnītes ar kapilāru. Var izmantot arī rūpnieciski ražotas plāksnītes, jo firmas piedāvā plašu sorbentu sortimentu. Plāksnītes gatavo dažādiem mērķiem: plānslāņa hromatogrāfijai, augsti efektīvai plānslāņa hromatogrāfijai un preparatīvai plānslāņa hromatogrāfijai. Plaši izmanto plāksnītes ar alumīnija foliju, kas pārklāta ar plānu silikagela slāni.

Paraugu uznešana

Analizējamo paraugu uznešanai izmanto kapilāru vai mikrošļirci. Analizējamās paraugus uznes vairākas reizes vienā un tajā pašā vietā, katru reizi uznesto paraugu izžāvējot. Parauga tilpums ~ 0,5–2,0 μL . Starta līnija ir 1–1,5 cm no plāksnītes apakšējās malas. Pirmo vielu uznes uz starta līnijas ~ 1,5 cm attālumā no sānu malas. Attālums līdz nākošajai parauga uznešanas vietai ir 1–2 cm. Eluentu normālā kamerā ielej ~ 1 cm augstumā tā, lai starta līnija būtu virs eluenta līmeņa.

Plānslāņa hromatogrāfijas kameras

“N” tipa jeb normālas kameras ir dažādu izmēru trauki ar taisnstūrveida pamatu un pieslīpētu vāku. Trauka pamats var būt gluds, bet var būt arī vidū izliekts un veidot divus nodalījumus. Kamerā ar nodalījumiem eluentu ielej vienā pusē, plāksnīti ieliek otrā pusē. Kameru aiztaisa ar vāku, pagaida, lai plāksnīte un kamera piesātinās ar eluenta tvaikiem, tad kameru nedaudz sašķiebj un eluents pārlīst otrā nodalījumā, kurā ir plāksnīte un tad sāk eluēšanu.

Vielu identificēšana plānslāņa hromatogrāfijā

Pēc plāksnītes izņemšanas no kameras to vajag izžāvēt. Plāksnīti žāvē gaisa velkmē. Plāksnīti var žāvēt arī ar fēnu vai žāvēšanas skapī. Pēc plāksnītes žāvēšanas krāsainas vielas var identificēt pēc plankuma krāsas.

Tā kā daudzas vielas ir bezkrāsainas, jāveic plāksnītes attīstīšana. Plāksnītes attīstīšanai izmanto gan fizikālas, gan ķīmiskas metodes.

No fizikālām metodēm galvenā ir fluorescence UV staru gaismā. Apskatot plāksnīti zem UV lampas, vielas plankumi ir tumši un tos var apvilkt ar zīmuli. Vielas identificē ar ķīmisko vielu starpniecību. Viena no vienkāršākām metodēm ir plāksnītes ievietošana joda kamerā (piemēram, eksikatorā, kurā ievietots Petri trauks ar jodu). Jods sorbējas tajās vietās, kur ir vielu plankumi, un tie krāsojas brūni violetā krāsā.

Vielu plankumu var identificēt:

- pēc krāsas,
- pēc fluorescences,
- pēc joda absorbcijas,
- pēc ķīmiskas reakcijas ar kādu attīstītāju.

Pēc plāksnītes attīstīšanas salīdzina standartvielu un pētāmo vielu R_f vērtības.

Plānslāņa hromatogrāfijas priekšrocības

Plānslāņa hromatogrāfijas priekšrocības:

- nav nepieciešama speciāla parauga sagatavošana;
- analīzes rezultātu iegūst ātri – dažu minūšu laikā;
- vienlaicīgi uz plāksnītes var analizēt vairākus paraugus un standartvielas;
- var analizēt arī paraugus, kas ir minimāli attīrīti;
- paraugi var palikt neatgriezeniski sorbēti uz plāksnītes;
- testēšanā var izmantot vairākkārtēju attīstīšanu un statistisku detektēšanu ar dažādiem reaģentiem;
- iespējams testēt dažādus paraugus dažādos veidos;
- šķīdinātāju patēriņš ir minimāls, tas samazina šķīdinātāju reģenerēšanas problēmas.

Masspektrometrija

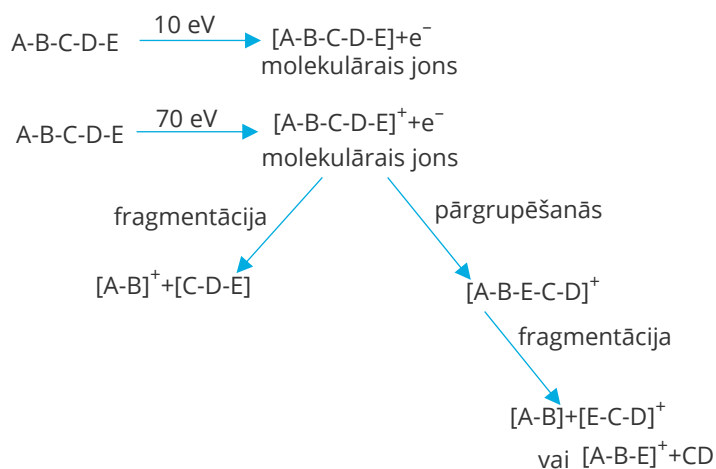


DEFINĪCIJA

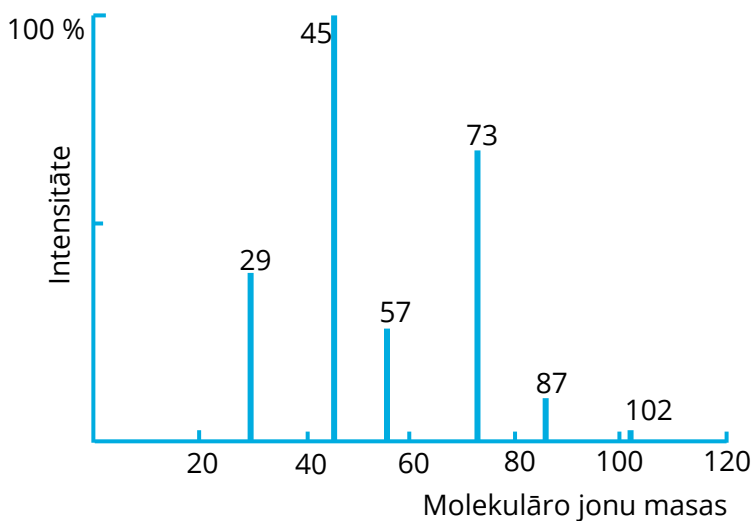
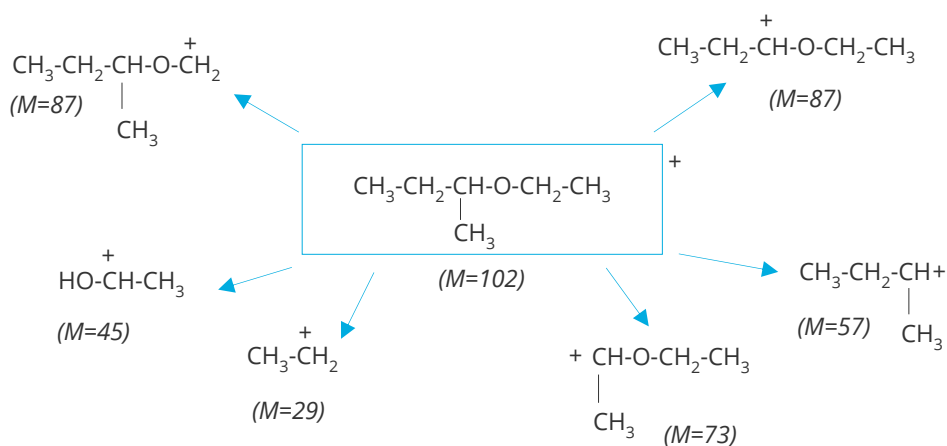
Masspektrometrija ir pētāmās vielas molekulu, atomu pārvēršana jonizētās daļiņās un to sadalīšana gāzveida fāzē.

Masspektrometrijas laikā parauga molekulas tiek jonizētas, rezultātā veidojas pozitīvi lādētas molekulas un to fragmenti. Kad zemas enerģijas (apmēram 10 eV) elektronu stars nonāk vielas molekulā, molekula zaudē vienu elektronu un veidojas molekulārais jons. Ja jonizācijai tiek izmantots augstas enerģijas (70 eV) elektronu stars, triecienu rezultātā iegūtais molekulārais jons sabrūk mazākos fragmentos.

Daži no šiem fragmentiem būs lādēti, bet citi nē. Ar masspektrometru var pētīt tikai lādētos fragmentus. Masspektrometrā tiek uzturēts zems spiediens, pēc molekulas jonizācijas ar augstas enerģijas elektroniem var notikt tikai iekšmolekulāras pārvērtības. Zemāk ir norādītas dažas no iespējamām pārvērtībām.



No jonizācijas kameras joni nonāk masas analizatorā, kurā tiek sašķiroti atbilstoši attiecībai m/z (masa/lādiņš). Rezultātā iegūst spektru, kurā katrs maksimums atbilst noteiktai molekulas fragmenta masai. Piemēram, jonizējot 2-etoksibutānu, veidojas 7 molekulārie joni (skatīt 3.27. attēlu).



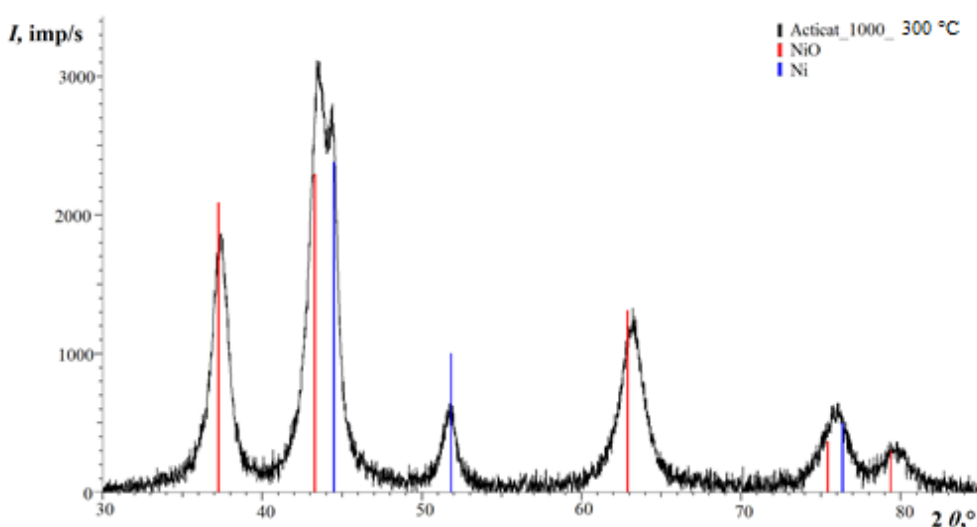
3.27. attēls. 2-Etoksibutāna masspektrs

Rentgenstruktūranalīze

Visas iepriekš minētās metodes sniedz informāciju par atsevišķiem savienojuma fragmentiem, bet nesniedz pilnīgu priekšstatu par molekulas struktūru. Ar rentgenstruktūranalīzi var iegūt molekulas attēlu ar atomiem, saišu garumiem un saišu leņķiem. Šī metode ir darbietilpīga un dārga. Tā izmantojama tikai ļoti tīru kristālisku vielu struktūras noteikšanai. Metodes pamatā ir rentgenstaru difrakcija, jo tā iziet caur vielu. Staru liekšanās notiek tāpēc, ka attālumi starp kristālu režģa atomiem ir salīdzināmi ar rentgenstaru viļņu garumiem. Rentgenstaru gaitu nosaka elektronu sadalījums vielas kristāla režģī. Veicot sarežģītus matemātiskos aprēķinus, no rentgenstaru difrakcijas modeļa var iegūt elektronu blīvuma sadalījumu un uzzināt precīzas atomu koordinātas telpā.

Rentgendifraktometrija

Rentgendifraktometrijas priekšrocība ir tā, ka analīzes laikā pētāmā viela nemaina sastāvu, analīzei nepieciešams neliels vielas daudzums (pietiek ar ~ 100 mg vielas), analīzes dokumentācija saglabājas rentgenogrammas veidā (skatīt 3.28. attēlu). Difrakcijas ainas, kas iegūtas no dažādiem kristāliem un pēc dažādām metodēm, atšķiras ne tikai ar maksimumu skaitu, bet arī ar to intensitāti. Kvalitatīvā sastāva noteikšanā galvenais ir difrakcijas refleksa pozīcija, bet kvantitatīvā sastāva noteikšanai kā analītiskais signāls tiek izmantota difrakcijas refleksu intensitāte, ko mēra kā refleksa augstumu attiecībā pret fona līniju.



3.28. attēls. Reneja niķeļa rentgendifraktogramma

Ar rentgendifraktometrisko pulvera metodi iegūtajās rentgendifraktogrammās parādās vairāki difrakcijas maksimumi, kuru atrašanās pozīcijas ļauj identificēt vielas, salīdzinot signālu atrašanās vietas ar datu bāzē norādītajām.

Lai, izmantojot rentgendifraktometriju, veiktu kvantitatīvo analīzi, no vairāku kristālisko formu signālu kopuma jāizdala tie signāli, kas atbilst analizējamajai kristāliskajai formai, un jāizmēra signāla intensitāte. Lai veiktu kristālisko formu kvantitatīvo analīzi, īpaši nozīmīga ir paraugu sagatavošana mērījumiem, jo arī no pareizas sagatavošanas būtiski atkarīga analītisko signālu intensitāte. Metodes noteikšanas relatīvā kļūda ir 5–10 % robežās.

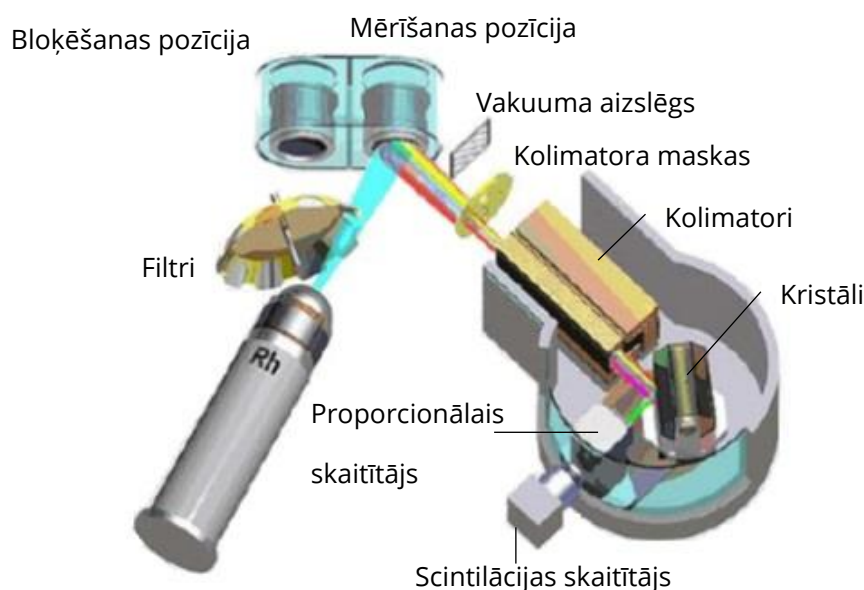
Rentgenfluorescentā analīze

Metode elementu kvalitatīvai un kvantitatīvai analīzei.

Rentgenfluorescentajā analīzē ar primāro rentgenstarojumu (kas iegūts, piemēram, izmantojot rentgenlampu) no parauga atomu iekšējiem enerģijas līmeņiem tiek izsisti elektroni, līdz ar to šajās vietās parādās tukšumi, kas aizpildās ar elektroniem no augstākiem enerģijas līmeņiem.

Šajās pārejās izdalās sekundārais rentgenstarojums, bet nu jau ar mazāku enerģiju nekā primārais rentgenstarojums. Katram ķīmiskajam elementam šīs elektronu pārejas ir atšķirīgas un līdz ar to ir atšķirīga arī katra ķīmiskā elementa sekundārā rentgenstarojuma enerģija.

Rentgenfluorescences aparāta darbības shēmu var redzēt 3.29. attēlā. Šī shēma attiecas arī uz Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātē esošo rentgenspektrometru "Bruker S8 TIGER".



3.29. attēls. Rentgenspektrometra darbības shēma

Rentgenspektrālās analīzes metodei ir šādas priekšrocības:

- **ātrums** (var īpaši ātri un kvalitatīvi noteikt dominējošos elementus; līnijas intensitāte ir monotona elementa daudzuma funkcija, taču kvantitatīvā noteikšana ir sarežģītāka un ilgst aptuveni 30 minūtes, jo ir jāveic spektra precīza sadalīšana komponentēs, kā arī aprēķinos ir jāņem vērā līdz 20 parametriem, kas ietekmē spektrālo līniju intensitāti);
- **augsta precizitāte** (īpaši analizējot metālus un to sakausējumus, kur noteikšanas precizitāte ir salīdzināma ar gravimetrijas noteikšanas precizitāti);
- metode ir **paraugu nesagraujoša**.

REAKCIJAS PRODUKTA PRAKTISKĀ IZNĀKUMA APRĒĶINĀŠANA PROCENTOS NO TEORĒTISKI IESPĒJAMĀ IZNĀKUMA

Vielu iegūšanas procesā gan laboratorijā, gan rūpniecībā dažādu apstākļu dēļ praktiski iegūtā produkta iznākums ir mazāks nekā teorētiski aprēķinātais.

Visbiežāk jārisina šāds uzdevums:

ja uzdevumā dots praktiski iegūtā produkta iznākums, tad pēc ķīmiskās reakcijas vienādojuma jāaprēķina teorētiski iespējamais iznākums un attiecība jāizsaka procentos.

Uzdevumu risina šādā secībā:

- 1) uzraksta ķīmiskās reakcijas vienādojumu un pēc vienas no dotajām izejvielām aprēķina teorētiski iespējamo iznākumu – reakcijas produkta daudzumu, masu;
- 2) praktiski iegūtā produkta iznākumu attiecina pret teorētiski iespējamo iznākumu un izsaka procentos (skatīt formulu (3.4)):

$$\eta_{\% \text{ praktiskā}} = \frac{m_{\text{praktiskā}}}{m_{\text{teorētiskā}}} \cdot 100, \quad (3.4)$$

kur

$\eta_{\% \text{ praktiskā}}$ – reakcijas produkta praktiskais iznākums, %;

$m_{\text{praktiskā}}$ – praktiski iegūtā produkta masa, g;

$m_{\text{teorētiskā}}$ – teorētiski aprēķinātais reakcijas produkta daudzums, g.

ĶĪMISKĀS REAKCIJAS

Ķīmiskā reakcija ir process, kurā notiek vielu pārvērtības. Šajā procesā veidojas jaunas vielas ar citām īpašībām. Vielas, kas savstarpēji reaģē, sauc par **izejvielām**. Vielas, kas rodas ķīmiskās reakcijas rezultātā, sauc par **reakcijas produktiem**. Visas vielas, kas piedalās ķīmiskajā reakcijā, sauc par **reakcijas vielām**.

Homogēna sistēma

Homogēna sistēma ir tāda sistēma, kurā reakcijas vielas nav atdalītas ar robežvirsmu, bet veido vienu kopumu (skatīt 3.8. vienādojumu).



Heterogēna sistēma

Heterogēna sistēma ir tāda sistēma, kurā reakcijas vielas ir nodalītas ar robežvirsmu (skatīt 3.9. vienādojumu).



Ķīmisko reakciju norises apstākļi

Ķīmisko reakciju norises apstākļi ir tie nosacījumi, no kuriem ir atkarīga ķīmiskās reakcijas gaita. Tos raksturo šādi parametri: temperatūra, spiediens, koncentrācija (skatīt 3.5. tabulu).

3.5. tabula

Ķīmisko reakciju norises parametri

Parametri	Parametru izpausmes būtība
Temperatūra	Visu daļiņu vidējā kinētiskā enerģija
Spiediens	Spiediena spēks uz virsmas laukuma vienību $p = \frac{F}{S}$
Koncentrācija	Dotās vielas daļa (masas, tilpuma vai vielas daudzuma daļa) visā maisījuma masā vai daudzumā

Endotermiskās un eksotermiskās reakcijas

Endotermiskās reakcijas ir tādas ķīmiskās reakcijas, kurās tiek uzņemts siltums. Šajās reakcijās izejvielu enerģijas krājums ir mazāks par reakcijas produktu enerģijas krājumu.

Eksotermiskās reakcijas ir tādas ķīmiskās reakcijas, kurās izdalās siltums. Šajās reakcijās izejvielu enerģijas krājums ir lielāks par reakcijas produktu enerģijas krājumu.

ĶĪMISKO REAKCIJU IEDALĪJUMS PĒC IZEJVIELU UN REAKCIJAS PRODUKTU SKAITA UN SASTĀVA**Savienošanās reakcijas**

Par savienošanās reakcijām sauc reakcijas, kad no divām vai vairākām vielām rodas viena jauna viela (skatīt 3.10. vienādojumu).

**Sadalīšanās reakcijas**

Par sadalīšanās reakcijām sauc reakcijas, kurās no vienas vielas rodas divas vai vairākas vielas (skatīt 3.11. vienādojumu).



Apmaiņas reakcijas

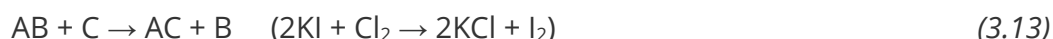
Par apmaiņas reakcijām sauc reakcijas, kuras norisinās starp divām vielām, kas sastāv no joniem (skatīt 3.12. vienādojumu).



Apmaiņas reakcijas rezultātā divi ķīmiski savienojumi apmainās ar sastāvdaļām.

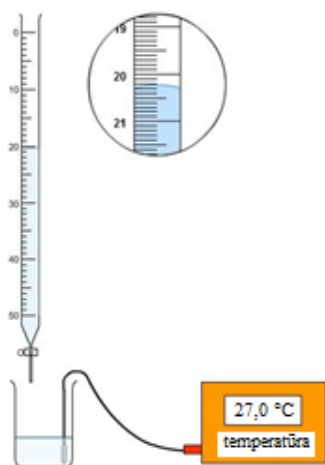
Aizvietošanas reakcijas

Par aizvietošanas reakcijām sauc reakcijas, kurās vienkāršas vielas aizvieto saliktā vielā esošus kāda elementa atomus (skatīt 3.13. vienādojumu).



Neitralizācijas reakcijas

Skābo un bāzisko savienojumu mijiedarbība, kuras rezultātā rodas sāļi un zūd kā skābās, tā bāziskās īpašības. Neitralizācijas reakcijas vienmēr norisinās ar siltuma izdalīšanos (skatīt 3.14. vienādojumu un 3.30. attēlu).



3.30. attēls. Neitralizācijas siltums

Avots: <https://www.focuseducational.com/product/heat-of-neutralization-experiment/168>

Neitralizācijas siltums ir siltuma daudzums, kas izdalās, neitralizējot vienu skābes ekvivalentu ar vienu bāzes ekvivalentu.

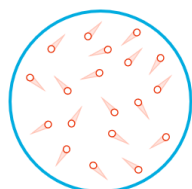
Neitralizācijas siltumu var definēt arī kā siltuma daudzumu, kas izdalās, neitralizējot vienu molu ūdeņraža jonu H^+ ar vienu molu hidroksīdjonu OH^- .

Ķīmisko reakciju norise

Ķīmisko reakciju norises priekšnosacījumi

Ķīmisko reakciju norises priekšnosacījumi ir šādi:

- izejvielu daļiņu esamība;
- daļiņu haotiska kustība (skatīt 3.31. attēlu);



3.31. attēls. Daļiņu haotiska kustība

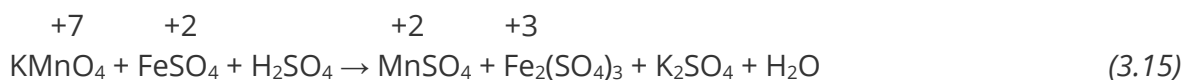
- daļiņu efektīva sadursme;
- minimāls reaģējošo vielu enerģijas krājums.

Oksidēšanās-reducēšanās procesi

Oksidēšanās-reducēšanās procesi ir savstarpēji saistīti, viens no otra neatraujami procesi – ja kāda viela oksidējas, cita reducējas.

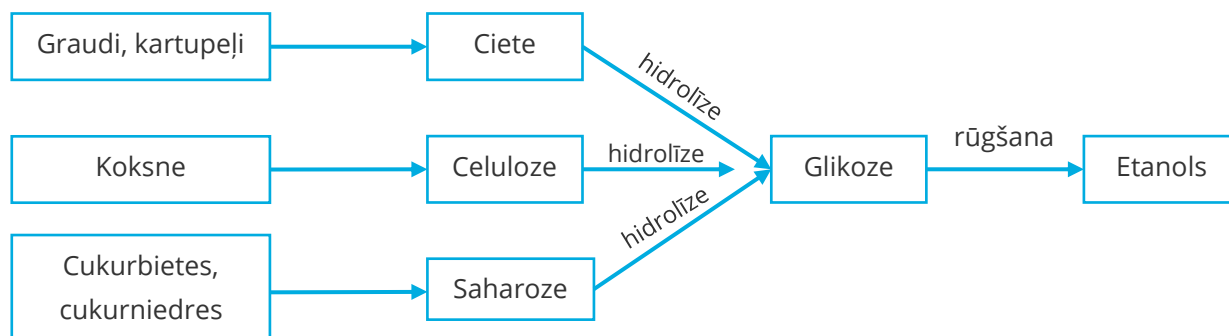
Oksidēšanās-reducēšanās reakcijas

Oksidēšanās-reducēšanās reakciju gaitā elementi maina oksidēšanās pakāpi (skatīt 3.15. vienādojumu).



Hidrolīzes reakcijas

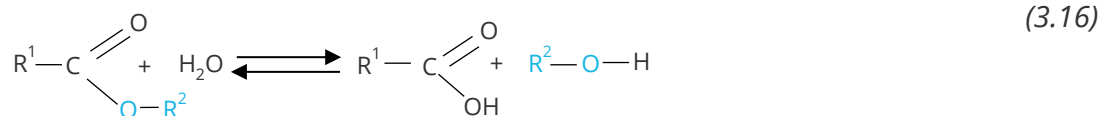
Hidrolīze ir pilnīga vai daļēja ķīmisko vielu reakcija ar ūdeni. Ja šķīdinātājs ir ūdens, tad izšķīdinātās vielas un ūdens molekulu mijiedarbību sauc par hidratāciju, bet radušos savienojumus – par hidrātiem. Esteru hidrolīze ir analogiska spirtu un skābju veidošanai. Procesā pamatā ir ogļhidrātu – cietes (graudos un kartupeļos), celulozes (koksne) vai saharozes (cukurbietēs un cukurniedrēs) sašķelšana līdz glikozei un tālāk glikozes alkoholiskā jeb spirta rūgšana atbilstošu raugu klātbūtnē (skatīt 3.32. attēlu).



