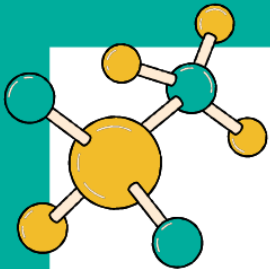


A decorative border surrounds the central text, featuring various chemistry-related icons: a magnifying glass, a molecular model, a battery, a beaker with blue liquid, a lightbulb, an atom, safety goggles, a microscope, a test tube with blue liquid, and another molecular model. The icons are interspersed with small stars, dots, and swirls in teal, pink, and yellow.

KEMIANLUOKKA GADOLININ

KOKEELLISUUSOPAS

Suosituimmat kokeelliset työmme lukioon
ja ammattikouluun viidentoista vuoden



Kemianluokka Gadolin

2023

ISBN 978-952-84-0064-6 (PDF)

Kemianluokka Gadolin, Helsingin yliopisto

Toimitus: Reija Pesonen, Outi Haatainen, Aleksi Takala, Johannes Pernaa ja Maija Aksela

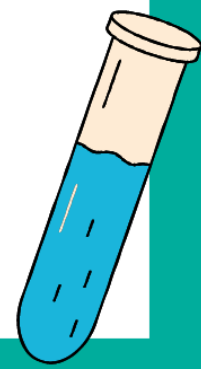
Tekijät: Reija Pesonen, Zina Hellen ja Aleksi Kauremaa

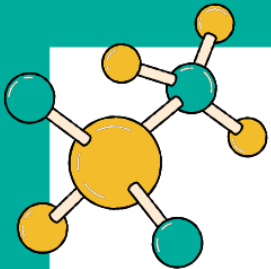
Kuvitus: Reija Pesonen



Tämä teos on lisensoitu Creative Commons Nimeä-JaaSamoin 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä.

Tarkastele lisenssiä osoitteessa: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>





Alkusanat

Kokeellisuus on keskeistä kemiassa, sen opiskelussa ja oppimisessa. Tämän oppaan tavoitteena on tukea nuorten mielekästä kokeellista työskentelyä toisella asteella tai kerhoissa, leireillä tai kotona.

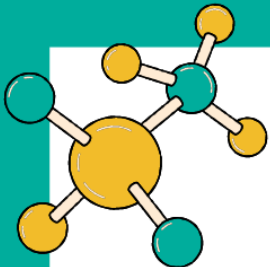
Kokeellisuusopas sisältää seitsemän työtä sekä ohjeet ohjaajalle. Mukaan valitut työt ovat sellaisia, joita ohjaajat ovat mielellään varanneet Kemianluokka Gadolinissa opintokäyntien sisällöksi tai joista tehtyjä videoita on katsottu runsaasti sosiaalisen median kanavillamme.

Kokeellisen toiminnan kautta nuorilla on mahdollisuus tutustua kemiaan tieteenalana, sen merkitykseen omassa arjessa sekä harjoitella kemialle keskeisiä tutkimisen taitoja, jotka auttavat myös kemian käsitteiden sisäistämisessä. Pääsääntöisesti kokeelliset työt on suunniteltu kouluissa toteutettaviksi, ja ne tukevat valtakunnallisten opetussuunnitelmien mukaista kemian opetusta. Mukaan on mahtunut muutama sellainenkin työ, jonka voi sovelletusti toteuttaa kotona etäopetuksessa, kotiläksynä tai vain omaksi oppimisen iloksi ystävien kanssa.

Työohjeita voi käyttää sellaisenaan tai soveltaa omaan käyttöön sopivaksi. Töitä on kehitetty ja päivitetty vuosien 2008-2023 välillä Kemianluokka Gadolinissa vierailneiden kymmenien tuhansien nuorten tiedekasvatustoiminnasta (mm. opintokäynnit yliopistolla, tiedesynttäröt, kerhot, leirit tai tapahtumat) saatujen palautteiden ja uusimman tutkimustiedon avulla.

Kokeellisia töitä on helppo toteuttaa sekä materiaalien että välineiden suhteen. Useimmat raaka-aineet ja välineet ovat tuttuja kotoa. Oppaassa löytyy ohjaajalle tietoa ilmiöistä, turvallisesta ja mielekkästä työskentelystä, vastauksia pohdintakysymyksiin, vinkkejä materiaalien ja välineiden hankkimiseen sekä lisämateriaalia jatko-opiskeluun sekä yhteystiedot kysymyksiä varten. Jokainen töiden ohjaaja vastaa lasten turvallisesta työskentelystä.





Mielekkäässä kemian kokeellisessa opiskelussa on hyvä huomioida seuraavia asioita:

- **Kysymysten tekeminen ja yhdessä ihmettely:**

Nuorten kannustaminen kysymysten tekemiseen ja ilmiöiden ihmettelyyn on hyvä lähtökohta kemian opiskelussa. Miksi ja miten -kysymykset tukevat mielekästä oppimista. Ei ole olemassa huonoja kysymyksiä! Jokainen niistä vie ajatuksia eteenpäin ja voi johtaa uusiin ideoihin ja vastauksiin. Työohjeet sisältävät vinkkejä sekä alku- että loppupohdintoihin sekä kysymyksiä, joita voi soveltaa oppimisen tukena.

- **Kokeellisten töiden taitojen harjoittelu ja luova toiminta:**

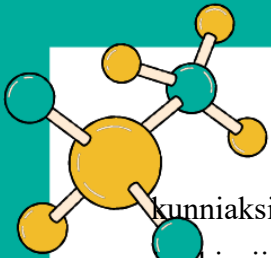
Harjoittelu tekee mestarin! Kokeellisuus kannattaa aloittaa pienin askelin ensi reseptimäisimmistä ohjeista ja vähitellen siirtyä kohti avoimempaa kokeellisuutta. Kokeellisuus tukee oppilaiden ajattelutaitoja sekä auttaa ymmärtämään luonnontieteen luonnetta ja kuinka tiede toimii. Yhdessä voi myös pohtia, mitä tapahtuisi jos tekisikin työn toisin. Nuorten luovuus pääsee hyvin esiin omatoimisissa pienissä kokeiluissa. Kokeellisia tehtäviä voi antaa myös kotitehtäviksi toteutettavaksi yhdessä huoltajien kanssa ohjeiden kera tai tehdä niitä yhdessä vaikka kerhoissa tai leireillä. Osaa töistä voi tehdä myös Gadolinissa tapahtuvien vierailujen tai etävierailujen yhteydessä.

- **Keskustelu ja pohdinta yhdessä:**

Keskustelu ja pohdinta edistävät kemian oppimista. Uuden oppimisen kannalta on tärkeää, että yhdessä keskustellaan tehdyistä havainnoista ja toiminnasta. Voidaan myös miettiä sitä, miten työ liittyy omaan arkeen tai millaista kemiaa siitä on oppinut. Ryhmässä työskenneltäessä toisten kuuntelu, kunnioittaminen ja kaikkien mahdollisuus jakaa ajatuksiaan on tärkeää.

Tämä opas on tehty Helsingin yliopiston kemian osastolla toimivan LUMA-tiedeluokka, Kemianluokka Gadolinin 15-vuotisen toiminnan juhluvuoden





kunniaksi. Gadolinissa kehitetään ja testataan kokeellisia aktiviteetteja oppijoiden ja ohjaajien sekä yhteistyötahojen kanssa. Kestävyyden edistäminen on yksi toiminnan keskeinen periaate. Gadolinin yhteistyötahoina toimii tiedeyhteisön lisäksi lukuisa joukko kemian yrityksiä ja muita kemian organisaatioita. Tiedeluokka toimii myös kemian opettajankoulutuksen oppimisympäristönä.

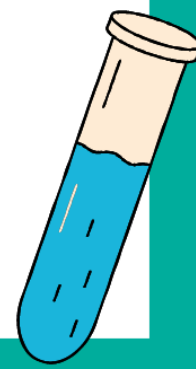
Kemianluokka Gadolinin toimintaan ja mahdollisuuksiin voit tutustua Helsingin yliopiston tiedekasvatuksen (osa kansallista LUMA-keskus Suomi -verkostoa, 11 yliopistoa ja 13 keskusta) verkkosivuilla osoitteessa:

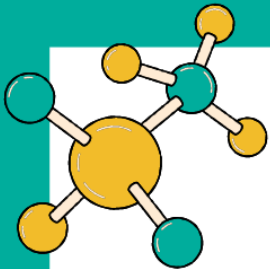
<https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus/>

Oivaltamisen ja onnistumisen iloa kemiasta ja sen kokeellisuudesta!

Helsingissä 11. joulukuuta 2023

Kirjan toimittajat

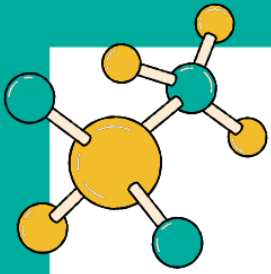




Sisällysluettelo

OPPILAAN OHJEET	7
Lumoava limoneeni.....	8
Aspiriini	12
Mahamysteeri.....	17
Viruslaboratorio	23
Biomuovia tärkkelyksestä	29
Ioninen neste ja selluloosa	32
Nestetyypijäätelö.....	37
OPETTAJAN OHJEET	40
Lumoava limoneeni.....	41
Aspiriini	48
Mahamysteeri.....	51
Viruslaboratorio	54
Biomuovia tärkkelyksestä	63
Ioninen neste ja selluloosa	67
Nestetyypijäätelö.....	71





OPPILAAN OHJEET



Lumoava limoneeni

Kesto: 120–160 min

Motivaatio: Tutustutaan luonnossa esiintyviin eteerisiin öljyihin, joita käytetään muun muassa hajusteina kosmetiikassa ja pesuaineissa. Pohditaan eroja synteettisesti valmistettujen eteeristen öljyjen ja luonnontuotteiden välillä. Opitaan, millainen merkitys molekyylien kolmiulotteisella rakenteella on niiden ominaisuuksiin.

Tavoite: Erotetaan limoneenia appelsiinin kuoresta höyrytislamalla. Opitaan höyrytislauksen toimintaperiaate ja se, miten menetelmää sovelletaan eteeristen öljyjen eristämisessä luonnon tuotteista. Havainnollistetaan stereoisomerian merkitystä molekyylien ominaisuuksiin.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Miten tavallinen tislus eroaa höyrytislauksesta?

Mitä tarkoitetaan isomeereillä?

Mitä enantiomeerit ovat?

Mitä tarkoitetaan raseemisella seoksella?

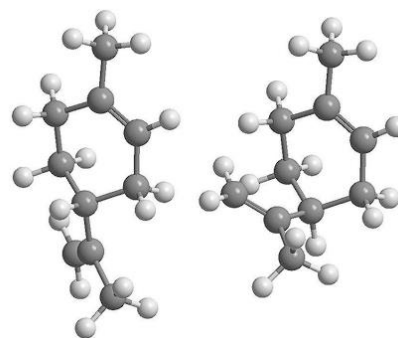
Lääkkeiden vaikuttavat aineet ovat usein kiraalisia. Miksi halutaan, että lääkeaineet sisältävät vain yhtä stereoisomeeriä?

Tausta

Kestävän kemian periaatteet ohjaavat meitä kohti ympäristöystävällisiä ja resurssitehokkaita kemian käytäntöjä. Limoneeni on sitrusöljyjen tärkeä komponentti, ja sen tuotannossa ja käytössä voidaan pyrkiä vähentämään ympäristövaikutuksia.

Limoneeniä löytyy luonnosta, erityisesti sitrushedelmistä, ja se on tärkeä raaka-aine monille tuotteille, kuten tuoksuille ja puhdistusaineille. Laboratoriotyössä käsitellään limoneenin eristämistä höyrytislamalla. Kestävän kemian periaatteet voivat kannustaa meitä valitsemaan raaka-aineita ja valmistusmenetelmiä, jotka vähentävät ympäristökuormitusta.

Tislusprosessissa voi olla mahdollista käyttää energiatehokkaita menetelmiä ja vähentää haitallisten sivutuotteiden muodostumista. Lisäksi voimme pohtia, miten kemialliset jätteet ja sivutuotteet käsitellään kestäväällä tavalla. Tämä voi sisältää kierrätyksen tai turvallisen hävittämisen varmistamisen.



Tarvikkeet

Välineet:

- raastin
- leikkuulauta
- mittalasi
- pipetti
- 2 lasista koeputkea; yksi pieni ja yksi suuri
- tisluslaitteisto
- öljyhaude, hissi, lämpölevy ja magneettisekoittaja
- kaksi stativaa ja kolme kouraa
- 2 lämpömittaria: yksi tavallinen ja toinen hioksellinen
- 100 ml pyörökolvi, 50 ml pyörökolvi, jäähdytin ja letkut,
- tislusosa ja sitomisputki

Reagenssit:

- kaksi appelsiinia tai sitruunaa
- tislattua vettä

Työturvallisuus

Käytä laboratoriotakkia ja suojalaseja!

Älä jätä kuumaa öljyhaudetta valvomatta!

Limoneeni on allergeeni, mutta oikein käytettynä ja pienissä määrissä ihmiselle ja ympäristölle täysin vaaratonta. Suurissa määrissä limoneeni voi aiheuttaa ihoärsytystä ja on haitallista nieltynä ja hengitettynä. Lisäksi se on ympäristölle haitallista ja syttyvää sekä nesteinä että höyrynä. Huuhdo roiskeet runsaalla vedellä. Hakeudu tarvittaessa lääkäriin.

Jätteiden käsittely

Työssä erotettu limoneeni kerätään orgaaniseen jätteeseen. Vesiliuokset voi kaataa viemäriin. Appelsiinin kuoret laitetaan biojätteisiin.

Työohje

Tutustu työhön myös Kemianluokka Gadolinin TikTok-tilillä [\(Osa 1\)](#) [\(Osa 2\)](#)

Raasta kahdesta appelsiineista kuori leikkuulaudalla ja siirrä raaste 100 ml pyörökolviin. Mittaa mittalasilla 100 ml tislattua vettä ja kaada se raasteen sekaan (tai yhden hedelmän kuori ja 75 ml vettä). Laita kolviin myös sekoitusmagneetti. Kokoa tislauslaitteisto. Tislauskolviksi tulee 100 ml pyörökolvi, jossa on appelsiininkuori ja vesi, ja keräyskolviksi 50 ml pyörökolvi. Tisleen voi myös kerätä suoraan suureen koeputkeen, aloita tislaus ja muista lukea missä lämpötilassa tuotteesi tislautuu.

Tislauksen aikana voit tutustua taustamateriaaliin. Älä anna tislauskolvin nesteen haihtua kuiviin, vaan täydennä vedellä nestefaasia. Vaarana on, että kuoriaines kärehtää! Kun olet saanut noin 50 ml tislettä, lopeta tislaus. Kaada tisle suureen koeputkeen ja anna faasien erottua. Alempi faasi on vettä ja ylempi on appelsiineista uutettu limoneeni. Pipetoi ylempi faasi pienempään koeputkeen. Tutki tuotteen ominaisuuksia ja vastaa alla oleviin kysymyksiin.

- *Vinkki 1: Jos neste ei lähde tislautumaan, voi tislausosan ja kolvin kaulan vuorata alumiinifoliolla.*

- *Vinkki 2: Tislauskolvin sisällön kiehumista kannattaa valvoa, sillä seos kiehuu herkästi yli. Lähtöaineiden määriä voi myös pienentää (1 hedelmän kuori, 75 ml vettä), jolloin seos mahtuu paremmin kiehumään.*



Pohdi vielä

1. *Miltä tuote näyttää?*
2. *Miksi limoneeni jää omaksi faasiksi vesifaasin yläpuolelle?*
3. *Ohjaa kädellä tuotteen höyryä kasvojasi kohti. Älä hengitä tuotetta suoraan koeputkesta!*

Miltä tuote tuoksuu? Vertaa appelsiinista uutetun limoneenin tuoksua sitruunasta uutetun limoneenin tuoksuun. Onko tuoksuissa eroa?

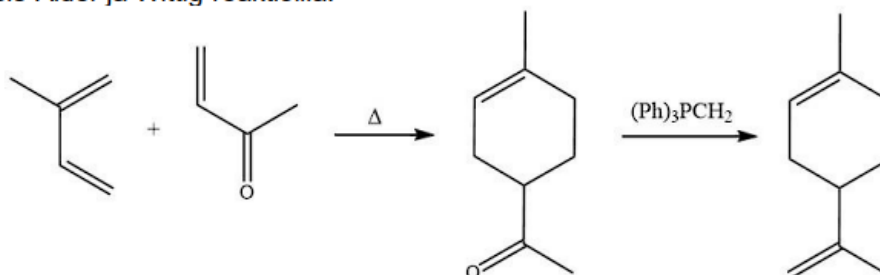
4. *Kirjallisuuden mukaan limoneeni-vesihöyry tislautuu 98 Celsius-asteessa. Missä lämpötilassa sinun tuotteesi tislautui? Miten sinun tuloksesi suhtautuu kirjallisuusaarvoon?*
5. *Mihin tuotetta voisi käyttää?*

6. Miksi tislauksessa käytetään öljyhaudetta vesihauteen sijaan?
7. Limoneenia voidaan valmistaa myös synteettisesti muun muassa alla olevalla reaktiolla.

Alla on myös höyrytislauksen tiedot. Vertaa työssä tehtyä tislausta synteettiseen menetelmään.

Kumpi menetelmä on mielestäsi parempi? Perustele vastauksesi.

Synteesi Diels-Alder ja Wittig-reaktioilla:



Reaktioon tarvitaan isopreenia, metyyli vinyylketonia, (Ph)₃PCH₂:ta ja orgaanisia liuottimia, jotka kaikki ovat terveydelle haitallisia yhdisteitä.

Reaktioaika: 2 h

Saanto: >90 %, raseeminen seos

Höyrytislaamalla:

Appelsiineja → Limoneeni-vesiliuos → Limoneeni

Limoneenin eristämiseen tarvitaan appelsiineja, vettä ja orgaaninen liuotin.

Aika: 2–3 h

Saanto: noin 2 %, lähes pelkästään D-Limoneenia

Tutki lisää

Tutki limoneenin ekologista jalanjälkeä: Selvitä, miten limoneenin tuotanto ja käyttö vaikuttavat ympäristöön ja ekologiseen kestävyyteen. Vertaa limoneenin jalanjälkeä muihin yleisesti käytettyihin kemikaaleihin.

Aspiriini

Kesto: Työ kestää n.1,5–2 h. (Riippuen ryhmän koosta ja esivalmisteluista, sekä imusuodatuksen kestosta.)

Motivaatio: Yhdistetään arkielämän ja kemian opinnot ja valmistetaan itse tuttua särkylääkettä.

Tavoite: Työssä opitaan tekemään synteettisesti aspiriinia ja samalla tutustutaan monipuoliseen laboratoriossa työskentelyyn. Työssä oppilas havaitsee kemiallisen muutoksen ja oppii ymmärtämään syntetisoinnin idean. Hän oppii vesihauteen ja jäähdyttäjän käytön, sekä oppii imusuodattamaan näytteitä. Hän hahmottaa lähtöaineiden funktionaaliset ryhmät ja ymmärtää synteesireaktion, sekä katalyytin vaikutuksen.

Pohdi näitä ennen kuin teet

Mitä funktionaalisia ryhmiä tunnistat salisyylihaposta?

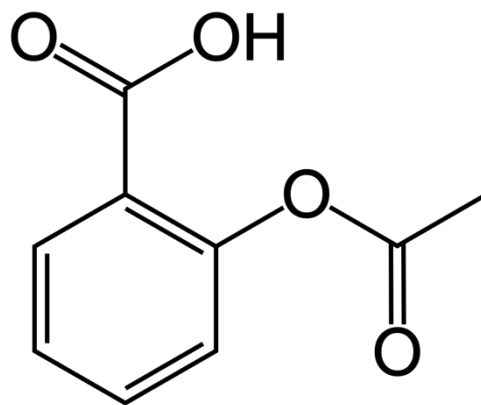
Entä aspiriinista?

Minkälainen yhdiste on esteri?

Mikä on katalyytti?

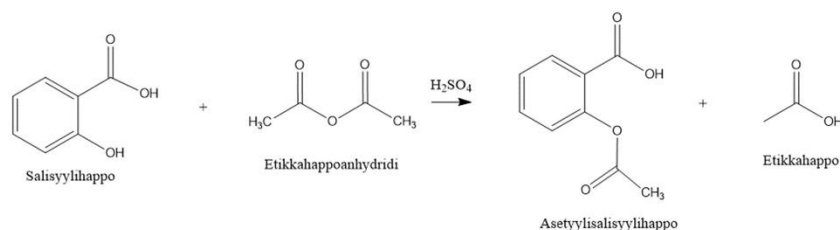
Kuinka etikkahapon anhydridiä voisi valmistaa ja millä nimellä reaktiotyyppiä kutsutaan?

