

HIILIHYDRAATTIEN KEMIAA TERVEYSKASVATUKSEN NÄKÖKULMASTA PERUSOPETUKSESSA

Salla Piipponen
Pro gradu –tutkielma
28.5.2007
Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto
Kemian koulutusohjelma
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Helsingin yliopisto
Ohjaajat: Maija Aksela ja Mikko Oivanen

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos Institution – Department Kemian laitos
TekijäFörfattare – Author Salla Piipponen		
Työn nimi Arbetets titel – Title Hiilihydraattien kemiaa terveystieteiden näkökulmasta perusopetuksessa		
Oppiaine Läroämne – Subject Kemia (kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto)		
Työn laji Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma	Aika Datum – Month and year 28.5.2007	Sivumäärä Sidoantal – Number of pages 68 + 45
Tiivistelmä Referat – Abstract Hiilihydraatit on kirjattu keskeiseksi aiheeksi perusopetuksen valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteisiin kemiassa vuosiluokille 7-9. Aiheen luonne tarjoaa opettajalle mahdollisuuden käsitellä hiilihydraatteja ihmis- ja terveystieteiden kontekstissa. Ajankohtaisen terveystieteen on todettu useissa tutkimuksissa kiinnostavan oppilaita sukupuolesta riippumatta. Tutkimus on tyypiltään kehittämistutkimus. Tutkimuksessa on kaksi päätutkimuskysymystä: 1) Miten terveystieteen opetus integroitu hiilihydraattien kemian opetukseen? ja 2) Millaiset tehtävät tukevat hiilihydraattien kemian oppimista terveystieteen kontekstissa? Hiilihydraattien kemian oppimisesta ja opettamisesta ei ole tehty aiempaa tutkimusta. Nelivaiheisessa kehittämistutkimuksessa perehdyttiin perusopetuksen 7.-9.-luokille ja lukioon suunnattujen oppikirjojen hiilihydraattiaiheisiin tehtäviin. Tarveanalyysin pohjalta suunniteltiin aiheeseen soveltuvaa oppimateriaalia. Suunnitteluvaiheessa keskityttiin erityisesti terveystieteen ja tehtävissä tarvittavien ajattelutaitojen huomioimiseen. Tutkija testasi suunnitellut kokeelliset työt itse. Kemian opettajat ja opiskelijat arvioivat oppimateriaalia Kemian opetuksen päivillä maaliskuussa 2007. Oppimateriaalia kehitettiin edelleen arviointien perusteella. Tutkimuksen päätuloksena kehitettiin uusia hiilihydraattiaiheisia harjoitustöitä kemian opetuksen käyttöön. Tutkimus osoitti, että suomalaiset peruskoulun oppikirjat integroivat terveystieteen opetukseen yllättävän vähän ko. kontekstin kiinnostavuuteen verrattuna. Oppikirjojen sekä kirjalliset että kokeelliset tehtävät olivat usein vain alemman asteen ajattelutaitoja kehittäviä: oppilaan ennakkokäsitykset huomioivat, syvempää ymmärtämistä ja soveltamista vaativat tehtävät olivat harvassa. Opettajille ja opettajaksi opiskeleville tehdyn kyselytutkimuksen mukaan tutkielmassa kehitetty oppimateriaali on hyödyllinen hiilihydraattien kemian opetuksen tukemisessa.		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Kemia, opetus, hiilihydraatit, terveystieteen opetus, kontekstuaalisuus, ymmärtäminen		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopisto, Kemian laitos		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Ohjaajat: Maija Aksela ja Mikko Oivanen		

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. HIILIHYDRAATTIEN KEMIAA	3
2.1. Johdanto hiilihydraattien kemiaan	3
2.2. Hiilihydraattien rakenne ja kemiallisia ominaisuuksia	4
2.3. Hiilihydraattien esiintyminen ja tehtävät luonnossa	5
2.3.1. Fotosynteesi	5
2.3.2. Hiilihydraatit luonnossa	6
2.4. Hiilihydraattien energia	7
2.5. Glukoosin, ksylitolin ja tärkkelyksen kemiaa	9
2.5.1. Glukoosi	9
2.5.1.1. Glukoosi verensokerina	9
2.5.2. Ksylitoli	10
2.5.3. Tärkkelys	12
2.5.3.1. Tärkkelys energianlähteenä	13
2.6. Hiilihydraatit ja terveys	14
2.6.1. Ravitsemus	14
2.6.2. Suun terveys	15
3. HIILIHYDRAATIT KEMIAN OPETUKSESSA JA TERVEYSKASVATUKSESSA	18
3.1. Yleistä kemian oppimisesta ja opettamisesta	18
3.1.1. Kemiallisen tiedon rakentumisesta	19
3.2. Kemian ymmärtäminen ja sen tukeminen	20
3.3. Kokeellisuus ja kemian ymmärtämisen tukeminen	22
3.3.1. Kokeellisuus kouluopetuksessa	22
3.3.2. Kokeellisuus kemian ymmärtämisen tukemisessa	23