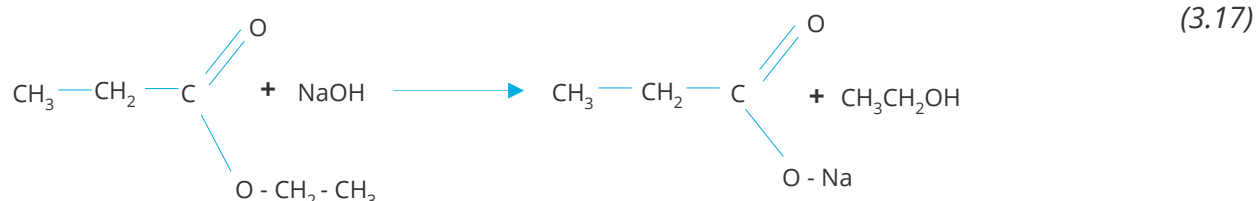
3.32. attēls. Etanola iegūšana no dabiskiem produktiem

Esteru šķelšanas jeb hidrolīzes reakcija

Esteru veidošanās (esterificēšanas) reakcijām pretēja reakcija ir esteru šķelšanas jeb hidrolīzes reakcija. Stipru skābju klātbūtnē hidrolizējot esteru, veidojas atbilstoša skābe un spirts (skatīt 3.16. vienādojumu):



Stipru bāzu klātbūtnē hidrolizējot esteru, veidojas atbilstošās skābes un bāzes sāļi un spirts (skatīt 3.17. vienādojumu):



Hidrolīzi bāziskā vidē sauc par pārziepjošanu, jo šādās reakcijās, ar nātrija hidroksīdu hidrolizējot taukus, veidojas šo taukskābju nātrija sāļi, kurus izmanto kā ziepes.

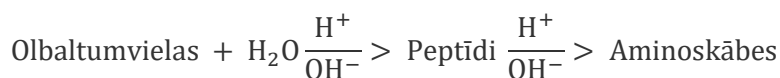
Esteru hidrolīzes reakcijas norisinās arī dzīvajos organismos bioķīmisko katalizatoru – enzīmu – iedarbībā, kā rezultātā šķēļas tauki un citi sarežģītāki savienojumi.

Amīdu hidrolīze

Amīdiem, līdzīgi kā esteriem, ir raksturīgas hidrolīzes reakcijas. Hidrolīzes procesā skābā vidē veidojas karbonskābes sāļi un amonjaks.

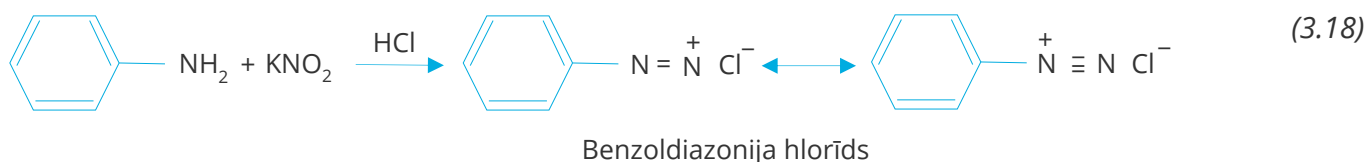
Olbaltumvielu hidrolīze

Olbaltumvielām ir raksturīga hidrolīze. Olbaltumvielu hidrolīzi raksturo shēma, kas ir pretēja to veidošanās shēmai:



Azosametināšanas reakcijas

Pie krāsvielām pieder savienojumi ar dažādu uzbūvi. Krāsošanai izmanto dabiskās krāsvielas un sintētiskās krāsvielas. Azokrāsvielas ir viena no svarīgākajām sintētisko krāsvielu grupām, ko izmanto tekstilšķiedru krāsošanai. Tām raksturīga liela krāsu toņu dažādība. Vienkāršākās azokrāsvielas var viegli iegūt laboratorijā. Azokrāsvielu uzbūves pamatā ir azogrupa $-\text{N}=\text{N}-$, kas no abām pusēm saistīta ar benzola gredzeniem. Anilīnam reaģējot ar nātrija nitrītu skābā vidē 0–5 °C temperatūrā, veidojas benzoldiazonija hlorīds (skatīt 3.18. vienādojumu):



Šo reakciju sauc par diazotēšanas reakciju. Benzoldiazonija hlorīds ir stabils tikai ūdens šķīdumā zemā (0–5 °C) temperatūrā. Diazonija sāls molekulai ir pozitīvs lādiņš, tāpēc tas ir aktīvs elektrofilais reaģents.

Arildiazonija sāļi viegli reaģē ar fenoliem (vāji bāziskā vidē) un amīniem (vāji skābā vidē), veidojot azosavienojumus. Azokrāsvielu ražošana pamatojas uz azosametnāšanas reakciju.

Azosametnāšanas reakcija parasti noris *para*- vietā, bet, ja tā aizņemta, tad *orto*- vietā attiecībā pret elektrondonoriem aizvietotājiem.

Azosametnāšana, tāpat kā nitrēšana, sulfurēšana un halogenēšana, ir elektrofila aizvietošanas reakcija.

ŠĶĪDĪBA UN ŠĶĪDUMI

Vielai nonākot saskarē ar šķīdinātāju, notiek patvaļīga tās šķīšana. Ja šķīdinātājs ir ūdens, tad izšķīdinātās vielas un ūdens molekulu mijiedarbību sauc par hidratāciju, bet radušos savienojumus – par hidrātiem.

Atkarībā no vielas šķīdības tās iedala trīs grupās:

- **labi šķīstošas vielas** – 20 °C temperatūrā 100 g ūdens izšķīst vairāk nekā 10 g vielas;
- **maz šķīstošas vielas** – 20 °C temperatūrā 100 g ūdens izšķīst no 0,1 g līdz 10 g vielas;
- **praktiski nešķīstošas vielas** – 20 °C temperatūrā 100 g ūdens izšķīst mazāk par 0,01 g vielas.

Piesātināti, nepiesātināti un pārsātināti šķīdumi

Noteiktā temperatūrā šķīdinātājā izšķīst noteikts daudzums šķīdināmās vielas. Kad šis daudzums ir sasniegts, iegūto šķīdumu sauc par **piesātinātu**.

Nepiesātinātie šķīdumi uz katru tilpuma vienību satur mazāk izšķīdušās vielas nekā attiecīgie piesātinātie šķīdumi.

Līdzīgos apstākļos var pagatavot arī šķīdumus, kas satur vairāk izšķīdušās vielas, nekā tas nepieciešams piesātinātam šķīdumam konkrētā temperatūrā. Tādus šķīdumus sauc par **pārsātinātiem**.

Šķīdību izsaka ar vielas masu gramos, kas spēj izšķīst 100 g šķīdinātāja. Šķīdība ir šķīdināmās vielas maksimālais daudzums, ko var izšķīdināt noteiktā temperatūrā.

Ūdeņraža eksponents (pH)

Par ūdeņraža eksponentu pH sauc ūdeņraža jonu koncentrācijas decimāllogaritmā, kas ņemts ar pretējo zīmi (skatīt formulu (3.5)):

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad (3.5)$$

Par hidroksīdjonu eksponentu pOH sauc hidroksīdjonu koncentrācijas decimāllogaritmu, kas ņemts ar pretējo zīmi (skatīt formulu (3.6)):

$$pOH = -\lg[OH^-] \quad (3.6)$$

- Ja šķīduma vide ir neitrāla, $pH = pOH = 7$.
- Ja šķīduma vide ir skāba, $pH < 7$.
- Ja $pH < 4$, šķīduma vidi pieņemts uzskatīt par ļoti skābu.
- Ja šķīduma vide ir bāziska (sārmaina), $pH > 7$.
- Ja $pH > 10$, šķīduma vidi pieņemts uzskatīt par ļoti bāzisku.

Indikatori

Par indikatoru (skatīt 3.6. tabulu) sauc vielu, kuru izmanto kādas citas vielas vai jona klātbūtnes noteikšanai.

3.6. tabula

Svarīgāko indikatoru krāsa atkarībā no šķīduma vides

Indikatora nosaukums	Indikatora krāsa dažādās vidēs		
	skābā vidē	neitrālā vidē	sārmainā vidē
Metiloranžais	Sarkana $pH < 3,2$ Oranža $3,2 < pH < 4,0$	Dzeltena $pH > 4,0$	Dzeltena $pH > 4,0$
Fenolftaleīns	Bezkrāsains	Bezkrāsains	Aveņšarkana $pH > 8,2$
Lakmuss	Sarkana $pH < 4,1$	Violeta	Zila $pH > 6,3$

Šķīdumu koncentrācija

Norāda izšķīdinātās vielas daudzuma attiecību pret visa šķīduma vai šķīdinātāja daudzumu.

Šķīdumu koncentrācijas izteiksmes veidi

Procentuālo koncentrāciju pēc masas izsaka ar izšķīdinātās vielas gramu skaitu, ko satur 100 grami šķīduma.

Procentuālo koncentrāciju pēc tilpuma izsaka ar izšķīdinātās vielas tilpuma vienību skaitu, ko satur šķīduma 100 tilpuma vienības.

Molu daļa raksturo dotās vielas molu skaita attiecību pret izšķīdinātās vielas un šķīdinātāja kopējo molu skaitu.

Molprocenti norāda uz dotā komponenta molu skaitu 100 molos šķīduma.

Molārā koncentrācija (molaritāte) parāda, cik molu izšķīdinātās vielas satur 1 L šķīduma (skatīt formulu (3.7)).

$$c = \frac{n}{V}, \quad (3.7)$$

kur

c – vielas molārā koncentrācija, mol/L;

n – vielas daudzums, mol;

V – šķīduma tilpums, L.

KOMPLEKSIE SAVIENOJUMI



DEFINĪCIJA

Kompleksie savienojumi jeb **koordinācijas savienojumi** ir neitrālas molekulas vai elektriski lādēti joni, kas veidojas, pie centrālā atoma (parasti metāla) pievienojoties citām molekulām vai joniem, ko sauc par ligandiem.

Neorganisko komplekso savienojumu ir ievērojami vairāk nekā visu pārējo neorganisko savienojumu.

Ir kompleksie savienojumi, kurus veido organiskas vielas, un vairākiem no tiem ir ļoti liela nozīme dzīvajā dabā (piemēram, hlorofils, hemoglobīns, B₁₂ vitamīns).

Kompleksajā savienojumā viens no joniem vai atomiem ieņem centrālo vietu, un to sauc par **kompleksveidotāju**.

Apkārt kompleksveidotājam koordinēti izvietoti pretēji lādēti joni vai elektriski neitrālas molekulas, ko sauc par **ligandiem** (no latīņu valodas vārda *ligare* 'saistīt, savienot').

Ligandi

Ligandi var būt:

- neitrālas polāras molekulas (H₂O, NH₃, CO, NO);
- negatīvi lādēti joni (halogēnīdijoni, CN⁻, SCN⁻, OH⁻, NO₂⁻, S₂O₃²⁻).

Ligandu nosaukumi

Br⁻ – bromo-;

Cl⁻ – hloro-;

F⁻ – fluoro-;

OH⁻ – hidroks-;

CN⁻ – ciano-;

NO₂⁻ – nitrito-;

NO₃⁻ – nitrato-;

CO₃²⁻ – karbono-;

SCN⁻ – rodano-;

NH₃ – amīn-;

H₂O – akva-.

Kompleksveidotājs ar ligandiem veido savienojuma **iekšējo sfēru**, kuru, rakstot savienojuma ķīmisko formulu, ieslēdz **kvadrātiekvās**, un tai var būt vai nu "–", vai "+" zīmes lādiņš, vai arī neitrāls lādiņš.

Ar kompleksveidotāju tieši saistīto ligandu skaitu sauc par **koordinācijas skaitli**. Tas visbiežāk ir 2, 4, 6. Kompleksā savienojuma **ārējā sfēra** – joni, kas ir pretēji lādēti nekā attiecīgais kompleksais jons.

Koordinācijas skaitlis

2 – *di-*;

3 – *tri-*;

4 – *tetra-*;

5 – *penta-*;

6 – *heksa-*.

Komplekso savienojumu nosaukumu veidošana

Komplekso savienojumu nosaukumu veidošana ir atkarīga no tā, vai iekšējā sfēra ir katjons vai anjons. Vispirms nosauc katjonu, tad – anjonu. Iekšējai sfērai pirmos nosauc ligandus, norādot to skaitu. Ja kompleksajā jonā ir vairāki ligandi, tad pirmos nosauc negatīvos jonus, tad ūdens molekulas un beidzamās nosauc amonjaka molekulas. Pēdējo iekšējā sfērā nosauc kompleksveidotāju.

Ja iekšējā sfēra ir katjons, tad kompleksveidotāju nosauc latviešu valodā pieņemtajā ķīmiskās vielas nosaukumā un aiz nosaukuma iekavās norāda tā oksidēšanas pakāpes skaitlisko vērtību.

Ja iekšējā sfēra ir anjons, tad kompleksveidotāja nosaukumu atvasina no latīņu valodas nosaukuma, pievienojot izskaņu *-āts*, un iekavās norāda tā oksidēšanas pakāpes skaitlisko vērtību.

Ligandus, kuri ir anjoni, nosauc, koordinētu anjonu nosaukumos izskaņu *-īds* apmainot pret *-o*, savukārt izskaņās *-āts*, *-īts* galotni *-s* apmaina pret *-o*.

Neitrālas molekulas nosauc molekulu vārdā, izņemot NH₃ (*amīn-*), H₂O (*akva-*), CO (*karbonil-*), NO (*nitrozil-*).

Ligandu skaita nosaukšanai izmanto salikteņu pirmās daļas, kuru cilme ir atbilstošais grieķu valodas vārds: *di-*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, *heksa-*. Salikteņa pirmo daļu *mono-* nelieto, jo tas norāda tikai vienu noteiktu ligandu.

Ja pašā ligandā ir salikteņa pirmā daļa *mono-*, *di-* utt., kā, piemēram, etilēndiamīns, tad liganda nosaukumu liek iekavās un salikteņu pirmās daļas *di-*, *tri-*, *tetra-* vietā izmanto salikteņu pirmās daļas *bis-*, *tris-* un *tetrakis-*.

Komplekso savienojumu nosaukumu piemēri

K₃[Fe(CN)₆] – kālija heksacianoferāts(III);

Na₂[CuBr₂Cl₂] – nātrija dibromodihlorokuprāts(II);

[Co(NH₃)₄Cl₂]Cl – dihlortetraamīnkobalta(III) hlorīds;

[Fe(H₂O)₅Cl](NO₃)₂ – hloropentaakvadželzs(III) nitrāts.

DISPERSĀS SISTĒMAS

Vielas sastāv no smalkām daļiņām, un katrai no tām ir vielas īpašības. Tīra viela nesatur citu vielu piemaisījumus. Dabā visas vielas pārsvarā ir maisījumu veidā.

Lai sīkāk izpētītu maisījumu īpašības, zinātnieki maisījumus raksturo kā dispersās sistēmas. Nosaukums cēlies no latīņu valodas vārda *dispersus* 'izkliedēts, izkaisīts'. Dispersa sistēma sastāv no sīkām vienas vielas daļiņām (putekļiem, pilieniem), kas iejauktas kādā citā vielā (gāzē vai šķīdumā).

Dispersā sistēma sastāv no dispersijas vides un dispersijas fāzes. Dispersijas vide ir tīra viela vai vielu maisījums, kurā izkliedējas sīki sasmalcinātas citas vielas daļiņas. Dispersā fāze ir sīki sasmalcināta viela, kas izklīdināta dispersijas vidē. Dispersā sistēma sastāv no gāzes, šķīduma vai cietās vielas, kurā izkliedētas citas vielas daļiņas.

Disperso sistēmu iedalījums

Dispersās sistēmas pēc izkliedēto daļiņu izmēriem var iedalīt trīs grupās.

- Suspensijas, emulsijas, aerosoli (rupji dispersās sistēmas), kurās daļiņu izmērs ir lielāks par 100 nm.
- Koloidālie šķīdumi, kuros daļiņu izmērs ir no 100 nm līdz 1 nm.
- Īstie šķīdumi, kuros ir atsevišķi izkliedētas molekulas un joni, kuru izmērs ir mazāks par 1 nm.

Dispersās sistēmas var iedalīt arī pēc vides agregātstāvokļa (ciets, šķidrums un gāzveida). Šajā iedalījumā izšķir deviņus disperso sistēmu tipus.

Rupji dispersās sistēmas

Rupji dispersās sistēmas parasti ir daļēji necaurspīdīgas. Tās raksturojot, lieto apzīmējumus – dūmakains, duļķains, miglains. Tieši tādus arī ikdienā redzam šo disperso sistēmu piemērus – dūmi, dubļi, smogs. Rupji disperso sistēmu daļiņas ir redzamas mikroskopā, un tās aiztur filtrpapīrs. Suspensijas un emulsijas pamazām noslāņojas.



DEFINĪCIJA

*Ja šķīdumā ir izkliedētas cietu vielu daļiņas, tad tādu disperso sistēmu sauc par **suspensiju**.*

*Ja šķīdrā vielā ir izkliedētas citu šķīdru vielu daļiņas, tad maisījumu sauc par **emulsiju**.*

*Ja gāzveida vielā ir izkliedētas cietu vai šķīdru vielu daļiņas, tad maisījumu sauc par **aerosolu**.*

Suspensijas piemērs ir ūdenī saduļķots māls. Šajā gadījumā ūdens ir dispersijas vide, bet māla daļiņas ir dispersā fāze.

Ikdienā bieži sastopama emulsija ir piens, kur šķīdumā izkliedētas šķidro tauku daļiņas. Lai emulsija būtu stabila un nenoslāņotos divos atsevišķos šķīdumos, ir vajadzīgs trešais komponents – emulgators.

Emulgators ir viela, kas palielina spēju eļļai un ūdenim vienam otru slapināt. Pārtikas un kosmētikas rūpniecībā kā emulgatorus izmanto ķīmiskus savienojumus. Pārtikas tehnologi katram produktam rūpīgi izvēlas atbilstošu emulgatoru, lai emulsija pēc iespējas ilgāk nenoslāņotos.

Dūmi ir cietu vielu daļiņu aerosols, un migla ir šķīdru vielu daļiņu aerosols.

LABORATORIJAS DARBI NEORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

NĀTRIJA HIDROGĒNKARBONĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija hidrogēnkarbonāts (NaHCO_3) jeb dzeramā soda ir nātrija un ogļskābes skābais sāls. NaHCO_3 ir balta, sausā gaisā stabila pulverveida viela. Kušanas temperatūra $50\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $2,200\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija hidrogēnkarbonātu (NaHCO_3).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

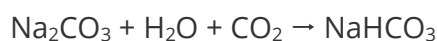
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- Na₂CO₃;
- destilēts ūdens;
- koniskā kolba;
- piltuve;
- vārglāzes;
- filtrpapīrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- stikla caurule ar diametru (Ø) = 1–1,5 cm.

Darba gaita

1. Koniskajā kolbā pagatavo šķīdumu, kas satur 10 g tīra Na₂CO₃ un 20 mL H₂O.
2. Ja nepieciešams, iegūto šķīdumu filtrē. Caur šo šķīdumu laiž oglekļa(IV) oksīdu (CO₂):



3. **Caurule ar diametru 1–1,5 cm, kas pievada oglekļa(IV) oksīdu, nedrīkst pieskarties kolbas dibenam!**
4. Iegūtās nātrija hidroģēnkarbonāta nogulsnes filtrē un mazgā ar aukstu ūdeni. Žāvē starp filtrpapīra loksnēm. Iegūtais sāls gaisā ir stabils.
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

BĀRIJA NITRĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Bārija nitrāts ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) ir balta vai bezkrāsaina, kristāliska cietviela. Kušanas temperatūra $592\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $3,24\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt bārija nitrātu ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

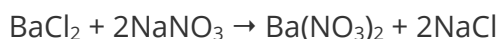
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- BaCl₂;
- NaNO₃;
- destilēts ūdens;
- dzesējošais maisījums;
- kristalizators;
- vārglāze;
- piltuve;
- stikla spieķītis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Bārija nitrātu sintezē apmaiņas reakcijā no BaCl₂ un NaNO₃ atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. 30 gramus BaCl₂ izšķīdina 50 mL verdoša ūdens.
2. Pēc reakcijas vienādojuma aprēķina un nosver nepieciešamo NaNO₃ daudzumu un izšķīdina 15–20 mL verdoša ūdens.
3. Abus šķīdumus salej kopā un iegūto šķīdumu lēnām atdzesē.
4. Radušos kristālus filtrē, mazgā uz filtra ar 5–10 mL destilēta ūdens un žāvē žāvēšanas skapī 60–80 °C temperatūrā.
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

BĀRIJA KARBONĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Bārija karbonāts (BaCO_3) ir balta, cieta, kristāliska, ūdenī nešķīstoša viela. Kušanas temperatūra $962\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $4,287\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt bārija karbonātu (BaCO_3).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

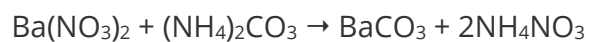
Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$;
- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$;
- destilēts ūdens;
- vārglāze;
- Bihnera piltuve;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001\text{ g}$;
- Bunzena kolba.

Darba gaita

1. Vispirms pagatavo piesātināto Ba(NO₃)₂ šķīdumu un atšķaida to attiecībā 1:1 ar karstu ūdeni.

2. Silto šķīdumu filtrē un pie siltā šķīduma pievieno nelielā pārkumā (NH₄)₂CO₃:



3. Iegūtās bārija karbonāta nogulsnes filtrē caur Bihnera piltuvi, mazgā ar destilētu ūdeni un žāvē 120–150 °C temperatūrā.

4. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LITĪJA SULFĀTA MONOHIDRĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Litija sulfāta monohidrāts ($\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ir bezkrāsaina, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $130\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $2,06\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt litija sulfāta monohidrātu ($\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- Li_2CO_3 ;
- koncentrēta H_2SO_4 ;
- 1 % fenolftaleīns;
- stikla spieķītis;
- vārglāze (100 mL);
- destilēts ūdens;
- pH indikators;
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Litija sulfātu var iegūt saskaņā ar šādu reakcijas vienādojumu:



1. Suspendē 6 g Li_2CO_3 15 mL destilēta ūdens un pakāpeniski pievieno atšķaidītu (attiecībā 1:4) H_2SO_4 līdz pilnai neitralizācijai. (Bet tā, lai reakcija uz fenolftaleīnu būtu vāji sārmaina!)
2. Iegūto šķīdumu nostādina, filtrē, atšķaida, līdz blīvums ir $1,10 \text{ g/cm}^3$.
3. Tad iegūto vielu 30 minūtes vāra.
4. Suspensiju nostādina un filtrē.
5. Iegūto filtrātu neitralizē ar H_2SO_4 un iztvaicē līdz 4,5–5,0 mL.
6. Iegūtos kristālus filtrē.
7. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

KĀLIJA HLORHROMĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Kālija hlorhromāts ($K[CrO_3Cl]$) ir oranža, kristāliska viela. Kušanas temperatūra ir 293–295 °C, blīvums 2,5228 g/cm³.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt kālija hlorhromātu ($K[CrO_3Cl]$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību

Izprot:

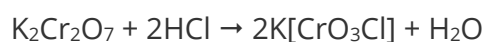
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $K_2Cr_2O_7$;
- HCl;
- destilēts ūdens;
- stikla spieķītis;
- vārglāze (100 mL);
- elektriskā plītiņa;
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

1. 25 g $K_2Cr_2O_7$ šķīdina 55 mL HCl (atšķaidīta attiecībā 1:1), kas ir uzsildīta līdz 70 °C temperatūrai:



2. Karsto šķīdumu filtrē, tad filtrātu nostādina 30–60 minūtes.
3. Iegūto vielu nosusina starp filtrpapīra loksnēm.
4. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

KĀLIJA SVINA TRIJODĪDA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Kālija svina trijodīds ($\text{KPbI}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ir gaiši dzeltena, kristāliska viela. Kušanas temperatūra 349 °C.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt kālija svina trijodīdu ($\text{KPbI}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

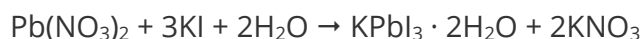
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;
- destilēts ūdens;
- KI;
- vārglāze;
- stikla spieķītis;
- filtrpapīrs;
- stikla filtrs (poru izmērs: 16 vai 14);
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba.

Darba gaita

Kālija svina trijodīdu var iegūt saskaņā ar šādu reakcijas vienādojumu:



1. 4 g $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ izšķīdina 15 mL silta destilēta ūdens un maisot pievieno siltu KI šķīdumu (15 g KI + 15 mL H_2O).
2. iegūto sāli nostādina 20 minūtes, tad filtrē caur stikla filtru.
3. iegūto vielu nosusina starp filtrpapīra loksnēm.
4. iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

NĀTRIJA TETRAHIDROKSOKUPRĀTA(II) SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija tetrahidroksokuprāts(II) ($\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$) ir tumši zila, kristāliska viela. Sadalīšanās temperatūra ir $> 175\text{ }^\circ\text{C}$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija tetrahidroksokuprātu(II) ($\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$).
2. Noteikt praktisko iznākumu.
3. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- NaOH;
- destilēts ūdens;
- CuO;
- 50 % KOH;
- atteces dzesinātājs;
- apaļkolba (500 mL);
- filtrēšanas iekārta;
- koniskā kolba (500 mL);
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- aizsargcaurule.

Darba gaita

Nātrija tetrahidrosokuprātu(II) var iegūt saskaņā ar šādu reakcijas vienādojumu:



1. Pie šķīduma, kas satur 50 g NaOH un 30 mL destilēta ūdens, ieber 1,5 g CuO un šķīdina.
2. Iegūto šķīdumu vāra ar atteces dzesinātāju.
3. Tumši zilo šķīdumu pie 110 °C temperatūras uzmanīgi atšķaida, caur atteces dzesinātāju pielejot 14 mL ūdens.
4. Pēc tam veic karsto filtrēšanu. Filtrātu koniskā kolbā nosedz ar aizsargcauruli, kurā ir 50 % KOH.
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

MAGNIJA PEROKSĪDA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Magnija peroksīds (MgO_2) ir balta, pulverveida viela. Kušanas temperatūra $100\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums 3 g/cm^3 .

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt magnija peroksīdu (MgO_2).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

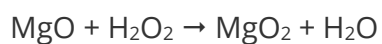
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- MgO;
- destilēts ūdens;
- koncentrēts H₂O₂;
- vārglāze (200 mL);
- stikla filtrs (poru izmērs: 16 vai 14);
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- filtrpapīrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- Petri trauks.

Darba gaita

1. Samaisa 2 g MgO 100 mL destilēta ūdens un pievieno 80 mL koncentrēta H₂O₂. Reakcija notiek saskaņā ar šādu reakcijas vienādojumu:



2. iegūtās magnija peroksīda nogulsnes nostādina 20 minūtes un filtrē caur stikla filtru.
3. iegūto vielu žāvē 60–70 °C temperatūrā.
4. iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

NĀTRIJA AMONIJA HIDROGĒNFOSFĀTA TETRAHIDRĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija amonija hidrogēnfosfāta tetrahidrāts ($\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ir bezkrāsaina, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $80\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $1,544\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija amonija hidrogēnfosfāta tetrahidrātu ($\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- Na_3PO_4 ;
- NH_4Cl ;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- filtrpapīrs;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001\text{ g}$.