Miksi tässä esterisynteesissä käytetään happoanhydridia totutun etikkahapon sijaan?



Tausta

Kestävän kemian periaatteet kannustavat meitä harkitsemaan ympäristöystävällisiä ja kestäviä vaihtoehtoja kemiallisissa reaktioissa ja tuotteiden valmistuksessa. Voimme esimerkiksi miettiä, miten kemikaalien käyttöä ja hävittämistä voidaan minimoida, jotta ympäristövaikutukset olisivat mahdollisimman vähäiset. Lisäksi voimme tutkia uusiutuvien raaka-aineiden käyttöä aspiriinin valmistuksessa, mikä voi vähentää riippuvuutta fossiilisista resursseista. Tämä työ tarjoaa mahdollisuuden keskustella myös turvallisesta käytöstä ja annostelusta, mikä on olennainen osa kestävästä kemian käytäntöä. Kestävän kemian näkökulma auttaa meitä ymmärtämään, miten voimme edistää terveyttä ja ympäristön hyvinvointia kemiallisten tuotteiden valmistuksessa ja käytössä.



Tarvikkeet

Välineet:

- pallojäähdyttävä tai pystyjäähdyttävä
- 100 ml:n pyörökolvi, makrohios
- vesihaude
- lämpömittari
- magneettisekoittaja-keitinlevy
- sekoitusmagneetti
- büchner-suppilo, kumitiiviste (2,4 cm:n)
- suodatinpaperi
- 500 ml:n imupullo
- statiiivi ja kolme kouraa refluksointilaitteistolle.
- imusuodatukseen imupullo statiiiviin kiinni yhdellä kouralla.

Reagenssit:

- 4,0 g salisyylihappoa
- 5,5 ml tai 6,0 g etikkahappoanhydridia
- 4–5 pisaraa väkevää rikkihappoa

Työturvallisuus

Suojatakki, suojalasit ja suojahanskat!

Etikkahappoanhydridi on syövyttävä ja silmiä vaurioittava aine, huuhtelee roiskeet **heti** runsaalla vedellä! Tuote on helposti syttyvää, eikä sitä saa hengittää. Käytettävä vain vetokaapissa. Jos kemikaalia on hengitetty, yhteys lääkäriin mikäli pahoinvointia ilmenee.

Rikkihappo on voimakkaasti syövyttävä aine, huuhtelee roiskeet **heti** runsaalla vedellä!

Salisyylihappo on haitallista nieltynä, ja voi vaurioittaa vakavasti silmiä. Jos kemikaalia joutuu silmiin, huuhtelee usean minuutin ajan ja ota yhteys lääkäriin.

Jätteidenkäsittely

Asetyyylisalisyylihappo tulee lajitella **kiinteään orgaaniseen jätteeseen**.

Työohje

Työssä valmistetaan aspiriinia refluksointilaitteistossa. Aspiriini puhdistetaan uudelleenkiteyttämällä. Uudelleenkiteytysliuottimena käytetään etanoli-vesi-seosta.

Synteesi

1. Varusta 100 ml:n pyörökolvi jäähdyttäjällä, lisää vesikierto.
2. Rakenna refluksointilaitteisto kiinnittämällä kolvi, jäähdyttäjä ja lämpömittari kourilla statiiviin, aseta magneettisekoittaja-keittolevy hissin päälle ja aseta vesihaude sen päälle tyhjänä ja nosta hissiä niin että kolvi on puolivälissä vesihaudetta. Täytä vesihaude vedellä, lisää sekoitusmagneetti kolviin. Ota jäähdytin pois lisäyksiä varten tarvittaessa.
3. Lisää kolviin: 4 g salisyylihappoa (kirjoita tarkka paino muistiin), 6 g (5,5 ml) etikkahappoanhydridiä (vastaa noin 100 % teoreettisesta ylimäärästä)
4. Sekoita seosta hiljalleen ja lisää 4 tippaa väkevää rikkihappoa. Laita jäähdyttäjä paikalle ja vesivirtaus päälle.
5. Nosta vesihauteen lämpötila 50–60 °C:een.
6. Sekoita reaktioseosta koko ajan ja pidä yllä mainitussa lämpötilassa noin 15 minuuttia. Seoksesta tulee välillä liuos.
7. Jäähdytä seos huoneenlämpöön.
8. Lisää 80 ml ionivaihdetta vettä ja sekoita hyvin. Reagoimaton etikkahappoanhydridi hydrolysoituu hitaasti.
9. Suodata sakka imusuodatuksella (imupullo ja Büchner-suppilo, kumitiiviste (2,4 cm:n)).
10. Huuhdo kolvi 20 ml vettä ja laske suppiloon. Voit kevyesti sekoittaa sakkaa spaattelilla.
11. Sakka on epäpuhdasta asetyyylisalisyylihappoa (aspiriinia). Epäpuhdas aspiriini voidaan puhdistaa uudelleenkiteyttämällä.
12. Mikäli uudelleenkiteytystä ei suoriteta, punnitse sakka ja laske saanto (%). Punnitse ensin kellolasi ilman näytettä ja sitten näytteen kanssa.

Menetelmän tunnettu kokeellinen saanto: 80 %

Uudelleenkiteytys

1. Valmista uudelleenkiteytysliuotin mittaamalla 50 ml mittalasiin 10 ml etanolia ja 40 ml vettä.
2. Siirrä imusuodatuksella kuivattu sakka takaisin 100 ml pyörökolviin. Lisää kolviin 10 ml edellisessä vaiheessa valmistettua liuotinta ja sekoitusmagneetti.
3. Kokoa uudelleenkiteytyslaitteisto (refluksointilaitteisto) kiinnittämällä kolvi, jäähdyttävä ja lämpömittari kourilla statiiviin, aseta magneettisekoittaja-keittolevy hissin päälle ja aseta vesihaude sen päälle tyhjänä. Nosta hissiä niin, että kolvi on puolivälissä vesihaudetta. Täytä vesihaude vedellä.
4. Käynnistä vesikierto, sekoitus ja lämmitys. Vesihauteen lämpötila ei saa ylittää 80 °C. Lämpötilan ylittäessä 80 °C asetyylisalisyylihappo muodostaa veteen vaikeasti liukenevan öljyn, joka liuottaa orgaanisia epäpuhtauksia.
5. Lisää tarvittaessa uudelleenkiteytysliuotinta 5 ml lisäyksiin. Liuottimen kokonaiskulutus on noin 40 ml. Jatka lämmitystä, kunnes valkoinen sakka on kokonaan liuennut (kirkas väritön neste).
6. Jäähdytä seos huoneenlämpöön.
7. Anna aspiriinin kiteytyä noin 15 minuutin ajan.
8. Suodata sakka imusuodatuksella (imupullo ja Büchner-suppilo, kumitiiviste). Kuivaa sakkaaimussa 15 minuutin ajan. Vaihtoehtoisesti tuotteen voi siirtää kellolasille kuivumaan yön yli.
9. Punnitse puhdistettu aspiriini ja laske saanto (%).

Menetelmän tunnettu kokeellinen saanto: 80 %

Asetyylisalisyylihapolla ei ole selvää sulamispistettä, vaan se hajoaa kuumennettaessa.

Hajoamislämpötila on noin 128–135 °C.

Pohdi vielä

Miksi magneettisekoittaja “jämähti” synteesin puolivälissä?

Arvioi tuotteesi puhtautta. Voisiko sitä käyttää jo lääkkeenä?

Kuinka monta lääkeannosta tuotteestasi voisi valmistaa? Selvitä tavanomainen annostus ja laske määrä.

Mitä muita särky/kipulääkkeitä tiedät? Ota selvää niiden vaikuttavista ainesosista.

Tutki lisää

Aspiriinin haju: Tutki aspiriinin hajua avatussa purkissa ja vertaa sitä koskemattomaan tablettiin. Keskustele siitä, miten haju voi viitata aspiriinin hajoamiseen.

Mahamysteeri

Kesto: 60 min

Motivaatio: Tutkitaan, mitä kaikkea maha voi sisältää!

Tavoite: Tutustutaan hiilihydraattien, proteiinien ja rasvojen pitoisuuksiin ruoassa sekä niiden osoitusreaktioihin.

Pohdi ennen kuin aloitat

Nautit päivittäin tärkkelystä, proteiineja, sokereita ja rasvoja sisältäviä ruoka-aineita. Oletko koskaan pohtinut, miten voidaan selvittää sisältääkö ruoka hiilihydraatteja, rasvoja tai valkuaisaineita?

Mitkä ruoka-aineet sisältävät näitä aineita? Täytä taulukkoa.

Kategoria	Tärkkelys	Proteiini	Sokeri	Rasva	Hiilihydraatit
Ruoka-aine #1					
Ruoka-aine #2					

Tausta

Kestävän kemian näkökulma on erittäin relevantti myös ruoka-asioissa, sillä ruoan tuotanto, kulutus ja hävittäminen ovat merkittäviä ympäristövaikutusten lähteitä. Tämä teema yhdistää luontevasti ruokatutkimuksen ja kestävän kemian periaatteet, tarjoten arvokkaita näkökulmia ruokailutottumuksien ja -valintojen ympäristövaikutusten ymmärtämiseen. Kestävä kemian ajattelutapa käsittää myös ruoan kulutuksen vaikutukset. Se kannustaa pohtimaan lihansyönnin vaikutuksia ympäristöön, sillä lihantuotanto liittyy suuriin kasvihuonekaasupäästöihin ja maa-

alueiden ylikulutukseen. Kestävästi suunniteltu ruokavalio voi sisältää enemmän kasvipohjaisia proteiininlähteitä, kuten palkokasveja, mikä edistää ympäristön kestävyyttä.

Aineet – sokerit, tärkkelys, proteiinit ja rasva

Sokerit

- fruktoosi
- kuparisulfaatti -liuosta (0,1 m)
- natriumhydroksidi -liuosta (0,1 m)
- vettä

Tärkkelys

- peruna- tai maissijauhoa
- ruokasuolaa
- kananmunan valkuainen
- jodiliuos

Proteiinit

- kananmunan valkuainen
- natriumhydroksidi -liuos (0,1 m)
- kuparisulfaatti -liuos (0,1 m)
- maitoa (rasvaista)
- vettä

Rasvat

- öljyä tai voita

Välineet - per ryhmä (2–4 hlö)

Sokerit

- keitinlevy
- 250 ml keitinlasi
- kolme koeputkea

Tärkkelys

- kolme petrimaljaa

Proteiinit

- kolme koeputkea ja koeputkiteline

Rasvat

- suodatinpaperia

Työturvallisuus

Käytä suojalaseja, -takkia ja -hanskoja.

Jodiliuos (I₂/I⁻) on erittäin myrkyllistä vesieliöille, tahraa, on haitallista nieltynä, joutuessaan iholle tai hengitettynä sekä on silmiä voimakkaasti ärsyttävää. Huuhtelee kaikki roiskeet välittömästi runsaalla vedellä.

Kuparisulfaatti (0,1 M) on ympäristölle myrkyllistä. Se on haitallista nieltynä, ja voi vaurioittaa vakavasti silmiä. Jos kemikaalia on nieltä, huuhto suu mutta älä oksennuta. Jos kemikaalia joutuu silmiin, huuhto huolellisesti usean minuutin ajan. Yhteys lääkäriin.

Natriumhydroksidi (0,1 M) on voimakas emäs ja ärsyttää silmiä ja ihoa. Jos joudut kosketuksiin kemikaalin kanssa, huuhtelee välittömästi runsaalla vedellä.

Jätteidenkäsittely

Jodi hävitetään jodi vedessä -jätteeseen. Kuparisulfaatti hävitetään epäorgaaniseen raskasmetallijätteeseen.

Työohje

Puolivuotias Matti on saanut ruokamyrkytyksen, eikä hän osaa vielä kertoa mitä ruokaa on syönyt. Jotta häntä voidaan auttaa, on lääkäreiden tiedettävä, mikä ruoka myrkytyksen on aiheuttanut. Tiedetään että Matti on edellisenä iltana syönyt pastaa, mutta tästä myrkytys ei ollut aiheutunut.

Kotoa löytyivät seuraavat ruoat:

- Kermakakku
- Kana
- Hunajameloni
- Mineraalivettä

Tehtävänäsi on selvittää mitä ruokaa Matti on syönyt. Käytössäsi on mahanäyte Matilta.

Opettaja valmistaa mahan sisällön ennen oppilaiden saapumista. Mahasta tutkitaan sokerit, tärkkelys, proteiinit ja rasvat.

Sokerit:

Laita vettä keitinlasiin lämpenemään ja ota kolme koeputkea:



1. Laita ensimmäiseen koeputkeen teelusikan kärjellinen sokeria ja vettä n. 2 cm verran.
2. Laita toiseen koeputkeen puoli teelusikallista murskattua mahan sisältöä ja vettä n. 2 cm verran.
3. Laita kolmanteen koeputkeen vain vettä n. 2 cm verran.
4. Sekoita koeputkia varovasti, jotta sokeri liukenee ja mahan sisältö sekoittuu veteen.
5. Lisää kaikkiin kolmeen koeputkeen kuparisulfaattiliuosta 3 tippaa ja natriumhydroksidiliuosta 5 tippaa. Sekoita.
Laita kaikki kolme koeputkea vesihauteeseen 5–10 minuutiksi.
6. Kirjaa havaintosi ja johtopäätöksesi taulukkoon (alla). Sisältääkö maha sokeria?



Tärkkelys:

Ota kolme petrimaljaa:

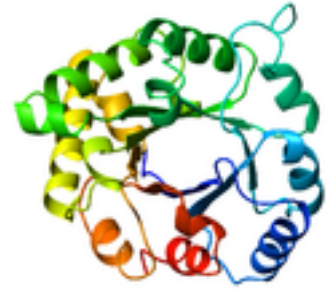
1. Laita ensimmäiseen puoli teelusikallista perunajauhoa.
2. Laita toiseen puoli teelusikallista suolaa.
3. Laita kolmanteen saman verran murskattua mahan sisältöä.
4. Tiputa jokaiseen petrimaljaan muutama pisara jodiliuosta.
5. Kirjaa havaintosi ja johtopäätöksesi taulukkoon (alla). Sisältääkö maha tärkkelystä?



Proteiinit:

Ota kolme koeputkea:

1. Laita ensimmäiseen maitoa n.1 cm
2. Laita toiseen koeputkeen murskattua mahan sisältöä n. 1 cm
3. Laita kolmanteen koeputkeen vain n. 1 cm.
4. Lisää kaikkiin kolmeen koeputkeen 3 pisaraa kuparisulfaattiliuosta ja sekoita. Lisää vielä kaikkiin koeputkiin 3 pisaraa natriumhydroksidiliuosta. Kirjaa havaintosi ja johtopäätöksesi. Sisältääkö maha proteiineja?



Rasvat:

Leikkaa suodatinpaperista 3 kämmenen kokoista palaa.

1. Hierrä ensimmäiseen suodatinpaperiin murskattua mahan sisältöä. Ota kiinteä näyte pois suodatinpaperilta ja katso paperia valoa vasten.
2. Hierrä toiseen suodatinpaperiin rasvaa. Ota kiinteä näyte pois suodatinpaperilta ja katso paperia valoa vasten.
3. Laita muutama pisara vettä kolmanteen suodatinpaperiin ja katso paperia valoa vasten.
4. Kirjaa havaintosi ja johtopäätöksesi. Sisältääkö maha rasvaa?



Sokerit:

	Koeputki 1	Koeputki 2	Koeputki 3
Sisältää			
Havainnot			
Johtopäätös			

Tärkkelys:

	Koeputki 1	Koeputki 2	Koeputki 3
Sisältää			
Havainnot			
Johtopäätös			

Proteiinit:

	Koeputki 1	Koeputki 2	Koeputki 3
Sisältää			
Havainnot			
Johtopäätös			

Rasvat:

	Koeputki 1	Koeputki 2	Koeputki 3
Sisältää			
Havainnot			
Johtopäätös			

Pohdi vielä

Mitä ravintoaineita maha sisälsi?

Mitä ruokaa Matti oli siis syönyt? Selitä myös mitä muut ruoat sisältävät, kun vaihtoehtoina ovat sokerit, tärkkelys, proteiinit ja rasvat.

Mihin muuhun osoitusreaktioita voitaisiin hyödyntää?

Tutki lisää

Selvitä, miten muut eläimet kuin ihmiset saavat proteiinia ruokavalioonsa. Etsi esimerkkejä eri eläimistä ja niiden proteiininlähteistä.

Selvitä, miten erilaiset öljyt (esim. oliiviöljy, auringonkukkaöljy) reagoivat eri lämpötiloissa.

Voisitko havaita, miten niiden ominaisuudet muuttuvat?

Viruslaboratorio

Kesto: 60–75min

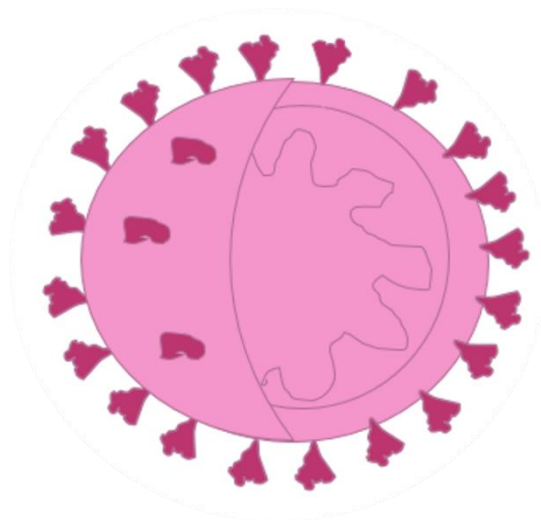
Motivaatio: Tutustutaan biokemiaan ja päästään tekemään siihen liittyvä analyysi.

Tavoite: Työssä tutustutaan, miten kemian osaamista voidaan hyödyntää sairauksien tutkimisessa ja samalla kehitetään laboratoriotaitoja.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Käytä apunasi Internetiä!

1. Mitä tarkoittaa antigeeni, vasta-aine, entsyymi ja substraatti?
2. Mikä on ELISA-menetelmä?
3. Mitä viruksia ELISA-menetelmällä voidaan tutkia?
4. Voidaanko ELISA-menetelmällä tutkia muita kuin virustartuntoja?
5. Nimeä TMB:n funktionaaliset ryhmät.
6. Mitä kompleksit ovat?
7. Selitä, mitä orgaanisten yhdisteiden hapettuminen ja pelkistyminen tarkoittaa.
8. Täytä puuttuvat sanat tekstin joukkoon:



Terveen potilaan ELISA-testin viimeisessä vaiheessa liuoksen väri on ____ ja sairaan potilaan ____
Terveen potilaan nenäsivelynäytteestä puuttuu ____ minkä vuoksi ____ ei pysty kiinnittymään
kennoihin. Sen vuoksi myöskään ____ ja ____ eivät reagoi keskenään työn viimeisessä vaiheessa
ja väri *ei* muutu/muuttuu. Sairaan potilaan näytteessä on ____ mikä kiinnittyy ensimmäisenä
kennoihin. Edelliseen kiinnittyy ____ ja tähän _____. Viimeiseksi lisätty ____ reagoi tai on
reagoimatta, ja tästä saamme selville ELISA-testin tuloksen.

Tausta

Virusnäytteiden käsittelyssä ja kestävässä kemiassa on useita yhtymäkohtia, erityisesti, kun pyritään vähentämään ympäristövaikutuksia, turvaamaan työntekijöiden terveys ja parantamaan laboratoriotyön tehokkuutta ja turvallisuutta.

Kun pyritään vähentämään haitallisten kemikaalien käyttöä ja edistämään ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja, voidaan minimoida haitalliset ympäristövaikutukset. Kestävässä lähestymistavassa pyritään minimoimaan jätteen määrä ja edistämään kierrätystä sekä turvallista hävittämistä. On myös tärkeää ylläpitää hyvää tietotasoa ja koulutusta jätteidenkäsittelystä, jotta niin laboratoriotyöntekijät

kuin tutkijatkin ymmärtävät paremmin, miten valinnat ja toimintatavat vaikuttavat ympäristöön ja terveyteen.

Tarvikkeet

Reagenssit

- 100 ml 10 x PBS (Phosphate Buffer Saline)
- 4,5 ml 10 % Tween 20
- 990 ml tislattua tai ionivaihdettua vettä
- 1,5 ml TMB (HRP-entsyymin substraatti)
- antigeeni (Antigen Chicken Gamma-Globulin 25 µg, Lyophilized)
- primäärinen vasta-aine (Primary Antibody Rabbit Anti- Chicken, Lyophilized)
- sekundaarinen vasta-aine (Secondary Antibody Goat Anti-Rabbit Antibody-HRP, Lyophilized)

HUOM! SÄILYTÄ ANTIGEENI- JA VASTA-AINELIUOKSET SEKÄ HRP (ENTSYYMIN SUBSTRAATTI) JÄÄKAAPISSA. HRP PITÄÄ SUOJATA MYÖS VALOLTA!