3.4. Kontekstuaalinen oppiminen	23
3.4.1. Kontekstuaalisen opetuksen mahdollisuuksia	24
3.4.2. Kontekstuaalisen opetuksen haasteita	25
3.5. Motivaatio ja kiinnostus kemian opetuksessa	26
3.6. Hiilihydraatit kemian opetuksessa	27
3.6.1. Hiilihydraatit valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa	27
3.6.2. Terveyskasvatus hiilihydraattien kemian opetuksessa	28
4. TUTKIMUS	29
4.1. Tutkimuskysymykset	30
4.2. Kehittämistutkimuksen toteutus	30
4.2.1. Tarveanalyysi	31
4.2.2. Oppimateriaalin tekeminen	32
4.2.3. Oppimateriaalin arvioiminen	32
4.2.4. Oppimateriaalin kehittäminen	33
5. TULOKSET	34
5.1. Terveyskasvatuksen integrointi kemian opetukseen	34
5.1.1. Terveyskasvatuksen integrointi hiilihydraattien kemian opetukseen peruskoulussa	34
5.1.2. Terveyskasvatuksen integrointi hiilihydraattien kemian opetukseen lukiossa	38
5.2. Hiilihydraattien kemian oppimista tukevat tehtävät terveyskasvatuksen kontekstissa	40
5.2.1. Hiilihydraattien kemian ymmärtämiseen ja soveltamiseen aktivoivat tehtävät	40
5.2.1.1. Oppimistehtävä glukoosista	41
5.2.1.2. Oppimistehtävä ksylitolista	44
5.2.1.3. Oppimistehtävä tärkkelyksestä	46

5.2.2. Tavoitteiden toteutuminen kemian opettajien ja opiskelijoiden näkökulmasta	51
5.2.2.1. Kyselytutkimuksen taustaosion tulokset	51
5.2.2.2. Kyselytutkimuksen materiaalin arvioimisosion tulokset	54
5.2.3. Hyvän oppimateriaalin piirteitä: Oppimateriaalin kehittäminen	59
 6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	60
 6.1. Hiilihydraattien opetus terveystieteiden kontekstissa	60
6.2. Kemiallisen tiedot tasot ja ajattelutaidot hiilihydraattien opetuksessa	62
6.3. Kehitetyn oppimateriaalin arvioiminen	62
 Lähteet	65
 Liitteet	

1. JOHDANTO

Terveyskasvatus on tärkeä osa perusopetusta vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteiden voimaantulon myötä. Aihekokonaisuus ”Ihmisen-, ympäristö- ja terveystieteet” kuuluu opetettavaksi jokaisessa oppiaineessa, myös kemiassa. Energiaravintoaineet - ja niistä hiilihydraatit - ovat eräs kemian opetussuunnitelman perusteiden aihekokonaisuus, jossa ihmisen- ja terveystieteet on luontevasti läsnä. Terveyskasvatus osana kemian opetusta asettaa vaatimuksia oppimateriaalille. Kemian perusopetukseen soveltuvaa, terveystieteen näkökulmat huomioivaa, oppimateriaalia on toistaiseksi tarjolla vähän.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan hiilihydraattien kemian oppimista terveystieteen kontekstissa. Kemian tiedetään tutkimusten perusteella (mm. Finnan & al. 2004; Gabel, 1999; Nakhleh, 1992) olevan oppilaille haastava oppiaine niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. Suomalaiset oppilaat ovat PISA-tutkimuksen mukaan maailman parhaita matemaattis-luonnontieteellisissä oppiaineissa, vaikkei aineita koetakaan yleensä kiinnostavina. (PISA, 2003) Oppiainerajoja rikkovan ihmisen- ja terveystieteen puolestaan tiedetään kiinnostavan oppilaita sukupuolesta riippumatta (mm. Gisel- ja ROSE-hankkeet). Kiinnostus synnyttää motivaatiota ja motivoitunut oppija oppii paremmin. Nämä tutkimustiedot luovat mielenkiintoisen lähtökohdan tälle tutkielmalle. Tutkielman tarkoituksena on selvittää terveystieteen ja hiilihydraattien kemian oppimisen suhdetta perusopetuksessa. Tutkielmassa tarkasteltavat hiilihydraatit on valittu siten, että ne edustaisivat oppilaan arkielämässä, terveyteen liittyviä valintoja tehdessään, kohtaamia hiilihydraatteja kattavasti.