Darba gaita

1. Nātrija amonija hidrogēnfosfāta tetrahidrātu skaistu kristālu veidā var iegūt, ļaujot lēnām atdzist šķīdumam, kas ir pagatavots, izšķīdinot 6–7 masas daļas kristāliska Na_3PO_4 un vienu masas daļu kristāliska NH_4Cl trijās masas daļās verdoša ūdens:

$$m_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 6\text{ g};$$

$$m_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 1\text{ g};$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 3\text{ mL}.$$

2. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

NĀTRIJA TIOSULFĀTA PENTAHIDRĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija tiosulfāta pentahidrāts ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ir balta, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $48,3\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $1,667\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija tiosulfāta pentahidrātu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- Na₂SO₄;
- sērs;
- C₂H₅OH;
- Na₂SO₃;
- destilēts ūdens;
- apaļkolba (150 mL);
- ūdens vai glicerīna vanna;
- atteces dzesinātājs;
- vārglāze;
- piltuve;
- stikla spieķītis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

1. 12 g Na₂SO₄ izšķīdina 60 mL destilēta ūdens un iegūto šķīdumu pārnes apaļkolbā, kuras tilpums ir 150 mL.
2. 3 g sīki sasmalcināta sēra samitrina ar dažiem pilieniem C₂H₅OH un pārnes apaļkolbā pie Na₂SO₃ šķīduma.
3. Reakcijas maisījumu uzsilda līdz vārīšanās temperatūrai un vāra ar atteces dzesinātāju ~ 30 minūtes, karstu atfiltrē no neizreagējušā sēra, pārlej mazā vārglāzē un ietvaicē ūdens vannā līdz kristalizācijas sākumam.
4. Vārglāzi ar vielu atstāj kristalizēties istabas temperatūrā.
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

BĀRIJA BROMĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Bārija bromāts ($\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2$) ir bezkrāsaina, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $260\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $3,99\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt bārija bromātu ($\text{Ba}(\text{BrO}_3)_2$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

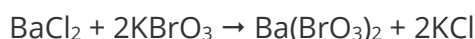
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- KBrO_3 ;
- BaCl_2 ;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- stikla spieķītis;
- piltuve;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

1. Pagatavo 50 mL līdz 80 °C temperatūrai sakarsēta piesātināta KBrO_3 šķīduma un 50 mL līdz 80 °C temperatūrai sakarsēta piesātināta BaCl_2 šķīduma. Vielu šķīdumus ekvivalentos daudzumos salej kopā:



2. Maisījumu atdzesē, nogulsnes filtrē, mazgā ar aukstu ūdeni, žāvē gaisā.

3. Vielu šķīdība:

BaCl_2	100 g H_2O pie 80 °C	$34,4/2 = 17,2$ g
KBrO_3	100 g H_2O pie 80 °C	$25,4/2 = 12,7$ g

4. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

VARA(II) KARBONĀTA BĀZES SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Vara(II) karbonāta bāze ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) ir zaļa, kristāliska pulverveida viela. Kušanas temperatūra $200\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums 4 g/cm^3 .

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt vara(II) karbonāta bāzi ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

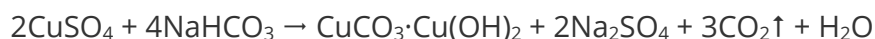
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- CuSO₄;
- NaHCO₃;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- porcelāna bļodiņa;
- ūdens vanna;
- elektriskā plītiņa;
- stikla spieķītis;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Vara(II) karbonāta bāzi var iegūt, CuSO₄ reaģējot ar NaHCO₃:



1. Porcelāna bļodiņā vienmērīgi sajauc 5 g sīki sasmalcināta CuSO₄ · 5H₂O un 3,8 g sīki sasmalcināta NaHCO₃.
2. Iegūto maisījumu pakāpeniski pārnes 40 mL verdoša ūdens. CO₂ izdalīšanas rezultātā šķīdums putojas.
3. Reakcijas beigās maisījumu vāra 10–15 minūtes.
4. Iegūto maisījumu atstāj nostādināties 10 minūtes.
5. Pēc tam iegūtās nogulsnes mazgā dekantējot.
6. Nogulsnes filtrē caur Bihnera piltuvi.
7. Iegūto vielu žāvē sākumā starp filtrpapīra loksnēm, pēc tam 80–100 °C temperatūrā.
8. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

BĀRIJA HROMĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Bārija hromāts (BaCrO_4) ir gaiši dzeltena, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $1380\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $4,5\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt bārija hromātu (BaCrO_4).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

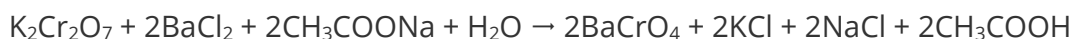
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $K_2Cr_2O_7$;
- $BaCl_2$;
- Na_2CO_3 ;
- CH_3COONa ;
- 90 % CH_3COOH ;
- 0,1 % fenolftaleīns;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- mērpipete;
- mērcilindrs (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- ūdens vanna;
- elektriskā plītiņa;
- stikla spieķītis;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- termometrs;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Vielu var iegūt, $K_2Cr_2O_7$ reaģējot ar $BaCl_2$ CH_3COONa klātbūtnē:



1. Nosver 5 g $K_2Cr_2O_7$ un izšķīdina 24–28 mL destilēta ūdens, iegūto maisījumu uzkaršē līdz 70–80 °C.
2. Iegūtajam šķīdumam pa porcijām (0,2–0,24 g) pievieno 2,4–2,6 g Na_2CO_3 līdz vāji sārmainai reakcijai uz fenolftaleīnu.
3. Iegūto šķīdumu filtrē, filtrātu uzkaršē līdz 70–80 °C, to paskābina ar 0,4 mL 90 % CH_3COOH un pēc tam tajā ielej karsto nfiltrēto $BaCl_2$ šķīdumu (10 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ izšķīdināti 24–28 mL ūdens).
4. Pēc tam iegūto maisījumu uzkaršē, šķīdumu nolej, nogulsnes filtrē caur Bihnera piltuvi.
5. Iegūtās nogulsnes mazgā ar karstu ūdeni.
6. Iegūto vielu žāvē 130 °C temperatūrā.
7. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

KOBALTA HIDROKSĪDA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Kobalta hidroksīds ($\text{Co}(\text{OH})_2$) ir violeta, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $168\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $3,597\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt kobalta hidroksīdu ($\text{Co}(\text{OH})_2$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

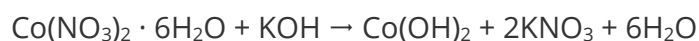
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;
- KOH;
- 50 % H_2SO_4 ;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- dzesējošais maisījums;
- stikla spieķītis;
- eksikators;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Kobalta hidroksīdu var iegūt $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ un KOH reakcijas rezultātā:



1. Nosver 4 g KOH un izšķīdina 50 mL destilēta ūdens.
2. Iegūto šķīdumu atdzesē līdz 0 °C temperatūrai.
3. Pēc tam maisot pievieno pa pilienam $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ (4 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ izšķīdina 100 mL ūdens). Maisījuma temperatūrai jābūt ap 0 °C.
4. Sākumā nogulsnes ir zilā krāsā, pēc laika kļūst rozā. Iegūtās nogulsnes mazgā ar ūdeni, pēc tam žāvē eksikatorā virs 50 % H_2SO_4 .
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

NĀTRIJA TETRAHIDROKSOCINKĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija tetrahidroksocinkāts ($\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$) ir bezkrāsaina (balta), kristāliska viela.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija tetrahidroksocinkātu ($\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

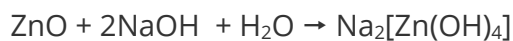
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- ZnO;
- NaOH;
- 50 % NaOH;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- ūdens vanna;
- elektriskā plītiņa;
- stikla spieķītis;
- eksikators;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Nātrija tetrahidrosocinkātu var iegūt, NaOH reaģējot ar ZnO ūdens klātbūtnē:



1. Nosver 195 g NaOH un izšķīdina 140 mL destilēta ūdens.
2. Iegūtajam šķīdumam jābūt dzidram.
3. Pēc tam šajā šķīdumā, vārot 90 °C temperatūrā, izšķīdina 56 g ZnO.
4. Šķīdumu atdzesē, iegūtos kristālus mazgā ar 50 % NaOH šķīdumu.
5. Iegūto vielu žāvē tukšā eksikatorā.
6. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

KĀLIJA HEKSACIĀNOHROMĀTA(III) SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Kālija heksaciānohromāts(III) ($K_3[Cr(SCN)_6]$) ir gaiši dzeltena, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $110\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $1,711\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt kālija heksaciānohromātu(III) ($K_3[Cr(SCN)_6]$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

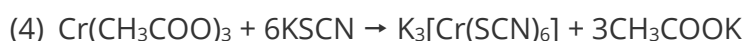
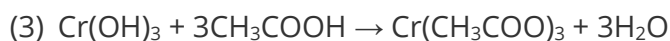
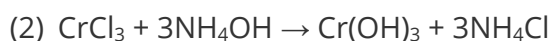
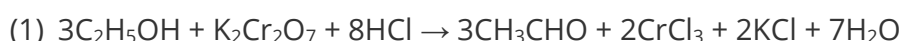
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reaģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- CH₃COOH;
- KSCN;
- koncentrēta HCl;
- C₂H₅OH;
- NH₃ · H₂O šķīdums;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- porcelāna bļodiņa;
- ūdens vanna;
- elektriskā plītiņa;
- stikla spieķītis;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

1. Pie 2,5 g K₂Cr₂O₇ pielej 7,5 mL atšķaidītas HCl (4,5 mL koncentrētas HCl + 2,5 mL destilēta ūdens).
2. Pēc tam karsējot veic reducēšanu, pievienojot 2,5 mL C₂H₅OH.
3. Pie verdošā šķīduma nelielā pārākumā pievieno NH₃ · H₂O šķīdumu un tad karsto maisījumu uzreiz filtrē.
4. Izgulsnēto Cr(OH)₃ mazgā vairākas reizes ar karstu ūdeni.
5. Uz filtra izgulsnēto Cr(OH)₃ izšķīdina ar nelielu daudzumu atšķaidītas CH₃COOH.
6. Pēc tam šķīdumu iztvaicē līdz sausam atlikumam.

**BŪTISKI**

*Nākamās darbības (7. – 9.) jāveic
velkmes skapī!*

7. Iegūtās nogulsnes izšķīdina 15,0 mL ūdens un filtrē. Filtrātu ielej karstā KSCN šķīdumā (10,0 g KSCN + 20,0 mL ūdens). Iegūto tumši sarkano šķīdumu ietvaicē ūdens vannā. Pēc tam šķīdumu atdzesē un filtrē.

8. Iegūto vielu žāvē tukšā eksikatorā.

9. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

NĀTRIJA DIHROMĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija dihromāts ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ir sarkanīgi oranža, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $356,7\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $2,52\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija dihromātu ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

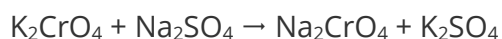
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- K_2CrO_4 ;
- Na_2SO_4 ;
- koncentrēta H_2SO_4 ;
- destilēts ūdens;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- 2 vārglāzes (150 mL);
- stikla spieķītis;
- ledus;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

Nātrija dihromātu var iegūt apmaiņas reakcijas rezultātā starp K_2CrO_4 un Na_2SO_4 un tālākā pārvēršanā par $Na_2Cr_2O_7$:



1. Izšķīdina 100 g K_2CrO_4 un 160 g Na_2SO_4 100 °C temperatūrā nelielā ūdens daudzumā un iegūto šķīdumu atdzesē līdz 34 °C temperatūrai.
2. Na_2CrO_4 nogulsnes ātri filtrē caur Bihnera piltuvi.
3. Filtrātā ielej H_2SO_4 šķīdumu ($\rho = 1,84$ g/cm³ 26 mL H_2SO_4 + 10 mL ūdens), iegūto šķīdumu ietvaicē līdz kristalizācijas sākumam, pēc tam atdzesē ar ledu.
4. Iegūtās nogulsnes filtrē.
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

SVINA(II) SULFĪDA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Svina(II) sulfīds (PbS) ir zilpelēka vai sudrabelēka, kristāliska viela. Kušanas temperatūra 1114 °C, blīvums 7,5 g/cm³.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt svina(II) sulfīdu (PbS).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

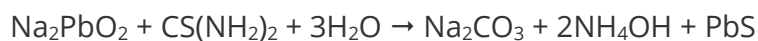
- $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$;
- koncentrēts NaOH;
- $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$;
- destilēts ūdens;
- ūdens vanna;
- stikla spieķītis;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- mērcilindrs (100 mL);
- piltuve;
- filtrpapīrs;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.

Darba gaita

1. 100 mL ūdens izšķīdina 7,5 g $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ un maisot pa pilienam pievieno koncentrēto NaOH šķīdumu, līdz viss izgulsnētais svina(II) hidroksīds ($\text{Pb}(\text{OH})_2$) izšķīst:



2. Pie iegūtā šķīduma pievieno $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ šķīdumu (1,7 g $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ + 100 mL ūdens). Maisījumu maisot karsē un vāra dažas minūtes:



3. Melnās, kristāliskās nogulsnes (PbS) filtrē, mazgā ar aukstu ūdeni un žāvē 50 – 60 °C temperatūrā.

4. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

CINKA SULFĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Cinka sulfāts (ZnSO_4) ir bezkrāsaina (balta), kristāliska viela. Kušanas temperatūra $680\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $3,8\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt cinka sulfātu (ZnSO_4).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- cinka (Zn) granulas;
- ZnO vai ZnCO₃;
- spirts;
- destilēts ūdens;
- 45–50 % H₂SO₄ ūdens šķīdums;
- porcelāna trauks;
- ūdens vanna;
- stikla spieķītis;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- piltuve;
- filtrpapīrs;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g.

Darba gaita

1. Nosver 10 g Zn granulu, tad pievieno 25 mL 45–50 % H₂SO₄ ūdens šķīduma (porcelāna traukā velkmes skapī):



2. Kad Zn šķīšana palēninās, šķīdumu uzkaršē, pievieno nelielu daudzumu ZnO vai ZnCO₃ un filtrē.
3. Iegūto filtrātu paskābina un iztvaicē 30 °C temperatūrā līdz kristalizācijas sākumam.
4. Iegūtos cinka sulfāta kristālus filtrē un mazgā ar atšķaidītu spirtu, žāvē gaisā.
5. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

VARA HIDROKSĪDA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Vara hidroksīds ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) ir zila, kristāliska viela. Kušanas temperatūra $80\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $3,37\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt neorganisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt vara hidroksīdu ($\text{Cu}(\text{OH})_2$).
2. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
3. Noteikt praktisko iznākumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

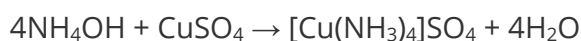
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

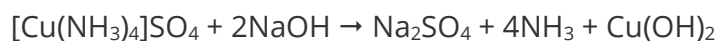
- CuSO₄;
- 10 % NH₃ · H₂O šķīdums;
- NaOH;
- 50 % H₂SO₄;
- destilēts ūdens;
- ūdens vanna;
- stikla spieķītis;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- piltuve;
- filtrpapīrs;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g.

Darba gaita

1. Pie piesātinātā CuSO₄ šķīduma, kas uzkarsēts līdz 70 °C temperatūrai, pievieno 10 % NH₃ · H₂O šķīdumu, līdz veidojas intensīvi zils krāsojums:



2. Iegūto šķīdumu filtrē un pie atdzesēta šķīduma pievieno pa pilienam NaOH šķīduma, līdz veidojas zaļas krāsas nogulsnes:



3. Iegūtās nogulsnes filtrē, mazgā siltā ūdenī un žāvē virs H₂SO₄.

4. Iegūto vielu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

LABORATORIJAS DARBU VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme organizēt darba vietu pirms un pēc darba veikšanas, ievērojot darba un vides aizsardzības prasības	5	
2.	Prasme pareizi izvēlēties reaģentus, laboratorijas traukus, iekārtas un sagatavot tos darbam	20	
3.	Prasme veikt sintēzi atbilstoši darba aprakstam	40	
4.	Prasme dokumentēt sintēzē iegūtos rezultātus	15	
5.	Prasme aprēķināt sintēzē iegūtos rezultātus	20	
6.	Prasme novērtēt rezultātu ticamību (salīdzināt iegūtos rezultātus ar pieļaujamiem normatīviem)	20	
KOPĀ		120	

Vērtējums ballēs	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Punktu skaits	1	17	18	35	36	53	54	71	72	81	82	90	91	100	101	109	110	115	116	120
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. Izplāno darba gaitu, norādi nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus un piederumus, lai īstenotu pārvērtību virkni $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO}$! Praktiski veic pārvērtības un reģistrē novērojumus! Izskaidro savus novērojumus un apraksti tos ar ķīmisko reakciju vienādojumiem!
2. Atbilstoši dotajai sintēzes (Nātrija hidroģēnkarbonāta sintēze) darba gaitai izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!
3. Atbilstoši dotajai sintēzes (Bārija nitrāta sintēze) darba gaitai izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!

UZDEVUMU RISINĀŠANAS PIEMĒRI NEORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

VIENKĀRŠĀKIE APRĒĶINI PĒC ĶĪMISKO REAKCIJU VIENĀDOJUMIEM

Uzdevums

Aprēķini, cik gramu nātrija sulfāta radīsies, ja 4 g nātrija hidroksīda izreaģēs ar sērskābi!

Risinājums:

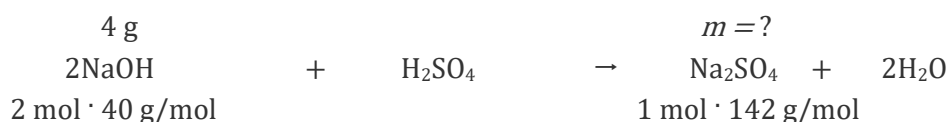
$$m_{\text{NaOH}} = 4 \text{ g}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} ?$$

- Uzraksta ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķina uzdevuma risināšanai nepieciešamo vielu molmasas.

$$M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 142 \text{ g/mol}$$



$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{4 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{no } 2 \text{ moliem NaOH} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ mols Na}_2\text{SO}_4$$

$$\text{no } 0,1 \text{ mola NaOH} \qquad \qquad \qquad n \text{ moli Na}_2\text{SO}_4$$

$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{0,1 \text{ mol} \cdot 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 0,05 \text{ mol} \cdot 142 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 7,1 \text{ g}$$

Atbilde. Rodas 7,1 g nātrija sulfāta.

REAKCIJAS PRODUKTA MASAS APRĒĶINĀŠANA, JA VIENA NO IZEJVIELĀM DOTA PĀRĀKUMĀ

Uzdevums

Aprēķini masu bārija sulfātam, ko var iegūt, salejot kopā šķīdumu, kurā ir 624 g bārija hlorīda, un nātrija sulfāta šķīdumu, kas ņemts pārākumā!

Risinājums:

$$m_{\text{BaCl}_2} = 624 \text{ g}$$

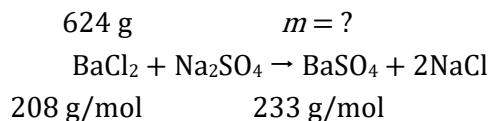
$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} >$$

$$m_{\text{BaSO}_4} ?$$

- Uzraksta ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķina uzdevuma risināšanai nepieciešamo vielu molmasas.

$$M_{\text{BaCl}_2} = 208 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{BaSO}_4} = 233 \text{ g/mol}$$



- Aprēķina iegūtā bārija sulfāta masu.

Tā kā pārākumā ir dots nātrija sulfāts, tad aprēķinus izdara pēc mazākumā esošās izejvielas – bārija hlorīda masas.

$$m_{\text{BaSO}_4} = \frac{624 \text{ g} \cdot 233 \text{ g/mol}}{208 \text{ g/mol}} = 699 \text{ g}$$

Atbilde. Reakcijā iegūs 699 g bārija sulfāta.

Uzdevums

Aprēķini tilpumu ūdeņradim, ko ieguva, sadedzinot magniju amonjaka plūsmā, ja izlietoja 18 g magnija un 18 L amonjaka!

Risinājums:

$$m_{\text{Mg}} = 18 \text{ g}$$

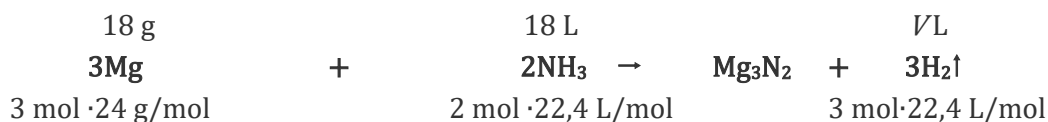
$$V_{\text{NH}_3} = 18 \text{ L}$$

$$V_{\text{H}_2} ?$$

- Uzraksta ķīmiskās reakcijas vienādojumu un aprēķina, vai kāda no reaģējošām vielām nav dota pārākumā.

$$M_{\text{Mg}} = 24 \text{ g/mol}$$

$$V_0 = 22,4 \text{ L/mol}$$



- Pārākumu aprēķina pēc attiecības, kāda ir starp uzdevumā doto vielas masu (tilpumu vai daudzumu) un vielas masu (tilpumu vai daudzumu), kas vajadzīga saskaņā ar reakcijas vienādojumu:

$$\frac{18}{3 \cdot 24} : \frac{18}{2 \cdot 24} = 0,25 : 0,40$$

$$0,40 > 0,25$$

- Tāpat pārākumā ir amonjaks un aprēķinus izdara pēc mazākumā esošās izejvielas – magnija.

Aprēķina reakcijā iegūtā produkta tilpumu.

$$\frac{18 \text{ g}}{3 \text{ mol} \cdot 24 \text{ g/mol}} : \frac{V \text{ L}}{3 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol}}$$

$$V_{\text{H}_2} = \frac{18 \text{ g} \cdot 3 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol}}{3 \text{ mol} \cdot 24 \text{ g/mol}} = 16,8 \text{ L}$$

Atbilde. Sadedzinot magniju amonjaka plūsmā, iegūs 16,8 L ūdeņraža.

IZŠĶĪDINĀTAS VIELAS MOLĀRĀ KONCENTRĀCIJA

Uzdevums

Aprēķini šķīduma molāro koncentrāciju, ja 350 cm³ šķīduma satur 9,8 g kālija hidroksīda!

Risinājums:

$$m_{\text{KOH}} = 9,8 \text{ g}$$

$$V_{\text{KOH šķīd.}} = 350 \text{ cm}^3$$

$$c_{\text{KOH šķīd.}} = ?$$

- Aprēķina kālija hidroksīda daudzumu šķīdumā.

$$n = \frac{m}{M}$$

$$M_{\text{KOH}} = 56 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{KOH}} = \frac{9,8 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,175 \text{ mol}$$

- Aprēķina šķīduma molāro koncentrāciju.

$$350 \text{ cm}^3 = 0,350 \text{ L}$$

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c_{\text{KOH}} = \frac{0,175 \text{ mol}}{0,350 \text{ L}} = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{ jeb } 0,5 \text{ M}$$

Atbilde. Ja 350 cm³ šķīduma satur 9,8 g KOH, tad šķīduma molārā koncentrācija (molaritāte) ir 0,5 mol/L jeb 0,5 M.

Uzdevums

Aprēķini 8 % sērskābes šķīduma molāro koncentrāciju!

Risinājums:

$$w_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 8 \%$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = ?$$

- Aprēķina šķīduma 1 L masu. Skābju šķīdumu blīvumu tabulā atrod 8 % sērskābes blīvumu un aprēķina 8 % sērskābes šķīduma 1 L masu.

$$\rho_{8\% \text{H}_2\text{SO}_4} = 1,052 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 \text{ jeb } 1000 \text{ mL}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m_{8\% \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ šķīd.}} = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,052 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1052 \text{ g}$$

- Aprēķina izšķīdušās vielas masu 1 L šķīduma.

$$m_{\text{izšķ.v.}} = \frac{w\% \cdot m_{\text{šķīd.}}}{100 \%}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ šķīd.}} = \frac{8\% \cdot 1052 \text{ g}}{100\%} = 84,16 \text{ g}$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g/mol}$$

$$c = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{84,16 \text{ g}}{98 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1 \text{ L}} = 0,86 \text{ mol/L}$$

Atbilde. 8 % sērskābes šķīduma molārā koncentrācija ir 0,86 mol/L.

ŪDEŅRAŽA EKSPONENTS**Uzdevums**

Aprēķini šķīduma pH, ja ūdeņraža jonu koncentrācija šķīdumā ir $5,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$!

Risinājums:

$$[\text{H}^+] = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} ?$$

- Aprēķina šķīduma pH.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log(5,2 \cdot 10^{-6}) = 5,28$$

Atbilde. Ja ūdeņraža jonu koncentrācija šķīdumā ir $5,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$, tad šķīduma pH = 5,28.

Uzdevums

Aprēķini ūdeņraža jonu koncentrāciju, ja šķīduma pH = 3,2!

Risinājums:

$$\text{pH} = 3,2$$

$$[\text{H}^+] ?$$

- Aprēķina ūdeņraža jonu koncentrāciju šķīdumā.

$$-\log[\text{H}^+] = \text{pH}$$

$$\log[\text{H}^+] = -\text{pH}$$

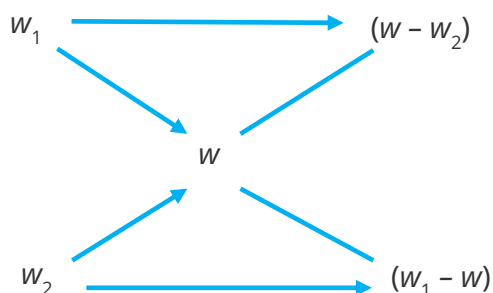
$$\log[\text{H}^+] = 10^{-3,2}$$

$$\log[\text{H}^+] = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Atbilde. Ja šķīduma pH = 3,2, tad ūdeņraža jonu koncentrācija šķīdumā ir $6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$.

KRUSTA LIKUMS

Uzdevumus var rēķināt pēc t. s. krustveida pieraksta:



Kreisajā pusē augšā raksta lielāko masas daļu (w_1) procentos, apakšā – mazāko masas daļu (w_2) procentos. Vidū raksta iegūstamo masas daļu (w) procentos. Labajā pusē augšā ($w - w_2$) un apakšā ($w_1 - w$) raksta starpību pa diagonāli, no lielākā skaitļa atņemot mazāko.

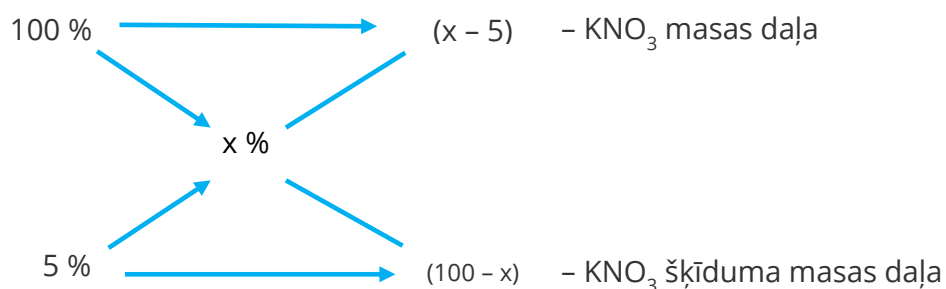
Uzdevums

400 g kālija nitrāta šķīduma izšķīdināja 20 g kālija nitrāta. Aprēķini masas daļu (%) kālija nitrātam iegūtajā šķīdumā!

Risinājums:

Uzdevumu atrisina pēc t. s. krustveida pieraksta.