Välineet

- 12-kennoinen mikrokennolevy
- pipettejä
- Finnpiipetti 20–200 ml
- 2 lasisauvaa
- mittalaseja 100–1000 ml
- Keitinlaseja 3 kpl 50 ml lasisia mittapulloja
- 6 kpl erivärisiä pieniä näyteputkia
- tussi näytteiden merkitsemistä varten

Työturvallisuus

Suojatakki, -lasit ja -hanskat.

Huom! Työssä ei käsitellä oikeita viruksia.

10 x PBS (Phosphate Buffer Saline): Roiskeet silmiin huuhdeltava huolellisesti runsaalla vedellä vähintään 15 minuutin ajan, nostaen ala- ja yläluomia. Otettava yhteys lääkäriin. Iho pestään saippualla ja vedellä. Mikäli esiintyy ihon ärsytystä tai allergisia reaktioita on käytävä lääkärissä. Suu huuhdellaan perusteellisesti vedellä.

Antigeeni (Chicken Gamma-Globulin 25 µg), primäärinen vasta-aine (Rabbit Anti-Chicken) ja sekundaarinen vasta-aine (Goat Anti-Rabbit Antibody-HRP): Huolehdtava raittiin ilman saannista. Jos ainetta joutuu silmiin, huuhtelee silmiä luomet auki heti juoksevan veden alla useita

minuutteja. Jos ainetta joutuu suuhun, huuhtelee suu vedellä ja ota yhteys lääkäriin. Mikäli ainetta niellään on otettava yhteys lääkäriin.

Antigeeni (Chicken Gamma-Globulin 25 µg): Kontakti happojen kanssa, voi aiheuttaa myrkyllisten kaasujen vapautumista.

Tween 20: Huolehdyttävä raittiin ilman saannista. Iholle saatuna, riisu saastunut vaatetus välittömästi. Huuhdo/suihkuta iho vedellä. Tuotteen jouduttua silmiin, huuhdeltava runsaalla vedellä. Poistettava piilo- lasit. Jos tuotetta on nielty, annettava altistuneelle välittömästi vettä juotavaksi (korkeintaan kaksi lasillista). Jos oireita esiintyy, ota yhteys lääkäriin.

Jätteidenkäsittely

Jätettä ei saa päästää viemäristöön. Ei saa hävittää yhdessä talousjätteiden kanssa. Kennot pitää huuhdella omaan jätesäiliöön muiden jätteiden kanssa.

Tarina

Opiskelet laboratorioanalytiikkaa ja sinut on kutsuttu avuksi tutkimaan potilasnäytteitä. Potilailta on otettu nenänielunäyte. Tehtävänäsi on tutkia, onko näytteessä COVID-19- viruksen antigeeniä eli sairastaako potilas koronaa. Sinä olet vastuussa testituloksista ja näin ollen taudin leviämisen estämisestä.

Ryhmänä teidän tehtävänne on selvittää, ketkä näistä kuudesta henkilöstä on saanut koronavirustartunnan. Potilaat on nimetty A-G kirjaimilla, ettei heidän identiteettinsä paljastu. Yksi pari saa tutkittavakseen kaksi näytettä.

Potilaan A oireet: Pitkään kestänyt päänsärky, lihaskivut ja yskiminen.

Potilaan B oireet: Kurkkukipu aamuisin herätessä.

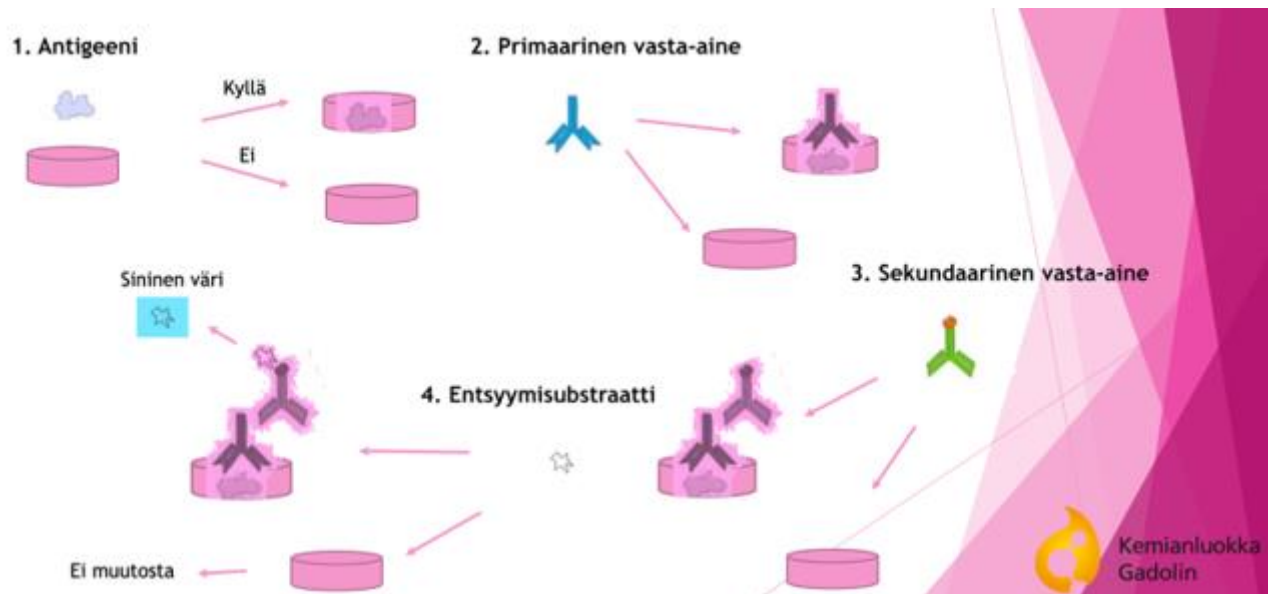
Potilaan C oireet: Oireeton.

Potilaan D oireet: Päänsärky ja hän tietää olleensa altistunut taudille.

Potilaan E oireet: Oireeton, mutta tarvitsee testituloksen työtehtävää varten.

Potilaan F oireet: Oireeton.

Potilaan G oireet: Huomannut, että urheillessa hänen suorituskynsä on laskenut.



Työohje

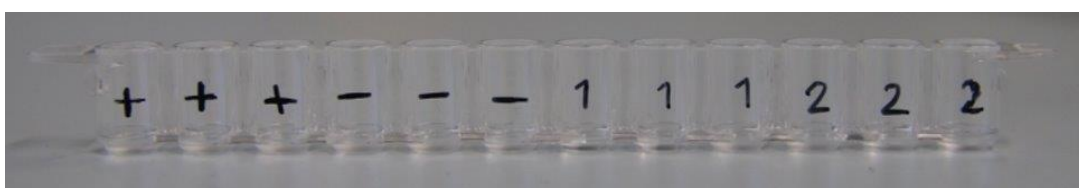
Oppilaan ohje:

Merkitse näyteputket (ks. kuva):

- Violetti = 0,5 ml positiivinen kontrolli
- Sininen = 0,5 ml negatiivinen kontrolli
- Keltainen = tutkittavat näytteet
- Vihreä = 1,5 ml primäärinen vasta-aine
- Oranssi = 1,5 ml sekundäärinen vasta-aine
- Ruskea = 1,5 ml HRP (entsyymin substraatti)

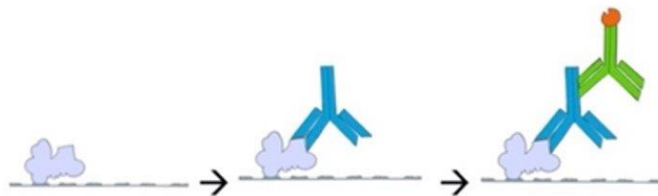


1. Merkitse kennot: + + + - - - 1 1 1 2 2 2.

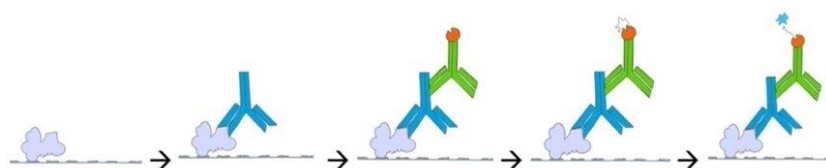


2. Lisää positiivisiin kennoihin 50 µl positiivista kontrollinäytettä (VIOLETTI).

3. Lisää negatiivisiin kennoihin 50 µl negatiivista kontrollinäytettä (SININEN).
4. Lisää kennoihin, missä lukee 1, 50 µl ensimmäistä näytettä (KELTAINEN 1).
5. Lisää kennoihin, missä lukee 2, 50 µl toista näytettä (KELTAINEN 2).
6. Odota 5 minuuttia
7. Kallista ja taputa ylimääräinen, kennoihin kiinnittymätön liuos pois paperille.
8. Pese kennot pesuliuoksella täyttämällä jokainen kenno melkein täyteen. Kiinnitä huomiota, etteivät kennojen sisällöt pääse sekoittumaan pesun aikana. Älä siis täytä kennoja liian täyteen. Taputtele kennot tyhjäksi käsipaperille. Älä taputa samaan kohtaan paperia kahta kertaa, ettei näytteet sekoitu. Toista pesu ja taputtelu vielä kerran.
9. Lisää primääristä vasta-ainetta (VIHREÄ) pipetillä 50 µl kaikkiin kennoihin.
10. Odota 5 minuuttia.
11. Pese kennot pesuliuoksella täyttämällä jokainen kenno melkein täyteen. Kiinnitä huomiota, etteivät kennojen sisällöt pääse sekoittumaan pesun aikana. Älä siis täytä kennoja liian täyteen. Taputtele kennot tyhjäksi käsipaperille. Älä taputa samaan kohtaan paperia kahta kertaa, ettei näytteet sekoitu. Toista pesu ja taputtelu vielä kerran.
12. Lisää sekundääristä vasta-ainetta (ORANSSI) pipetillä 50 µl kaikkiin kennoihin.

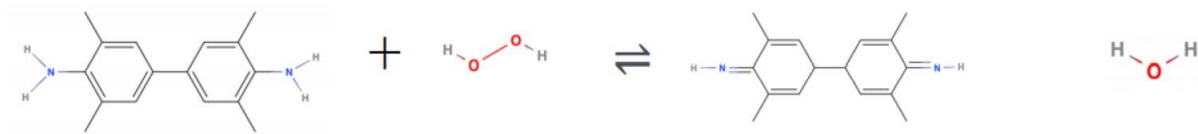


13. Odota 5 minuuttia.
14. Pese kennot pesuliuoksella täyttämällä jokainen kenno melkein täyteen. Kiinnitä huomiota, etteivät kennojen sisällöt pääse sekoittumaan pesun aikana. Älä siis täytä kennoja liian täyteen. Taputtele kennot tyhjäksi käsipaperille. Älä taputa samaan kohtaan paperia kahta kertaa, etteivät näytteet sekoitu. Toista pesu ja taputtelu vielä KAKSI KERTAA.
16. Lisää HRP entsyymin substraattia (RUSKEA) pipetillä 50 µl kaikkiin kennoihin.



17. Odota 5 minuuttia.

18. Havainnoi! Mitä tapahtui? Onko potilaalla koronatartunta?



Pohdi vielä

Lue artikkeli: <https://www.aamulehti.fi/koronavirus/art-2000007485324.html>

Pohdi seuraaviin kysymyksiin vastauksia artikkelin ja nettiä käyttäen:

1. Mitä eroa on antigeenitestillä ja PRC-testillä?
2. Mitä yhteistä antigeenitestillä ja PRC-testillä on?
3. Mitä koronatestin herkkyys ja tarkkuus tarkoittavat?

Lisäksi vastatkaa seuraaviin kysymyksiin työhön liittyen:

4. Jos potilas sai tekemästänne ELISA-testistä negatiivisen tuloksen, voiko hänellä silti olla tartunta? Perustele.
5. Mikä vaihe on kriittisin ELISA-testiä tehdessä?
6. Miksi kennot pestiin joka vaiheen välillä?

Tutki lisää

Työn tehneet jaetaan 4 hengen ryhmiin niin, että kaksi työtä tehnyttä paria yhdistetään. Jokaisen ryhmän tehtävänä on opettaa haluamallaan tavalla muille oppilaille yksi virusten kemiaan liittyvistä aiheista sekä esitellä heidän saatuja tuloksia ja johtopäätöksiä. Opetuksen pituuden ei tarvitse olla pitkä. Viruksessa tulee esille esimerkiksi seuraavat aiheet: atomien väliset sidokset, molekyylien funktionaaliset ryhmät, entsyymien vaikutus reaktioon, värinmuutos reaktiot ja uusien laboratoriovälineiden käyttö.

Biomuovia tärkkelyksestä

Kesto: 45–60 min

Motivaatio: Opitaan, mitä eroa on biomuovilla ja -muovilla, ja valmistetaan itse biomuovia.

Tavoite: Tuodaan tutuksi arkipäiväisiä kemian ilmiöitä ja hahmotetaan teollisia prosesseja pienessä mittakaavassa. Tutustutaan polymeerien kemialliseen rakenteeseen.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Mistä aineesta muovit valmistetaan teollisuudessa?

Millainen aine on tärkkelys?

Mihin tärkkelystä käytetään?

Tausta

Biomuovi vähentää riippuvuutta fossiilisiin polttoaineisiin ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, mikä on tärkeä askel kohti ympäristöystävällisempiä valintoja. Biomuvoin käytön lisääntymisen myötä voidaan vähentää muoviroskaa maapallolla ja edistää kiertotaloutta, joka on osa kestävästä kehityksestä. Biomuvit säästävät siis uusiutumattomia resursseja, vähentävät muovien jättämää jälkeä ympäristöön ja edistävät kestävästä kulutuksesta.

Tarvikkeet

Vinkki: Työn voi tehdä refluksointilaitteiston sijasta myös keitinlasissa keittolevyllä, mutta tällöin pitää varoa tärkkelyksen pohjaan palamista.

Välineet

- magneettisekoitin ja -sekoittaja, jossa on kuumennustoiminto
- lusikka
- lasisauva
- jäähdytin ja letkuja
- vesihaudeastia
- 250 ml pyöreäpohjainen kolvi tai 250 ml keitinlasi
- 50 ml mittalasi
- 10 ml mittalaseja
- vaaka
- punnituspaperia tai -astia
- petrimalja



Aineet

- vesi
- maissitärkkelys
- 0,10 M HCl-liuos
- glyseroliliuos
- 0,10 M NaOH-liuos
- elintarvikeväriä

Työturvallisuus

Laboratoriotakki, suojakäsineet ja lasit.

Suolahappo, HCl on vahva happo ja NaOH vahva emäs ja voi ärsyttää iho. Työssä käytettävät pitoisuudet ovat vahvuudeltaan alhaisia, mutta voivat silti ärsyttää sekä ihoa että silmiä. Huuhtelee roiskeet heti runsaalla vedellä. Tarvittaessa lääkäriin.

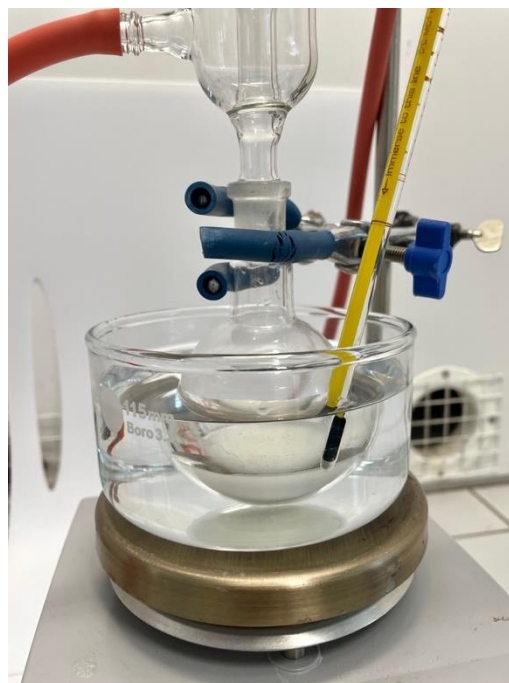
Jätteidenkäsittely

Neutraloi liuosjätteet ja kaada viemäriin runsaalla vedellä.

Työohje

Seuraa työohjetta ja vastaa kysymyksiin

1. Punnitse vaa'alla n. 3 g maissitärkkelystä.
2. Annostele mittalasin avulla kolviin 20 ml vettä. Lisää maissitärkkelys kolviin ja sekoita seosta lasisauvalla. *Miltä seos näyttää? Liukeneeko tärkkelys kokonaan veteen?*
3. Lisää joukkoon 3 ml 0,10 M HCl -liuosta ja 2 ml glyseroliliuosta. Voit lisätä joukkoon 3–5 pisaraa elintarvikeväriä. *Mikä tehtävä suolahapolla on seoksessa?*
4. Kasaa refluksointilaitteisto jäähdyttimestä, letkuista ja kolvista. Keitä vesihauteessa ja sekoita seosta magneettirakeella 10–15 min.
5. Miksi kuumennetaan? Miten keittoaika vaikuttaa seoksen koostumukseen?



6. Keittämisen jälkeen poista jäädytin, lisää 3 ml 0,10 M NaOH-liuosta ja sekoita huolella. Miksi natriumhydroksidia lisättiin seokseen?
7. Kaada seos pettrimaljalle. Voit lisätä hieman vetää (1–5 ml), jotta saat kerättyä kaiken tuotteen talteen.
8. Anna seoksen kuivua huoneenlämpötilassa tai lämpökaapissa. Voit ottaa keräämäsi tuotteen minigrip-pussiin ja viedä sen kotiin. Muovin kuivumiseen menee 1–2 päivää.

Pohdi vielä

Mikä on glyserolin tehtävä?

Mitkä asiat vaikuttavat valmistamasi biomuovin kestävyYTEEN?

Miten voit hävittää biomuovin?

Mitä haittapuolia biomuoveilla/biopolymeereillä on?

Millaista valmistamasi tuote on ulkonäöltään ja rakenteeltaan?

Miten seoksen rakenne muuttuu kuivaamisen jälkeen?

Ota selvää

Mitä esineitä valmistaisit biomuovista? Mitä esineitä jo valmistetaan biomuovista?

Ioninen neste ja selluloosa

Kesto: 90-120min

Motivaatio: Havainnollistetaan kemian merkitystä yhteiskunnassa, materiaaliteollisuudessa sekä kestäväen kemian edistämiseksi.

Tavoite: Virittäydään aiheeseen ennakkotehtävällä, joka antaa taustatietoa työn merkityksestä. Havainnollistetaan kokeellisen työn avulla kemian ja materiaalien kehityksen yhteyttä ja konkretisoidaan moderni innovaatio. Lopputehtävässä pohditaan vielä aiheen hyödyntämistä tulevaisuudessa sekä tutkitaan aiheen näkymistä mediassa.

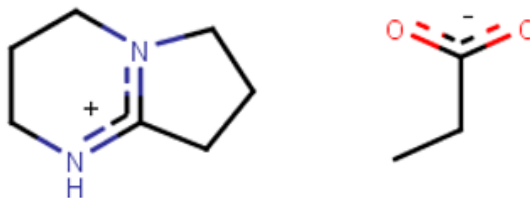
Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Hae netistä ja lue Haemmerlen (2011) artikkeli ”Cellulose Gap” ja vastaa seuraaviin kysymyksiin.
[Haemmerle, F.M. \(2011\). The Cellulose Gap \(The Future of Cellulose Fibers\)](#)

Miksi selluloosa on tärkeä tekstiilimateriaali?

Mitä tarkoitetaan selluloosa ”gapillä”?

Miksi synteettinen selluloosa on avainasemassa selluloosa ”gapin” täyttämiseksi artikkelin mukaan?



Tausta

Tuotteen uudelleenkäyttö kemian avulla edistää kiertotaloutta ja kestävä kehitystä monin tavoin. Kun selluloosasta tehtyjä tuotteita, kuten paperia ja tekstiilejä, voidaan kemiallisten prosessien avulla hajottaa ja muokata uudelleen alkuperäiseen raaka-aineeseensa, saadaan aikaan suljettu kierto, joka vähentää uusien raaka-aineiden tarvetta. Tämä puolestaan vähentää luonnonvarojen kulutusta ja ympäristövaikutuksia.