Tutkielmassa on kuusi lukua. Luvussa 2 kerrotaan hiilihydraattien kemiasta. Aiheen laajuuteen ja käsiteltäviin teemoihin ovat vaikuttaneet kehitetyissä kokeellisissa oppilastöissä tarkasteltavat käsitteet ja ilmiöt. Käsiteltäviä teemoja ovat mm. veren glukoosi, ksylitolin suun terveystieteen vaikutukset ja tärkkelyksen sisältämä energia (luku 2.5).

Kemian opetusta ja terveystieteen tarkastellaan luvussa 3. Koska hiilihydraattien kemian oppimisesta ei ole julkaistu aikaisempaa tutkimusta, luvussa 3 aiheeseen sovelletaan tutkimustietoa kemian oppimisesta yleensä. Keskeisiä käsiteltäviä

aihekokonaisuuksia ovat mm. kemian ymmärtäminen ja sen tukeminen (luku 3.2), kokeellinen työskentely kemian ymmärtämisen tukena (luku 3.3) sekä kontekstuaalinen oppiminen (luku 3.4). Luvussa 3 käsiteltävät aihekokonaisuudet esittelevät sitä teoreettista viitekehystä, jonka mukaan uutta oppimateriaalia on suunniteltu tässä tutkielmassa.

Tutkimuskysymykset ja tutkielman vaiheet esitetään luvussa 4. Tutkielma on luonteeltaan nelivaiheinen kehittämistutkimus sisältäen tarveanalyysin, materiaalin suunnittelun sekä sen arvioimisen ja kehittämisen. Luvussa 5 tarkastellaan tehdyn tutkimuksen tuloksia. Johtopäätökset, loppupohdinta ja jatkotutkimussuunnitelmat on esitetty luvussa 6. Tutkielman liitteissä on mm. erikseen opettajille ja oppilaille suunnattu oppimateriaali sekä oppikirja-analyysin ja kyselytutkimuksen tulostaulukot.

2. HIILIHYDRAATTIEN KEMIAA

Tässä luvussa tarkastellaan hiilihydraattien kemiaa ensin yleisellä tasolla ja luvusta 2.5 lähtien tarkemmin tässä tutkielmassa kehitettyjen oppimistehtävien näkökulmasta.

2.1 Johdanto hiilihydraattien kemiaan

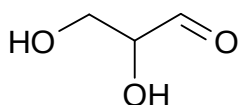
Hiilihydraatit ovat luonnossa yleisimmin esiintyviä orgaanisia yhdisteitä. Ne rakentuvat sokeriyksiköistä, monosakkarideista, jotka sisältävät aina hiiltä, vetyä ja happea. Hiilihydraateissa on funktionaalisena ryhmänä joko aldehydi tai ketoni ja lisäksi vähintään kaksi hydroksyyli ryhmää. Hiilihydraatti-nimitys viittaa vanhaan käsitykseen, jonka mukaan yhdisteet olisivat kirjaimellisesti hiilen hydraatteja: alkuaineet näyttivät esiintyvän aina samassa suhteessa, C:H:O 1:2:1, jolloin hiilihydraatit voitiin merkitä C·H₂O. Hiilihydraatit eivät kuitenkaan sisällä vettä. (Freeman, 2002; Voutilainen, 2004)

Hiilihydraattien kirjo on laaja, joten niitä on voitava luokitella. Yksi yleisimmistä luokitusavoista on jakaa hiilihydraatit mono-, di- ja polysakkarideihin. Monosakkaridit, eli yksinkertaiset sokerit, ovat yksinkertaisimpia hiilihydraatteja. Tärkein niistä on glukoosi. Kun kaksi monosakkaridia liittyy toisiinsa glykosididoksella, muodostuu disakkaridi. Tavallinen ruokasokeri, sakkaroosi, on disakkaridi. Se muodostuu glukoosista ja fruktoosista. Polysakkarideilla tarkoitetaan niitä monosakkaridiketjuja, jossa monosakkarideja on enemmän, tyypillisimmin sadoista tuhansiin. Tärkkelys ja selluloosa ovat polysakkarideja. Kahdesta kahdeksaan tai kymmeneen monosakkaridia sisältävät polysakkaridit voidaan luokitella myös oligosakkarideiksi.