- Atrod masas daļu kālija nitrātam un kālija nitrāta šķīdumam:



- Atrod KNO_3 masas daļu (%) iegūtajā šķīdumā pēc proporcijas:

$$\frac{x - 5}{100 - x} = \frac{m_{\text{KNO}_3}}{m_{5\% \text{KNO}_3}}$$

$$\frac{x - 5}{100 - x} = \frac{20}{400}$$

$$(x - 5) \cdot 400 = (100 - x) \cdot 20$$

$$400x - 2000 = 2000 - 20x$$

$$400x + 20x = 2000 + 2000$$

$$420x = 4000$$

$$x = 9,25 (\%)$$

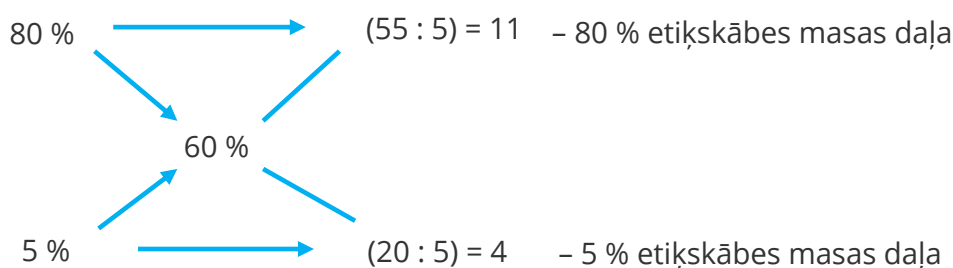
Atbilde. Iegūtajā kālija nitrāta šķīdumā ir 9,25 % kālija nitrāta.

Uzdevums

Doti 80 % un 5 % etiķskābes šķīdumi. Aprēķini masu attiecību, kādā jā sajauc šie šķīdumi, lai pagatavotu 60 % etiķskābes šķīdumu!

Risinājums:

Uzdevumu atrisina pēc t. s. krustveida pieraksta.



$$m_{80\% \text{ šķīd.}} : m_{5\% \text{ šķīd.}} = 11 : 4$$

Atbilde. Lai pagatavotu 60 % etiķskābes šķīdumu, 80 % un 5 % etiķskābes šķīdums jā sajauc masu attiecībā 11:4.

VIZUĀLĀ DARBA GAITA

Uzdevums

Atbilstoši dotajai sintēzes darba gaitai (Kālija heksaciānohromāta(III) sintēze no KSCN un hroma kristāliem) izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!

Darba gaita:

1. Kālija heksaciānohromāta(III) sintēze no KSCN un hroma kristāliem:



2. Pagatavo piesātinātu šķīdumu no 5,82 g 0,06 mol/L KSCN un 5,0 g 0,01 mol/L hroma kristāliem.

3. Maisījumu karsē divas stundas ūdens vannā. Rezultātā pēc reakcijas šķīduma krāsa mainās no zaļas uz violeti sarkanu.

4. Vielu atdzesē kristalizatorā, līdz visa viela sacietē un izveido kristālisku masu. Iegūto kristālisko masu smalki saberž piestā.

5. Saberzto masu skalo ar 95 % $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, kurā kālija heksaciānohromāts labi šķīst un K_2SO_4 praktiski nešķīst.

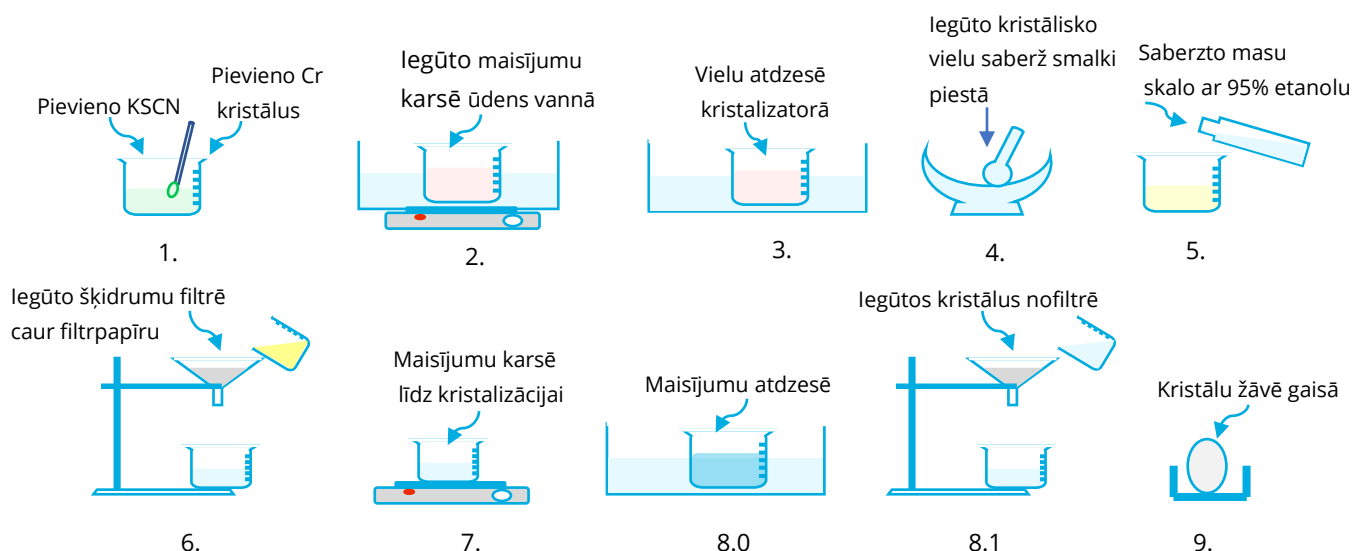
6. Iegūto šķīdumu filtrē caur filtrpapīru.

7. Maisījumu karsē līdz kristalizācijai.

8. Maisījumu atdzesē un iegūtos kristālus nofiltrē.

9. Kristālus žāvē gaisā.

Attēlojums:



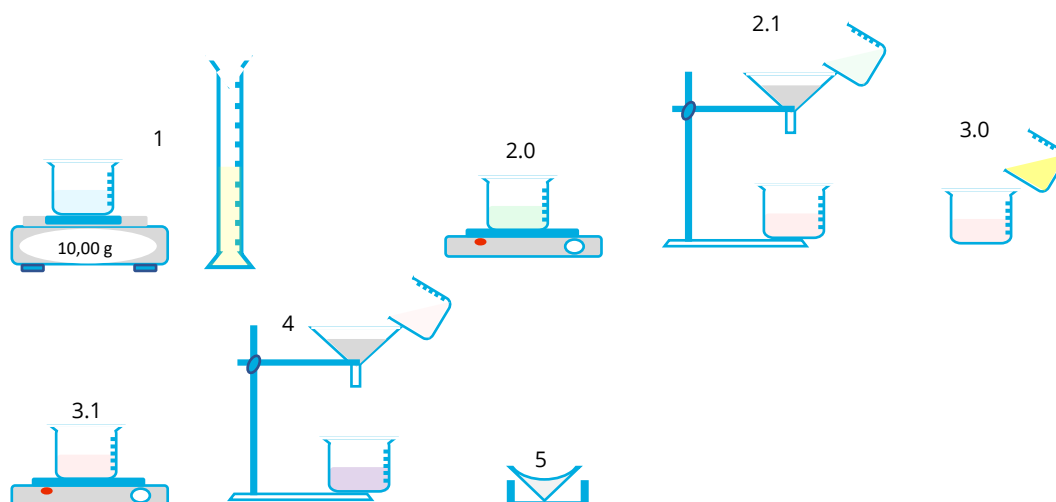
Uzdevums

Atbilstoši dotajai sintēzes darba gaitai (Cinka sulfāta sintēze) izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!

Darba gaita

1. Uz tehniskajiem svāriem vārglāzē nosver 10 g Zn granulu un tām, ar mērcilindru izmērot, pievieno 25 mL 40–50 % H_2SO_4 ūdens šķīduma.
2. Kad Zn šķīšana palēninās, šķīdumu uzkarsē, pievienojot nelielu daudzumu ZnO vai ZnCO_3 un filtrē caur kroku filtru.
3. Iegūto filtrātu paskābina un iztvaicē 30 °C temperatūrā līdz kristalizācijas sākumam.
4. Iegūtos ZnSO_4 kristālus filtrē caur kroku filtru un mazgā ar atšķaidītu spirtu.
5. Kristālus žāvē gaisā istabas temperatūrā.

Attēlojums:



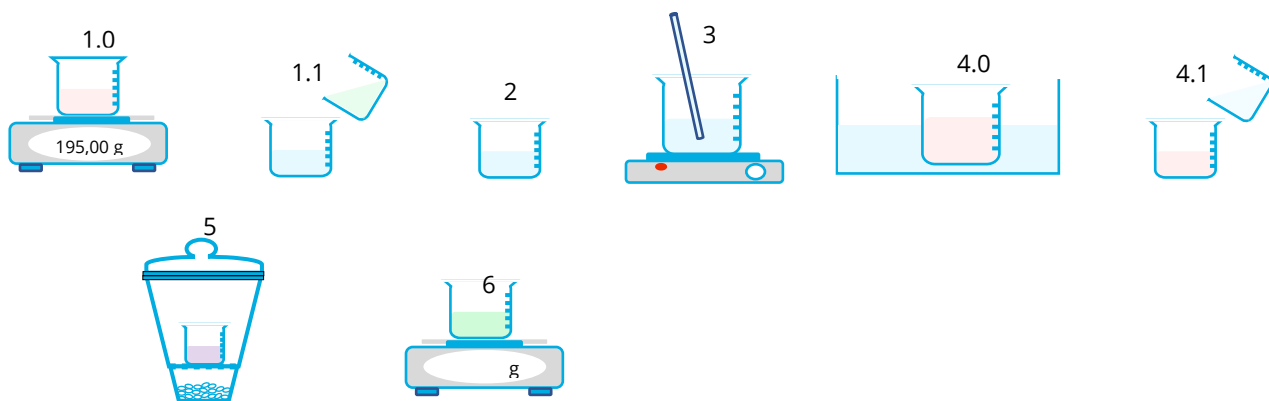
Uzdevums

Atbilstoši dotajai sintēzes darba gaitai (Tetrahidrokso nātrija cinkāta sintēze) izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!

Darba gaita

1. Uz tehniskajiem svāriem vārglāzē nosver 195 g NaOH un to izšķīdina 140 mL ūdens.
2. Iegūtajam šķīdumam jābūt dzidram.
3. Pēc tam NaOH šķīdumu liek karsēties uz elektriskās plītiņas līdz 90 °C temperatūrai, šķīdumā izšķīdina 56 g ZnO.
4. Šķīdumu atdzesē kristalizatorā un iegūtos kristālus mazgā ar 50 % NaOH šķīdumu.
5. Kristālus žāvē eksikatorā.
6. Nosver iegūtos $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ kristālus un nosaka praktisko iznākumu procentos.

Attēlojums:



LABORATORIJAS DARBI ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

P-TOLUOLSULFONSKĀBES SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

p-Toluolsulfonskābe ($C_7H_8O_3S$) ir balta, kristāliska viela. Kušanas temperatūra ir 38 °C, blīvums 1,24 g/cm³.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt *p*-toluolsulfonskābi ($C_7H_8O_3S$).
2. Noteikt *p*-toluolsulfonskābes kušanas temperatūru.
3. Uzrakstīt atbilstošo reakcijas vienādojumu.
4. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
5. Noteikt *p*-toluolsulfonskābes praktisko iznākumu procentos.
6. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

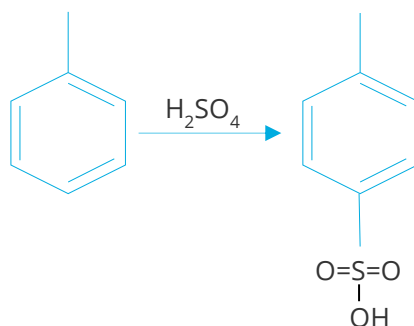
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| ▪ $C_6H_5CH_3$; | ▪ NaCl; |
| ▪ koncentrēta H_2SO_4 ; | ▪ destilēts ūdens; |
| ▪ Na_2CO_3 ; | ▪ svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g; |

- apaļkolba (50 mL);
- atteces dzesinātājs;
- magnētiskais maisītājs;
- glicerīna vanna;
- vārglāze (100 mL);
- stikla spieķītis;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- filtrpapīrs;
- Petri trauks;
- žāvēšanas skapis;
- elektriskā plītiņa;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- termometrs.

Darba gaita



1. Statīvā iestiprina apaļkolbu un ievieto magnētu.
2. Pēc tam ielej 16 mL $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ un 9,5 mL koncentrētas H_2SO_4 . **Uzmanīgi, jo koncentrēta H_2SO_4 ir bīstama, kodīga viela!**
3. Pievieno atteces dzesinātāju.
4. Kolbu ievieto glicerīna vannā, kuras temperatūra nepārsniedz 115 °C (temperatūras kontrolei lieto termometru).
5. Kolbu silda ar atteci 1 stundu 111 °C temperatūrā, tās saturu nepārtraukti maisot. Šajā laikā kolbā veidojas sarkanbrūns šķīdums.
6. Kolbu ar reakcijas maisījumu izņem no glicerīna vannas un pakāpeniski atdzesē līdz istabas temperatūrai traukā ar aukstu ūdeni.
7. Reakcijas maisījumu ielej vārglāzē un, maisot ar stikla spieķīti, pievieno 70 mL destilēta ūdens. Papildus kolbu izskalo ar ~ 20 mL ūdens un pievieno vārglāzes saturam.
8. Turpinot maisīt vārglāzes saturu ar stikla spieķīti, pievieno 8 g Na_2CO_3 , lai neitralizētu neizreagējušo koncentrēto H_2SO_4 .
9. Pēc tam reakcijas maisījumam pievieno 20 g NaCl un to uzvāra. Ja viss NaCl nav izšķīdis, verdošajam šķīdumam pakāpeniski pa mazām porcijām pievieno ūdeni, līdz viela izšķīst.
10. Karsto šķīdumu noņem no plītiņas un maisot atdzesē līdz istabas temperatūrai. Novēro baltu vai gaiši rozīgu nogulšņu veidošanos. Lai viela pilnīgāk izgulsnētos, atdzesēto šķīdumu dzesē ledus ūdenī vai zem tekoša aukstā ūdens no krāna.
11. Nogulsnes filtrē zem ūdens strūkļas sūkņa, uz filtra mazgā ar nelielu daudzumu auksta ūdens.
12. Iegūto vielu – *p*-toluolsulfonskābi – pārnes Petri traukā un žāvē gaisā.
13. Kad viela izžuvusi, to nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

p-Toluolsulfonskābes sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

BENZOSKĀBES KRISTALIZĒŠANA

Teorētiskais pamatojums

Benzoskābe (C_6H_5COOH) ir balta, kristāliska viela ar raksturīgu spīdumu. Kušanas temperatūra 120–122 °C, blīvums 1,32 g/cm³.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organiskās vielas attīrīšanu, to pārkristalizējot, un orientēties kristalizācijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot attīrīta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Attīrīt benzoskābi (C_6H_5COOH), pārkristalizējot no ūdens šķīduma.
2. Noteikt benzoskābes kušanas temperatūru.
3. Uzrakstīt benzoskābes struktūrformulu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reaģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- C_6H_5COOH ;
- destilēts ūdens;
- koniskā kolba;
- mērcilindrs;
- filtrpapīrs;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- stikla spieķītis;
- elektriskā plītiņa;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- Petri trauks.

Darba gaita

1. Nosver 0,5 g C_6H_5COOH un ieber koniskajā kolbā. Pievieno 20 mL destilēta ūdens (izmantojot mērcilindru).
2. Kolbu karsē uz elektriskās plītiņas, maisījumu periodiski samaisot ar stikla spieķīti vai saskalinot, līdz maisījums sāk vārīties. Ja C_6H_5COOH nav izšķīdusi, verdošajam šķīdumam pakāpeniski pa mazām porcijām pievieno ūdeni (izmantojot mērcilindru), līdz viela izšķīst.
3. Karsto šķīdumu noņem no plītiņas un maisot atdzesē līdz istabas temperatūrai.
4. Novēro baltu kristālu veidošanos.
5. Lai viela pilnīgāk izgulsnētos, atdzesēto šķīdumu dzesē ledus ūdenī vai zem tekoša aukstā ūdens no krāna.
6. Kristālus filtrē zem ūdens strūkļas sūkņa, izmantojot filtrpapīru, Bihnera piltuvi un Bunzena kolbu.
7. Kristālus uz filtra mazgā ar nelielu daudzumu auksta ūdens.
8. Attīrīto vielu pārnes Petri traukā un žāvē gaisā istabas temperatūrā.
9. Kad viela izžuvusi, to nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Benzoskābes kristalizēšana

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Attīrītās vielas nosaukums:

Attīrītās vielas ķīmiskā formula:

Attīrītās vielas struktūrformula:

Attīrītās vielas kušanas temperatūra:

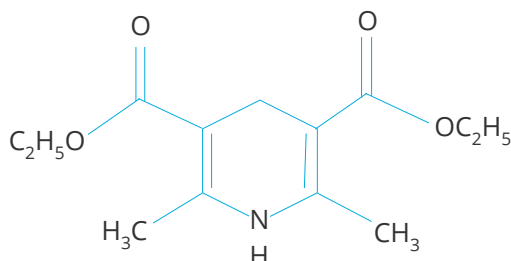
Novērojumi:

Secinājumi:

3,5-DIETOKSIKARBONIL-2,6-DIMETIL-1,4-DIHIIDROPIRIDĪNA (HANČA ESTERA) KRISTALIZĒŠANA

Teorētiskais pamatojums

3,5-Dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīna (skatīt 3.33. attēlu) kušanas temperatūra ir 176–183 °C.



3.33. attēls. **3,5-Dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīna (Hanča estera) struktūrformula**

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organiskās vielas attīršanu, to pārkristalizējot, un orientēties kristalizācijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot attīrta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Attīrīt 3,5-dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīnu, pārkristalizējot no organiskā šķīdinātāja.
2. Noteikt 3,5-dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīna kušanas temperatūru.
3. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;

- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- 3,5-dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīns;
- C_2H_5OH ;
- destilēts ūdens;
- vienkakla apaļkolba (25 mL);
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- mērcilindrs;
- attecēs dzesinātājs;
- glicerīna vanna;
- filtrpapīrs;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- stikla spieķītis;
- elektriskā plītiņa;
- termometrs;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- Petri trauks.

Darba gaita

1. Statīvā iestiprina vienkakla apaļkolbu un ievieto magnētiskā maisītāja ampulu.
2. Nosver 0,5 g 3,5-dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīna un ieber koniskajā kolbā. Pievieno 15 mL C_2H_5OH (izmantojot mērcilindru).
3. Pievieno attecēs dzesinātāju. Kolbu ievieto glicerīna vannā un maisot vāra ar atteci 20–30 minūtes, līdz viela izšķīst un izveidojas homogēns maisījums.
4. Pārtrauc vārīšanu un karsto šķīdumu atdzesē līdz istabas temperatūrai. Novēro dzeltenu kristālu veidošanos. Lai viela pilnīgāk izgulsnētos, atdzesēto šķīdumu dzesē ledus ūdenī vai zem tekoša aukstā ūdens no krāna.
5. Kristālus filtrē zem ūdens strūklas sūkņa, izmantojot filtrpapīru, Bihnera piltuvi un Bunzena kolbu.
6. Kristālus uz filtra mazgā ar nelielu daudzumu auksta ūdens.
7. Attīrīto vielu pārnes Petri traukā un žāvē gaisā.
8. Kad viela izžuvusi, to nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

3,5-Dietoksikarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridīna kristalizēšana

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Attīrītās vielas nosaukums:

Attīrītās vielas ķīmiskā formula:

Attīrītās vielas struktūrformula:

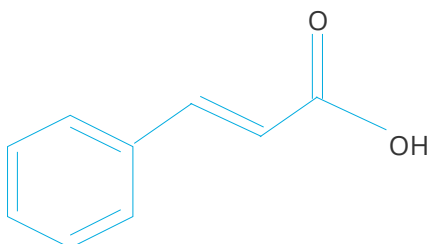
Attīrītās vielas kušanas temperatūra:

Novērojumi:

Secinājumi:

TRANS-3-FENIL-2-PROPĒNSKĀBES KRISTALIZĒŠANA**Teorētiskais pamatojums**

Trans-3-fenil-2-propēnskābes (skatīt 3.34. attēlu) kušanas temperatūra ir 133 °C.



3.34. attēls. ***Trans*-3-fenil-2-propēnskābes** struktūrformula

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organiskās vielas attīršanu, to pārkristalizējot, un orientēties kristalizācijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot attīrta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Attīrīt *trans*-3-fenil-2-propēnskābi, pārkristalizējot no organiskā šķīdinātāja.
2. Noteikt *trans*-3-fenil-2-propēnskābes kušanas temperatūru.
3. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- *trans*-3-fenil-2-propēnskābe;
- C₂H₅OH;
- destilēts ūdens;
- vienkakla apaļkolba (25 mL);
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- mērcilindrs;
- atteces dzesinātājs;
- glicerīna vanna;
- filtrpapīrs;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- stikla spieķītis;
- elektriskā plītiņa;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,001 g;
- žāvēšanas skapis;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- Petri trauks.

Darba gaita

1. Statīvā iestiprina vienkakla apaļkolbu un ievieto magnētiskā maisītāja ampulu.
2. Nosver 0,5 g *trans*-3-fenil-2-propēnskābes un ieber koniskajā kolbā. Pievieno 15 mL C₂H₅OH (izmantojot mērcilindru).
3. Pievieno atteces dzesinātāju. Kolbu ievieto glicerīna vannā un maisot vāra ar atteci 20–30 minūtes, līdz viela izšķīst un izveidojas homogēns maisījums.
4. Pārtrauc vārīšanu un karsto šķīdumu atdzesē līdz istabas temperatūrai. Novēro baltu kristālu veidošanos. Lai viela pilnīgāk izgulsnētos, atdzesēto šķīdumu dzesē ledus ūdenī vai zem tekoša aukstā ūdens no krāna.
5. Kristālus filtrē zem ūdens strūkļas sūkņa, izmantojot filtrpapīru, Bihnera piltuvi un Bunzena kolbu.
6. Kristālus uz filtra mazgā ar nelielu daudzumu auksta ūdens.
7. Attīrīto vielu pārnes Petri traukā un žāvē gaisā.
8. Kad viela izžuvusi, to nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
***Trans*-3-fenil-2-propēnskābes kristalizēšana**

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Attīrītās vielas nosaukums:

Attīrītās vielas ķīmiskā formula:

Attīrītās vielas struktūrformula:

Attīrītās vielas kušanas temperatūra:

Novērojumi:

Secinājumi:

ACETILSALICILSKĀBES SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Tīras acetilsalicilskābes jeb aspirīna kušanas temperatūra ir 135–136 °C.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Iegūt acetilsalicilskābi.
2. Noteikt acetilsalicilskābes kušanas temperatūru.
3. Pārbaudīt iegūtās vielas tīrību.
4. Uzrakstīt atbilstošo reakcijas vienādojumu.
5. Aprēķināt teorētisko iznākumu.
6. Noteikt acetilsalicilskābes praktisko iznākumu procentos.
7. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

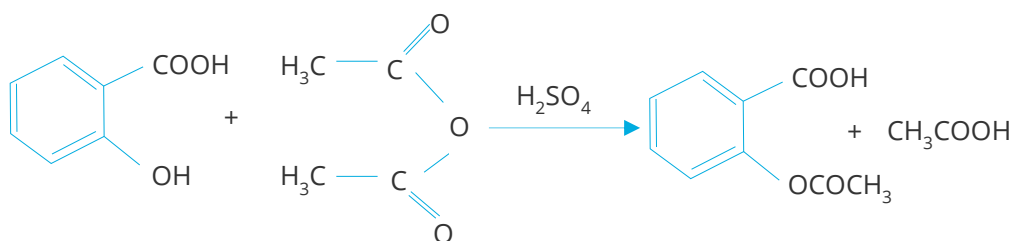
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- $C_6H_4OHCOOH$ kristāliskā viela;
- $(CH_3CO)_2O$;
- koncentrēta H_3PO_4 ;
- 1 % $FeCl_3$ ūdens šķīdums;
- destilēts ūdens;
- apaļkolba;
- vārglāze;
- atteces dzesinātājs;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- stikla spieķītis;
- filtrpapīrs;
- Petri trauks;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- elektriskā plītiņa;
- žāvēšanas skapis;
- ūdens vanna.

Darba gaita**Uzmanību! Etiķskābes anhidrīds ir kodīga viela!**

1. Statīvā iestiprina apaļkolbu un tajā ieliek 1,5 g $C_6H_4OHCOOH$, ielej 2,3 mL $(CH_3CO)_2O$ un 5 pilienus koncentrētas H_3PO_4 .
2. Pievieno atteces dzesinātāju. Kolbu ievieto ūdens vannā, kuras temperatūra nepārsniedz $60\text{ }^\circ\text{C}$. Temperatūru paaugstina un karsē verdošā ūdens vannā, līdz $C_6H_4OHCOOH$ izšķīst, pēc tam turpina karsēšanu vēl 10 minūtes.
3. Kolbu pakāpeniski atdzesē līdz istabas temperatūrai traukā ar aukstu ūdeni. Veidojas kristāli.
4. Vārglāzē ielej 75 mL destilēta ūdens un, maisot ar stikla spieķīti, lej tajā reakcijas maisījumu. Kolbu izskalo ar ~ 20 mL ūdens un pievieno vārglāzes saturam.
5. Kristālus nofiltrē zem ūdens strūkļas sūkņa, uz filtra mazgā ar nelielu daudzumu auksta ūdens.
6. Nofiltrēto vielu pārnes Petri traukā un žāvē gaisā.
7. Kad viela izžuvusi, to nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

Vielas tīrības pārbaude

Lai pārlicinātos, vai iegūtais produkts nesatur salicilskābi, veic reakciju ar dzelzs(III) hlorīdu. Divās mēģenēs ielej pa 1 mL ūdens. Vienā mēģenē izšķīdina nelielu daudz salicilskābes, otrā mēģenē – nelielu daudz iegūtā produkta. Abās mēģenēs piepilina dažus pilienus 1 % $FeCl_3$ šķīduma un saskalina. Salicilskābes klātienē parādās sarkanviolets krāsojums.

Iegūtā produkta tīrību var novērtēt arī, nosakot sausas vielas kušanas temperatūru.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Acetilsalicilskābes sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Sintezētās vielas kvalitātes pārbaude:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

TRI-(2-HIDROKSJETIL)AMONIJA ACETĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Tri-(2-hidroksietil)amonija acetāta kušanas temperatūra ir 50–51 °C un tā 0,1 M ūdens šķīduma pH ir 6,2.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt *tri*-(2-hidroksietil)amonija acetātu bez papildus organisko šķīdinātāju izmantošanas.
2. Noteikt *tri*-(2-hidroksietil)amonija acetāta kušanas temperatūru.
3. Noteikt 0,1 mol/L *tri*-(2-hidroksietil)amonija acetāta ūdens šķīduma pH.
4. Aprēķināt *tri*-(2-hidroksietil)amonija acetāta teorētisko iznākumu.
5. Noteikt iegūtā *tri*-(2-hidroksietil)amonija acetāta praktisko iznākumu procentos.
6. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

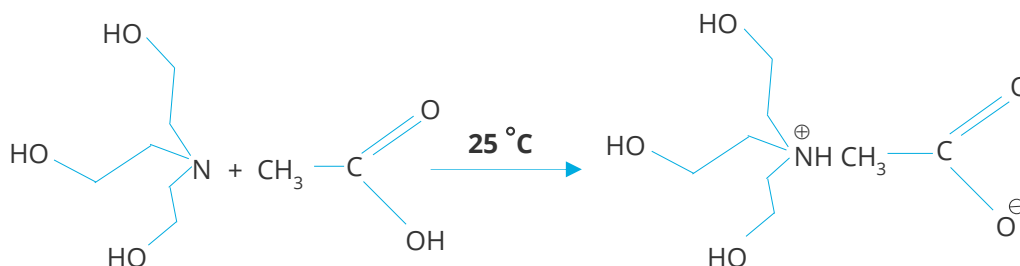
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- *tri*-(2-hidroksietil)amīns;
- ledus CH₃COOH;
- CaCl₂;
- destilēts ūdens;
- vienkakla apaļkolba (50 mL);
- magnētiskais maisītājs;
- ūdens vanna;
- pilināmā piltuve;
- CaCl₂ caurulīte;
- 2 vārglāzes;
- mērcilindrs;
- piltuve;
- stikla spieķītis;
- elektriskā plītiņa;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,001 g;
- mērkolba (50 mL);
- žāvēšanas skapis;
- pH metrs.