Modernit, matalan lämpötilan kemialliset prosessit ovat energiatehokkaampia ja voivat vähentää merkittävästi tuotannon ympäristövaikutuksia samalla, kun säilytetään tuotteiden laatu. Työn kierrätysmahdollisuudet ovat myös erittäin lupaavia. Kemialliset prosessit voivat auttaa hajottamaan käytöstä poistettuja tuotteita niiden alkuperäisiksi raaka-aineiksi tai jopa uusiksi tuotteiksi. Tämä vähentää jätteen määrää ja edistää resurssien tehokasta käyttöä. Kaiken kaikkiaan kierrättäminen on

keskeinen kulmakivi kestävän yhteiskunnan edellytyksissä. Kemian avulla voimme kehittää innovatiivisia tapoja uudelleenkäyttää ja kierrättää materiaaleja, mikä puolestaan vähentää ympäristövaikutuksia, säästää energiaa ja vähentää uusien raaka-aineiden tarvetta. Tämä on olennainen askel kohti kestävämpää tulevaisuutta.

Tarvikkeet

Reagenssit

- 1,9 g 1,5-diatsabisyklo[4.3.0]non-5-eeni (DBN)
- 1,1 g propaanihappoa
- 0,1 g selluloosaa (Avicel tai Enocell)

Tarvikkeet

- 20 ml viali ja korkki (Kuva 3)
- 2 ml ruiskuja
- 0,8 mm ja 1,2 mm tai 1,6 mm ruiskuneuloja
- statiivi ja kolme kouraa
- vesihaudeastia
- lämpölevy ja magneettisekoittaja (pallomainen magneetti on paras)
- Lämpömittari
- 200 ml keitinlasi
- Punnituspaperia tai punnitusalusta



Työturvallisuus

Käytä suojalaseja, -takkia ja -hanskoja koko työskentelyn ajan! Reaktioissa muodostuu kaasuja, tee työ vetokaapissa. Suorita myös punnitukset vaa'alla vetokaapissa.

DBN ja propaanihappo ovat voimakkaasti syövyttäviä ja silmiä vaurioittavia aineita, käsittele niitä varoen. Propaanihappo saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

Jos liuoksia joutuu iholle, huuhtelee heti runsaalla vedellä. Tarvittaessa lääkäriin!

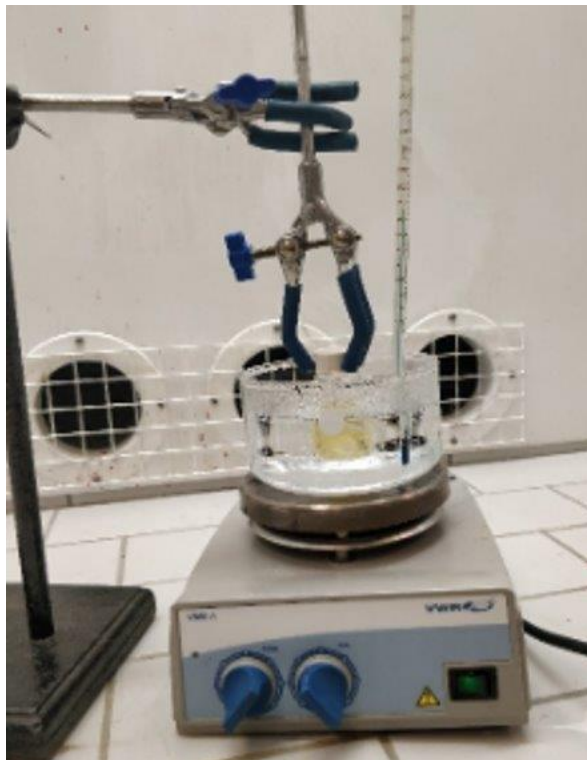
Työssä käytetään neuloja, niiden kanssa on syytä olla varovainen.

Jätteenkäsittely

Neulat kerätään neulajätteeseen. Veden, johon ioniliuotin on liennut, voi kaataa runsaan veden kanssa lavuaariin.

Lisätietoja

- Vaa'at kannattaa siirtää ajoissa vetokaappeihin, jotta ne ehtivät käynnistyä.
- Ole tarkkana, että emäs (DBN) punnitaan ennen hapon lisäämistä.
- Työskentelyssä tulee olla varovainen koska käytössä on neuloja.
- Emäksen ja propaanihapon moolisuhteiden tulee olla 1:1. (DBN 63 % ja propaanihappo 37 %)
- Emästä voi olla hieman enemmän kuin happoa.
- Selluloosan määrää voi vaihdella 3–5 %.
- Avicel selluloosan tilalta voi käyttää Enocell selluloosaa.

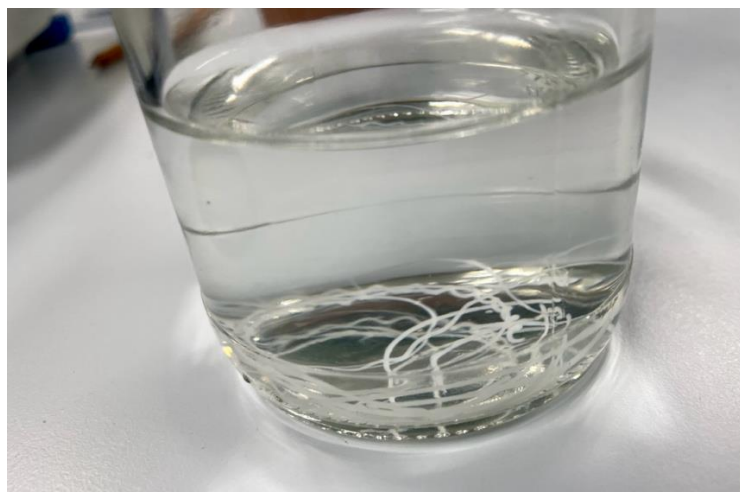


Työohje

Tutustu työhön myös alkuun [Kemianluokka Gadolinin TikTok-tilillä](#).

1. Punnitse vetokaapissa 20 ml vialiin 1,9 g DBN:ä neulaa (0,8 mm) ja ruiskua (2 ml) apuna käyttäen. (HUOM. on tärkeää punnita emäs ensin!)
2. Ota uusi neula (0,8 mm) ja ruisku (2 ml) ja punnitse samaan vialiin 1,1 g propaanihappoa. Huomaa, että tässä vaiheessa seos lämpenee.
3. Laita heti punnituksen jälkeen vialin korkki kiinni. Vialiin muodostuu sumua, jonka saat liukene- maan liuokseen kääntelemällä vialia.
4. Anna valmistetun ionisen nesteen jäähtyä ja punnitse sillä aikaa 0,1 g Avicel mikrokiteistä selluloosaa punnituspaperille tai punnitusalustalle.
5. Lisää punnittu selluloosa vialiin ionisen nesteen sekaan varovasti ripotellen.
6. Lisää vialiin magneettisekoitin ja sulje korkki.
7. Valmistele vesihaude lämpölevylle ja laita viali vesihauteeseen käyttäen statiivia ja kahta kouraa kuvan osoittamalla tavalla. (Kuva 4) Lisää myös lämpömittari vesihauteeseen.
8. Laita magneettisekoitus päälle ja lämmitä vesihaude 60 asteeseen.
9. Lämmitä vialia 60 asteessa 10–15 minuuttia, jolloin selluloosa liukenee nesteeseen.
10. Yritä saada kaikki selluloosa myös vialin seinämiltä liukenemaan.
11. Kun 10 minuuttia on kulunut ja kaikki selluloosa on liennut, ota viali pois vesihauteesta ja anna jäähtyä hetki.
12. Ota 200 ml viileää vettä keitinlasiin.
13. Ota valmistettua liuosta ruiskuun (2 ml) käyttäen 1,2 mm (tai 1,6 mm) neulaa.
14. Vaihda neula 0,8 mm neulaan ja pursota liuosta veteen pieninä pisaroina tai nauhana, jolloin selluloosa saostuu vedessä. Älä kasta neulaa veteen.
15. Anna selluloosan saostua vedessä ainakin 15 minuuttia.

Lopuksi voit nostaa saostuneen selluloosan varovasti petrimaljalle kuivumaan.



Pohdi vielä

Miksi punnituksissa käytetään apuna ruiskua?

Miksi kutsutaan kolmannessa kohdassa tapahtuvaa reaktiota, jossa seos lämpenee? Mitä siinä tapahtuu?

Montako prosenttia valmistetussa liuoksessa on selluloosaa?

Miksi neulaa ei kannata kastaa veteen pursotusvaiheessa?

Tutki lisää

Etsi netistä kaksi uutista, jotka käsittelevät selluloosan käyttämistä materiaalina. Vastaa uutisten perusteella seuraaviin kysymyksiin.

1. *Miten uutinen käsittelee selluloosaa?*
2. *Onko uutinen pääosin positiivinen vai negatiivinen?*
3. *Mitä kaikkea selluloosasta voidaan valmistaa?*
4. *Miten selluloosan uudet käyttötavat vaikuttavat Suomen teollisuuteen/talouteen?*
5. *Millaisia mahdollisuuksia selluloosalla on tulevaisuudessa?*
6. *Miltä sivustoilta löytämäsi uutiset löytyvät? Mikä on sivustojen tarkoitus? Onko kyseessä virallinen uutissivusto vai esimerkiksi jonkin yhtiön sivu tai mainos? Uskotko tiedon olevan luotettavaa?*

Lähteet

1. Haemmerle, F. M., *Lenzinger Berichte*, (2011), **89**, 12–21.
2. Hummel, M., Michud A., Tanttu M., Asaadi S., Ma Y., Hauru L., Parviainen A., King A., Kilpeläinen I. and Sixta H., *Cellulose Chemistry And Properties: Fibers, Nanocelluloses And Advanced Mat*, (2015), **271**, 133–168 (DOI:10.1007/12_2015_307).
3. Parviainen, A., King A., Mutikainen I., Hummel M., Selg C., Hauru L., Sixta H. and Kilpeläinen I., *ChemSusChem*, (2013), **6**, 2161–2169 (DOI:10.1002/cssc.201300143).
4. Campbell, N. A. and Reece, J. B., *Biology: a global approach*, Pearson, Boston, (2015).
5. Wang, H., Gurau G. and Rogers R. D., *Chemical Society Reviews*, (2012), **41**, 1519–1537 (DOI:10.1039/c2cs15311d).
6. Hauru, L., Hummel M., Nieminen K., Michud A. and Sixta H., *Soft Matter*, (2016), **12**, 1487–1495 (DOI:10.1039/c5sm02618k).
7. Swatloski, R. P., Spear S., Holbrey J. and Rogers R., *Journal of the American Chemical Society*, (2002), **124**, 4974.

Nestetyyppijäätelö

Kesto: Noin 30 min

Motivaatio: Tutustutaan elintarvikekemiaan sekä molekyyligastronomiaan, ja mietitään ruoan ilmastovaikutuksia: onko jäätelö luksustuote?

Tavoite: Opitaan olomuodon muutoksiin vaikuttavia tekijöitä innostavalla ja maukkaalla tavalla.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Mitä tapahtuu, jos jäätelö sulaa ja jäätyy uudelleen?

Mikä on hiilijalanjälki?

Mitkä tekijät vaikuttavat jäätelön hiilijalanjäljen suuruuteen?

Miten jäätelön hiilijalanjälkeä voisi pienentää?

Tausta

Typpi on ilmakehän yleisin kaasu, sitä on ilmasta noin 78 %. Vaikka typpeä on koko ajan ympärillämme, emme sitä havaitse, koska typpi on väritöntä, mautonta, hajutonta ja palamatonta. Kun typpeä tarpeeksi jäähdyttää, on se mahdollista saada nestemäiseen muotoon. Nestemäinen typpi on hyvin kylmää, sen kiehumispiste on $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nestemäisellä typellä on mahdollista jäädyyttää nopeasti erilaisia aineita, ja sitä käytetäänkin mm. elintarviketeollisuudessa, pakastetuotteiden jäädyttämisessä.



Samalla voidaan pohtia, miten nestemäisen typen käyttö voi vaikuttaa raaka-aineiden valintaan jäätelön valmistuksessa. Kestävän kemian näkökulma korostaa paikallisten ja kestävien raaka-aineiden käyttöä, mikä voi vähentää kuljetuksen ja tuotannon ympäristövaikutuksia. Opiskelijat voivat tulla tietoisiksi siitä, miten pienillä valinnoilla, kuten raaka-aineiden hankinnalla lähialueilta, voidaan edistää kestävästä ruokatuotantoa.

Vegaaninen kaurajäätelö eroaa perinteisestä maitojäätelöstä raaka-aineiden valinnassa. Kaurapohjaisen jäätelön valmistuksessa käytetään kasvipohjaisia ainesosia, kuten kauramaitoa, joka voi vähentää eläintuotantoon liittyviä ympäristövaikutuksia. Eläintuotanto aiheuttaa merkittäviä

kasvihuonekaasupäästöjä, ja vegaanisten vaihtoehtojen valitseminen voi siten olla kestävä valinta ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Lisäksi vegaaninen kaurajäätelö voi vähentää vedenkulutusta verrattuna perinteiseen maitojäätelöön. Eläintuotanto vaatii suuria määriä vettä esimerkiksi eläinten juomiseen ja rehun kasvatukseen. Kasvipohjaisten tuotteiden valmistuksessa vedenkulutus voi olla pienempi, mikä edistää kestävästä vesivarojen käyttöä.

Kestävän kemian periaatteisiin kuuluu myös ympäristöystävällisten pakkausmateriaalien suosiminen. Vegaaninen kaurajäätelö saattaa usein olla pakattu kierrätettäviin ja ympäristöystävällisiin materiaaleihin, mikä voi vähentää jätteen määrää ja tukea kestävästä materiaalien käytöstä.

Tarvikkeet

Välineet: (per ryhmä 4hkl)

- 1 kippo
- 1 teelusikka
- 1 ruokalusikka
- mitta-astioita (1 dl tai 0,5 dl)
- 1 vispilä
- Syömistä varten: 4 teelusikkaa, 4 juomalasia

Reagenssit: (per ryhmä)

- 1 dl kauravispiä
- ripaus suolaa
- 2 rkl sokeria
- 1 dl kaurajuomaa
- 2 rkl kaakaojauhetta JA/TAI korkillinen vaniljaesanssia

VINKKEJÄ: Mansikkahillon tilalla voi käyttää myös muita makuja, kuten mustikkaa, vadelmaa tai vaniljaa. Nestetyppi annostellaan termoskannusta. **HUOM!** Ohjaaja/opettaja annostelee nestetypen!

Työturvallisuus

Erikoissuojakäsineet, suojalasit ja suojatakki.

Vain ohjaaja saa käsitellä typpeä.

Nestemäinen typpi on hyvin kylmää, paleltumisvammojen ja silmävaurion vaara.

Typpi on tukahduttavaa eli puhtaan typen hengittäminen aiheuttaa välittömästi tajuttomuuden ja kuoleman, koska typpi estää hapen pääsyn verenkiertoon. Vrt. Sukeltajantauti.

Työohje

Tutustu työhön myös Kemianluokka Gadolinin TikTok-tilillä ([Osa 1](#)), ([Osa 2](#)).

1. Vispaa kauravispiä, kunnes se on vaahtoutunut.
 - a. Miksi kerma muuttuu vaahdoksi?
2. Lisää suola ja sokeri. Sekoita varovasti lusikalla tasaiseksi.
3. Lisää kaurajuoma ja valitsemasi makuaineet.
4. Pyydä ohjaajaa lisäämään seokseen nestetyypeä. Sekoita varovasti kauhalla, kunnes koostumus on sopiva. Älä koske kulhon alaosaan!
 - b. Mitä tapahtuu? Miksi nestetyppi lisätään pieninä annoksina?
5. Herkuttele!



Pohdi vielä

Mikä oli suolan rooli jäätelössä?

Miksi kauravispi piti vatkata?

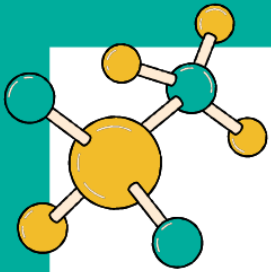
Mikä oli nestetyypen merkitys jäätelönteossa?

Pohdi valmistamasi kaurajäätelön ja kaupan maitopohjaisen jäätelön eroja hiilijalanjäljen näkökulmasta. Mitä asioita tulisi ottaa huomioon?

Onko mahdollista tietää, kummalla on pienempi hiilijalanjälki?

Tutki lisää

Tutki eri jäätelöpakkausten ympäristövaikutuksia. Vertaile kartonkisia, muovisia ja muita pakkauksia sekä niiden kierrätysmahdollisuuksia.



OPETTAJAN OHJEET



Lumoava limoneeni

Kohderyhmä: Työ soveltuu lukioon teorian laajuudesta riippuen kursseille KE1 ja KE3.

OPS-yhteys

KE1: Kemia ja minä

Höyrytislaukset: Kurssilla käsitellään erilaisia erotusmenetelmiä, mukaan lukien höyrytislaukset, joka on menetelmä, jolla voidaan erottaa nesteitä haihduttamalla ne höyrytilaan ja tiivistämällä ne takaisin nestemäiseen muotoon.

KE3: Molekyylit ja mallit

- Eteeriset öljyt: Kurssilla tutkitaan orgaanisia yhdisteitä, kuten eteerisiä öljyjä, ja niiden ominaisuuksia.
- Limoneeni: Limoneeni on yksi esimerkki eteerisestä öljystä, ja sitä voidaan käsitellä tässä kurssissa orgaanisten yhdisteiden joukossa.
- Isomeria: Kurssilla perehdytään kemiallisiin reaktioihin ja energian muutoksiin. Isomeria liittyy tähän, koska se käsittelee samalla molekyylikaavalla olevia yhdisteitä, jotka ovat rakenteeltaan tai tilanmuodoltaan erilaisia.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Miten tavallinen tislaukset eroaa höyrytislauksesta?

Tavallisessa tislauksessa tisleena saadaan yksi aine, kun taas höyrytislauksessa saadaan kahden aineen seos. Höyrytislauksessa tislattavan aineen on oltava veteen liukenematon.

Tavallisessa tislauksessa tuotteen on oltava liukoinen tislaukskolvin muuhun sisältöön.

Mitä tarkoitetaan isomeereillä?

Isomeerit ovat molekyyliä, joilla on sama molekyylikaava mutta eri rakennekaava.

Mitä enantiomeerit ovat?

Enantiomeerit, eli optiset isomeerit, kuuluvat stereoisomeereihin, eli niiden kolmiulotteiset

rakenteet eroavat toisistaan. Enantiomeerit ovat toistensa peilikuvia.

Mitä tarkoitetaan raseemisella seoksella?

Seokset, jotka sisältävät saman molekyylin eri enantiomeerejä, kutsutaan raseemiseksi seokseksi. Jos liuoksessa on kaikkia enantiomeerejä yhtä paljon, ei raseeminen seos ole optisesti aktiivinen.

Lääkkeiden vaikuttavat aineet ovat usein kiraalisia. Miksi halutaan, että lääkeaineet sisältävät vain yhtä stereoisomeeriä?

Kiraalisuuden takia lääkeaineiden stereoisomeereillä voi olla täysin eri biologinen reaktiivisuus ja aktiivisuus. Voi siis olla, että toisella isomeerillä on parantava vaikutus ja toisella ei.

Tausta

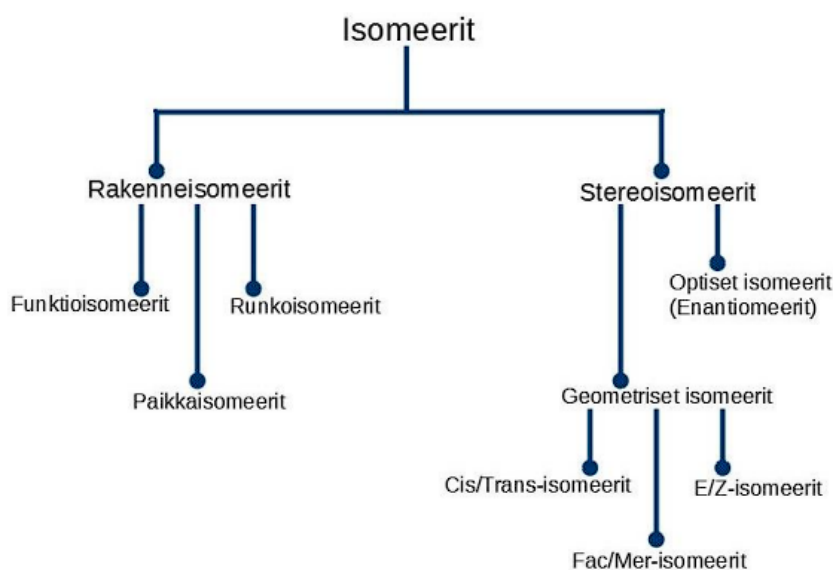
Orgaanisessa kemiassa yhdisteiden eristäminen tehdään usein tislamalla. Tislauksessa usean aineen seosta lämmitetään, jolloin sen sisältämät aineet alkavat höyrystyä. Muodostunut höyry johdetaan jäähdyttimeen, jossa se tiivistyy takaisin nesteeksi. Jos seoksen komponenttien kiehumispisteet eroavat tarpeeksi toisistaan, tislautuvat komponentit yksi kerrallaan ja tisleeksi saadaan lähes puhdas tuote. Monilla orgaanisilla yhdisteillä on kuitenkin niin korkea kiehumispiste, että niiden eristäminen tislamalla on mahdotonta. Tislaus olisi tehtävä niin korkeassa lämpötilassa, että eristettävä tuote hajoaisi ennen, kun se alkaisi tislautua. Tällaisten aineiden eristäminen tehdään siksi usein höyrytislamalla, jossa vesihöyry saa halutun tuotteen tislautumaan huomattavasti matalammassa lämpötilassa. Höyrytislaus perustuu Daltonin ja Raultin lakeihin. Daltonin lain mukaan liuoksen höyrynpaine koostuu liuoksen komponenttien osapaineiden (p_i) summasta (yhtälö 1). Raultin laki sanoo, että komponenttien osapaine on puhtaan aineen höyrynpaine p_i^* kerrottuna sen ainemääräosuudella x_i (yhtälö 2), josta voidaan päätellä, että seoksessa komponenttien höyrynpaine on pienempi kuin puhtaina aineina. Jos systeemi on saavuttanut tasapainon, voidaan yhtälöt 1 ja 2 yhdistää. Tällöin saadaan yhtälö 3, josta voidaan tulkita, että liuoksen höyry sisältää kaikkia komponentteja, joita liuoksessa on. Höyryn pitoisuus on suoraan verrannollinen liuoksen pitoisuuteen.

$$p = p_A + p_B + p_C + \dots p_n \quad (1)$$

$$p_i = p_i^* x_i \quad (2)$$

$$p = p_A^* x_A + p_B^* x_B + p_C^* x_C + \dots p_n x_n \quad (3)$$

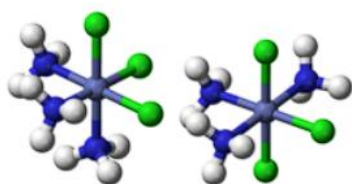
Jotta höyrytislaukset olisi mahdollista, on halutun orgaanisen tuotteen oltava veteen liukenematon. Höyrytislauksessa eristettävään orgaaniseen aineeseen lisätään vettä ja annetaan kiehua. Veden takia seos alkaa kiehua lämpötilassa, joka on huomattavasti matalampi kuin puhtaan orgaanisen yhdisteen. Muodostuva höyry koostuu sekä vesihöyrystä, että orgaanisesta yhdisteestä. Tisleeksi saadaan siis kahden aineen seos ja, koska orgaaninen yhdiste ei ole vesiliukoinen, erottuvat aineet kahdeksi erilliseksi faasiksi. Orgaaninen faasi voidaan lopuksi erottaa vesifaasista esimerkiksi erotussuppilossa tai pipetoimalla. Eteerisiä öljyjä saadaan kasveista. Ne ovat orgaanisia, veteen liukenemattomia yhdisteitä, joista haihtuu huoneenlämmössä tuoksuvia höyryjä. Eteeriset öljyt voidaan irrottaa kasvin lehdistä, kukista, hedelmistä ynnä muista osista erilaisilla menetelmillä mutta erilaiset uuttoprosessit ja höyrytislaukset ovat tavallisimpia. Kasveissa on usein hyvin pieniä määriä eteerisiä öljyjä ja joskus niiden erottaminen kasveista on haastavaa. Siksi on olemassa myös keinotekoisia hajusteita. Keinotekoiset hajusteet ovat laboratoriossa valmistettuja yhdisteitä, joilla on samankaltainen tuoksu kuin luonnollisilla eteerisillä öljyillä. Eteerisiä öljyjä ja niiden keinotekoisia vastaavuuksia käytetään muun muassa lisäaineena hajusteina kosmetiikassa ja pesuaineina.



Molekyyleillä voi olla sama molekyylikaava mutta eri rakennekaava. Tällöin molekyylit ovat isomeerejä. Isomeerit jaotellaan kahteen luokkaan riippuen rakenne-eron luonteen suhteen. Ensimmäinen luokka on rakenneisomeerit, jotka puolestaan jaotellaan kolmeen alaluokkaan: runko-, paikka- ja funktioisomeerit. Runkoisomeerien hiiliketjut ovat erilaiset. Yhden molekyylin hiiliketju voi esimerkiksi suora, kun taas sen isomeerin hiiliketju on haarautunut. Paikkaisomerissa molekyyleillä on sama funktionaalinen ryhmä mutta eri kohdassa hiiliketjua. Funktioisomeereillä on puolestaan eri funktionaaliset ryhmät. Toinen isomeerien pääluokista on stereoisomeerit, jossa atomien sitoutumisjärjestys molekyylissä on sama mutta avaruudellinen rakenne eri. Stereoisomeerit

jaetaan kolmeen alaluokkaan. Nämä alaluokat ovat konformaatioisomeerit, geometriset isomeerit, ja optiset isomeerit. Konformaatioisomeerejä ja geometrisistä isomeerejä kutsutaan myös yhteisellä nimellä diastereomeereiksi. Konformaatioisomeeriassa yksinkertaiset sidokset ovat vääntyneet eri asentoihin, jolloin isomeerit saavat eri kolmiulotteiset rakenteet.

Geometriseen isomeriaan kuuluu cis-trans-isomeria, E-Z-isomeria ja fac-mer-isomeria. Cis-trans-isomeriaa ja E-Z-isomeriaa esiintyy syklisissä orgaanisissa molekyyliissä ja molekyyliissä, jotka sisältävät hiili-hiili-kaksoissidoksia. Syklisyys ja kaksoissidokset estävät sidoksien vääntymisen, jolloin sidokseen sitoutuneet ryhmät saavat tietyn asennon. Cis-trans-isomeriassa kaksoissidoksen kummallekin puolelle on sitoutunut vety ja jokin toinen atomi tai atomien ryhmä. Jos atomiryhmät jäävät kaksoissidoksen samalle puolelle, on kyseessä molekyylin cis-isomeeri, ja jos atomiryhmät jäävät kaksoissidoksen vastakkaisille puolille, on molekyyli trans-isomeeri. E-Z-isomeriaa käytetään silloin kun kaksoissidokseen osallistuviin hiiliatomeihin on sitoutunut yksi vety ja kolme muuta atomia tai atomiryhmää. Kaksoissidoksen hiiliatomeihin sitoutuneet ryhmät numeroidaan Cahn–Ingold–Prelog-prioriteettisääntöjen mukaan, minkä jälkeen numeron 1 ja numeron 2 saaneiden ryhmien sijaintia tarkastellaan. Jos 1. ryhmä ja 2. ryhmä ovat kaksoissidoksen samalla puolella on molekyyli Z-isomeeri, kun taas molekyylit, joissa 1. ja 2. ryhmä jäävät kaksoissidoksen vastakkaisille puolille, ovat E-isomeerejä. Kolmatta geometrisen isomerian alaluokkaa, fac-mer-isomeriaa, havaitaan oktaedrisissa kompleksiyhdisteissä, jotka ovat muotoa MA_3B_3 . Fac-isomeereissä samanlaiset ligandit ovat molekyylin samalla puolella, kun taas mer-isomeereissä ligandit muodostavat kaaren molekyylin keskuksen ympärille. Alla on kuva $[CoCl_3(NH_3)_3]$ -kompleksin fac- (vasemmalla) ja mer-isomeeristä (oikealla).

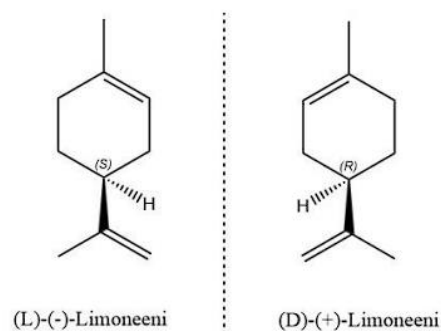


Stereoisomeerien viimeinen alaluokka on optiset isomeerit, eli enantiomeerit, jotka nimensä mukaisesti ovat molekyylien rakenteita, joiden optiset ominaisuudet poikkeavat toisistaan. Enantiomeerit ovat toistensa peilikuvia ja niissä on vähintään yksi kiraalinen eli asymmetrinen atomi, joka kiertää valoa joko oikealle tai vasemmalle. Jos molekyyli kääntää valoa vasemmalle lisätään sen nimen eteen (-) ja jos molekyyli kääntää valoa oikealle lisätään nimen eteen (+). Usein optisesti aktiiviset molekyylit esiintyvät raseemisina seoksina eli seoksina, jotka sisältävät kumpaakin enantiomeeriä. Jos raseeminen seos sisältää yhtä paljon vasemmalle kuin oikealle polarisoivaa isomeriaa, ei seos ole optisesti aktiivinen. Kiraalisen atomin rakennetta voidaan kuvata myös R/S- ja

D/L-etuliitteillä, jotka kertovat tarkemmin miten kiraaliseen atomiin sitoutuneet ryhmät asettuvat toisiinsa nähden.

Rakenneisomeerien kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet ovat yleensä hyvin erilaisia. Stereoisomeerien fysikaaliset ominaisuudet ovat samat tai ainakin lähes samat. Poikkeuksia ovat enantiomeerit, joilla on erilaiset optiset ominaisuudet. Stereoisomeerien kemialliset ominaisuudet voivat erota paljonkin, etenkin silloin kun stereoisomeerit reagoivat muiden stereoisomeerien kanssa. Biologiset molekyylit sisältävät usein kiraalisia atomeja ja niiden reaktiivisilla rakenteilla on tietty geometria, joihin vain tietyntyyppiset molekyylit sopivat. Siksi stereoisomeerien biologinen reaktiivisuus ja aktiivisuus on usein täysin eri. Tämän takia isomeereilla voi esimerkiksi olla eri tuoksut.

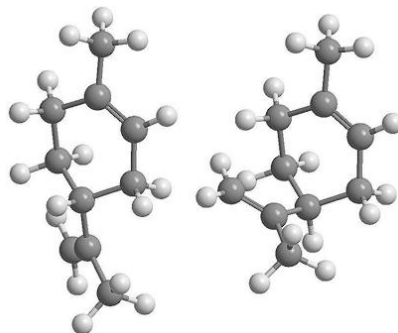
Yksi eniten tuotetuista eteerisistä öljyistä on limoneeni, jota esiintyy useissa puulajikkeissa ja sitrushedelmissä. Limoneenia voidaan eristää sitrushedelmistä esimerkiksi höyrytislaamalla esimerkiksi sitruunan kuorijätetettä. Limoneeni esiintyy kahtena enantiomeerinä (katso enantiomeerien rakenteet alla olevista kuvista). Luonnossa yhdiste esiintyy raseemisena seoksena, joskin D-limoneeni on selvästi yleisempi. Sen lisäksi että limoneenin enantiomeereilla on erilaiset optiset ominaisuudet, niillä on myös erilaiset tuoksut. D-limoneeni tuoksuu appelsiineilta, kun taas L-limoneenilla on pistävämpi terpentiinin- tai männynkaltainen haju. L-limoneeni yhdistetään pistävämmän hajun takia usein sitruunan tuoksuun, joskin sitruunoissa on, kuten appelsiineissa, enemmän D-enantiomeeriä kuin L-enantiomeeriä. Ero hedelmien hajuissa johtuu epäpuhtauksista niiden eteerisissä öljyissä. Limoneenia käytetään muiden eteeristen öljyjen tavoin lisäaineena elintarvikkeissa ja lääkkeissä, sekä hajusteena kosmetiikassa ja pesuaineissa. Sitä käytetään myös liuottimena ja lähtöaineena erilaisissa kemiallisissa reaktioissa.



Kestävän kemian periaatteet ohjaavat meitä kohti ympäristöystävällisiä ja resurssitehokkaita kemian käytäntöjä. Limoneeni on sitrusöljyjen tärkeä komponentti, ja sen tuotannossa ja käytössä voidaan pyrkiä vähentämään ympäristövaikutuksia.

Limoneeniä löytyy luonnosta, erityisesti sitrushedelmistä, ja se on tärkeä raaka-aine monille tuotteille, kuten tuoksuille ja puhdistusaineille. Laboratoriotyössä käsitellään limoneenin eristämistä höyrytislaamalla. Kestävän kemian periaatteet voivat kannustaa meitä valitsemaan raaka-aineita ja valmistusmenetelmiä, jotka vähentävät ympäristökuormitusta.

Tislausprosessissa voi olla mahdollista käyttää energiatehokkaita menetelmiä ja vähentää haitallisten sivutuotteiden muodostumista. Lisäksi voimme pohtia, miten kemialliset jätteet ja sivutuotteet käsitellään kestäväällä tavalla. Tämä voi sisältää kierrätyksen tai turvallisen hävittämisen varmistamisen.



Kertaavat kysymykset

Miltä tuote näyttää?

Tuote, eli limoneeni, on väritön tai vaalean keltainen öljy.

Miksi limoneeni jää omaksi faasiksi vesifaasin yläpuolelle?

Koska limoneeni ei liukene veteen ja sen tiheys on veden tiheyttä pienempi, jää se omaksi kerrokseksi veden päälle.

Ohjaa kädellä tuotteen höyryä kasvojasi kohti. Älä hengitä tuotetta suoraan koeputkesta!

Miltä tuote tuoksuu? Vertaa appelsiinista uutetun limoneenin tuoksua sitruunasta uutetun limoneenin tuoksuun. Onko tuoksussa eroa?

Appelsiinit ja sitruunat sisältävät eniten D-limoneenia, joka tuoksuu appelsiinilta. Sitruunasta uutettu limoneeni voi tuoksua “sitruunaisemmalta” koska öljyyn on liuennut myös muita yhdisteitä, jotka vaikuttavat yhdisteen tuoksuun.

Kirjallisuuden mukaan limoneeni-vesihöyry tislautuu 98 Celsius-asteessa. Missä lämpötilassa sinun tuotteesi tislautui? Miten sinun tuloksesi suhtautuu kirjallisuusarvoon?

Aineiden tislauslämpötilaa (kiehumispiste) voidaan käyttää niiden tunnistamiseen. Jos tuote tislautuu noin 98 Celsius asteessa, voidaan olla melko varmoja siitä, että tuote on limoneeni.

Mihin tuotetta voisi käyttää?

Höyrytislauksessa saatu tuote ei vielä ole käyttökelpoista, vaan se täytyy vielä puhdistaa.

Puhdistuksen jälkeen tuotetta voisi käyttää esimerkiksi hajusteena kosmetiikassa tai lähtöaineena kemiallisessa reaktiossa.

Miksi tislauksessa käytetään öljyhaudetta vesihauteen sijaan?

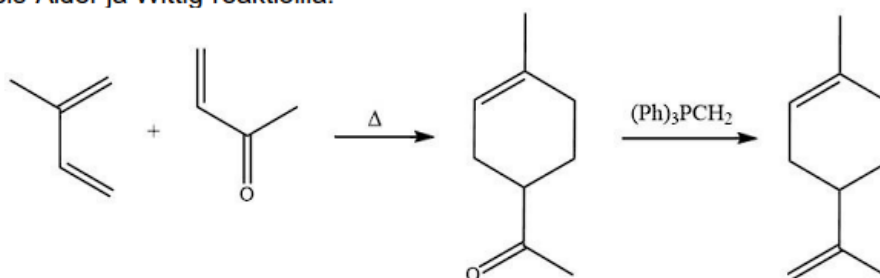
Koska tislattava neste on suurelta osin vettä, ei vesihauteen lämpötila (korkeintaan 100 Celsius astetta) riitä nesteen höyryttämiseen. Öljyhauteen voi lämmittää yli 100 asteiseksi, joten se soveltuu paremmin lämmönlähteeksi höyrytislaukseen.

Limoneenia voidaan valmistaa myös synteettisesti muun muassa alla olevalla reaktiolla.

Alla on myös höyrytislauksen tiedot. Vertaa työssä tehtyä tislausta synteettiseen menetelmään.

Kumpi menetelmä on mielestäsi parempi? Perustele vastauksesi.

Synteesi Diels-Alder ja Wittig-reaktioilla:



Reaktioon tarvitaan isopreenia, metyyli vinyylketonia, (Ph)₃PCH₂:ta ja orgaanisia liuottimia, jotka kaikki ovat terveydelle haitallisia yhdisteitä.

Reaktioaika: 2 h

Saanto: >90 %, raseeminen seos

Höyrytislamalla:

Appelsiineja → Limoneeni-vesiliuos → Limoneeni

Limoneenin eristämiseen tarvitaan appelsiineja, vettä ja orgaaninen liuotin.

Aika: 2–3 h

Saanto: noin 2 %, lähes pelkästään D-Limoneenia

Synteettisessä menetelmässä joutuu käyttämään enemmän terveydelle haitallisia orgaanisia yhdisteitä, kun taas höyrytislauksessa lähtöaineet ovat turvallisia, joten terveyden näkökulmasta olisi parempi hankkia limoneenia höyrytislamalla. Synteettisen menetelmän saanto on huomattavasti höyrytislauksen saantoa suurempi, mikä tekee synteettisestä menetelmästä kannattavamman silloin kun limoneenia tarvitaan suuria määriä. Höyrytislamalla saadaan lähes puhdas tuote (D-limoneeni), joten menetelmä on parempi silloin kun halutaan vain D-limoneenia. Synteettisesti valmistettu limoneeni voidaan myös erottaa sen kahdeksi enantiomeeriksi, mutta se on hieman työlästä kromatografialla. Jos tarvitaan L-limoneenia on käytettävä synteettistä limoneenia, koska luonnossa L-enantiomeeria ei juurikaan esiinny.

Aspiriini

Kohderyhmä: Työ soveltuu parhaiten lukion kemian ensimmäiselle kurssille KE1. Jos työhön liitetään mallinnus, soveltuu se myös kurssille KE3. Lisäksi työ voidaan tehdä kurssin KE4 yhteydessä.

OPS-yhteys:

KE1: Kemia ja minä

- Hiilihydraatit: Hiilihydraattien ominaisuudet ja rooli elintarvikkeissa, kuten sokerit ja tärkkelys.
- Tärkkelys: Tärkkelyksen ominaisuudet, esiintyminen ja merkitys elintarvikkeissa.
- Biomuovi: Polymeerit, jotka ovat peräisin biologisista lähteistä ja niiden käyttö biomateriaaleina.

KE3: Molekyylit ja mallit

- Funktionaalinen ryhmä: Orgaanisten yhdisteiden funktionaalisten ryhmien tunnistaminen ja ominaisuudet.

KE4: Kemiallinen reaktio

- Katalyytti: Katalyyysin toiminta ja merkitys kemiallisissa reaktioissa.

Ennakkotehtävät

Mitä funktionaalisia ryhmiä tunnistat salisyylihaposta? Entä aspiriinista?

Salisyylihappo: fenoli-, hydroksyyli- ja karboksyyli-ryhmä.

Aspiriini: fenoli-, karboksyyli- ja esteriryhmä.

Minkälainen yhdiste on esteri?

Alkoholin hydroksyyli-ryhmän ja karboksyylihapon karboksyyli-ryhmän välisen sidoksen muodostumisreaktion tuote. Reaktiotyypiltä esteröinti on kondensaatioreaktio. Esterisidoksessa on happisilta ja karboksyylihapon puoleisella ensimmäisellä hiilellä on karbonyyli-ryhmä.

Mikä on katalyytti?

Katalyytti on reaktiota kiihdyttävä yhdiste. Se ei kuitenkaan itse kulu reaktiossa.

Kuinka etikkahapon anhydridiä voisi valmistaa ja millä nimellä reaktiotyyppiä kutsutaan?

Kahden etikkahapon välisestä reaktiosta, jossa ne liittyvät toisiinsa happisillalla. Reaktiossa lohkeaa vettä.

Miksi tässä esterisynteessissä käytetään happoanhydridia totutun etikkahapon sijaan?

Happoanhydridi on tässä tapauksessa etikkahappoa reaktiivisempi ja aspiriinin saanto on näin ollen huomattavasti suurempi. Näillä olosuhteilla etikkahapolla saanto olisi mitätön.

Tausta

Tämä orgaanisen kemian synteesi on esimerkki esteröinnistä, jossa lähtöaineista muodostuu esterä kemiallisessa reaktiossa. Esteri muodostuu, kun alkoholi reagoi karboksyylihapon kanssa muodostaen esterin, reaktiota katalysoidaan lisätyllä vahvalla hapolla. Menetelmä tunnetaan myös Fischer-Speier esteröintinä. Aspiriinin valmistus eroaa tavanomaisesta esteröinnistä, niin että alkoholin sijaan käytetään fenolista yhdistettä eli salisyylihappoa, ja karboksyylihapon sijaan käytetään reaktiivisempaa karboksyylihapon happoanhydridiä, etikkahappoanhydridiä. Reaktiota nopeutetaan käyttämällä epäorgaanista rikkihappoa katalyyttinä.