Darba gaita

Tri-(2-hidroksietil)amonija acetātu iegūst atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. 50 mL vienkakla apaļkolbā ievieto magnētiskā maisītāja ampulu un nosver.
2. Apaļkolbu iestiprina statīvā un ievieto 5,47 g *tri*-(2-hidroksietil)amīna, kam no pilināmās piltuves pa pilienam lēni un pakāpeniski pievieno 5,39 g ledus CH₃COOH.
3. Reakcijas maisījumu enerģiski maisa un dzesē traukā ar aukstu ūdeni, jo skābes-bāzes neitralizācijas reakcija ir eksotermiska. Izmanto CaCl₂ caurulīti, lai pasargātu reakcijas maisījumu no gaisa mitruma piekļūšanas.
4. Pēc visa CH₃COOH tilpuma pievienošanas kolbas saturam dzesēšanu pārtrauc, to maisot, ļauj maisījumam uzsilt līdz istabas temperatūrai.
5. Maisīšanu turpina 1 stundu istabas temperatūrā. Novēro baltu, kristālisku nogulšņu veidošanos.
6. Kolbu ar reakcijas produktu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

***Tri*-(2-hidroksietil) amonija acetāta pH noteikšana**

Pagatavo 0,1 mol/L *tri*-(2-hidroksietil)amonija acetāta ūdens šķīdumu 50 mL mērkolbā: uz analītiskajiem svāriem atsevišķā 50 mL vārglāzē nosver aprēķināto attiecīgā jonu šķīduma masu, to kvantitatīvi pārnes atsevišķā 50 mL mērkolbā, atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un samaisa. Iegūtajam šķīdumam mēra pH atkārtoti trīs reizes. Pirms katras mērījumu sērijas elektrodu skalo ar destilētu ūdeni.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Tri-(2-hidroksietil)amonija acetāta sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

pH:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

TRI-(2-HIDROKSJETIL)AMONIJA FORMIĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Tri-(2-hidroksietil)amonija formiāta kušanas temperatūra ir 67–68 °C un tā 0,1 M ūdens šķīduma pH ir 5,8.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt *tri*-(2-hidroksietil)amonija formiātu bez papildus organisko šķīdinātāju izmantošanas.
2. Noteikt *tri*-(2-hidroksietil)amonija formiāta kušanas temperatūru.
3. Noteikt 0,1 mol/L *tri*-(2-hidroksietil)amonija formiāta ūdens šķīduma pH.
4. Aprēķināt *tri*-(2-hidroksietil)amonija formiāta teorētisko iznākumu.
5. Noteikt iegūtā *tri*-(2-hidroksietil)amonija formiāta praktisko iznākumu procentos.
6. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

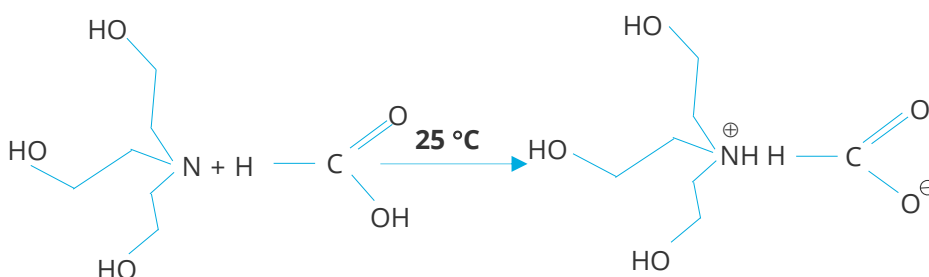
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- *tri*-(2-hidroksietil)amīns;
- 90 % HCOOH šķīdums;
- CaCl₂;
- destilēts ūdens;
- vienkakla apaļkolba (50 mL);
- magnētiskais maisītājs;
- ūdens vanna;
- pilināmā piltuve;
- CaCl₂ caurulīte;
- 2 vārglāzes;
- mērcilindrs;
- piltuve;
- stikla spieķītis;
- elektriskā plītiņa;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,001 g;
- mērkolba (50 mL);
- žāvēšanas skapis;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- pH metrs.

Darba gaita

Tri-(2-hidroksietil)amonija formiātu iegūst atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. 50 mL vienkakla apaļkolbā ievieto magnētiskā maisītāja ampulu un nosver.
2. Apaļkolbu iestiprina statīvā un ievieto 8,91 g *tri*-(2-hidroksietil)amīna, kam no pilināmās piltuves pa pilienam lēni un pakāpeniski pievieno 5,39 g HCOOH šķīduma.
3. Reakcijas maisījumu enerģiski maisa un dzesē traukā ar aukstu ūdeni, jo skābes-bāzes neitralizācijas reakcija ir eksotermiska. Izmanto CaCl₂ caurulīti, lai pasargātu reakcijas maisījumu no gaisa mitruma piekļūšanas.
4. Pēc visa HCOOH tilpuma pievienošanas kolbas saturam dzesēšanu pārtrauc. Kolbas saturu maisot, ļauj tam uzsilt līdz istabas temperatūrai.
5. Maisīšanu turpina 1 stundu istabas temperatūrā. Novēro viegli sārtu, kristālisku nogulšņu veidošanos.
6. Kolbu ar reakcijas produktu nosver un nosaka praktisko iznākumu procentos.

Tri-(2-hidroksietil)amonija formiāta pH noteikšana

Pagatavo 0,1 mol/L *tri*-(2-hidroksietil)amonija formiāta ūdens šķīdumu 50 mL mērkolbā: uz analītiskajiem svāriem atsevišķā 50 mL vārglāzē nosver aprēķināto attiecīgā jonu šķīduma masu, to kvantitatīvi pārnes atsevišķā 50 mL mērkolbā, atšķaida ar destilētu ūdeni līdz iezīmei un samaisa. Iegūtajam šķīdumam mēra pH atkārtoti trīs reizes. Pirms katras mērījumu sērijas elektrodu kalibrē ar destilētu ūdeni.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS
***Tri*-(2-hidroksietil)amonija formiāta sintēze**

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

pH:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

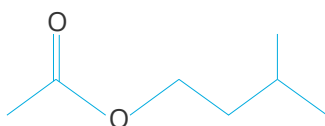
Secinājumi:

ETIĶSKĀBES IZOAMILESTERA (BANĀNU ESENCES) SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Ekstrakciju var izmantot vielu atdalīšanai un attīrīšanai. Ūdens šķīdumiem dalāmajā piltuvē pievieno organisku šķīdinātāju, kas nešķīst ūdenī (CCl_4 , CHCl_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$ u. c.). Izveidojas divi slāņi, starp kuriem noris vielu sadalīšanās. Sadalīšanās līdzsvāri parasti iestājas samērā ātri. Vielas pilnīgāku ekstrakciju var panākt, veicot dalāmās piltuves kratīšanu (ar vienu roku pieturot dalāmās piltuves krānu, ar otru piltuves aizbāzni). Pēc 2–3 minūšu ilgas kratīšanas dalāmajā piltuvē no jauna ļauj izveidoties diviem slāņiem. Tad, noņemot korķi un atverot krānu, uzmanīgi izvada apakšējo slāni. Organisko šķīdinātāju (ekstrahentu) izvēlas ar tādu aprēķinu, lai tajā pārietu attīrāmā viela, bet nepārietu piemaisījumi vai arī otrādi.

Etiķskābes izoamilesteris ($\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$ vai $\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$) (skatīt 3.35. attēlu) ir bezkrāsains šķidrums ar banāniem līdzīgu smaržu. Kušanas temperatūra ir $78\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums ir $0,876\text{ g/cm}^3$.



3.35. attēls. Etiķskābes izoamilestera struktūrformula

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt etiķskābes izoamilesteri.
2. Noteikt šķīduma pH.
3. Uzrakstīt atbilstošo reakcijas vienādojumu.
4. Aprēķināt etiķskābes izoamilestera teorētisko iznākumu.
5. Noteikt iegūtā etiķskābes izoamilestera praktisko iznākumu procentos.
6. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

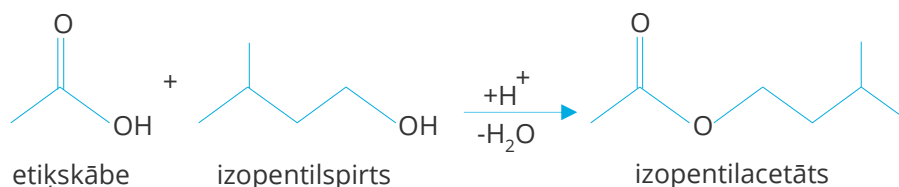
Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- 3-metil-1-butanols;
- ledus CH_3COOH ;
- koncentrēta H_2SO_4 ;
- CaCl_2 ;
- 5 % Na_2CO_3 ūdens šķīdums;
- piesātināts NaCl šķīdums;
- dietilēteris;
- destilēts ūdens;
- bezūdens CaCl_2 ;
- vienkakla apaļkolba (50 mL);
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- ūdens vanna;
- atteces dzesinātājs;
- CaCl_2 caurulīte;
- glicerīna vanna;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- 3 koniskās kolbas (50 mL);
- dalāmā piltuve;
- pH metrs;
- žāvēšanas skapis;
- vārglāze (50 mL).

Darba gaita



1. Statīvā iestiprina vienkakla apaļkolbu un ievieto magnētiskā maisītāja ampulu.
2. Pēc tam ielej 13 mL 3-metil-1-butanola un 27 mL ledus CH_3COOH .
3. Pēc tam kolbas saturam ļoti lēni un uzmanīgi pievieno 2,7 mL koncentrētas H_2SO_4 (**koncentrēta H_2SO_4 ir bīstama, kodīga viela!**), to maisot un dzesējot traukā ar aukstu ūdeni.
4. Pievieno atteces dzesinātāju ar CaCl_2 caurulīti, lai reakcijas maisījumu pasargātu no gaisa mitruma ietekmes.
5. Kolbu ievieto glicerīna vannā, kuras temperatūra nepārsniedz 133 °C (temperatūras kontrolei lieto termometru).
6. Kolbas saturu maisot vāra ar atteci 1 stundu 130 °C temperatūrā. Pārtrauc vārīšanu un reakcijas maisījumu dzesē traukā ar aukstu ūdeni.
7. Atdzesēto maisījumu no kolbas pārlej dalāmajā piltuvē ar 20 mL auksta destilēta ūdens. Kolbu papildus izskalo ar 5 mL auksta ūdens un pievieno dalāmās piltuves saturam.

8. Dalāmo piltuvi noslēdz ar aizbāzni un krata atkārtoti vairākas reizes (ar vienu roku pieturot dalāmās piltuves krānu, ar otru piltuves aizbāzni).
9. Pēc tam pievieno 25 mL dietilētera un ekstrahē. Nostādina un slāņus atdala. Savāc augšējo dietilētera slāni, kas satur etiķskābes izoamilesteri, un mazgā, ekstrahējot ar 25 mL auksta ūdens, lai esteri attīrītu no ūdenī šķīstošiem piemaisījumiem.
10. Pēc tam dietilētera šķīdumam dalāmajā piltuvē pievieno 25 mL 5 % Na_2CO_3 ūdens šķīduma un ekstrahē. Šo ekstrahēšanu veic uzmanīgi, jo dalāmās piltuves iekšienē veidojas CO_2 gāze, kas uzkrājas pie piltuves krāna. Tāpēc dalāmo piltuvi krata virzienā no augšas uz leju atkārtoti vairākas reizes un tikai tad atgaiso.
11. Nostādina un slāņus atdala. Savākto ētera slāni atkārtoti mazgā ar 25 mL 5 % Na_2CO_3 ūdens šķīduma un ekstrahē.
12. Ētera slāni, kas satur etiķskābes izoamilesteri, savāc 50 mL koniskā kolbā un pārbauda šķīduma pH, kam pH skalā jāatbilst 7.
13. Ētera slāni ielej dalāmajā piltuvē ar 25 mL piesātināta NaCl šķīduma un ekstrahē.
14. 50 mL koniskajā kolbā savāc augšējo ētera slāni, kas satur etiķskābes izoamilesteri un žāvē ar bezūdens CaCl_2 15 minūtes, kolbas saturu periodiski saskalinot.
15. Izžāvēto esteri dekantē no ūdeni saistošās vielas jau iepriekš nosvērtā koniskā kolbā.
16. Lai atdalītu šķīdinātāju (dietilēteri), veic rotācijas ietvaicēšanu.
17. Nosver iegūto etiķskābes izoamilesteri un nosaka praktisko iznākumu procentos.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Etiķskābes izoamilestera sintēze

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

pH:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

NĀTRIJA *p*-TOLUOLSULFONĀTA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Nātrija *p*-toluolsulfonāts ($\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$) ir balta, pulverveida kristāliska viela, kušanas temperatūra $> 300\text{ }^\circ\text{C}$, labi šķīst ūdenī.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt nātrija *p*-toluolsulfonātu.
2. Uzrakstīt atbilstošo reakcijas vienādojumu.
3. Aprēķināt nātrija *p*-toluolsulfonāta teorētisko iznākumu.
4. Noteikt iegūtā *p*-toluolsulfonāta praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

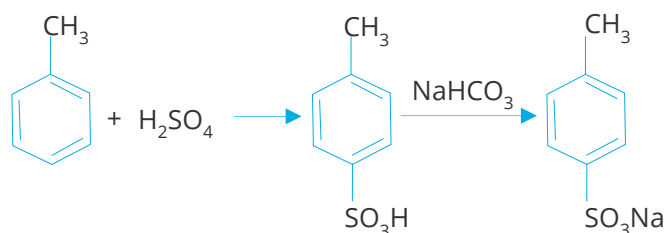
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- $C_6H_5CH_3$;
- koncentrēta H_2SO_4 ;
- $NaHCO_3$;
- $NaCl$;
- piesātināts $NaCl$ šķīdums;
- C_2H_5OH ;
- destilēts ūdens;
- aktīvā ogle;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- apaļkolba (50 mL);
- atteces dzēsintājs;
- magnētiskais maisītājs;
- 2 vārglāzes (100 mL);
- stikla spieķītis;
- piltuve;
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- filtrpapīrs;
- žāvēšanas skapis;
- Petri trauks.

Darba gaita

1. Statīvā iestiprina apaļkolbu un ievieto magnētiskā maisītāja ampulu.
2. Pēc tam ielej 6,9 mL $C_6H_5CH_3$ un 3,3 mL koncentrētas H_2SO_4 . (**Uzmanīgi, jo koncentrēta H_2SO_4 ir bīstama, kodīga viela!**)
3. Pievieno atteces dzēsintāju. Kolbu ievieto glicerīna vannā, kuras temperatūra nepārsniedz $120\text{ }^\circ\text{C}$ (temperatūras kontrolei lieto termometru).
4. Kolbas saturu maisot karsē ar atteci 1 stundu $110\text{--}120\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā. Pēc 1 stundas toluols vairs nenoslāņojas.
5. Karsto maisījumu atdzesē līdz istabas temperatūrai. Šķīdumu maisot ielej vārglāzē ar 25 mL auksta destilēta ūdens. Ja nepieciešams, nofiltrē blakusproduktus.
6. Šķīdumam uzmanīgi pievieno 3,0 g $NaHCO_3$. Šķīdumu karsē līdz viršanai un piesātina ar 9,8 g $NaCl$.
7. Maisījumu karstu filtrē iepriekš labi sakarsētos traukos.
8. Pagatavo piesātinātu $NaCl$ ūdens šķīdumu (35,9 g $NaCl$ šķīst 100 mL ūdens $25\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā).
9. Filtrātu dzesē ledū. Kristālus filtrē un uz filtra mazgā ar 3 mL piesātināta $NaCl$ šķīduma.
10. Maisījumu uzkarstē līdz viršanai un piesātina ar $NaCl$, pievieno aktīvo ogli (ja šķīdums ir krāsains) un karstu filtrē sakarsētos traukos.
11. Filtrātu atdzesē ledus vannā, kristālus filtrē un uz filtra mazgā ar 2 mL piesātināta $NaCl$ šķīduma un 3 mL C_2H_5OH . Iegūto vielu žāvē $100\text{--}110\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā.
12. Nosver iegūto vielu. Teorētiskais iznākums ir 40 %.
13. Lai atbrīvotos no $NaCl$ piemaisījumiem, produktu var mazgāt Soksleta aparātā ar etanolu vai pārkristalizēt no etanola.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Nātrija *p*-toluolsulfonāta sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

3-FENILPROPĒNSKĀBES SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

3-Fenilpropēnskābe ($C_9H_{10}O_2$) ir balta, kristāliska viela ar kušanas temperatūru 135–136 °C.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt 3-fenilpropēnskābi.
2. Noteikt 3-fenilpropēnskābes kušanas temperatūru.
3. Aprēķināt 3-fenilpropēnskābes teorētisko iznākumu procentos.
4. Noteikt iegūtās 3-fenilpropēnskābes praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

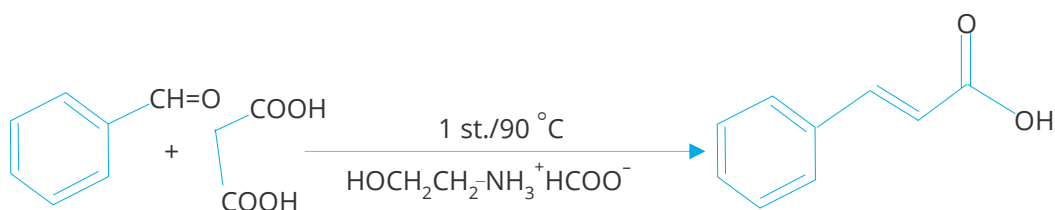
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- C_6H_5CHO ;
- $HOOC-CH_2-COOH$;
- (2-hidroksietil)amonija formiāts;
- $CaCl_2$;
- destilēts ūdens;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- apaļkolba (25 mL);
- atteces dzesinātājs,
- $CaCl_2$ caurulīte;
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- termometrs;
- vārglāze (100 mL);
- stikla spieķītis;
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- filtrpapīrs;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- Petri trauks.

Darba gaita

3-Fenilpropēnskābi iegūst atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. Statīvā iestiprina apaļkolbu un ievieto magnētiskā maisītāja ampulu.
2. Pievieno 0,53 g C_6H_5CHO , 0,62 g $HOOC-CH_2-COOH$ un 1,06 g (2-hidroksietil)amonija formiāta.
3. Pievieno atteces dzesinātāju ar $CaCl_2$ caurulīti, lai pasargātu reakcijas maisījumu no gaisa mitruma ietekmes.
4. Kolbu ievieto glicerīna vannā, kuras temperatūra nepārsniedz $100^\circ C$ (temperatūras kontrolei lieto termometru). Kolbas saturu maisot karsē ar atteci 1 stundu $90^\circ C$ temperatūrā. Karsto reakcijas maisījumu atdzesē līdz istabas temperatūrai.
5. Pēc atdzesēšanas pievieno 10 mL auksta destilēta ūdens un intensīvi maisa uz magnētiskā maisītāja, līdz parādās baltas nogulsnes.
6. Radušās nogulsnes filtrē zem ūdens strūkļas sūkņa un uz filtra mazgā ar ūdeni ($2 \cdot 5$ mL).
7. Nofiltrēto vielu pārnes Petri traukā un žāvē žāvēšanas skapī 30 minūtes $\sim 100^\circ C$ temperatūrā.
8. Kad viela izžuvusi, to nosver.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

3-Fenilpropēnskābes sintēze

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

KUMARĪN-3-KARBONSKĀBES SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Kumarīn-3-karbonskābe ($C_{10}H_6O_4$) ir balta, kristāliska viela ar kušanas temperatūru 189–192 °C.

Laboratorijas darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt kumarīn-3-karbonskābi.
2. Noteikt kumarīn-3-karbonskābes kušanas temperatūru.
3. Aprēķināt kumarīn-3-karbonskābes teorētisko iznākumu procentos.
4. Noteikt iegūtās kumarīn-3-karbonskābes praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

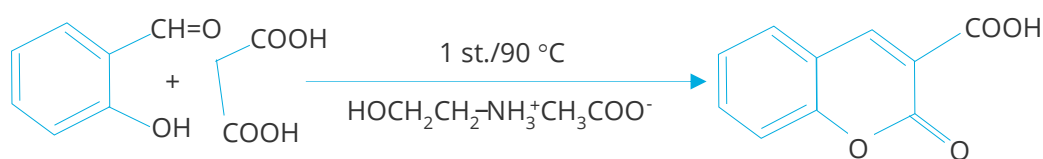
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- salicilaldehīds;
- HOOC-CH₂-COOH;
- (2-hidroksietil)amonija acetāts;
- CaCl₂;
- C₂H₅OH;
- destilēts ūdens;
- svāri ar precizitāti ± 0,001 g;
- apaļkolba (25 mL);
- attecēs dzesinātājs;
- CaCl₂ caurulīte;
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- termometrs;
- vārglāze (100 mL);
- stikla spieķītis;
- glicerīna vanna;
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- filtrpapīrs;
- žāvēšanas skapis;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- Petri trauks.

Darba gaita

Kumarīn-3-karbonskābi iegūst atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. Statīvā iestiprina apaļkolbu un ievieto magnētiskā maisītāja ampulu.
2. Pievieno 0,60 g salicilaldehīda, 0,62 g HOOC-CH₂-COOH un 1,21 g (2-hidroksietil)amonija acetāta.
3. Pievieno attecēs dzesinātāju ar CaCl₂ caurulīti, lai pasargātu reakcijas maisījumu no gaisa mitruma ietekmes.
4. Kolbu ievieto glicerīna vannā, kuras temperatūra nepārsniedz 100 °C (temperatūras kontrolei lieto termometru).
5. Kolbas saturu maisot karsē ar atteci 1 stundu 90 °C temperatūrā. Karsto reakcijas maisījumu atdzesē līdz istabas temperatūrai.
6. Pēc atdzesēšanas pievieno 10 mL C₂H₅OH un intensīvi maisa uz magnētiskā maisītāja, līdz parādās baltas nogulsnes.
7. Radušās nogulsnes filtrē zem ūdens strūkļas sūkņa un uz filtra mazgā ar ūdeni (2 · 5 mL).
8. Nofiltrēto vielu pārnes Petri traukā un žāvē žāvēšanas skapī 30 minūtes ~ 70 °C temperatūrā.
9. Kad viela izžuvusi, to nosver.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Kumarīn-3-karbonskābes sintēze

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

N-FENILACETAMĪDA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

N-fenilacetamīds (C_8H_9NO) ir balta, kristāliska viela ar kušanas temperatūru 114 °C.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt *N*-fenilacetamīdu.
2. Noteikt *N*-fenilacetamīda kušanas temperatūru.
3. Aprēķināt *N*-fenilacetamīda teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
4. Noteikt iegūtā *N*-fenilacetamīda praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

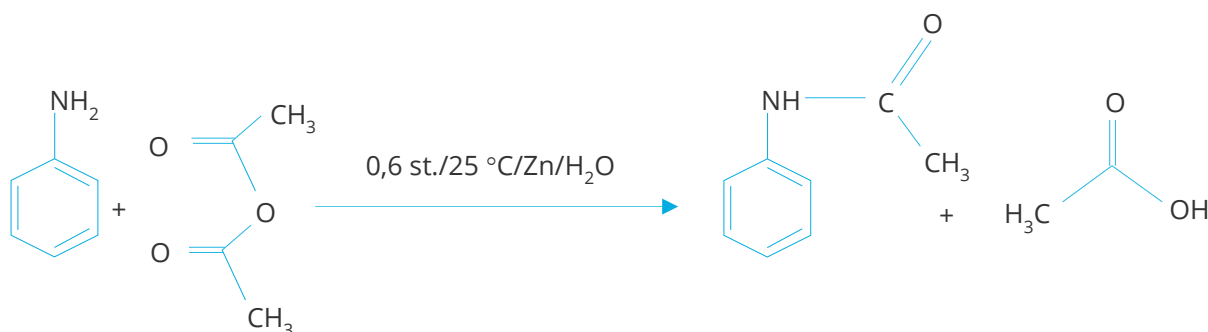
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $C_6H_5NH_2$;
- $(CH_3CO)_2O$;
- cinka (Zn) putekļi;
- destilēts ūdens;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,001$ g;
- koniskā apaļkolba (500 mL);
- mērcilindrs;
- pipetes;
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- termometrs;
- vārglāze (100 mL);
- piltuve;
- filtrpapīrs;
- stikla spieķītis;
- Bunzena kolba;
- Bihnera piltuve;
- Petri trauks;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- žāvēšanas skapis;
- kristalizators.

Darba gaita

N-fenilacetamīdu iegūst atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. 500 mL koniskajā kolbā ievieto magnētiskā maisītāja ampulu, pievieno 4 mL $C_6H_5NH_2$, 30 mL destilēta ūdens un šķipsniņu Zn putekļu.
2. Kolbas saturu maisot, lēnām pievieno 6 mL $(CH_3CO)_2O$. Novēro nogulšņu veidošanos un turpina maisīt 30 minūtes istabas temperatūrā.
3. Kolbas saturam pievieno 20 mL karsta ūdens. Izveidojušās nogulsnes izšķīst. **Uzmanību, reakcijas maisījumā esošie Zn putekļi ūdenī nešķīst!** Zn putekļus no reakcijas maisījuma atdala ar karsto filtrēšanas metodi – karsto maisījumu filtrē sakarsētos traukos.
4. Iegūto filtrātu atdzesē līdz istabas temperatūrai. Lai viela pilnīgāk izgulsnētos, atdzesēto šķīdumu dzesē ledus ūdenī vai zem tekoša aukstā ūdens no krāna. Novēro nogulšņu veidošanos.
5. Nogulsnes filtrē zem ūdens strūklas sūkņa un uz filtra mazgā ar ūdeni ($2 \cdot 5$ mL).
6. Nofiltrēto vielu pārnes Petri traukā un žāvē žāvēšanas skapī 30 minūtes ~ 70 °C temperatūrā.
7. Kad viela izžuvusi, to nosver.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

N-fenilacetamīda sintēze

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

ACETONA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Acetons ($(\text{CH}_3)_2\text{CO}$) ir gaistošs, bezkrāsains, viegli uzliesmojošs šķidrums ar raksturīgu smaržu. Acetona blīvums ir 0,79 g/mL.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu attīrīšanu ar destilācijas metodi un orientēties destilācijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot attīrīta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt acetonu.
2. Attīrīt acetonu ar destilācijas metodi.
3. Noteikt blīvumu.
4. Aprēķināt acetona teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
5. Noteikt iegūtā acetona praktisko iznākumu procentos.
6. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
7. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

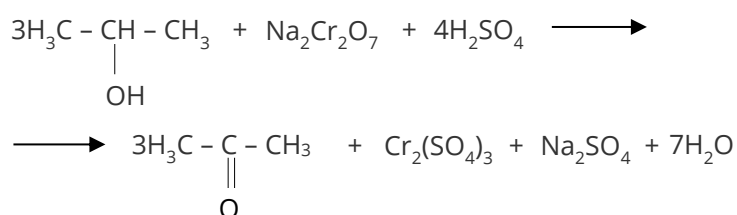
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reaģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- izopropanols (2-propanols);
- Na₂Cr₂O₇ un H₂SO₄ maisījums;
- destilēts ūdens;
- vārglāzes (50 mL);
- vienkakla apaļkolba (100 mL);
- 2 uztvērējkolbas;
- deflegmators (frakcionētai destilācijai);
- Lībiga dzesinātājs;
- alonžs;
- Virca uzmava;
- mērcilindrs;
- vārķermeņi;
- elektriskā plītiņa;
- ūdens vanna;
- termometrs;
- areometrs;
- pipete.