Kestävän kemian periaatteet kannustavat meitä harkitsemaan ympäristöystävällisiä ja kestäviä vaihtoehtoja kemiallisissa reaktioissa ja tuotteiden valmistuksessa. Esimerkiksi voimme miettiä, miten kemikaalien käyttöä ja hävittämistä voidaan minimoida, jotta ympäristövaikutukset olisivat mahdollisimman vähäiset. Lisäksi voimme tutkia uusiutuvien raaka-aineiden käyttöä aspiriinin valmistuksessa, mikä voi vähentää riippuvuutta fossiilisista resursseista. Tämä työ tarjoaa mahdollisuuden keskustella myös turvallisesta käytöstä ja annostelusta, mikä on olennainen osa kestävästä kemian käytäntöä. Kestävän kemian näkökulma auttaa meitä ymmärtämään, miten voimme edistää terveyttä ja ympäristön hyvinvointia kemiallisten tuotteiden valmistuksessa ja käytössä.

Kertaavat kysymykset

Miksi magneettisekoittaja "jämähti" synteessin puolivälissä?

Syntyvä aspiriini on koostumukseltaan erilaista kuin salisyylihappo.

Arvioi tuotteesi puhtautta. Voisiko sitä käyttää jo lääkkeenä?

Tuote täytyisi puhdistaa huomattavasti paremmin etikkahaposta (tunnistaa hajusta)

Kuinka monta lääkeannosta tuotteestasi voisi valmistaa? Selvitä tavanomainen annostus ja laske määrä.

Lasketaan kuinka monta kokonaista pilleriä aspiriinin saannosta voisi valmistaa jakamalla saanto

annostuksella. Annostus voi vaihdella lähteestä ja lääketuotteesta riippuen.

Mitä muita särky/kipulääkkeitä tiedät? Ota selvää niiden vaikuttavista ainesosista.

Esimerkiksi: Burana – Ibuprofeini, Panadol – Parasetamoli, Ketomax – Ketoprofeini...

Mahamysteeri

Kohderyhmä: Lukioon kursseille KE1 sekä KE4.

OPS Yhteys:

KE1: Kemia ja minä

- Rasvat: Rasvojen ominaisuudet ja käyttö elintarvikkeissa, kuten ruoanlaitossa ja leivonnassa.
- Proteiinit: Proteiinien ominaisuudet, esiintyminen ja merkitys eliöiden rakenteessa ja toiminnassa.
- Hiilihydraatit: Hiilihydraattien ominaisuudet ja niiden rooli energianlähteenä.
- Tärkkelys: Tärkkelyksen ominaisuudet, esiintyminen ja merkitys elintarvikkeissa.

KE4: Kemiallinen reaktio

- Osoitusreaktio: Kemiallinen reaktio, jossa tietyn aineen läsnäolo tai ominaisuus osoitetaan käyttämällä sopivia reagensseja tai aineita.

Ennakkotehtävät:

Nautit päivittäin tärkkelystä, proteiineja, sokereita ja rasvoja sisältäviä ruoka-aineita. Oletko koskaan pohtinut, miten voidaan selvittää sisältääkö ruoka hiilihydraatteja, rasvoja tai valkuaisaineita?

[Osoitusreaktioilla, maulla.](#)

Tausta:

Kategoria	Tärkkelys	Proteiini	Sokeri	Rasva	Hiilihydraatit
Ruoka-aine #1	Peruna	Tofu	Hedelmäsalaatti	Avokado	Pasta (vegaani)
Ruoka-aine #2	Riisi	Kana	Suklaakakku	Voitaikina	Leipä

Hiilihydraatit ovat elimistömme pääasiallinen ravinnonlähde ja nykyisten suositusten mukaan niitä olisi saatava päivittäin energiasta 50–60 %. Elimistö kykenee vapauttamaan niistä energiaa nopeasti. Hiilihydraatteja tarvitaan elimistössä kasvuun, lihastyöhön, lämmön ylläpitämiseen, aineenvaihduntaan sekä hermoston ja elinten toimintaan. Hiilihydraatit ovat orgaanisia yhdisteitä. Niitä ovat sokerit, tärkkelys ja selluloosa. Hiilihydraatit luokitellaan sokeriyksiköiden mukaan. Hiilihydraattien varastomuoto on eläimissä glykogeeni ja kasveissa tärkkelys.

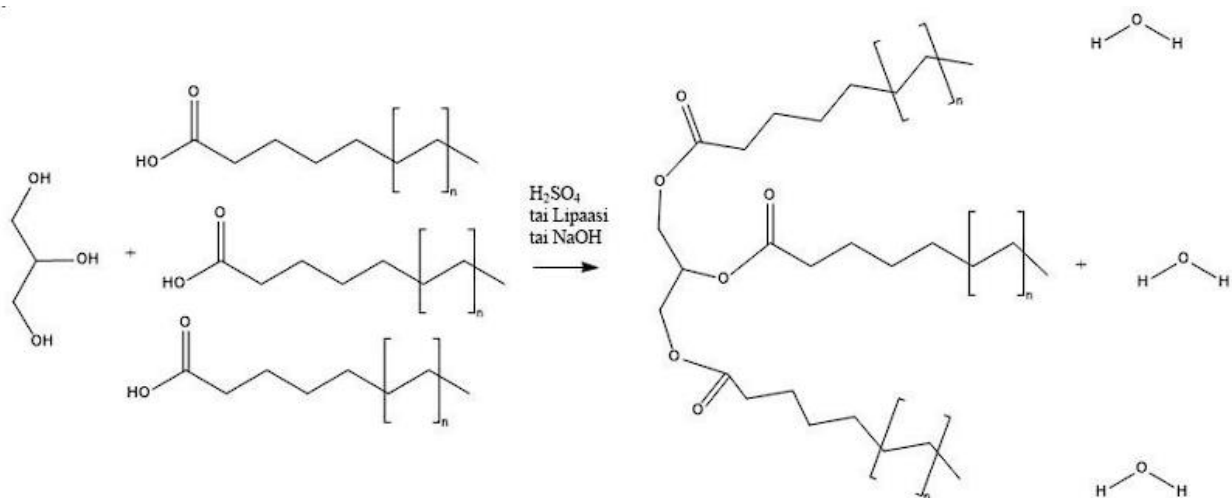
Hiilihydraatteja sisältävät leipä, leivontatuotteet, hedelmät, marjat, peruna, maitotuotteet ja makeiset.

Proteiinit ovat solujen rakennusaineita, jotka vastaavat suurimmasta osasta solujen tehtävistä. Niitä on saatava ruoasta lihasmassan ylläpitämiseksi ja puutostautien välttämiseksi. Proteiineja tarvitaan elimistön toimintaa säätelevien entsyymien ja hormonien raaka-aineeksi, elimistön kuljetustehtävissä, kudosten uusiutumisessa ja muodostumisessa. Ne toimivat elimistömme puolustusjärjestelmän vasta-aineina. Proteiinit koostuvat aminohappoketjuista. Lähes kaikilla tunnetuilla eliöillä proteiineja muodostavat samat 20 aminohappoa.

Eniten proteiineja sisältävät juusto, kala, palkokasvit, liha, kana, kananmunat, pähkinät, maito ja maitotuotteet.

Rasvoja tarvitaan solujen rakennusaineiksi ja energiantuottoon. Rasvan mukana saadaan vitamiineja (K, A, D, E) ja välttämättömiä rasvahappoja. Rasvan saantisuositus on 25–35 %, joista 2/3 osaa tulisi olla pehmeää rasvaa.

Rasvat ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka muodostuvat pitkäketjuisten karboksyylihappojen esteröityessä glyserolin kanssa. Niitä esiintyy kasveissa ja eläimissä.



Yllä olevassa kuvassa on esitetty esterin muodostuminen kondensaatioreaktiolla (vettä tiivistyy reaktioympäristöön). Reaktio voidaan katalysoida vahvalla hapolla, vahvalla emäksellä tai

entsyymillä nimeltä lipaasi (joka normaalisti hajottaa esterisidoksia, mutta tietyissä olosuhteissa muodostaa niitä).

Rasvaa saadaan ruoasta piilorasvana ja näkyvänä rasvana. Piilorasvaa on esimerkiksi lihasta, vilja- ja leivontatuotteista sekä maitotuotteista, kuten juustosta.

Kestävän kemian näkökulma on erittäin relevantti myös ruoka-asioissa, sillä ruoan tuotanto, kulutus ja hävittäminen ovat merkittäviä ympäristövaikutusten lähteitä. Tämä teema yhdistää luontevasti ruokatutkimuksen ja kestävän kemian periaatteet, tarjoten arvokkaita näkökulmia ruokailutottumuksien ja -valintojen ympäristövaikutusten ymmärtämiseen. Kestävä kemian ajattelutapa käsittää myös ruoan kulutuksen vaikutukset. Se kannustaa pohtimaan lihansyönnin vaikutuksia ympäristöön, sillä lihantuotanto liittyy suuriin kasvihuonekaasupäästöihin ja maa-alueiden ylikulutukseen. Kestävästi suunniteltu ruokavalio voi sisältää enemmän kasvipohjaisia proteiininlähteitä, kuten palkokasveja, mikä edistää ympäristön kestävyyttä.

Kertaavat kysymykset

Mitä ravintoaineita maha sisälsi?

Rasvaa, proteiineja, sokeria ja tärkkelystä.

Mitä ruokaa Matti oli siis syönyt? Selitä myös mitä muut ruoat sisältävät, kun vaihtoehtoina ovat sokerit, tärkkelys, proteiinit ja rasvat.

Ruoka-aineiden sisältö ravintoaineiden suhteen:

Kermakakku sisältää: Rasvaa, proteiinia, sokeria, tärkkelystä

Kana sisältää: Rasvaa, proteiinia

Hunaja sisältää: Sokeria

Mineraalivesi ei sisällä mitään tutkittavista ravintoaineista.

Täten Matti oli syönyt kermakakkua.

Mihin muuhun osoitusreaktioita voitaisiin hyödyntää?

Onko kaikkien proteiinien osoitusreaktiot samanlaisia, osoitusreaktiot toimivat elintarvikkeiden laadunvalvonnassa ja bioanalytiikassa.

Viruslaboratorio

Kohderyhmä: Lukiossa kursseilla KE2 sekä KE4.

OPS yhteys:

KE2: Kemia ja kestävä tulevaisuus

- Molekyyli gastronomia: Elintarvikkeiden kemiallinen rakenne ja ominaisuudet, mukaan lukien molekyyli gastronomiaan liittyvät näkökohdat.
- Hiilijalanjälki: Ympäristövaikutusten arviointi ja hiilijalanjäljen laskeminen kemiallisten prosessien ja tuotteiden osalta.
- Typpi: Typpiyhdisteet, niiden ominaisuudet ja merkitys elinympäristössä.
- Olomuodonmuutokset: Aineen eri olomuotojen (kiinteä, neste, kaasu) ominaisuudet ja niihin liittyvät muutokset.

KE4: Kemiallinen reaktio

- COVID-19: Orgaanisen kemian näkökulma virusrakenteeseen ja reaktiomekanismeihin.
- ELISA-menetelmä: Kokeelliset menetelmät ja reaktiot, mukaan lukien ELISA (entsyymiin liittyvä immunosorbenttiassay) orgaanisen kemian näkökulmasta.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Käytä apunasi Internetiä!

Mitä tarkoittaa antigeeni, vasta-aine, entsyymi ja substraatti?

Antigeeni on molekyyli, joka saa aikaan elimistössä immuunivasteen.

Vasta-aine on valkuaisaine, eli proteiini, jonka immuunijärjestelmä tuottaa tietyn antigeenin havaittua.

Entsyymi on valkuaisaine, joka toimii elimistön katalyyttinä, eli nopeuttaa elimistössä tapahtuvia reaktioita. Entsyymit ovat spesifejä, eli tietty entsyymi pystyy nopeuttamaan vain tiettyä reaktiota.

Substraatti on aine/molekyyli, jonka reaktiota entsyymi nopeuttaa. Muodostuu entsyymi-substraatti-kompleksi, jonka vuoksi sitoutunut substraatti muuttuu toiseksi aineeksi.

Mikä on ELISA-menetelmä?

ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) eli entsyymivälitteinen immunosorbenttimääritys. Menetelmää käytetään selvitystyössä, sisältääkö näyte tiettyä immunologista ainetta.

Mitä viruksia ELISA-menetelmällä voidaan tutkia?

HIV-1 (ihmisen immuunikatovirus), HTLV-1 (human T-cell leucemia), adenovirus, sytomegalovirus, FIV (kissan immuunipuutos), lintuinfluenssa ja koronaviruksia.

Voidaanko ELISA-menetelmällä tutkia muita kuin virustartuntoja?

Kyllä, voidaan tutkia, esiintyykö elimistössä esimerkiksi autoimmuunisairauksia, sydänmerkkiaineita, syövän merkkiaineita, ruoansulatuskanavan sairauksia, immunologiaa, hormoni merkkiaineita, lääkkeitä, kemikaaleja, ruoan turvallisuutta, myrkyjä jne.

Nimeä TMB:n funktionaaliset ryhmät.

TMB:ssä on kaksi bentseenirengasta, neljä metyyliiryhmää ja kaksi aminoryhmää.

Mitä kompleksit ovat?

Kompleksit ovat molekyyliä, jotka koostuvat keskusatomista tai -ionista ja sen ympärillä olevista molekyyleistä, ioneista tai atomeista.

Selitä, mitä orgaanisten yhdisteiden hapettuminen ja pelkistyminen tarkoittaa?

Orgaanisen yhdisteen hapettuminen on reaktio, jossa vähenee vety- ja/tai lisääntyy happiatomi. TMB:n hapettuessa molekyylistä vähenee kaksi vetyatomia. Käänteinen reaktio on pelkistysreaktio. Hapettimena voi toimia esimerkiksi happi, kaliumpermanganaattiliuos tai kaliumdikromaattiliuos. Aina, kun yksi aine hapettuu, toisen aineen pitää pelkistyä. Hapetin on aine, joka reaktion aikana pelkistyy ja pelkistin on aine, joka reaktion aikana hapettuu.

Täytä puuttuvat sanat tekstin joukkoon:

Terveen potilaan ELISA-testin viimeisessä vaiheessa liuoksen väri on *väritön* ja sairaan potilaan *sininen*. Terveen potilaan nenäsivelynäytteestä puuttuu *antigeeni*, minkä vuoksi *primäärinen vasta-aine* ei pysty kiinnittymään kennoihin. Sen vuoksi myöskään *sekundaarinen vasta-aine* ja *substraatti* eivät reagoi keskenään työn viimeisessä vaiheessa ja väri *ei* muutu/muuttuu. Sairaan potilaan näytteessä on *antigeeniä* mikä kiinnittyy ensimmäisenä kennoihin. Edelliseen kiinnittyy *primäärinen vasta-aine* ja tähän *sekundaarinen vasta-aine*. Viimeiseksi lisätty *substraatti* reagoi tai on reagoimatta, ja tästä saamme selville ELISA-testin tuloksen.

Tausta

ELISA-menetelmä on nopea ja helppo tapa saada selville, onko joku tietty viruksen läsnäoloon viittaava proteiini tutkittavassa näytteessä. Nopeus ja helppous tulee esille siinä, ettei näytettä tarvitse pilkkoa geelielektroforeesia varten, vaan menetelmä perustuu proteiinien ominaisuuteen sitoutua helposti muovipintaan.

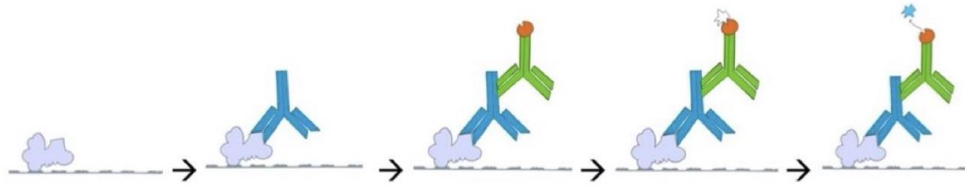
ELISA-menetelmiä on erilaisia, riippuen onko näytteessä viruksen antigeeniä vai vasta-ainetta. Tässä tapauksessa viruksemme vastaa koronavirusta, ja sen mahdollisuutta voidaan tutkia verikokeen tai nenänielunäytteen avulla. Verikokeessa tutkitaan sisältääkö veren seerumi koronaviruksen vasta-aineita ja nenänielunäytteestä tutkitaan suoraan viruksen antigeeniä. Tässä työssä tutkitaan COVID-19-viruksen antigeenin läsnäoloa nenänielunäytteessä. Työssä viruksen antigeeni kiinnittyy muovisiin kennoihin, jos potilaalla on koronavirustartunta. Antigeeni kiinnittyy muovisiin kennoihin automaattisesti, kun kennot ovat valmistettu oikeanlaisesta muovista. Kiinnityksen jälkeen kennot huudellaan niin, että vain kiinnittyneet antigeenit jäävät kennoon.

Kennoihin lisätään seuraavaksi koronaviruksen vasta-ainetta. Mikäli potilaan nenänielunäytteenäytteessä oli antigeeniä, vasta-aineet sitoutuvat kennoissa kiinnittyneisiin antigeeneihin eikovalenttisilla sidoksilla. Ei-kovalenttisiin sidoksiin kuuluvat esimerkiksi Van der Waalsin voima ja vetysidokset. Kennojen sisältö huuhdellaan ja kennoihin jää jäljelle antigeeni-vasta-ainekompleksi tai kennot jäävät tyhjäksi, mikäli potilaan näyte ei sisällä COVID-19 antigeeniä.

Tarvitaan vielä toista vasta-ainetta, että saadaan selville sisältääkö seerumi viruksen vasta-ainetta. Toinen vasta-aine on nimeltään ilmaisain vasta-aine tai sekundäärinen vasta-aine. Ilmaisain vasta-aineella on kyky ilmaista, mikäli antigeeni-vasta-ainekompleksi löytyy kennoista. Ilmaisain vasta-aine sitoutuu viruksen vasta-aineeseen, mikäli sellainen löytyy kennosta. Jälleen kennot huudellaan, jotta kennoihin jää jäljelle vain kiinnittyneet molekyylit/kompleksit.

Ilmaisain vasta-aineeseen on liitetty piparjuuriperoksidaasi entsyymi, johon ilmaisu perustuu. Viimeiseksi kennoihin lisätään TMB substraattia, eli yhdistettä, jonka ilmaisain vasta-aineeseen liitetty entsyymi voi muuttaa. Tässä työssä entsyymi muuttaa substraatin niin, että liuoksen väri muuttuu siniseksi.

Työssä aina ensimmäisenä kiinnitetään antigeenit kennoihin. Kiinnittymätön antigeeni huuhdellaan pois ja tämän jälkeen lisätään vasta-ainetta. Mikäli sivelynäytteessä on viruksen antigeeniä, sitoutuvat vasta-aineet antigeeneihin. Tapahtuu huuhtelu ja ilmaisain-vasta-ainetta lisätään. Ilmaisain-vasta-aineet sitoutuvat antigeeni-vasta-aine-kompleksiin. Tapahtuu huuhtelu ja kennoihin lisätään substraattia. Koska kennoihin on muodostunut antigeeni-vasta-aine-ilmaisain vasta-ainekompleksi, substraatti muuttuu nesteessä ja nesteen väri vaihtuu siniseksi.



Kuva 1. kuvaa mitä vaiheita ELISA-menetelmässä tapahtuu, mikäli näytteessä on läsnä koronaviruksen antigeeniä. Kuvassa liila = antigeeni, sininen = primäärinen vasta-aine, vihreä = sekundaarinen vasta-aine, oranssi = entsyymi, valkoinen = lisätty substraatti

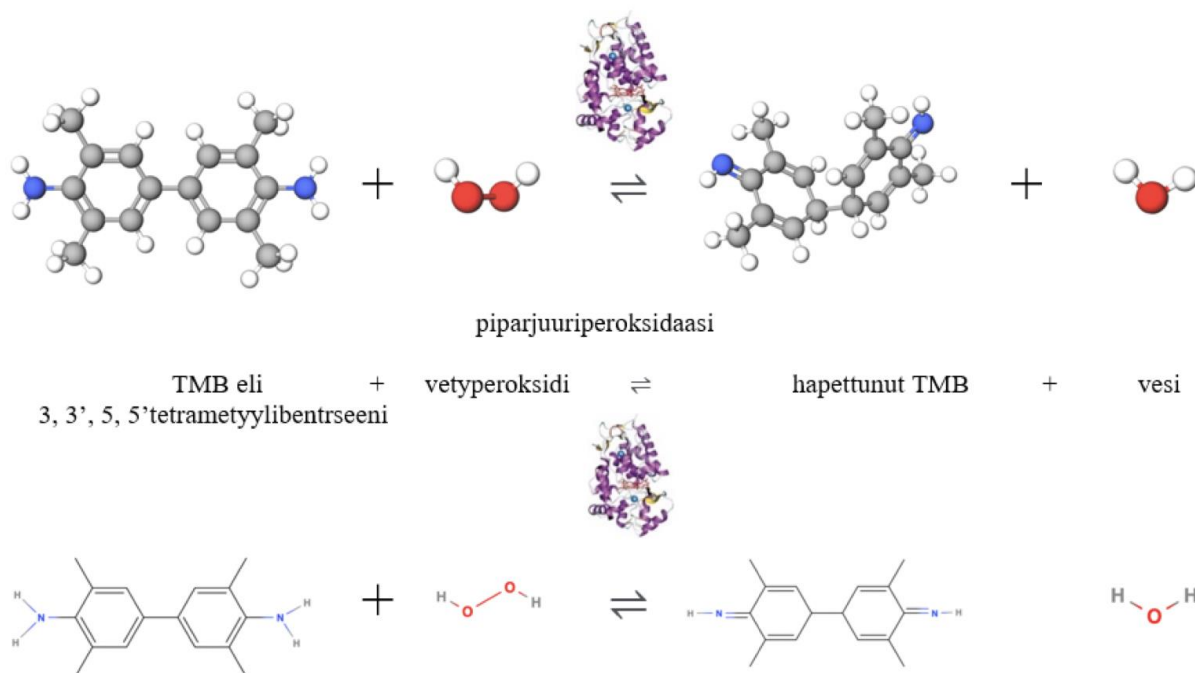
Mikäli kyseessä on potilas, jolla ei ole COVID-19-tartuntaa, kennoihin ei kiinnity ollenkaan antigeeniä. Kennot huuhdellaan ja tämän jälkeen lisätään vasta-ainetta. Koska sivelynäytteessä ei ole viruksen antigeeniä, ei vasta-aine pysty sitoutumaan mihinkään kiinni. Tapahtuu huuhtelu ja ilmaisin vasta-ainetta lisätään. Ilmaisिन vasta-aineet eivät pysty sitoutumaan mihinkään, koska antigeeni-vasta-ainekompleksi puuttuu. Tapahtuu huuhtelu ja kennoihin lisätään substraattia. Koska kennoihin ei ole muodostunut antigeeni-vasta-aine-ilmaisिन vasta-ainekompleksia, mikään ei ole muuttamassa substraattia nesteessä ja nesteen väri ei muutu.



Kuva 2. kuvaa mitä vaiheita ELISA-menetelmässä tapahtuu, mikäli näytteessä ei ole läsnä koronaviruksen antigeeniä. Kuvassa sininen = primäärinen vasta-aine, vihreä = sekundaarinen vasta-aine, oranssi = entsyymi, valkoinen = lisätty substraatti

ELISA-menetelmää käytetään sekä virologian kokeellisessa että diagnostisessa työssä. Menetelmä on erittäin herkkä, joka pystyy havaitsemaan proteiinit picomolaarisella (10^{-12} M) – nanomolaarisella (10^{-9} M) alueella. ELISA-menetelmä on käytetyin tutkimusmuoto monien vierasperäisten tautien diagnosoinnissa, kuten HIV-1 (ihmisen immuunikatovirus), HTLV-1 (human T-cell leukemia), adenovirus ja sytomegalovirus.

Piparjuuriperoksidaasi entsyymin ja TMB substraatin välinen reaktioyhtälö:



Virusnäytteiden käsittelyssä ja kestävässä kemiassa on useita yhtymäkohtia, erityisesti, kun pyritään vähentämään ympäristövaikutuksia, turvaamaan työntekijöiden terveys ja parantamaan laboratoriotyön tehokkuutta ja turvallisuutta.

Kun pyritään vähentämään haitallisten kemikaalien käyttöä ja edistämään ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja, voidaan minimoida haitalliset ympäristövaikutukset. Kestävässä lähestymistavassa pyritään minimoimaan jätteen määrä ja edistämään kierrätystä sekä turvallista hävittämistä. On myös tärkeää ylläpitää hyvää tietotasoa ja koulutusta jätteidenkäsittelystä, jotta niin laboratoriotyöntekijät kuin tutkijatkin ymmärtävät paremmin, miten valinnat ja toimintatavat vaikuttavat ympäristöön ja terveyteen.

Tarvikkeet

Reagenssit

- 100 ml 10 x PBS (Phosphate Buffer Saline)
- 4,5 ml 10 % Tween 20
- 990 ml tislattua tai ionivaihdettua vettä
- 1,5 ml TMB (HRP-entsyymin substraatti)
- antigeeni (Antigen Chicken Gamma-Globulin 25 µg, Lyophilized)
- primäärinen vasta-aine (Primary Antibody Rabbit Anti- Chicken, Lyophilized)

- sekundaarinen vasta-aine (Secondary Antibody Goat Anti-Rabbit Antibody-HRP, Lyophilized)

HUOM! SÄILYTÄ ANTIGEENI- JA VASTA-AINELIUOKSET SEKÄ HRP (ENTSYYMIN SUBSTRAATTI) JÄÄKAAPISSA. HRP PITÄÄ SUOJATA MYÖS VALOLTA!

Välineet

- 12-kennoinen mikrokennolevy
- pipettejä
- Finnpiipetti 20–200 ml
- 2 lasisauvaa
- ittalaseja 100–1000 ml
- Keitinlaseja
- 3 kpl 50 ml lasisia mittapulloja
- 6 kpl erivärisiä pieniä näyteputkia
- tussi näytteiden merkitsemistä varten

Työohje

OPETTAJAN ESIVALMISTELUT:

1. Valmista puskuriliuokset. Voit käyttää mittalasias mittauksiin.

- 1 x PBS, 100 ml
 - Mittaa mittalasilla 90 ml tislattua vettä ja lisää se keitinlasiin
 - Mittaa myös 10 ml 10 x PBS –liuosta mittalasilla ja lisää myös se samaan keitinlasiin
 - Sekoita lasisauvaa apuna käyttäen.
- Pesuliuos 900 ml
 - Mittaa Finnpiipetillä 4,5 ml 10 % Tween 20 –liuosta ja lisää se keitinlasiin
 - Mittaa mittalasilla 90 ml 10 x PBS –liuosta ja lisää se myös keitinlasiin.
 - Mittaa isolla mittalasilla 805 ml tislattua vettä ja lisää se keitinlasiin.
 - Sekoita lasisauvalla.

2. Valmistele antigeeni, primäärinen vasta-aine ja sekundäärinen vasta-aine.

- Poista varovaisesti stopperit reagenssien purkkien päältä ja lisää jokaiseen purkkiin 0,5 ml valmistamaasi 1 x PBS –puskuriliuosta. Voit käyttää muovista kertakäyttöistä pipettiä, joita on tullut paketin mukana.
HUOM! ÄLÄ KÄYTÄ PESUPUSKURIA TÄSSÄ VAIHEESSA!
- Sulje stopperit ja ravistele.

3. Laimennetaan valmistettuja antigeeni-, primäärinen vasta-aine sekä sekundäärinen vasta-aine – liuoksia 50 ml pulloihin. (HUOM! Liuoksen tilavuudeksi tulee 25ml)

- 1 x puhdistettu antigeeni
- ÄLÄ KÄYTÄ MITÄÄN, MIKÄ SISÄLTÄÄ TWEEN 20*
- Mittaa kohdassa 2 avatusta purkista 0,5 ml antigeeniliuosta Finnpiipetillä ja lisää se 50 ml pulloon. (Siirrä siis 2. kohdassa liuotettu antigeeni mittapulloon)
 - Mittaa mittalasilla 24,5 ml 1 x PBS –liuosta

- c. Ota pipetillä osa mittaamastasi 1 x PBS –liuoksesta ja huuhtelee antigeenin purkkia useampi kerta pulloon. Kaada myös huuhtelun jälkeen ylijäänyt 1xPBS liuos mittapulloon.
- d. Sulje ja sekoita.
- 1 x seerumi
 - a. Mittaa kohdassa 2 avatusta purkista 0,5 ml primääristä vasta-ainetta FinnpiPETellä ja lisää se 50 ml pulloon. (Siirrä siis 2. kohdassa liuotettu primäärinen vasta-aine mittapulloon)
 - b. Mittaa mittalasilla 24,5 ml pesuliuosta
 - c. Ota pipetillä osa mittaamastasi pesuliuoksesta ja huuhtelee seerumin purkkia useampi kerta pulloon. Kaada myös huuhtelun jälkeen ylijäänyt 1xPBS liuos mittapulloon.
 - d. Sulje ja sekoita.
- 1 x sekundäärinen vasta-aine

HUOM! VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN LIUOS TULEE OLLA VALMISTETTU ENINTÄÄN 24 h ENNEN KÄYTTÖÄ. Käytössä on kuitenkin todettu, että oikein säilytettynä liuos toimii vielä huomattavasti paljon kauemminkin, useita kuukausia.

- a. Mittaa kohdassa 2 avatusta purkista 0,5 ml sekundääristä vasta-ainetta FinnpiPETellä ja lisää se 50 ml pulloon. (Siirrä siis 2. kohdassa liuotettu sekundäärinen vasta-aine mittapulloon)
- b. Mittaa mittalasilla 24,5 ml pesupuskuri
- c. Ota pipetillä osa mittaamastasi pesuliuoksesta ja huuhtelee seerumin purkkia useampi kerta pulloon. Kaada myös huuhtelun jälkeen ylijäänyt 1xPBS liuos mittapulloon.
- d. Sulje ja sekoita.

4. Lisää näytteet pieniin värikkäisiin näyteputkiin pipetoimalla (käytä eri puhtaita pipettejä, ettei näytteet sekoitu)

- Violetti = 0,5 ml positiivinen kontrolli (antigeeni, potilaat A, C, D ja G)
- Sininen = 0,5 ml negatiivinen kontrolli (pesuliuos, potilaat B ja F)
- Keltainen = tutkittavat (lisää joko antigeenia tai pesuliuosta, oppilaat tutkivat kumpi on kyseessä)
- Vihreä = 1,5 ml primaarinen vasta-aine
- Oranssi = 1,5 ml sekundäärinen vasta-aine
- Ruskea = 1,5 ml HRP (entsyymin substraatti)

5. Työvälineet ja kaikki työssä käytettävät reagenssit tulisi jakaa oppilaspäareille valmiiksi paikoilleen, ettei niiden etsiminen vie uuden menetelmän oppimiselta huomiota ja oppilaat pystyvät keskittymään työn käytännön suoritukseen paremmin. Työssä tulee todennäköisesti paljon uusia työvälineitä ja reagensseja, mitkä eivät ole ennestään oppilaille tuttuja. Huomioitavaa myös, ettei yhdellekään ryhmälle sattuisi kaksi koronavirustartunnalle negatiivista potilasta.

OPPILAAN OHJE:

Merkitse näyteputket (ks. kuva).

- Violetti = 0,5 ml positiivinen kontrolli
- Sininen = 0,5 ml negatiivinen kontrolli
- Keltainen = tutkittavat näytteet
- Vihreä = 1,5 ml primäärinen vasta-aine
- Oranssi = 1,5 ml sekundäärinen vasta-aine
- Ruskea = 1,5 ml HRP (entsyymin substraatti)



1. Merkitse kennot: + + + - - - 1 1 1 2 2 2.
2. Lisää positiivisiin kennoihin 50 µl positiivista kontrollinäytettä (VIOLETTI).
3. Lisää negatiivisiin kennoihin 50 µl negatiivista kontrollinäytettä (SININEN).
4. Lisää kennoihin, missä lukee 1, 50 µl ensimmäistä näytettä (KELTAINEN 1).
5. Lisää kennoihin, missä lukee 2, 50 µl toista näytettä (KELTAINEN 2).
6. Odota 5 minuuttia. (Oppilaille on hyvä painottaa odotuksen tärkeyttä.)
7. Kallista ja taputa ylimääräinen, kennoihin kiinnittymätön liuos pois paperille.
8. Pese kennot pesuliuksella täyttämällä jokainen kenno melkein täyteen. Kiinnitä huomiota, etteivät kennojen sisällöt pääse sekoittumaan pesun aikana. Älä siis täytä kennoja liian täyteen. Taputtele kennot tyhjäksi käsipaperille. Älä taputa samaan kohtaan paperia kahta kertaa, ettei näytteet sekoitu. Toista pesu ja taputtelu vielä kerran. (Kannattaa painottaa oppilaille huolellisuutta, ettei tule virheellisiä tuloksia, jos näytteet sekoittuvat.)
9. Lisää primääristä vasta-ainetta (VIHREÄ) pipetillä 50 µl kaikkiin kennoihin.
10. Odota 5 minuuttia.
11. Pese kennot pesuliuksella täyttämällä jokainen kenno melkein täyteen. Kiinnitä huomiota, etteivät kennojen sisällöt pääse sekoittumaan pesun aikana. Älä siis täytä kennoja liian täyteen. Taputtele kennot tyhjäksi käsipaperille. Älä taputa samaan kohtaan paperia kahta kertaa, ettei näytteet sekoitu. Toista pesu ja taputtelu vielä kerran.
12. Lisää sekundääristä vasta-ainetta (ORANSSI) pipetillä 50 µl kaikkiin kennoihin.
13. Odota 5 minuuttia.
14. Pese kennot pesuliuksella täyttämällä jokainen kenno melkein täyteen. Kiinnitä huomiota, etteivät kennojen sisällöt pääse sekoittumaan pesun aikana. Älä siis täytä kennoja liian täyteen. Taputtele kennot tyhjäksi käsipaperille. Älä taputa samaan kohtaan paperia kahta kertaa, ettei näytteet sekoitu. Toista pesu ja taputtelu vielä KAKSI KERTAA.
19. Lisää HRP entsyymin substraattia (RUSKEA) pipetillä 50 µl kaikkiin kennoihin.
20. Odota 5 minuuttia.
21. Havainnoi! Mitä tapahtui? Onko potilaalla koronatartunta?

(Substraatti muuttuu siniseksi, mikäli entsyymiä on läsnä eli potilaalla on COVID19-virustartunta, ks. kuva)

Pohdi vielä

Lue artikkeli: <https://www.aamulehti.fi/koronavirus/art-2000007485324.html>

Pohdi seuraaviin kysymyksiin vastauksia artikkelin ja nettiä käyttäen:

Mitä eroa on antigeenitestillä ja PRC-testillä?

Antigeenitesti etsii viruksen pintaproteiineja eli viruksen antigeeniä ja PRC-testi osoittaa viruksen perimää. PRC-testi on herkempi tapa todeta virus näytteestä kuin antigeenitesti.

Mitä yhteistä antigeenitestillä ja PRC-testillä on?

Molempiin testeihin näyte otetaan nenänielusta.

Mitä koronatestin herkkyys ja tarkkuus tarkoittavat?

Testin herkkyys tarkoittaa kuinka suuren osan koronapositiivisten henkilöiden positiivisista näytteistä testi toteaa positiiviseksi, eli antaa oikean tuloksen. Alhaisen herkkyyden testi antaa siis useammin negatiivisen tuloksen näytteille, jotka ovat todellisuudessa positiivisia.

Testin tarkkuudella tarkoitetaan sitä, kuinka oikea testituloks on, eli kuinka usein se antaa tulokseksi väärän positiivisen tai väärän negatiivisen tuloksen.

Lisäksi vastatkaa seuraaviin kysymyksiin työhön liittyen:

Jos potilas sai tekemästänne ELISA-testistä negatiivisen tuloksen, voiko hänellä silti olla tartunta? Perustele.

Niin kuin edellisestä artikkelista opittiin, negatiivisen tuloksen saanut henkilö voi silti olla saanut koronavirustartunnan. Näytteistä tehtiin kuitenkin kolme verrannaisnäytettä väärän negatiivisen tuloksen poissulkemiseksi.

Mikä vaihe on kriittisin ELISA-testiä tehdessä?

Kriittisimmät vaiheet ovat, kun uutta reagenssia lisätään ja odotetaan sen reagoivan, kun oppilas tekee työn muuten tarkkoja kemiallisia menetelmiä käyttäen.

Miksi kennot pestiin joka vaiheen välillä?

Kennot pestiin jokaisen reagenssin lisäyksen jälkeen, jotta ei reagoanut aines poistuisi kennosta, eikä saataisi vääriä positiivisia tuloksia.

Biomuovia tärkkelyksestä

Kohderyhmä: Lukio kurssit KE2 sekä KE4.

OPS yhteys:

KE2: Kemia ja kestävä tulevaisuus

- Biomuovi: Biopohjaisten muovien kemiallinen rakenne ja valmistus.
- Hiilihydraatit: Hiilihydraattien rakenne, ominaisuudet ja esiintyminen luonnossa.
- Tärkkelys: Tärkkelyksen ominaisuudet, merkitys elintarvikkeissa ja sen kemiallinen rakenne.

KE4: Kemiallinen reaktio

- Polymeerit: Polymeerien perusteet, niiden rakenne ja valmistus.
- Polysakkaridit: Polysakkaridien kemiallinen rakenne, esiintyminen ja merkitys biologisissa prosesseissa.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Mistä aineesta muovit valmistetaan teollisuudessa?

Muovit valmistettiin aikaisemmin 1900-luvun alussa maidosta, mutta nykyään muovit valmistetaan pääosin öljystä.

Millainen aine on tärkkelys?

Tärkkelys on hiilihydraatteihin kuuluva pitkäketjuinen ja isokokoinen polysakkaridi, joka liukenee huonosti veteen.

Mihin tärkkelystä käytetään?

Tärkkelystä käytetään ruoanlaitossa kiisselin valmistukseen sekä teollisuudessa paperin ja pahvin valmistuksessa sekä liimoissa ja liistereissä.

Tausta

Yksinkertaisinta hiilihydraattia kutsutaan kemiassa nimellä monosakkaridi (*mono: yksi*). Tällöin hiilihydraatti koostuu yhdestä sokerimolekyylistä. Esimerkiksi glukoosi on tällainen sokeri. Toiseksi pienin hiilihydraatti on disakkaridi (*di: kaksi*). Siinä on kaksi rakenne yksikköä. Esimerkiksi sakkaaroosi, taloussokeri, koostuu yhdestä glukoosimolekyylistä ja yhdestä fruktoosimolekyylistä. Mono- ja disakkarideja kutsutaan arkikielessä **sokereiksi**.

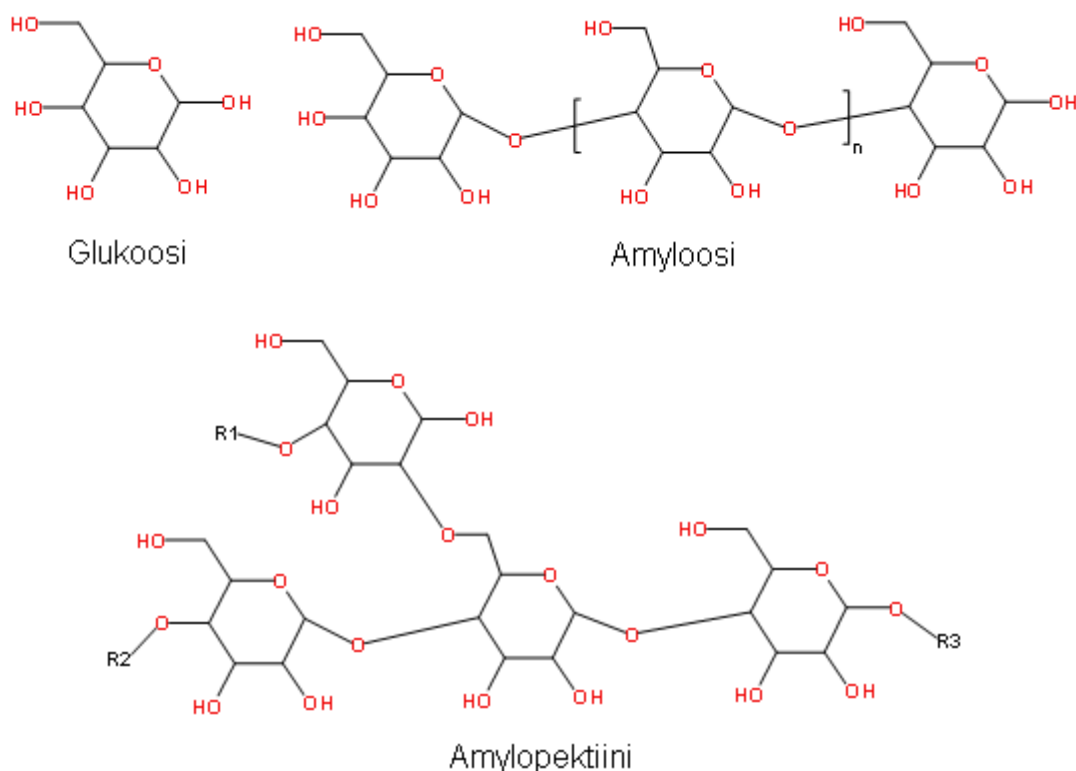


Pitkiä hiilihydraattiketjuja kutsutaan kemiassa polysakkaridiksi (*poly: monta*). Polysakkaridit ovat luonnon polymeerejä. Polymeerillä tarkoitetaan pitkäketjuista molekyyliä, jonka perusrakenneosa toistuu molekyyliässä useita kertoja.