Darba gaita**Uzmanību! Nātrija dihromāta reaģents ir toksisks, kancerogēns un satur koncentrētu H₂SO₄!**

1. Na₂Cr₂O₇ reaģenta pagatavošana: 50 mL vārglāzē ielej 8 mL destilēta ūdens, tajā izšķīdina 4,6 g Na₂Cr₂O₇ un uzmanīgi pielej 4 mL koncentrētas H₂SO₄.
2. Vienkakla apaļkolbā ielej 4 mL izopropanola, ievieto dažus vārķermeņus un pievieno Lībiga dzesinātāju.
3. Nomēra 14 mL Na₂Cr₂O₇ un H₂SO₄ maisījuma un ielej vārglāzē. Nātrija dihromāta reaģentu ar pipeti uzmanīgi caur dzesinātāju piepilina reakcijas maisījumam apmēram 15 minūšu laikā tā, lai maisījums nevarēs pārāk strauji.
4. Pēc reaģenta pievienošanas kolbu karsē ūdens vannā (~ 70 °C) 10 minūtes. Pēc tam noņem ūdens vannu un maisījumu nedaudz padzesē. (Kolbu atstāj iestiprinātu statīvā, bet noņem ūdens vannu.)
5. Lai atdalītu iegūto acetonu, to frakcionēti pārdestilē. Šim nolūkam jāsaliek destilācijas iekārta. Lībiga dzesinātāju no kolbas noņem un savieno tā, lai tvaiks kondensējoties tecētu uztvērējkolbā. (Nedrīkst aizmirst sasmērēt šlifus, ielikt vārķermeņus un dzesinātājā ielaist ūdeni!)
6. Kad destilācijas iekārta salikta, maisījumu silda ūdens vannā. Novēro un pieraksta tvaika temperatūru, kurā parādās pirmie vielas pilieni.
7. Destilāciju turpina, līdz tvaika temperatūra nepārsniedz 60 °C, t. i., uztvērējkolbā savāc 1. frakciju. Kad temperatūra paceļas virs 60 °C, nomaina uztvērējkolbu un noņem elektrisko plītiņu un ūdens vannu.
8. Kad iekārta ir atdzisusi, to izjauc un izmazgā. Atlikumu no destilācijas kolbas un uztvērējkolbas izlej traukā "Acetona sintēzes atkritumi".
9. Pirmo frakciju, kas satur acetonu (tīra acetona viršanas temperatūra ir 56 °C), tālāk izmanto acetona kvalitātes noteikšanai. Izmēra 1. frakcijas tilpumu un izrēķina iegūtā acetona iznākumu (acetona blīvums 0,79 g/mL). 1. frakcijā pārbauda acetona klātbūtni ar 2,4-dinitrofenilhidrazīnu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Acetona sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kvalitātes pārbaude (attīrīšana):

Attīrītās vielas blīvums:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

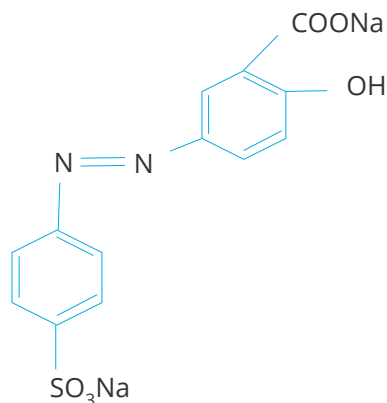
Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

SKĀBĀ HROMDZELTENĀ SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Skābais hromdzeltenais ($C_{13}H_8N_2Na_2O_6S$) ir viendabīgs, dzeltenīgi brūns pulveris. Skābā hromdzeltenā struktūrformula redzama 3.36. attēlā:



3.36. attēls. Skābā hromdzeltenā struktūrformula

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt skābo hromdzeltenu.
2. Noteikt iegūtā skābā hromdzeltenā praktisko iznākumu procentos.
3. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
4. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

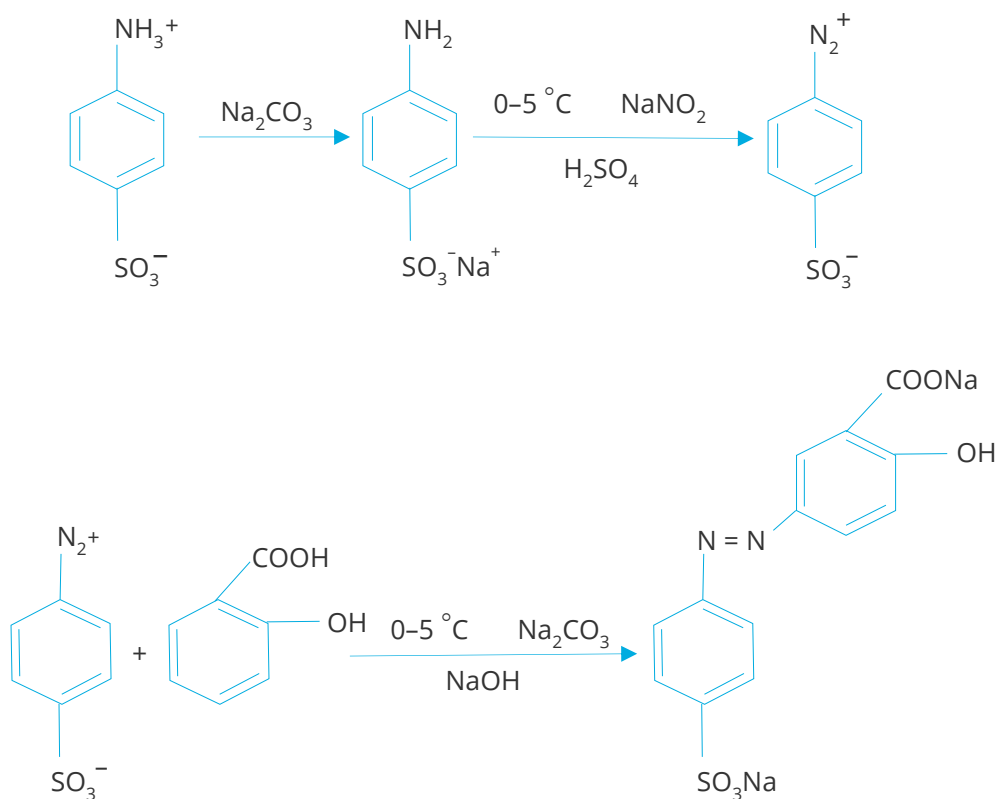
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;

- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $C_6H_7NO_3S$;
- Na_2CO_3 ;
- $C_6H_6NNaO_3S$;
- destilēts ūdens;
- ledus;
- ūdens vanna;
- 50 % H_2SO_4 ;
- $NaNO_2$;
- $C_6H_4OHCOOH$;
- 25 % $NaHCO_3$;
- $NaCl$;
- sulfanilskābes diazosavienojums;
- vārglāzes (100 mL);
- Mora pipete (50 mL);
- mērpipetes (10 un 20 mL);
- kālija jodīda cietes indikatorpapīrs;
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- kristalizators;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g;
- porcelāna trauks;
- termometrs;
- žāvēšanas skapis;
- hronometrs.

Darba gaita



1. Nātrija sulfanilāta pagatavošana: 100 mL vārglāzē ielej 50 mL 2,5 % Na_2CO_3 šķīduma (pagatavots no 1,32 g Na_2CO_3 un 50 mL ūdens), tajā izšķīdina 4,34 g $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$. Tālāk notiek $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$ diazotēšana.
2. 100 mL vārglāzē istabas temperatūrā 15 mL destilēta ūdens izšķīdina 3,92 g nātrija sulfanilāta. Šķīdumu dzesē ar ledu līdz 0 °C temperatūrai un, intensīvi maisot, pielej tam 4 mL 50 % H_2SO_4 .
3. Diazotēšanai $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$ suspensijai 10–15 °C temperatūrā pievieno 1,4 g NaNO_2 30 % šķīduma veidā (1,4 g NaNO_2 un 3,26 mL ūdens). NaNO_2 pievieno tādā tempā, lai reakcijas maisījumā vienmēr būtu noturīga reakcija uz kālija jodīda cietes indikatorpapīra.
4. 150 mL porcelāna traukā izšķīdina 3,04 g $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOOH}$ 10 mL 25 % NaHCO_3 šķīdumā (pagatavots no 3,25 g Na_2CO_3 un 9,75 mL ūdens).
5. Šķīdumu dzesē ar ledu līdz 8–10 °C temperatūrai, pievieno tam 2,6 g NaCl un, intensīvi maisot 5 minūtes, pievieno maisījumam sulfanilskābes diazosavienojumu. Azosametināšanu veic bāziskā vidē 14–15 °C temperatūrā.
6. Kad viss diazošķīdums ir pievienots, trauka saturu turpina maisīt vēl 30 minūtes. Pēc tam reakcijas maisījumu uzsilda līdz 50 °C temperatūrai.
7. Atdzesējot šķīdumu ar ledu, krāsviela izkrīt sīkkristāliskā formā. To filtrē un savāc. Iegūst 4,3 g skābā hromdzeltenā.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Skābā hromdzeltenā sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

METILORANŽĀ SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Metiloranžais ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$) ir organiska krāsviela (oranžs, sīkkristālisks pulveris), kas pieder pie azokrāsvielām. Maina savu krāsu pH intervālā 3,0–4,4 (sarkana krāsa, ja $pH < 3,2$; oranža krāsa $3,2 < pH < 4,0$ dzeltena krāsa).

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu attīrīšanu, tās pārkristalizējot, un orientēties pārkristalizācijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot attīrīta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt metiloranžo.
2. Pārbaudīt vielas šķīdību ūdenī.
3. Attīrīt metiloranžo pārkristalizējot.
4. Aprēķināt metiloranžā teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
5. Noteikt iegūtā metiloranžā praktisko iznākumu procentos.
6. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
7. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

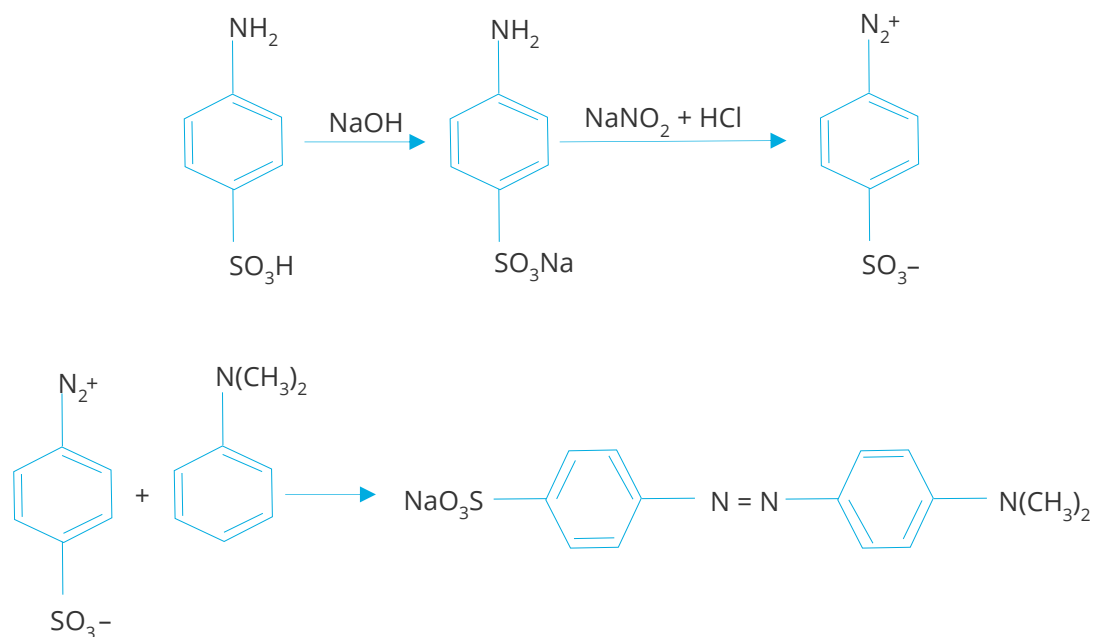
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $C_6H_7NO_3S$;
- Na_2CO_3 ;
- $NaNO_2$;
- koncentrēta HCl;
- NaCl;
- $C_6H_5N(CH_3)_2$;
- koncentrēta CH_3COOH ;
- destilēts ūdens;
- ledus;
- ūdens vanna;
- 3 mol/L NaOH;
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- koniskā kolba (50–100 mL);
- vārglāzes (10 un 250 mL);
- mērpipetes (2, 5 un 20 mL);
- kristalizators;
- termometrs;
- hronometrs;
- žāvēšanas skapis;
- vakuumfiltrēšanas iekārta.

Darba gaita

1. 50 mL koniskā kolbā izšķīdina (ja nepieciešams – sildot) 2,17 g $C_6H_7NO_3S$ 25 mL 2,5 % Na_2CO_3 šķīduma.

2. Maisījumu dzesē ledus vannā, pievieno 0,95 g $NaNO_2$ un maisa, līdz izšķīst.

3. Maisījumu ielej 250 mL vārglāzē, kas satur 15 g ledus un 2,5 mL koncentrētas HCl. Pēc 1–2 minūtēm izgulsnēsies balta, pulverveida viela un būs gatava tālākajai izmantošanai.

4. 10 mL vārglāzē rūpīgi samaisa 1,6 mL $C_6H_5N(CH_3)_2$ un 1,25 mL koncentrētas CH_3COOH . Maisījumu pievieno pie diazotētās $C_6H_7NO_3S$, nepārtraukti maisot. Izskalo vārglāzi ar nelielu daudzumu ūdens un pievieno maisījumam.

5. Maisījumu maisa apmēram 1–2 minūtes, tas šajā laikā sadalās.

6. Pēc 5–10 minūtēm veidojas neelastīga pasta, kurai pievieno 18 mL 3 mol/L NaOH, lai rastos oranžas krāsas NaCl. Lai lielākā daļa krāsvielas izšķīstu, nepieciešams labi maisīt un karsēt to līdz viršanas temperatūrai.
7. Pēc tam vārglāzi ievieto ledus vannā un dzesē. Atdzesētu maisījumu filtrē pazeminātā spiedienā.
8. Piesātināto NaCl šķīdumu izmanto vārglāzes un vielas skalošanai.
9. Neattīrītu produktu pārkristalizē no ūdens, iepriekš veicot priekšmēģinājumus un pārbaudot vielas šķīdību ūdenī.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Metiloranža sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas šķīdība ūdenī:

Sintezētās vielas attīrīšana:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

METILSARKANĀ SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Metilsarkanais ($C_{15}H_{15}N_3O_2$) ir tumši sarkanas krāsas pulveris vai violetas krāsas kristāli. Kušanas temperatūra ir 175 °C (**kūst sadaloties**).

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt metilsarkano.
2. Aprēķināt metilsarkanā teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
3. Noteikt iegūtā metilsarkanā praktisko iznākumu procentos.
4. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

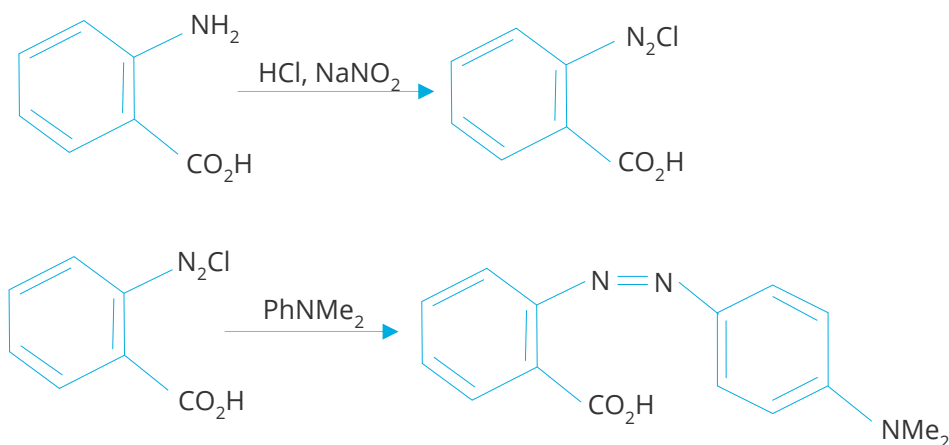
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reaģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- koncentrēta HCl;
- $C_7H_7NO_2$;
- CH_3COOH ;
- kristalizācijas maisījums;
- $NaNO_2$;
- destilēts ūdens;
- $C_6H_5N(CH_3)_2$;
- CH_3COONa ;
- NaOH;
- kālija jodīda cietes indikatorpapīrs;
- vārglāze (100 mL);
- mērpipete (10 mL);
- ledus;
- ūdens vanna;
- kristalizators;
- filtrēšanas iekārta;
- filtrpapīrs;
- hronometrs;
- Petri trauks;
- žāvēšanas skapis;
- sviri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.

Darba gaita

1. Vārglāzē 10 mL destilēta ūdens izšķīdina 2,6 g $C_7H_7NO_2$ un pievieno 6 mL koncentrētas HCl, kas izšķīdināta 6 mL ūdens. Visai $C_7H_7NO_2$ obligāti ir jāizšķīst.
2. Vārglāzi dzesē ledus un sāls ledus vannā. Pagatavo $NaNO_2$ šķīdumu: 1,4 g $NaNO_2$ izšķīdina 8 mL ūdens. Dzesē ledus vannā.
3. Kad abi šķīdumi ir atdzesēti zem $5\text{ }^\circ\text{C}$, lēnām pievieno $NaNO_2$ šķīdumu $C_7H_7NO_2$ šķīdumam. Temperatūra visu laiku jāuztur zemāka par $5\text{ }^\circ\text{C}$. Šķīdumam visu laiku jābūt atdzesētam, lai diazonija sāls nehidrolizētos par attiecīgo fenolu.
4. Pēc 5–10 minūtēm pārbauda, vai viss $NaNO_2$ ir izreaģējis, izmantojot kālija jodīda cietes indikatorpapīru.
5. Pēc tam samērā ātri pievieno 3,5 mL $C_6H_5N(CH_3)_2$, maisa un dzesē papildus 15 minūtes temperatūrā, kas ir zemāka par $5\text{ }^\circ\text{C}$.
6. Tad pievieno 2,7 g CH_3COONa , kas izšķīdināts 8 mL ūdens. Maisa un dzesē aptuveni 20 minūtes.
7. Maisījumu izņem no ūdens vannas un ļauj sasilt līdz istabas temperatūrai (aptuveni 15 minūtes). Pēc tam pievieno 4 mL 10 % NaOH un aptuveni 30 minūtes atstāj. Pēc tam filtrē nogulsnes.
8. Vārglāzi izskalo ar ūdeni un pievieno kristāliem, pēc tam mazgā ar aptuveni tādu pašu tilpumu (20 mL) 3 mol/L CH_3COOH un vēlreiz ar ūdeni. Pēdējā mazgāšana padara nogulsnes gaišākas.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Metilsarkanā sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

DIAZOAMINOBENZOLA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Diazoaminobenzols ($C_{12}H_{11}N_3$) ir dzeltenbrūna, kristāliska viela. Kušanas temperatūra ir 96–98 °C.

Uzmanību! Diazoaminobenzols ir toksiska viela!

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt diazoaminobenzolu.
2. Noteikt diazoaminobenzola kušanas temperatūru.
3. Aprēķināt diazoaminobenzola teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
4. Noteikt iegūtā diazoaminobenzola praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
6. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

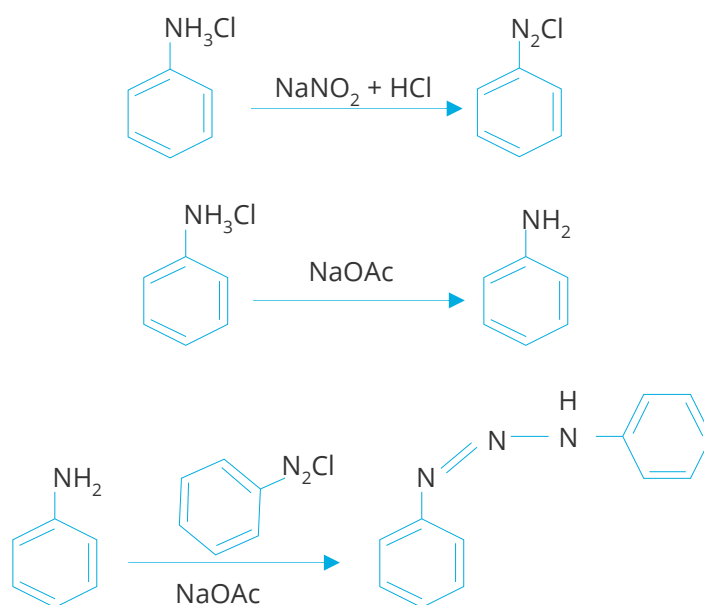
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- anilīns;
- koncentrēta HCl;
- NaNO₂;
- CH₃COONa;
- destilēts ūdens;
- ledus;
- divkaklu apaļkolba (100 mL);
- mērpipete (20 mL);
- mērpipete (5 mL);
- kristalizators;
- hronometrs;
- termometrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- kapilāri;
- filtrēšanas iekārta;
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- žāvēšanas skapis;
- filtrpapīrs.

Darba gaita

1. Divkaklu 100 mL apaļkolbā ielej 17 mL destilēta ūdens, 4,5 mL koncentrētas HCl, 3 mL anilīna. Enerģiski maisa, izmantojot magnētisko maisītāju un pievieno 11 g ledus.
2. 15 minūšu laikā pievieno 1,16 g NaNO₂, kas izšķīdināts 3 mL ūdens.
3. 5 minūšu laikā pievieno 4,67 g CH₃COONa, kas izšķīdināts 9 mL ūdens.
4. Maisa vēl 45 minūtes. Ja temperatūra paaugstinās, maisījumu dzesē ar ledu (temperatūra nedrīkst būt augstāka par 20 °C).
5. Nogulsnes filtrē, mazgā ar aukstu ūdeni, žāvē starp filtrpapīra loksnēm.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Diazoaminobenzola sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

SKUDRSKĀBES ETILESTERA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Skudrskābes etilesteris ($\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$) ir bezkrāsains vai gaiši dzeltens šķidrums. Viršanas temperatūra ir $55\text{ }^\circ\text{C}$, blīvums $0,917\text{ g/cm}^3$.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt skudrskābes etilesteri.
2. Noteikt skudrskābes etilestera blīvumu.
3. Aprēķināt skudrskābes etilestera teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
4. Noteikt iegūtā skudrskābes etilestera praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

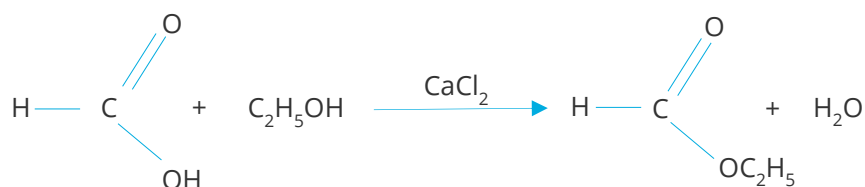
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- ledus;
- HCOOH;
- C₂H₅OH;
- bezūdens CaCl₂;
- destilēts ūdens;
- NaHCO₃;
- bezūdens Na₂SO₄;
- destilācijas divkaklu kolba;
- Virca uzmava (šlifa pāreja);
- pieslīpēts termometrs;
- Lībiga dzesinātājs;
- destilāta savākšanas kolba;
- alonžs (pieslīpēts destilāta uztvērējs);
- temperatūras regulators;
- magnētiskais maisītājs;
- ūdens, eļļas vai smilšu vanna;
- vārķermeņi;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- dzesēšanas vanna;
- dalāmā piltuve;
- statīvs;
- koniskā kolba (100–150 mL);
- mērpipete (20 mL);
- mērcilindrs (100 mL);
- filtrpapīrs;
- areometrs;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g;
- Petri trauks.

Darba gaita

Skudrskābes etilesteri iegūst atbilstoši reakcijas vienādojumam:



1. Saliek frakcionētās destilācijas iekārtu. Vienkakla apaļkolbas vietā izmanto divkaklu apaļkolbu.
2. Divkaklu destilācijas kolbā ielej 18 mL HCOOH un 28 mL C₂H₅OH. Pievieno 8 g bezūdens CaCl₂ ūdens saistīšanai.
3. Maisījumu silda uz ūdens vannas. HCOOH esteri atdestilē. Savākšanas kolbu ieteicams ievietot ledus vannā.
4. Iegūto destilātu pārlej dalāmajā piltuvē, mazgā ar ūdeni, pēc tam ar NaHCO₃ šķīdumu, tad vēlreiz ar ūdeni.
5. Skudrskābes esteri (maisījuma augšējo slāni) izlaiž koniskajā kolbā un, lai saistītu ūdeni, tajā ieber aptuveni 5 g bezūdens Na₂SO₄.
6. Izžāvēto etilformiātu pārdestilē, izmantojot to pašu destilācijas iekārtu. Visiem traukiem jābūt sausiem!
7. Iegūto skudrskābes etilesteri nosver un aprēķina iznākumu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Skudrskābes etilestera sintēze

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas blīvums:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

KOFEĪNA IZDALĪŠANA NO TĒJAS

Teorētiskais pamatojums

Kofeīns ($C_8H_{10}N_4O_2$) jeb 1,3,7-trimetilksantīns ir metilksantīnu grupas alkaloids ar uzbudinošu un viegli diurētisku iedarbību. Tā ir bezkrāsas kristāliska viela (adatveida kristāli) bez smaržas, ar rūgtu garšu. Kofeīna kušanas temperatūra ir 237 °C, aukstā ūdenī šķīst slikti (attiecībā 1:80), vārošā ūdenī 1:2.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu atdalīšanu ar ekstrakcijas metodi un orientēties ekstrakcijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot izdalīta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu attīrīšanu ar destilācijas metodi un orientēties destilācijas teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot attīrīta produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Izdalīt kofeīnu no tējas.
2. Attīrīt kofeīnu.
3. Pārbaudīt iegūtās vielas kvalitāti.
4. Aprēķināt iegūtā kofeīna masas daļu tējā.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

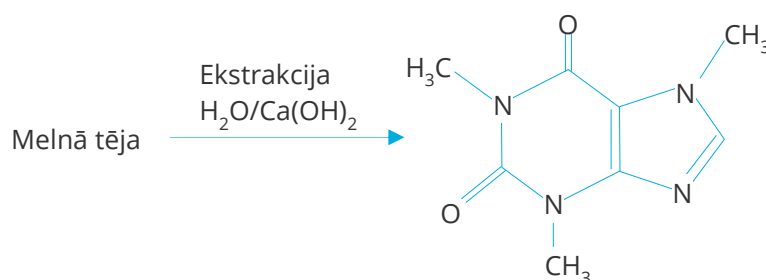
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīg līdzekļi un iekārtas:

- Na₂CO₃;
- CH₂Cl₂;
- bezūdens Na₂SO₄;
- (CH₃)₂CO;
- destilēts ūdens;
- koniskās kolbas (250 un 500 mL);
- melnās tējas maisiņi (10 g);
- dalāmā piltuve (250 mL);
- apaļkolba (250 mL);
- Petri trauks;
- filtrēšanas iekārta;
- rotācijas ietvaicētājs;
- filtrpapīrs;
- elektriskā plītiņa;
- stikla spieķītis;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti ± 0,0001 g.