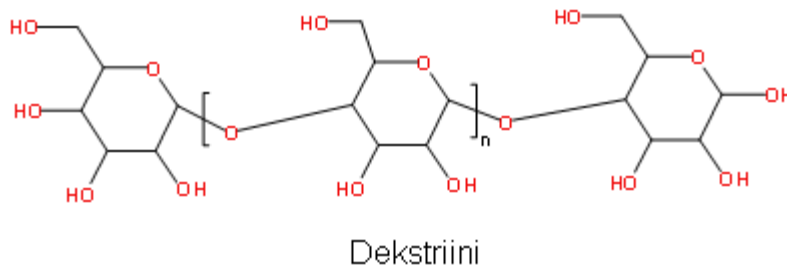
Polysakkarideja on kahta erityyppiä, tärkkelys ja selluloosa. Tärkkelys on koostunut noin 200–1000 monosakkaridista ja selluloosa noin 500–3000 monosakkaridista. Tärkkelyksen monomeeri, eli pienin toistuva rakenneyksikkö, on glukoosimolekyyli. Ravinnosta puhuttaessa tärkkelykseen viitataan usein ”pitkinä hiilihydraatteina” ja selluloosaa kutsutaan ravinnekuiduksi.

Kemiallisesti tärkkelys koostuu amyloosi- ja amylopektiinimolekyyleistä, jotka ovat pitkäketjuisia polysakkarideja. Edellä mainituista amyloosi on suoraketjuinen ja amylopektiini puolestaan haarautuva molekyyli, joiden rakenteet vaikuttavat tärkkelyksen ominaisuuksiin (Kuva 1).



Kuva 1. Glukoosista koostuvat amyloosi ja amylopektiini muodostavat tärkkelystä, ne ovat kuitenkin erilaisia polysakkarideja eri ominaisuuksin.

Työssä tärkkelys depolymeroituu 55 °C eli polymeerirakenne hajoaa ja valmistettava muovi on pienempikokoista polymeeriä dekstriiniä eli tärkkelyskumia, jota saadaan purkamalla amyloosin ja amylopektiinin rakenteita pienempiin osiin. Ilmiötä kutsutaan liisteröitymisreaktioksi.



Biomuovi vähentää riippuvuutta fossiilisiin polttoaineisiin ja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, mikä on tärkeä askel kohti ympäristöystävällisempiä valintoja. Biomuovin käytön lisääntymisen myötä voidaan vähentää muoviroskaa maapallolla ja edistää kiertotaloutta, joka on osa kestävää kehitystä. Biomuovit säästävät siis uusiutumattomia resursseja, vähentävät muovien jättämään jälkeä ympäristöön ja edistävät kestävää kulutusta.

Työohje

Miltä seos näyttää? Liukeneeko tärkkelys kokonaan veteen?

Seos on valkoista ja heterogeenista, koska tärkkelys ei liukene kokonaan veteen.

Mikä tehtävä suolahapolla on seoksessa?

Suolahappo toimii reaktiossa katalyyttinä.

Miksi kuumennetaan? Miten keittoaika vaikuttaa seoksen koostumukseen?

Kuumennus nopeuttaa reaktiota ja tärkkelys hajoaa yli 55 °C asteessa. Mitä pidempään seosta keittää sitä enemmän vettä haihtuu.

Miksi natriumhydroksidia lisättiin seokseen?

Natriumhydroksidi neutraloi suolahapon ja lopettaa reaktion.

Pohdi vielä

Mikä on glyserolin tehtävä?

Glyserolin tehtävänä on toimia voiteluaineena, jolloin muovia pystyy vääntelemään paremmin ennen kuivatusta. Ilman glyserolia seoksesta tulee helposti kokkareista.

Mitkä asiat vaikuttavat valmistamasi biomuovin kestävyYTEEN?

Jos tuote kostuu, voi siinä alkaa kasvamaan mikrobeja, sillä tärkkelys toimii niille ravintona. (Bakteerit ja homeet tarvitsevat elääkseen aina vettä.)

Miten voit hävittää biomuovin?

Biomuovit voidaan hävittää lajittelemalla ne biojätteeseen tai kompostoimalla.

Mitä haittapuolia biomuoveilla/biopolymeereillä on?

Biomuovit ovat kalliimpia, eivät kestä kosteutta ja voivat altistua homeelle sekä bakteereille.

Millaista valmistamasi tuote on ulkonäöltään ja rakenteeltaan?

Tuote on läpinäkyvää tai elintarvikeväriä vastaavaa limaa.

Miten seoksen rakenne muuttuu kuivaamisen jälkeen?

Seoksesta haihtuu vettä, jolloin siitä tulee kovempaa.

Ioninen neste ja selluloosa

Kohderyhmä: Monipuolisesti lukion eri kursseille.

OPS yhteys:

KE1: Kemia ja minä

- Kestävä kehitys: Kestävän kehityksen periaatteet ja kemian rooli kestävän kehityksen edistämisessä.

KE2: Kemia ja kestävä tulevaisuus

- Materiaalit: Erilaisten materiaalien kemiallinen rakenne ja ominaisuudet.
- Ympäristö: Ympäristökemian perusteet ja kemian vaikutus ympäristöön.

KE3: Molekyylit ja mallit

- Liuottimet: Liuotinten käyttö ja ominaisuudet orgaanisessa kemiassa.

KE5: Kemiaa tekniikassa ja teknologiassa

- Selluloosa: Selluloosan kemiallinen rakenne ja sen merkitys esimerkiksi paperiteollisuudessa ja biomateriaaleissa.

Pohdi näitä ennen kuin aloitat

Hae netistä hakukoneella ja lue Haemmerlen (2011) artikkeli Cellulose Gap ja vastaa seuraaviin kysymyksiin.

[Haemmerle, F.M. \(2011\). The Cellulose Gap \(The Future of Cellulose Fibers\)](#)

Miksi selluloosa on tärkeä tekstiilimateriaali?

Selluloosalla on tekstiilimateriaalina ominaisuuksia, joita muilla tekokuiduilla ei ole. Selluloosa on hydrofiilista ja hengittävää. Selluloosa toimii hyvin kosteuden- ja lämmönsäätelyssä. Se pystyy imemään kosteutta iholta ja vapauttamaan sen ilmaan.

Mitä tarkoitetaan selluloosa ”gapillä”?

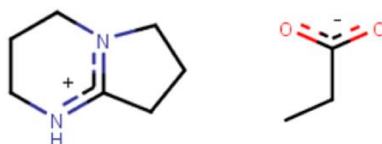
Selluloosa ”gap” kuvaa selluloosan tarpeen ja tuotantokapasiteetin välistä kuilua. Väestön kasvu ja selluloosan suhteellisen tarpeen kasvaminen tulevat lisäämään selluloosan tarvetta tulevaisuudessa. Tämänhetkisellä tuotannolla ei pystytty tyydyttämään laskettua tarvetta. Puuvillaa ei ole mahdollista kasvattaa selluloosaan tarvittavaa määrää, sillä se vie paljon viljelypinta-alaa, jota tarvitaan myös kasvavaan ruuan tarpeeseen.

Miksi synteettinen selluloosa on avainasemassa selluloosa ”gapin” täyttämässä artikkelin mukaan?

Puuvillaa ei ole mahdollista kasvattaa selluloosaan tarvittavaa määrää, sillä se vie paljon viljelypinta-alaa, jota tarvitaan myös kasvavaan ruuan tarpeeseen. Synteettistä selluloosaa valmistetaan puista, joiden kasvatus ei vie viljelypinta-alaa, eikä niiden kasvatukseen tarvita lannoitteita tai torjunta-aineita. Lisäksi veden kulutus on huomattavasti vähäisempää.

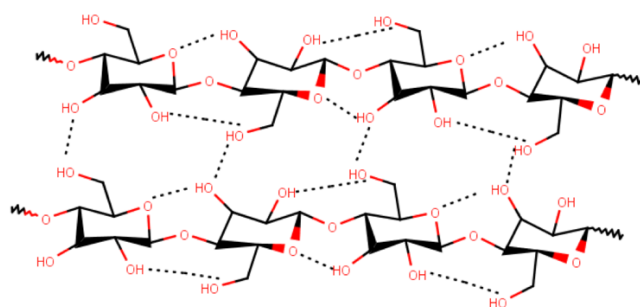
Tausta

Ioniset nesteet ovat orgaanisia suoloja, joiden sulamispiste on alle 100 astetta. Ionisen nesteen suolat koostuvat orgaanisesta kationista ja anionista.² Tässä työssä ionisen nesteen kationina toimii DBNH ja anionina propionaatti. (Kuva 1)



Kuva 1. DBNH ja propionaatti³

Selluloosa on yksi maailman runsaimmista orgaanisista yhdisteistä. Selluloosa on glukoosin muodostama polymeeri. Selluloosa on suhteellisen vahvaa ja vain harvat entsyymit pystyvät sitä hajottamaan.⁴ Selluloosan vahvuus johtuu sen molekyylien välisistä ja molekyylien sisäisistä vetysidoksista.⁵ (Kuva 2)



Kuva 2. Selluloosan vetysidokset⁵

Ioniset nesteet ovat yksi tapa liuottaa selluloosaa. Sopiva ioninen neste rikkoo selluloosan molekyylien välisiä ja sisäisiä vetysidoksia, jolloin selluloosa liukenee. Ioniset nesteet pystyvät liuotta-

maan selluloosaa suhteellisen alhaisessa lämpötilassa. Lisäksi ioninen neste pystytään kierrättämään hyvin.³

Ioniseen nesteeseen liuotettu selluloosa voidaan helposti saostaa lisäämällä se johonkin antiluuottimeen kuten veteen. Vesi hydratoi ionisen nesteen ja selluloosa saostuu.⁶ Saostetun selluloosan makroskooppinen morfologia riippuu siitä, miten se joutuu kontaktiin antiluuottimen eli tässä tapauksessa veden kanssa.⁷

Tämän sovelluksen avulla selluloosaa voidaan käsitellä ja muokata haluttuun muotoon. Esimerkiksi saostuksen yhteydessä kehräämisen avulla selluloosaan voidaan saada lujuutta. Muokkaamalla selluloosaa, sitä voidaan hyödyntää moniin eri käyttötarkoituksiin.

Kokeellisessa työssä päästään itse kokeilemaan ionisen nesteen valmistamista, selluloosan liuottamista ja selluloosan saostamista.

Tuotteen uudelleenkäyttö kemian avulla edistää kiertotaloutta ja kestävästä kehitystä monin tavoin. Kun selluloosasta tehtyjä tuotteita, kuten paperia ja tekstiilejä, voidaan kemiallisten prosessien avulla hajottaa ja muokata uudelleen alkuperäiseen raaka-aineeseensa, saadaan aikaan suljettu kierto, joka vähentää uusien raaka-aineiden tarvetta. Tämä puolestaan vähentää luonnonvarojen kulutusta ja ympäristövaikutuksia.

Modernit, matalan lämpötilan kemialliset prosessit ovat energiatehokkaampia ja voivat vähentää merkittävästi tuotannon ympäristövaikutuksia samalla, kun säilytetään tuotteiden laatu. Työn kierrätysmahdollisuudet ovat myös erittäin lupaavia. Kemialliset prosessit voivat auttaa hajottamaan käytöstä poistettuja tuotteita niiden alkuperäisiksi raaka-aineiksi tai jopa uusiksi tuotteiksi. Tämä vähentää jätteen määrää ja edistää resurssien tehokasta käyttöä. Kaiken kaikkiaan kierrättäminen on keskeinen kulmakivi kestävän yhteiskunnan edellytyksissä. Kemian avulla voimme kehittää innovatiivisia tapoja uudelleenkäyttää ja kierrättää materiaaleja, mikä puolestaan vähentää ympäristövaikutuksia, säästää energiaa ja vähentää uusien raaka-aineiden tarvetta. Tämä on olennainen askel kohti kestävämpää tulevaisuutta.

Pohdi vielä

Miksi punnituksissa käytetään apuna ruiskua?

Ruiskun ja neulan avulla saadaan punnittua tarkasti pieniä määriä liuosta.

Miksi kutsutaan kolmannessa kohdassa tapahtuvaa reaktiota, jossa seos lämpenee? Mitä siinä tapahtuu?

*Reaktiota, jossa vapautuu lämpöä, kutsutaan eksotermiseksi reaktioksi.
Montako prosenttia valmistetussa liuoksessa on selluloosaa?*

*Valmistetussa liuoksessa on 3,2 % selluloosaa.
Miksi neulaa ei kannata kastaa veteen pursotusvaiheessa?*

Selluloosa voi saostua neulan suulla, jolloin pursottaminen on vaikeampaa. Lisäksi selluloosa nauha venyy ilmassa, jolloin siitä on mahdollista saada ohuempaa.

Tutki lisää

Etsi netistä kaksi uutista, jotka käsittelevät selluloosan käyttämistä materiaalina. Vastaa uutisten perusteella seuraaviin kysymyksiin.

Miten uutinen käsittelee selluloosaa?

Esim. selluloosa tehtaat, selluloosan käyttö mahdollisuudet, selluloosan ekologisuus, uudet innovaatiot, valmistus menetelmät, tekstiilimateriaalina jne.

Onko uutinen pääosin positiivinen vai negatiivinen?

Mitä kaikkea selluloosasta voidaan valmistaa?

Selluloosasta voidaan valmistaa mm. astioita, rakennusmateriaaleja ja kangasta. Selluloosaa voidaan käyttää myös elintarvikkeissa täyteaineena, maaleissa, muovin korvaamisessa tai vaikka hammastahnassa.

Miten selluloosan uudet käyttötavat vaikuttavat Suomen teollisuuteen/talouteen?

Paperi- ja selluloosateollisuudella on aina ollut merkittävä rooli suomalaisessa yhteiskunnassa. Paperin tarve on vähentynyt digitalisaation myötä, joka on vaikuttanut sellutehtaiden myyntiin. Selluloosan uudet käyttökohteet voivat pelastaa sellutehtaita.

Millaisia mahdollisuuksia selluloosalla on tulevaisuudessa?

Selluloosalla on monia mahdollisia tulevaisuuden käyttökohteita kuten esim. lääketeollisuus ja muovin korvaaminen.

Miltä sivustoilta löytämäsi uutiset löytyvät? Mikä on sivustojen tarkoitus? Onko kyseessä virallinen uutissivusto vai esimerkiksi jonkin yhtiön sivu tai mainos? Uskotko tiedon olevan luotettavaa?

Nestetyyppijäätelö

Kohderyhmä: Työ soveltuu monipuolisesti lukion kursseille KE1, KE2 sekä KE3.

OPS Yhteys:

KE1: Kemia ja Minä

- Olomuodonmuutokset: Aineen eri olomuotojen (kiinteä, neste, kaasu) väliset muutokset ja niihin vaikuttavat tekijät.
- Molekyyligastronomia: Ruuan kemiallinen koostumus, reaktiot ja prosessit ruuanvalmistuksessa.

KE2: Kemia ja kestävä tulevaisuus

- Hiilijalanjälki: Hiilidioksidipäästöjen määrä, jonka tuote, palvelu tai toiminta aiheuttaa suoraan tai välillisesti.

KE3: Molekyylit ja mallit

- Typpi: Tyypiyhdisteet, niiden ominaisuudet ja rooli luonnossa ja eliöiden elintoiminnoissa.

Ennakkotehtävät

Mitä tapahtuu, jos jäätelö sulaa ja jäätyy uudelleen?

Jäätelön laatu ja rakenne voivat kärsiä, sillä uudelleenjäädytys saattaa aiheuttaa suurempia jääkiteitä.

Mikä on hiilijalanjälki?

Hiilijalanjälki mittaa tuotteen tai toiminnan aiheuttamaa kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärää, yleensä hiilidioksidiekvivalentteina.

Mitkä tekijät vaikuttavat jäätelön hiilijalanjäljen suuruuteen?

Jäätelön hiilijalanjälkeen vaikuttavat esimerkiksi raaka-aineiden tuotanto, valmistusprosessi, pakkausmateriaalit ja kuljetus.

Miten jäätelön hiilijalanjälkeä voisi pienentää?

Jäätelön hiilijalanjälkeä voi pienentää käyttämällä kestävämmiin tuotettuihin raaka-aineisiin, parantamalla valmistusprosessia ja valitsemalla ympäristöystävällisempiä pakkausmateriaaleja.

Tausta

Typpi on ilmakehän yleisin kaasu, sitä on ilmasta noin 78 %. Vaikka typpeä on koko ajan ympärillämme, emme sitä havaitse, koska typpi on väritöntä, mautonta, hajutonta ja palamatonta. Kun typpeä tarpeeksi jäähdyttää, on se mahdollista saada nestemäiseen muotoon. Nestemäinen typpi on hyvin kylmää, sen kiehumispiste on $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nestemäisellä typellä on mahdollista jäädättää nopeasti erilaisia aineita, ja sitä käytetäänkin mm. elintarviketeollisuudessa, pakastetuotteiden jäädättämisessä.

Samalla voidaan pohtia, miten nestemäisen typen käyttö voi vaikuttaa raaka-aineiden valintaan jäätelön valmistuksessa. Kestävän kemian näkökulma korostaa paikallisten ja kestävien raaka-aineiden käyttöä, mikä voi vähentää kuljetuksen ja tuotannon ympäristövaikutuksia. Opiskelijat voivat tulla tietoisiksi siitä, miten pienillä valinnoilla, kuten raaka-aineiden hankinnalla lähialueilta, voidaan edistää kestävää ruokatuotantoa.

Vegaaninen kaurajäätelö eroaa perinteisestä maitojäätelöstä raaka-aineiden valinnassa. Kaurapohjaisen jäätelön valmistuksessa käytetään kasvipohjaisia ainesosia, kuten kauramaitoa, joka voi vähentää eläintuotantoon liittyviä ympäristövaikutuksia. Eläintuotanto aiheuttaa merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä, ja vegaanisten vaihtoehtojen valitseminen voi siten olla kestävä valinta ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi.

Lisäksi vegaaninen kaurajäätelö voi vähentää vedenkulutusta verrattuna perinteiseen maitojäätelöön. Eläintuotanto vaatii suuria määriä vettä esimerkiksi eläinten juomiseen ja rehun kasvatukseen. Kasvipohjaisten tuotteiden valmistuksessa vedenkulutus voi olla pienempi, mikä edistää kestävää vesivarojen käyttöä.

Kestävän kemian periaatteisiin kuuluu myös ympäristöystävällisten pakkausmateriaalien suosiminen. Vegaaninen kaurajäätelö saattaa usein olla pakattu kierrätettäviin ja ympäristöystävällisiin materiaaleihin, mikä voi vähentää jätteen määrää ja tukea kestävää materiaalien käyttöä.

Kertaavat kysymykset

Mikä oli suolan rooli jäätelössä?

Se laskee jäätympistettä, mikä auttaa välttämään paakkuja koostumuksessa.

Miksi kauravispi piti vatkata?

Jotta jäätelöstä tulisi pehmeämpää ja ilmavaa. Nesteeseen siis sekoitetaan ilmaa mukaan eli vaahto on nesteen ja kaasun seos.

Mikä oli nestetyypen merkitys jäätelönteossa?

Lämpötilan laskeminen, jotta seos jäätyisi nopeasti ja siten, ettei ilmavaa koostumusta menetettä.

Pohdi valmistamasi kaurajäätelön ja kaupan maitopohjaisen jäätelön eroja hiilijalanjäljen näkökulmasta. Mitä asioita tulisi ottaa huomioon?

Esim. tuotantovaiheen ja kuljetuksen päästöt, valmistuksen mittakaava jne.

Onko mahdollista tietää, kummalla on pienempi hiilijalanjälki?

Hiilijalanjäljen vertailu kaurajäätelön ja maitopohjaisen jäätelön välillä voi vaihdella riippuen monista tekijöistä, kuten raaka-aineiden tuotantotavoista, kuljetusmatkoista ja valmistusprosesseista. Yleisesti ottaen kaurajäätelöllä saattaa olla pienempi hiilijalanjälki eläintuotannon vähäisemmän roolin vuoksi, varmuus vaatisi tarkempaa vertailua kunkin tuotteen yksityiskohdista.