Darba gaita

1. Koniskajā kolbā pagatavo 100 mL 6 % Na₂CO₃ šķīduma un ievieto tējas maisiņus.
2. Tējas maisiņus lēnām vāra 20 minūtes. Karsto šķīdumu nolej no maisiņiem. Tējas maisiņus nospiež, lai tajos paliktu pēc iespējas mazāk šķīduma. Ja tējas maisiņi ir saplīsuši, tad karstais šķīdums ir jāfiltrē.
3. Šķīdumu atdzesē līdz 15–20 °C temperatūrai.
4. **Uzmanību! CH₂Cl₂ ir toksisks un gaistošs savienojums, jāstrādā velkmes skapī!** Atdzesēto šķīdumu pārlej dalāmajā piltuvē, pielej 20 mL CH₂Cl₂ un ekstrahē, t. i., dalāmajai piltuvei uzliek aizbāzni un, lēni kustinot, ļauj šķīdumam sajaukties (nedrīkst kratīt, jo tad veidojas emulsija, kas lēni sadalās slāņos).
5. CH₂Cl₂ slāni atdala un savāc 250 mL koniskā kolbā (ja slāņi tomēr ir sajaukušies, tos atdala, filtrējot caur hidroforo filtrpapīru). Ūdens slāni vēl divas reizes ekstrahē ar 20 mL CH₂Cl₂.
6. CH₂Cl₂ ekstraktus apvieno un žāvē ar bezūdens Na₂SO₄ 15–20 minūtes.
7. Šķīdumu dekantē (nolej) no bezūdens Na₂SO₄ un pārnes apaļkolbā. Apaļkolbu pievieno rotācijas ietvaicētājam. Atdestilē visu CH₂Cl₂. Destilāciju pārtrauc, un kolbā ieļļ divas reizes pa 5 mL (CH₃)₂CO, lai izšķīdinātu kofeīna kristālus.
8. Šķīdumu izlej iepriekš nosvērtā Petri traukā un iztvaicē velkmē. Pēc 5 minūtēm (CH₃)₂CO ir iztvaikojis. Iegūst kofeīnu baltā krāsā.
9. Nosver Petri trauku ar kristāliem un izrēķina kristālu masu.

Iegūtās vielas kvalitātes novērtējums

Novērtē vielas ārējo izskatu un secina, kāda ir darba kvalitāte.

Ja nepieciešams, kofeīnu var attīrīt, pārkristalizējot no etanola. Kofeīnu var attīrīt arī ar sublimācijas metodi (kūst un sublimējas 238 °C temperatūrā). Kofeīnu var identificēt arī ar PSH (plānslāņa hromatogrāfiju), salīdzinot *R_f* vērtības ar standartvielu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Kofeīna izdalīšana

Darba uzdevumi:

Reaģenti:

Izdalītās vielas nosaukums:

Izdalītās vielas ķīmiskā formula:

Izdalītās vielas struktūrformula:

Izdalītās vielas kušanas temperatūra:

Izdalītās vielas kvalitātes pārbaude:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

JODOFORMA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Jodoforms (trijodmetāns, CHI_3) ir dzeltena, gaistoša, kristāliska viela ar specifisku, ļoti uzmācīgu un noturīgu aromātu un saldenu garšu. Jodoformam piemīt stipras antiseptiskas īpašības. To var lietot nelielu brūču dezinfekcijai, īpaši veterinārijā.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt jodoformu.
2. Aprēķināt jodoforma teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
3. Noteikt iegūtā jodoforma praktisko iznākumu procentos.
4. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
5. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

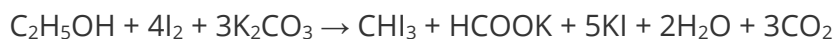
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- K_2CO_3 ;
- C_2H_5OH ;
- I_2 ;
- destilēts ūdens;
- koniskā kolba (250 mL);
- mērpipete (20 mL);
- magnētiskais maisītājs;
- magnētiskā maisītāja ampula;
- piestala ar piestu;
- ledus;
- ūdens vanna;
- kristalizators;
- filtrēšanas iekārta;
- filtrpapīrs;
- Petri trauks;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.

Darba gaita

1. 250 mL koniskā kolbā ielej 80 mL destilēta ūdens un izšķīdina tajā 12 g K_2CO_3 .
2. Pielej 20 mL C_2H_5OH .
3. Šķīdumu silda ūdens vannā līdz 70 °C temperatūrai, maisot ar magnētisko maisītāju. Šķīdumam šajā temperatūrā pa porcijām (1–2 g) pieber 10 g smalki saberzta I_2 . Katru nākošo porciju pieber pēc brūnās krāsas izzušanas.
4. Reakcijas rezultātā rodas dzeltenīgi jodoforma kristāli. Pēc reakcijas beigām maisījumu atdzesē ledus vannā un filtrē pazeminātā spiedienā.
5. Nogulsnes uz filtra mazgā ar nelielu daudzumu auksta destilēta ūdens.
6. Jodoformu izžāvē, nosver, aprēķina iznākumu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Jodoforma sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

PARACETAMOLA SINTĒZE

Teorētiskais pamatojums

Paracetamols ($C_8H_9NO_2$), ķīmiskais nosaukums N-acetil-4-aminofenols, ir pretsāpju un pretdrudža līdzeklis. Parasti ietilpst dažādu pretsaukstēšanās un pretgripas līdzekļu sastāvā. Paracetamols (latīņu *paracetamolum*) jeb acetaminofēns ir plaši izmantots pretsāpju līdzeklis, kā arī pretdrudža līdzeklis. Tiek iegūts no akmeņogļu darvas, ir aktīvs fenacetīna metabolīts, bet, pretēji fenacetīnam, paracetamols nav kancerogēns. Kušanas temperatūra ir 169 °C.

Darba mērķis

Sekmēt izglītojamā spējas veikt organisko vielu sintēzi un orientēties sintēžu teorētiskajos pamatjautājumos, izmantojot sintēzes produkta kvalitātes izvērtēšanas metodes.

Darba uzdevumi

1. Sintezēt paracetamolu.
2. Noteikt paracetamola kušanas temperatūru.
3. Aprēķināt paracetamola teorētiski iespējamo iznākumu procentos.
4. Noteikt iegūtā paracetamola praktisko iznākumu procentos.
5. Uzrakstīt reakcijas vienādojumu.
6. Uzrakstīt secinājumus.

Sasniedzamie rezultāti

Spēj:

- patstāvīgi izvēlēties ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus, sagatavojoties sintēzei;
- sagatavot ķīmiskās vielas, maisījumus un materiālus sintēzes veikšanai;
- veikt neorganisko un organisko vielu sintēzi.

Zina:

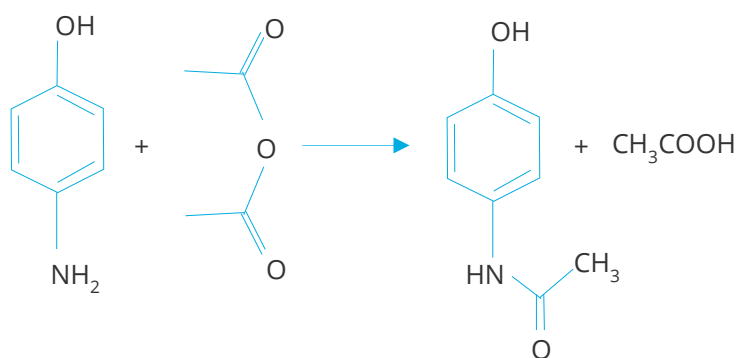
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašības un klasifikācijas principus;
- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu fizikālās un ķīmiskās īpašības;
- sintēzes parametrus, sintēzes norises stadiju secību.

Izprot:

- ķīmisko vielu, maisījumu un materiālu īpašību ietekmi uz veselību un vidi;
- ķīmisko vielu un maisījumu pareizas sagatavošanas ietekmi uz sintēzes norisi;
- sintēzes procesa norises novērošanas nepieciešamību atbilstoša sintēzes galaprodukta iegūšanai.

Reāģenti, palīgīdzekļi un iekārtas:

- $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{OH}$;
- $(\text{CH}_3\text{CO})_3\text{O}$;
- NaHCO_3 ;
- destilēts ūdens;
- apaļkolba (100 mL);
- mērpipete (10 mL);
- mērcilindrs (50 mL);
- ledus;
- kristalizators;
- filtrēšanas iekārta;
- Bihnera piltuve;
- Bunzena kolba;
- ūdens vanna;
- koniskā kolba (100 mL);
- filtrpapīrs;
- Petri trauks;
- kušanas temperatūras noteikšanas aparāts;
- žāvēšanas skapis;
- svāri ar precizitāti $\pm 0,0001$ g.

Darba gaita

1. Apaļkolbā ielej 30 mL destilēta ūdens. Maisot ar magnētisko maisītāju, pievieno 5,5 g $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{OH}$ un 6 mL $(\text{CH}_3\text{CO})_3\text{O}$.
2. Kolbu savieno ar atteces dzesinātāju un maisot silda verdoša ūdens vannā, līdz nogulsnes izšķīst.
3. Reakcijas maisījumu atdzesē ledus vannā un neitralizē ar piesātinātu NaHCO_3 šķīdumu.
4. Izveidojas nogulsnes, tās atfiltrē, izmantojot Bihnera piltuvi un Bunzena kolbu.
5. Nogulsnes uz filtra mazgā ar aukstu ūdeni, pēc tam pārnes koniskajā kolbā un pārkristalizē no ~ 30 mL ūdens.
6. Iegūto paracetamolu žāvē, nosver, aprēķina iznākumu.

LABORATORIJAS DARBA PROTOKOLS

Paracetamola sintēze

Darba uzdevumi:

Reāģenti:

Sintezētās vielas nosaukums:

Sintezētās vielas ķīmiskā formula:

Sintezētās vielas struktūrformula:

Sintezētās vielas kušanas temperatūra:

Reakcijas vienādojums:

Novērojumi:

Iegūtā produkta teorētiskā iznākuma aprēķins:

Iegūtā produkta praktiskā iznākuma aprēķins:

Secinājumi:

JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI PAŠPĀRBAUDEI

1. Ar kādām metodēm var atūdeņot etanolu?
2. Paskaidro terminu *kristalizācija*!
3. Kristalizācijas process ir eksotermisks vai endotermisks process?
4. Kas ir kristalizators?
5. Kā izvēlas kristalizācijas apstākļus?
6. Uzraksti trīs plašāk lietotos šķīdinātāju pārus!
7. Kas nosaka kristalizācijas praktisko norisi?
8. Ar kādām metodēm var atūdeņot acetonu?
9. Izplāno darba gaitu, norādi nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus un piederumus, lai attīrītu acetonu!
10. Kas ir organiskā sintēze?
11. Uzraksti tradicionālās organisko savienojumu izdalīšanas un attīrīšanas metodes!
12. Ko lieto vakuuma destilācijā, lai nodrošinātu vienmērīgu viršanu?
13. Kā notiek frakciju atdalīšana destilācijas procesā?
14. Kādiem mērķiem lieto rotācijas ietvaicētāju?
15. Kādas vielas var attīrīt, destilējot ar ūdens tvaiku?
16. Izplāno darba gaitu, norādi nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus un piederumus, lai izdalītu limonēnu no apelsīnu mizām!
17. Kas ir ekstrakcija, kādam nolūkam to izmanto?
18. Kādas ir esteru vispārīgās iegūšanas metodes?
19. Kā notiek esteru hidrolīze? Uzraksti aspirīna hidrolīzes reakciju!
20. Acetona sintēzē Lībiga dzesinātāju izmanto gan kā attecēs dzesinātāju, gan kā destilācijas dzesinātāju. Izskaidro, kādas ir dzesinātāja funkcijas katrā minētajā gadījumā!
21. Uzraksti vienādojumus fenola un salicilskābes reakcijai ar FeCl_3 !
22. Pārbaudi metiloranžā indikatora īpašības! Divās mēģenēs ielieti bezkrāsaini šķīdumi. Izmantojot iegūto indikatoru, nosaki, kurš no tiem ir bāzisks, kurš skābs!
23. Atbilstoši dotajai sintēzes (Hanča estera kristalizēšana) darba gaitai izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!
24. Atbilstoši dotajai sintēzes (*Trans*-3-fenil-2-propēnskābes kristalizēšana) darba gaitai izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!

LABORATORIJAS DARBU VĒRTĒŠANAS KRITĒRIJI

Vērtēšanas kritēriji		Maksimālais punktu skaits	legūtie punkti
1.	Prasme organizēt darba vietu pirms un pēc darba veikšanas, ievērojot darba un vides aizsardzības prasības	5	
2.	Prasme pareizi izvēlēties reaģentus, laboratorijas traukus, iekārtas un sagatavot tos darbam	20	
3.	Prasme veikt sintēzi atbilstoši darba aprakstam	40	
4.	Prasme dokumentēt sintēzē iegūtos rezultātus	15	
5.	Prasme aprēķināt sintēzē iegūtos rezultātus	20	
6.	Prasme novērtēt rezultātu ticamību (salīdzināt iegūtos rezultātus ar pieļaujamiem normatīviem)	20	
KOPĀ		120	

Vērtējums ballēs	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Punktu skaits	1	17	18	35	36	53	54	71	72	81	82	90	91	100	101	109	110	115	116	120
Izpildes līmenis %	1	14	15	29	30	44	45	49	60	67	68	75	76	83	84	91	92	96	97	100

UZDEVUMU RISINĀŠANAS PIEMĒRI ORGANISKAJĀ SINTĒZĒ

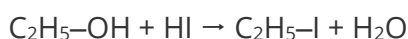
REAKCIJAS PRODUKTA PRAKTISKĀ IZNĀKUMA APRĒĶINĀŠANA PROCENTOS NO TEORĒTISKI IESPĒJAMĀ IZNĀKUMA

Uzdevums

No 42 g etanola reakcijā ar jodūdeņradi radās 50 g etiljodīda. Cik procentu (%) tas ir no teorētiski iespējamā?

Risinājums:

Etanola reakcija ar jodūdeņradi:



$$m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 42,00 \text{ g}$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{I}} = 50,00 \text{ g}$$

$$M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 46,06 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{I}} = 155,97 \text{ g/mol}$$

- Teorētiski iespējamā etiljodīda masa aprēķināta pēc augstāk dotā reakcijas vienādojuma:

$$m = (42,00 \cdot 155,97) : 46,06 = 142,22 \text{ g}$$

- Teorētiski iespējamo etiljodīda iznākumu procentos aprēķina pēc zemāk dotās formulas:

$$\eta_{\% (\text{C}_2\text{H}_5\text{I})} = (m_{\text{praktiskā}} : m_{\text{teorētiskā}}) \cdot 100 \%$$

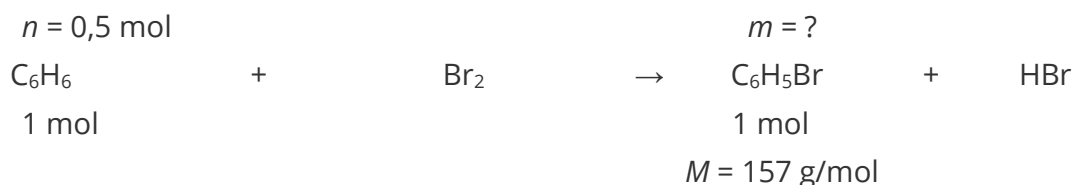
$$\eta_{\% (\text{C}_2\text{H}_5\text{I})} = (50,00 : 142,22) \cdot 100 \% = 35,2 \%$$

Uzdevums

0,5 mol benzola (C_6H_6) izreaģēja ar bromu (Br_2) katalizatora klātbūtnē. Reakcijas rezultātā ieguva brombenzolu ar masu 70 g. Cik procentu (%) tas ir no teorētiski iespējamā?

Risinājums:

Benzola reakcija ar bromu:



$$n_{\text{C}_6\text{H}_6} = 0,5 \text{ mol}$$

$$m_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = 70,00 \text{ g}$$

$$M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = 157 \text{ g/mol}$$

Pēc reakcijas vienādojuma atrod, ka:

$$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = n_{\text{C}_6\text{H}_6}$$

$$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = n_{\text{C}_6\text{H}_6} = 0,5 \text{ mol}$$

- Pēc reakcijas vienādojuma atrod teorētisko brombenzola masu:

$$m_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} \cdot M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}}$$

$$m_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = 0,5 \text{ mol} \cdot 157 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 78,5 \text{ g}$$

- Teorētiski iespējamo brombenzola iznākumu procentos aprēķina pēc zemāk dotās formulas:

$$\eta_{\% \text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = (m_{\text{praktiskā}} : m_{\text{teorētiskā}}) \cdot 100 \%$$

$$\eta_{\% \text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = \frac{m_{(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) \text{ praktiskā}}}{m_{(\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}) \text{ teorētiskā}}} \cdot 100 \%$$

$$\eta_{\% \text{C}_6\text{H}_5\text{Br}} = \frac{70,0 \text{ g}}{78,5 \text{ g}} \cdot 100 \% = 89,2 \%$$

VIZUĀLĀ DARBA GAITA

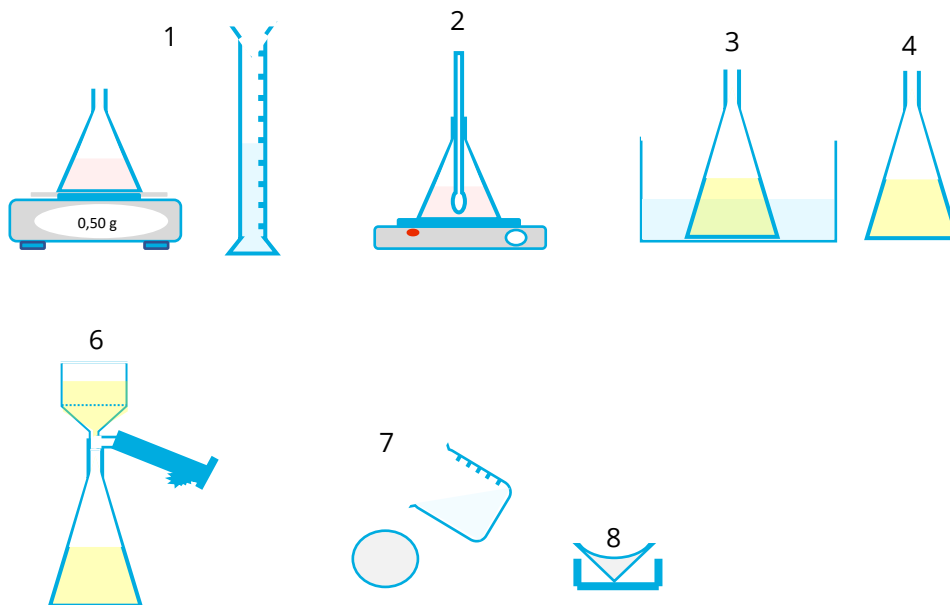
Uzdevums

Atbilstoši dotajai sintēzes darba gaitai (Benzoskābes kristalizēšana) izveido vizuālo darba gaitu, izmantojot *ACD/ChemSketch* programmu!

Darba gaita

1. Uz tehniskajiem svāriem nosver 0,5 g benzoskābes un ieber to koniskajā kolbā; ar mērcilindru nomēra 20 mL attīrīta ūdens un pievieno benzoskābei.
2. Kolbu karsē uz elektriskās plītiņas, maisījumu periodiski samaisot ar stikla spieķīti vai maisot, līdz maisījums sāk vārīties. (Ja benzoskābe nav izšķīdusi, verdošajam šķīdumam pakāpeniski pa mazām porcijām, izmantojot mērcilindru, pievieno attīrītu ūdeni, līdz viela izšķīst.)
3. Karsto šķīdumu noņem no plītiņas un maisot atdzesē līdz istabas temperatūrai.
4. Novēro baltu kristālu veidošanos.
5. Lai viela pilnīgāk izgulsnētos, to dzesē zem tekoša krāna ūdens (nav jāattēlo).
6. Kristālus filtrē zem ūdens strūkļas sūkņa, izmantojot filtrpapīru, Bihnera piltuvi un Bunzena kolbu.
7. Kristālus, kas palikuši uz filtrpapīra, mazgā ar nelielu daudzumu auksta ūdens.
8. Attīrīto vielu pārnes Petri traukā un žāvē gaisā istabas temperatūrā.

Attēlojums:



IZMANTOTIE AVOTI

1. *Adsorbcija uz aktīvās ogles*. Pieejams: http://www.aces.lv/20,adsorbcija_uz_akt%C4%ABv%C4%81s_ogles [skatīts 05.04.2019.].
2. Āriņa, J.; Tomiņa, L. *Ķīmijas uzdevumu risināšanas tipi 8.–12. klasei*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2013.
3. *Atlas of Food Microbiology LAB*. University of Baghdad, College of Science, Department of Biology, 2012–2013. Pieejams: <http://www.bionovin.com/images/docs/Atlas-Food-Microbiology.pdf> [skatīts 13.08.2018.].
4. *Basic Practical Microbiology. A Manual*. Society for General Microbiology (SGM): 2006. Pieejams: <http://microbiologyonline.org/file/7926d7789d8a2f7b2075109f68c3175e.pdf> [skatīts 21.06.2018.].
5. *Blīvuma piknometri*. Pieejams: <http://www.derox.eu/lv/materi%C4%81lu-test%C4%93%C5%A1anas-iek%C4%81rtas/paarklaajumi-118377/open-products:160321> [skatīts 18.08.2018.].
6. Bogdanovs, A. *Reneja niķeļa elementsastāva un fāžu sastāva izmaiņas katalizatora aktivēšanas un ekspluatācijas gaitā* : bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 2009.
7. Buchrieser, V.; Miorini, T. *Fundamentals of Cleaning, Disinfection and Sterilization*. 2009. Pieejams: https://wfhss.com/wp-content/uploads/wfhss-training-1-03_en.pdf [skatīts 21.06.2018.].
8. *Canadian biosafety handbook*. Second edition. 2016. Pieejams: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/canadian-biosafety-standards-guidelines/handbook-second-edition.html> [skatīts 21.06.2018.].
9. Carpentier, B. *Biofilms and Microorganisms on Surfaces After Cleaning and Disinfection*. Food Safety magazine. 2011. Pieejams: <https://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/aprilmay-2011/biofilms-and-microorganisms-on-surfaces-after-cleaning-and-disinfection/> [skatīts 13.08.2018.].
10. Cēdere, D.; Logins, J. *Organiskā ķīmija ar ievirzi bioķīmijā*. Rīga: Zvaigzne ABC, 1996.
11. Cimdiņš, P.; Kļaviņš, M. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: LU, 2004.
12. Ciproviča, I.; Ozola, L. *Piena pārstrādes tehnoloģija*. Jelgava: LLU PTF, 2002.
13. *Colorimeters with tri-stimuli filters*. Pieejams: http://www.optique-ingenieur.org/en/courses/OPI_ang_M07_C02/co/Contenu_11.html [skatīts 20.08.2018.].
14. *Control of Microbial Growth. Using Physical Methods to Control Microorganisms*. Pieejams: <https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/using-physical-methods-to-control-microorganisms/> [skatīts 21.06.2018.].
15. Cowan, M. K. *Microbiology: A Systems Approach*. Third edition. New York: McGraw-Hill, 2011.

16. Deacon, J. W. *Fungal biology*. Fourth edition. UK: Blackwell Publishing Ltd, 2006.
17. *Dispersās sistēmas*. Uzdevumi.lv. Pieejams: <https://www.uzdevumi.lv/p/kimija/10-klase/dispersas-sistemas-9641/re-05d15608-bb88-4e4f-b40f-4ef6d9d9ba4f> [skatīts 05.04.2019.].
18. Dubova, L.; Šteinberga, V.; Alsiņa, I. *Metodiskie norādījumi mikrobioloģijas laboratorijas darbiem studiju priekšmetā "Mikrobioloģija"*. Jelgava: LLU, 2012.
19. *Dzeramā ūdens analīzes*. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Pieejams: <https://www.meteo.lv/lapas/dzerama-udens-analizes?id=1858> [skatīts 20.07.2018.].
20. *Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība*. Ministru kabineta 2017. gada 14. novembra noteikumi Nr. 671. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/295109-dzerama-udens-obligatas-nekaitiguma-un-kvalitates-prasibas-monitoringa-un-kontroles-kartiba> [skatīts 30.11.2018.].
21. *Fosfātjonu noteikšana ūdenī*. Dabaszinātnes un matemātika. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/kim/IT/K_11/default.aspx@tabid=21&id=404.html [skatīts 20.08.2018.].
22. *Fungal Descriptions and Antifungal Susceptibility*. The University of Adelaide, Australia. Pieejams: <https://mycology.adelaide.edu.au/descriptions/> [skatīts 13.08.2018.].
23. Gorskis, M. *Ūdenraža eksponents pH*. Ķīmijas skolotājs, 2009. Pieejams: http://www.kimijas-sk.lv/images/downloads/lejupielades/udenraza_eksponents_pH_indikatoru_mihails_gorskis_2009.pdf [skatīts 05.04.2019.].
24. *How To Use A Hydrometer*. Avogadro's Lab Supply. Pieejams: https://www.avogadro-lab-supply.com/content/How_To_Use_A_Hydrometer/2 [skatīts 25.11.2018.].
25. *Iztvaicēšana*. Uzdevumi.lv. Pieejams: <https://www.uzdevumi.lv/p/kimija/8-klase/tiras-vielas-un-maisijumi-10130/re-9380904a-38b1-48b9-99e2-e1479e314729> [skatīts 05.04.2019.].
26. Jākobsone, I. *Pārtikas produktu uzturvērtības noteikšana*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008.
27. *Kālija jodīda cietes papīrs*. Newstar. Pieejams: <http://lv.newstarsciences.net/ph-indicator-paper/special-test-paper/potassium-iodine-starch-paper.html> [skatīts 05.04.2019.].
28. Kamenetska, O. *Phenols and amines*. 2015. Pieejams: <https://www.slideshare.net/OksanaKamenetska/phenols-and-amines> [skatīts 05.04.2019.].
29. Karabeška, L.; Lempa, I.; Nazarova, A.; Skrebinska, T. *Piena produktu tehnoloģija. II daļa*. Ozolnieki: LLKC, 1999.
30. Kelley, S. G.; Post, F. J. *Microbiology techniques*. Belmont: Star Publishing Company, 1991.
31. *Kodolu magnētiskās rezonanses spektroskopija*. Pieejams: <http://raksti.daba.lv/referaati/2005/JRumnieks/html/nmr.shtml> [skatīts 01.08.2019.].
32. Kokars, V. *Alus un augļu-ogu vīna pagatavošana mājas apstākļos*. Rīga: Akopeks, 2007.
33. Kovaļova, A. *Reneja niķeļa katalizatoru elementsastāvs, fāžu sastāvs un aktivitāte*: maģistra darbs. Rīga: Latvijas Universitāte, 2013.
34. Kūka, P. *Pārtikas produktu analīžu fizikāli ķīmiskās metodes*. Jelgava: LLU, 2008.
35. Kunkulberga, D.; Kļava, D.; Mūrniece, Ī.; Straumīte, E. *Maize un tās uzturvērtība*. Jelgava: LLU, 2008.

36. *Ķīmijas tehniķis. Profesionālās kvalifikācijas eksāmena praktiskās daļas uzdevumu komplekti.*
Pieejams: https://visc.gov.lv/profizglitiba/eksameni/dokumenti/projekts/kim_pke/prakse.pdf
[skatīts 05.04.2019.].
37. *Ķīmisko reakciju veidi. Izpratnes lapa.* Pieejams <http://www.goerudio.com/izpratnes-lapa/kimisko-reakciju-veidi1> [skatīts 05.04.2019.].
38. *Laboratorijas iekārtas.* Pieejams <http://www.baltalab.lv/lv/Laboratorijas-iekartas>
[skatīts 20.07.2018.].
39. Małecka-Adamowicz, M.; Donderski, W.; Okoniewska, A. *Evaluation of Microbial Air Quality in a Forest Recreation Park.* Polish Journal of Environmental Studies, 19(1), 2010, 107–113.
40. Matiseks, R.; Šnēpels, F. M.; Šteinere, G. *Pārtikas analītiskā ķīmija.* Rīga: LU, 1998.
41. *Measuring water colour.* Pieejams: <http://www.citclops.eu/water-colour/measuring-water-colour> [skatīts 20.07.2018.].
42. Meirovics, I. *Organiskā ķīmija.* Rīga: Zvaigzne, 1992.
43. Mekšs, P. *Hromatogrāfija: lekciju konspekts: Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes studiju kurss „Hromatogrāfija”.* Rīga, LU, 2013.
44. *Microscopy and the Diversity of Microorganisms.* Microscopy & Microbial Diversity. Pieejams: <http://w3.marietta.edu/~biol/introlab/Microscopy%20and%20Microbes.pdf>
[skatīts 04.07.2018.].
45. Namsone, D. *Organiskā ķīmija vidusskolai.* Rīga: Zvaigzne ABC, 1998.
46. Nātra, Dz.; Nātra, E. *Ķīmijas uzdevumi ar risinājumu piemēriem.* Rīga: Zvaigzne ABC, 2001.
47. Nielsen, S. S. *Food Analysis.* Fourth Edition. USA: Purdue University, West Lafayette, IN, 2010.
48. Nikolajeva, V. *Pārtikas mikrobioloģija.* Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.
49. *Noteikumi par klasifikācijas, kvalitātes un marķējuma prasībām piena produktiem un saliktiem piena produktiem.* Ministru kabineta 2011. gada 1. februāra noteikumi Nr. 97. Pieejams: <https://likumi.lv/doc.php?id=225278> [skatīts 18.07.2018.].
50. *Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī.* Ministru kabineta 2002. gada jūnija noteikumi Nr. 34. Pieejams: <https://likumi.lv/doc.php?id=58276> [skatīts 30.11.2018.].
51. *Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti.* Ministru kabineta 2002. gada 12. marta noteikumi Nr. 118. Pieejams: <https://likumi.lv/doc.php?id=60829> [skatīts 30.11.2018.].
52. *Optiskās un spektrālās ierīces.* Pieejams: <http://www.baltalab.lv/lv/Refraktometri-un-polarimetri>
[skatīts 18.08.2018.].
53. *Organiskā savienojuma sintēze un tā struktūras apstiprināšanas metodes : laboratorijas darbi :*
Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes seminārs “Ķīmija kā prioritāte”. Rīga, RTU, 06.12.2016.
54. Park, J. *Biological Treatment.* Pieejams: <https://slideplayer.com/slide/9652113/> [skatīts 15.10.2018.].
55. Pisarjonoka, J. *Metodiskais materiāls ar laboratorijas darbu aprakstiem enzīmu tehnoloģijā.* Olaine: Olaines Mehānikas un tehnoloģijas koledža, 2016.

56. Prikšāne, A. *Organisko savienojumu pētīšanas metodes* : lekciju materiāli : ESF projekta "LU dabaszinātņu bakalaura programmas ķīmijā modernizācija" kurss "Organisko savienojumu pētīšanas metodes". Rīga, Latvijas Universitāte, 2013.
57. *Rokasgrāmata notekūdeņu dūņu apsaimniekošanā*. Rīga: Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, 2013.
58. Rumbaugh, E. *What is my ideal Sludge Volume Index (SVI) number?* Biological waste treatment expert. 2015. Pieejams: <https://www.biologicalwasteexpert.com/blog/what-is-my-ideal-sludge-volume-index-svi-number> [skatīts 15.10.2018.].
59. Sender, R.; Fuchs, S.; Milo, R. Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body. *PLoS Biol.* 14(8), 2016.
60. *Skaidrojošā un sinonīmu vārdnīca*. Pieejams: <https://tezaurs.lv/> [skatīts 01.08.2019.].
61. *Skaidrojošā vārdnīca*. Ķīmijas skolotājs, 2019. Pieejams: <https://www.kimijas-sk.lv/index.php/kimijas-rokasgramata/skaidrojosa-vardnica/110-izzinas-materiali/kimijas-rokasgramata> [skatīts 05.04.2019.].
62. Skudra, L.; Kļava, D. *Metodiskie norādījumi mikrobioloģijas laboratorijas darbiem*. Jelgava: LLU, 2008.
63. *Stain Protocols – BIOL 2420*. Pieejams: <http://www.austincc.edu/microbugz/handouts/Stain%20protocols.pdf> [skatīts 04.07.2018.].
64. *Stikla laboratorijas trauki*. Pieejams: <http://www.baltalab.lv/lv/Merkolbas-un-piknometri> [skatīts 18.08.2018.].
65. Tabasco, R.; Paarup, T.; Janer, C.; Peláez, C.; Requena, T. *Selective enumeration and identification of mixed cultures of Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, L. acidophilus, L. paracasei subsp. paracasei and Bifidobacterium lactis in fermented milk*. *International Dairy Journal* 17 (9), 2007, 1107–1114.
66. Tilgalis, Ē.; Krupskis, V. *Notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģija un iekārtas*. Latvija: [b. i.], 2000.
67. Tóth, E. M.; Márialigeti, K. *Practical Microbiology: based on the Hungarian practical notes entitled "Mikrobiológiai Laboratórium Gyakorlatok"*. Eötvös Loránd University, 2013.
68. *Troubleshooting Microbial Contamination In An Industrial Environment*. Pieejams: <https://www.moldbacteria.com/mold/troubleshooting-microbial-contamination-in-an-industrial-environment.html> [skatīts 21.06.2018.].
69. *Ūdens cietības noteikšana un WLux režīmi*. Pieejams: <http://www.wlux.lv/lv/noderiga-informacija/> [skatīts 20.07.2018.].
70. Valdniece, A. *Ūdens, gaisa un augsnes analīze. Laboratorijas darbu metodiku komplekts*. Olaine: Olaines Mehānikas un tehnoloģijas koledža, 2007.
71. *Vitamin P*. Pieejams: <http://www.goodhealth.org.au/parentCat=p.html> [skatīts 15.07.2018.].
72. Von Sperling, M. *Basic principles of wastewater treatment*. London: IWA Publishing, 2007.
73. Voronovs, A. *Fizikāli ķīmiskās analīzes metodes* : lekciju konspekts : ESF projekta "Profesionālās vidējās izglītības programmu pilnveidošana un aprobācija Olaines MTK" kurss "Instrumentālā analīze". Olaine, Olaines Mehānikas un tehnoloģijas koledža, 2005.

74. *What are Microbes?* Genetic science learning center. Pieejams: <http://learn.genetics.utah.edu/content/microbiome/intro/> [skatīts 04.07.2018.].
75. Zariņš, P. *Mikrobioloģijas praktikums*. Rīga: Zvaigzne, 1973.
76. Zicmanis, A. *Organiskā ķīmija* : lekciju konspekts : Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultātes studiju kurss "Organiskā ķīmija". Rīga, LU, 2007.
77. Žileviča, A.; Mazjānis, I. *Medicīnas mikrobioloģija. I daļa. Vispārīgā mikrobioloģija un infekcijas imunoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2014.
78. *Виды влаги*. Студопедия. Pieejams: https://studopedia.ru/3_65424_vidi-vlagi.html [skatīts 15.11.2018.].
79. *Влагомер – устройство для измерения влажности, типы и особенности*. 2017. Pieejams: <http://fionavar.org/info/vlagomer-ustrojstvo-dlya-izmereniya-vlazhnosti-tipy-i-osobennosti.html> [skatīts 24.11.2018.].
80. *ГОСТ 12787-81 Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле*. Pieejams: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12787-81> [skatīts 30.11.2018.].
81. *Источники питания витамины*. Pieejams: <https://ru.depositphotos.com/110818714/stock-illustration-vitamins-food-sources.html> [skatīts 15.07.2018.].
82. *Расчет массы, объема и количества веществ с учетом выхода продукта реакции*. Pieejams: <http://cnit.ssau.ru/organics/chem3/z365.htm> [skatīts 05.04.2019.].
83. *Стоковые фотографии и иллюстрации*. Pieejams: <https://ru.depositphotos.com/search/vitamin.html> [skatīts 15.07.2018.].
84. Халецкий, М. *Фармацевтическая химия*. Москва: Медицина, 1966.

PIELIKUMI

1. pielikums

Kontrolrādītāji dzeramā ūdens monitoringam un korektīvai rīcībai

Nr. p. k.	Rādītājs	Maksimāli pieļaujamā norma	Piezīmes
Fizikāli ķīmiskie rādītāji			
1.	Krāsa	Pieņemama patērētājiem un bez būtiskām pārmaiņām	
2.	Smarža	Pieņemama patērētājiem un bez būtiskām pārmaiņām	
3.	Garša	Pieņemama patērētājiem un bez būtiskām pārmaiņām	
4.	Alumīnija koncentrācija	0,2 mg/L	
5.	Amonija koncentrācija	0,50 mg/L	
6.	Hlorīdu koncentrācija	250 mg/L	Ūdens nedrīkst būt korozīvs
7.	Elektrovadītspēja	2500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ 20 °C temperatūrā	Ūdens nedrīkst būt korozīvs
8.	Ūdeņraža jonu koncentrācija	6,5–9,5 pH vienības	Ūdens nedrīkst būt korozīvs. Negāzētam ūdenim, kas iepildīts traukā, minimālo lielumu var samazināt līdz 4,5 vienībām. Ūdenim, kas iepildīts tarā un kas ir dabiski bagāts vai mākslīgi bagātināts ar oglekļa dioksīdu, minimālais lielums var būt zemāks
9.	Dzelzs koncentrācija	0,2 mg/L	
10.	Mangāna koncentrācija	0,05 mg/L	

Nr. p. k.	Rādītājs	Maksimāli pieļaujamā norma	Piezīmes
11.	Oksidējamība (KMnO ₄)	5,0 mg/L O ₂	Šis rādītājs nav jānosaka, ja tiek mērīts kopējais organiskais ogleklis (TOC)
12.	Sulfātu koncentrācija	250 mg/L	Ūdens nedrīkst būt korozīvs
13.	Nātrija koncentrācija	200 mg/L	
14.	Kopējais organiskais ogleklis (TOC)	Bez būtiskām pārmaiņām	Šis rādītājs nav jāmēra piegādes objektiem, kas ir mazāki par 10 000 m ³ dienā
15.	Duļķainība	3,0 NTU (nefelometriskās duļķainības vienības)	
Mikrobioloģiskie rādītāji			
16.	<i>Clostridium perfringens</i> (ieskaitot sporas)	0/100 mL	Šis rādītājs nav jāmēra, ja vien ūdens izcelsmes vietu neiespaido virszemes ūdeņi. Ja ir neatbilstība rādītājam, jāizpēta piegāde, lai nodrošinātu, ka nepastāv patogēnu mikroorganismu, piemēram, kriptosporu, klātbūtnes radīts apdraudējums cilvēku veselībai. Šādu pētījumu rezultāti jāiekļauj ziņojumos, ko sniedz Veselības inspekcija
17.	Mikroorganismu koloniju skaits (KVV) 22 °C	1000/mL	
18.	Koliformas baktērijas (skaits)	0/100 mL	Fasētam ūdenim šī rādītāja maksimāli pieļaujamā norma ir 0/250 mL

Ūdens kvalitātes normatīvi dzeramā ūdens ieguvei izmantojamiem virszemes ūdeņiem

Nr. p. k.	Parametrs	Mērvienība	Mērķlielums	Robežlielums
1	2	3	4	5
1.	Alumīnijs (Al)	mg/L		0,5
2.	Amonija joni (NH ₄ ⁺)	mg/L	2	4
3.	Antimons (Sb)	mg/L		0,005
4.	Arsēns (As)	mg/L	0,05	0,1
5.	Bārijs (Ba)	mg/L		1
6.	Benzols (C ₆ H ₆)	mg/L		0,002
7.	Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP ₅) (20 °C, neveicot nitrifikāciju)	mg/L O ₂	< 7	
8.	Bors (B)	mg/L	1	
9.	Cianīdjoni (CN ⁻)	mg/L		0,05
10.	Cinks (Zn)	mg/L	1	5
11.	Dzelzs (Fe)	mg/L	1	
12.	Dzīvsudrabs (Hg)	mg/L	0,0005	0,001
13.	Elektrovadītspēja	μS/cm	1000	
14.	Fekālo koliformu skaits	100 mililitros	20 000	
15.	Zarnu enterokoku skaits	100 mililitros	10 000	
16.	Fenoli (fenolu indekss)	mg/L	0,01	0,1
17.	Fluorīdjoni (F ⁻)	mg/L	0,7-1,7	
18.	Fosfātjoni (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0,3	
19.	Hlorīdjoni (Cl ⁻)	mg/L	200	
20.	Izšķīdušais skābeklis, piesātinājums	% O ₂	> 30	
21.	Kadmijs (Cd)	mg/L	0,001	0,005
22.	Kopējais hroms (Cr)	mg/L		0,05
23.	Kopējais koliformu skaits 37 °C	100 mililitros	50 000	
24.	Kopējais organiskais ogleklis (TOC)	mg/L C		
25.	Kopējie pesticīdi	mg/L		0,005
26.	Kopējās suspendētās vielas	mg/L		
27.	Krāsa (pēc vienkāršas filtrēšanas)	Pt/Co skala	50	200 ⁽²⁾
28.	Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)	mg/L O ₂	30	

Nr. p. k.	Parametrs	Mērvienība	Mērķlielums	Robežlielums
29.	Mangāns (Mn)	mg/L	1	
30.	Naftas ogļūdeņraži	mg/L	0,5	1
31.	Nātrijs (Na)	mg/L		200
32.	Niķelis (Ni)	mg/L		0,02
33.	Nitrātjoni (NO ₃ ⁻)	mg/L		50 ⁽²⁾
34.	Nitrītjoni (NO ₂ ⁻)	mg/L		0,5
35.	Permanganāta indekss (O ₂)	mg/L		20
36.	Pesticīdi	mg/L		0,001
37.	pH	pH vienības	5,5–9	
38.	Policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (PAO)	mg/L		0,001
39.	Selēns (Se)	mg/L		0,01
40.	Slāpekļis, ar Kjeldāla metodi, izņemot NO ₃ ⁻ (N)	mg/L	3	
41.	Smarža	smaržas sliexsnis 25 °C	20	
42.	Sulfātjoni (SO ₄ ²⁻)	mg/L	150	250
43.	Svins (Pb)	mg/L		0,05
44.	Temperatūra	°C	22	25
45.	Tetrahlōretilēns (tetrahlorētēns) un trihlōretilēns (trihlorētēns)	mg/L		0,001
46.	Varš (Cu)	mg/L	1	
47.	Virsmas aktīvās vielas (kas reaģē ar metilēnzilo) (Na dodecilbenzosulfonāts)	mg/L	0,5	

Tipiskus sadzīves notekūdeņus raksturojošie parametri

Vielā	Koncentrācija (mg/L)
Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP ₅)	150–350
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)	210–740
Kopējās suspendētās vielas	120–450
Kopējais fosfors	6–23
Kopējais slāpeklis	20–80

Prasības no aglomerāciju komunālo notekūdeņu attīrīšanas iekārtām emitētajiem ūdeņiem

Nr. p. k.	Parametrs	Cilvēku ekvivalents	Koncentrācija vai attīrīšanas tehnoloģija	Piesārņojuma samazinājuma procenti	References analīzes metode
1.	Bioķīmiskais skābekļa patēriņš (BSP ₅), ja temperatūra ir 20 °C (neveicot nitrifikāciju)	< 200	Atbilstoša attīrīšana	-	Homogēns, nefiltrēts, nedekantēts paraugs. Izšķīdušo skābekli nosaka pirms un pēc piecu dienu inkubācijas perioda 20 °C (± 1 °C) temperatūrā, tumsā. Pievieno nitrifikācijas kavētāju
		200–2000	Atbilstoša attīrīšana	50–70	
		2000–10000	25 mg/L	70–90	
		> 10000	25 mg/L	70–90	
2.	Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)	< 200	Atbilstoša attīrīšana	-	Homogēns, nefiltrēts, nedekantēts paraugs. Kālija dihromāta izmantošana
		200–2000	Atbilstoša attīrīšana	50–75	
		2000–10000	125 mg/L	75	
		> 10000	125 mg/L	75	
3.	Suspendētās vielas – kopējais daudzums	līdz 10000	Mazāk nekā 35 mg/L	90	Raksturīgā parauga filtrēšana caur 0,45 μm filtra membrānu. Žāvēšana 105 °C temperatūrā un svēršana
		10000 un vairāk	Mazāk nekā 35 mg/L		
4.	Kopējais fosfors (P _{kop})	< 2000	Atbilstoša attīrīšana	-	Molekulārās absorbcijas spektrofotometrija
		2000–10000	Atbilstoša attīrīšana	10–15	
		10000–100000	2 mg/L	80	
		> 100000	1 mg/L	80	

Nr. p. k.	Parametrs	Cilvēku ekvivalents	Koncentrācija vai attīrīšanas tehnoloģija	Piesārņojuma samazinājuma procenti	References analīzes metode
5.	Kopējais slāpeklis (N _{kop})	< 2000	Atbilstoša attīrīšana	-	Molekulārās absorbcijas spektrofotometrija
		2000-10000	Atbilstoša attīrīšana	10-15	
		10000-100000	15 mg/L	70-80	
		> 100000	10 mg/L	70-80	

Etanola masas daļas tabula pēc relatīvā blīvuma mērījumiem

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Etanola masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Etanola masas daļa (W), %
1,000	0,000	0,9939	3,375
		8	3,435
		7	3,490
		6	3,550
		5	3,610
		4	3,670
		3	3,730
		2	3,785
		1	3,845
		0	3,905
0,9999	0,055	0,9929	3,965
8	0,110	8	4,030
7	0,165	7	4,090
6	0,220	6	4,150
5	0,270	5	4,215
4	0,325	4	4,275
3	0,380	3	4,335
2	0,435	2	4,400
1	0,485	1	4,460
0	0,540	0	4,520
0,9989	0,590	0,9919	4,580
8	0,645	8	4,640
7	0,700	7	4,700
6	0,750	6	4,760
5	0,805	5	4,825
4	0,855	4	4,885

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Etanola masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Etanola masas daļa (W), %
3	0,910	3	4,945
2	0,960	2	5,005
1	1,015	1	5,070
0	1,070	0	5,130
0,9979	1,125	0,9909	5,190
8	1,180	8	5,255
7	1,235	7	5,315
6	1,285	6	5,375
5	1,345	5	5,445
4	1,400	4	5,510
3	1,455	3	5,570
2	1,510	2	5,635
1	1,565	1	5,700
0	1,620	0	5,760
0,9969	1,675	0,9899	5,820
8	1,730	8	5,890
7	1,785	7	5,950
6	1,840	6	6,015
5	1,890	5	6,080
4	1,950	4	6,150
3	2,005	3	6,205
2	2,060	2	6,270
1	2,120	1	6,330
0	2,170	0	6,395
0,9959	2,225	0,9889	6,455
8	2,280	8	6,520
7	2,335	7	6,580
6	2,390	6	6,645

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Etanola masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Etanola masas daļa (W), %
5	2,450	5	6,710
4	2,505	4	6,780
3	2,560	3	6,840
2	2,620	2	6,910
1	2,675	1	6,980
0	2,730	0	7,050
0,9949	2,790	0,9879	7,115
8	2,850	8	7,180
7	2,910	7	7,250
6	2,970	6	7,310
5	3,030	5	7,380
4	3,090	4	7,445
3	3,150	3	7,510
2	3,205	2	7,580
1	3,265	1	7,650
0	3,320	0	7,710

Īsto ekstraktvielu masas daļas tabula pēc relatīvā blīvuma mērījumiem

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
1,0040	1,026	1,0270	6,819
1	1,052	1	6,844
2	1,078	2	6,868
3	1,103	3	6,893
4	1,129	4	6,918
5	1,155	5	6,943
6	1,180	6	6,967
7	1,206	7	6,992
8	1,232	8	7,017
9	1,257	9	7,041
1,0050	1,283	1,0280	7,066
1	1,308	1	7,091
2	1,334	2	7,115
3	1,360	3	7,140
4	1,385	4	7,164
5	1,411	5	7,189
6	1,437	6	7,214
7	1,462	7	7,238
8	1,488	8	7,263
9	1,514	9	7,287
1,0060	1,539	1,0290	7,312
1	1,565	1	7,337
2	1,590	2	7,361
3	1,616	3	7,386
4	1,641	4	7,411
5	1,667	5	7,435

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
6	1,693	6	7,460
7	1,718	7	7,484
8	1,744	8	7,509
9	1,769	9	7,533
1,0070	1,795	1,0300	7,558
1	1,820	1	7,583
2	1,846	2	7,607
3	1,872	3	7,632
4	1,897	4	7,656
5	1,923	5	7,681
6	1,948	6	7,705
7	1,973	7	7,730
8	1,999	8	7,754
9	2,025	9	7,779
1,0080	2,053	1,0310	7,803
1	2,078	1	7,828
2	2,101	2	7,853
3	2,127	3	7,877
4	2,152	4	7,901
5	2,178	5	7,926
6	2,203	6	7,950
7	2,229	7	7,975
8	2,254	8	8,000
9	2,280	9	8,024
1,0090	2,305	1,0320	8,048
1	2,330	1	8,073
2	2,356	2	8,098
3	2,381	3	8,122

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
4	2,407	4	8,146
5	2,432	5	8,171
6	2,458	6	8,195
7	2,483	7	8,220
8	2,508	8	8,244
9	2,534	9	8,269
1,0100	2,560	1,0330	8,293
1	2,585	1	8,317
2	2,610	2	8,342
3	2,636	3	8,366
4	2,661	4	8,391
5	2,687	5	8,415
6	2,712	6	8,439
7	2,738	7	8,464
8	2,763	8	8,488
9	2,788	9	8,513
1,0110	2,814	1,0340	8,537
1	2,839	1	8,561
2	2,864	2	8,586
3	2,890	3	8,610
4	2,915	4	8,634
5	2,940	5	8,659
6	2,966	6	8,683
7	2,991	7	8,708
8	3,017	8	8,732
9	3,042	9	8,756
1,0120	3,067	1,0350	8,781
1	3,093	1	8,805

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
2	3,118	2	8,830
3	3,143	3	8,854
4	3,169	4	8,878
5	3,194	5	8,902
6	3,219	6	8,927
7	3,245	7	8,951
8	3,270	8	8,975
9	3,295	9	9,000
1,0130	3,321	1,0360	9,024
1	3,346	1	9,048
2	3,371	2	9,073
3	3,396	3	9,087
4	3,421	4	9,121
5	3,447	5	9,145
6	3,472	6	9,170
7	3,497	7	9,194
8	3,523	8	9,218
9	3,548	9	9,243
1,0140	3,573	1,0370	9,267
1	3,598	1	9,291
2	3,624	2	9,316
3	3,649	3	9,340
4	3,674	4	9,364
5	3,699	5	9,388
6	3,725	6	9,413
7	3,750	7	9,437
8	3,775	8	9,461
9	3,800	9	9,485

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
1,0150	3,826	1,0380	9,509
1	3,851	1	9,534
2	3,876	2	9,558
3	3,901	3	9,582
4	3,926	4	9,606
5	3,951	5	9,631
6	3,977	6	9,655
7	4,002	7	9,679
8	4,027	8	9,703
9	4,052	9	9,727
1,0160	4,077	1,0390	9,751
1	4,102	1	9,776
2	4,128	2	9,800
3	4,153	3	9,824
4	4,178	4	9,848
5	4,203	5	9,873
6	4,228	6	9,897
7	4,253	7	9,921
8	4,278	8	9,945
9	4,304	9	9,969
1,0170	4,329	1,0400	9,993
1	4,354	1	10,017
2	4,379	2	10,042
3	4,404	3	10,066
4	4,429	4	10,090
5	4,454	5	10,114
6	4,479	6	10,138
7	4,505	7	10,162

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
8	4,529	8	10,186
9	4,555	9	10,210
1,0180	4,580	1,0410	10,234
1	4,605	1	10,259
2	4,630	2	10,283
3	4,655	3	10,307
4	4,680	4	10,331
5	4,705	5	10,355
6	4,730	6	10,379
7	4,755	7	10,403
8	4,780	8	10,427
9	4,805	9	10,451
1,0190	4,830	1,0420	10,475
1	4,855	1	10,499
2	4,880	2	10,523
3	4,905	3	10,548
4	4,930	4	10,571
5	4,955	5	10,569
6	4,980	6	10,620
7	5,005	7	10,644
8	5,030	8	10,668
9	5,055	9	10,692
1,0200	5,080	1,0430	10,716
1	5,106	1	10,740
2	5,130	2	10,764
3	5,155	3	10,788
4	5,180	4	10,812
5	5,205	5	10,836

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
6	5,230	6	10,860
7	5,255	7	10,884
8	5,280	8	10,908
9	5,305	9	10,932
1,0210	5,330	1,0440	10,956
1	5,355	1	10,980
2	5,380	2	11,004
3	5,405	3	11,027
4	5,430	4	11,051
5	5,455	5	11,075
6	5,480	6	11,100
7	5,505	7	11,123
8	5,530	8	11,147
9	5,555	9	11,171
1,0220	5,580	1,0450	11,195
1	5,605	1	11,219
2	5,629	2	11,243
3	5,654	3	11,267
4	5,679	4	11,291
5	5,704	5	11,315
6	5,729	6	11,339
7	5,754	7	11,363
8	5,779	8	11,387
9	5,803	9	11,411
1,0230	5,828	1,0460	11,435
1	5,853	1	11,458
2	5,878	2	11,482
3	5,903	3	11,506

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
4	5,928	4	11,530
5	5,952	5	11,554
6	5,977	6	11,578
7	6,002	7	11,602
8	6,027	8	11,626
9	6,052	9	11,650
1,0240	6,077	1,0470	11,673
1	6,101	1	11,697
2	6,126	2	11,721
3	6,151	3	11,745
4	6,176	4	11,768
5	6,200	5	11,792
6	6,225	6	11,816
7	6,250	7	11,840
8	6,275	8	11,864
9	6,300	9	11,888
1,0250	6,325	1,0480	11,912
1	6,350	1	11,935
2	6,374	2	11,959
3	6,399	3	11,983
4	6,424	4	12,007
5	6,449	5	12,031
6	6,473	6	12,054
7	6,498	7	12,078
8	6,523	8	12,102
9	6,547	9	12,126
1,0260	6,572	1,0490	12,150
1	6,597		

Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %	Relatīvais blīvums (d_{20}^{20})	Īsto ekstraktvielu masas daļa (W), %
2	6,621		
3	6,646		
4	6,671		
5	6,696		
6	6,720		
7	6,745		
8	6,770		
9	6,794		