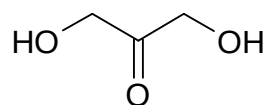
Monosakkaridit voidaan jakaa niiden sisältämän toiminnallisten ryhmien – aldehydin tai ketonin – mukaan aldooseiksi tai ketooseiksi. Hiilirungon pituuden perusteella kolme hiiltä sisältävät hiilihydraatit voidaan jakaa triooseiksi, viisihiiliset pentooseiksi, kuusihiiliset heksooseiksi jne. (Peter & al. 2002) Ravitsemuksen näkökulmasta hiilihydraatit voidaan jakaa sokereihin, tärkkelykseen ja ravintokuituun (Voutilainen, 2004).

2.2 Hiilihydraattien rakenne ja kemiallisia ominaisuuksia

Hiilihydraateiksi luokiteltavissa yhdisteissä on vähintään kaksi hydroksyyliyhmää sekä karbonyyliyhmä. Karbonyyliyhmän sijainti hiiliketjussa määrää, onko molekyyli aldoosi vai ketoosi. Näin ollen yksinkertaisimmat hiilihydraatit ovat 2,3-dihydroksipropanaali eli glyseraldehydi sekä 1,3-dihydroksipropanoni eli 1,3-dihydroksiasetoni (kuva 2.1) (Freeman, 2001).



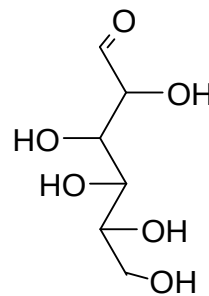
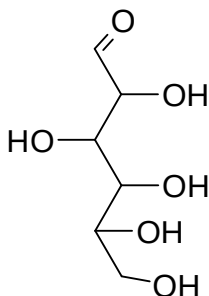
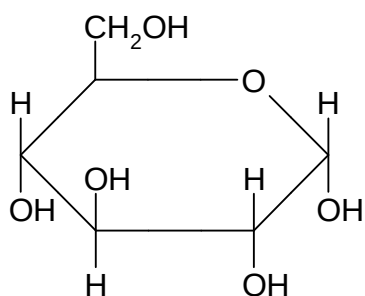
2,3-dihydroksipropanaali



1,3-dihydroksipropanoni

Kuva 2.1. 2,3-dihydroksipropanaalin ja 1,3-dihydroksipropanonin rakennekaavat

Isomeria on tyypillistä hiilihydraateille. Esimerkiksi luonnon yleisin monosakkaridi, glukoosi, voi esiintyä sekä avoketjuisena että rengasmaisena rakenteena. Rengasmuoto on glukoosille sekä muille sokereille tyypillisempi esiintymismuoto. (Campbell & Reece, 2005) Runkoisomerian lisäksi hiilihydraateilla esiintyy yleisesti stereoisomeriaa (kuva 2.2).



α -D-glukoosi: rengasrakenne glukoosi: avoketjurakenne galaktoosi: avoketjurakenne

Kuva 2.2. Glukoosin rengas- ja avoketjurakenne sekä galaktoosin avoketjurakenne

Kuvan 2.2 galaktoosi poikkeaa glukoosista vain ketjun neljänteen hiileen sitoutuneiden vedyn ja hydroksyyli ryhmän järjestyksellä. Galaktoosi on siten glukoosin optinen isomeeri, tarkemmin epimeeri. (Campbell & Reece, 2005)

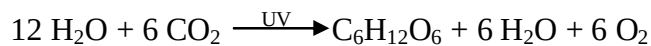
Vaikka hiilihydraatit ovat niissä esiintyvien funktionaalisten ryhmien määrän näkökulmasta melko yksinkertaisia yhdisteitä, niiden reaktioiden tutkiminen on haasteellista. Haasteellisuutta tuottavat mm. eri stereoisomeeriset muodot. Esimerkiksi α -glukoosin sitoutuessa glykosidisidoksella renkaan 1. hiilestä ketjun seuraavan α -glukoosin 4:een hiileen, muodostuu tärkkelystä. Kun vastaavan ketjun glukoosina on β -glukoosi, ja sidos muodostuu edelleen 1.- ja 4.-hiilen välille, muodostuu kemiallisissa reaktioissa tärkkelyksestä poikkeavasti käyttäytyvää selluloosaa. Esimerkiksi elimistömme pystyy hyödyntämään tärkkelystä energiaravintoaineena, kun taas selluloosaa hajottavat entsyymit puuttuvat meiltä. α - ja β -glukoosi eroavat toisistaan renkaan ensimmäiseen hiileen sitoutuneen hydroksyyli ryhmän sijainnissa. Glykosidisidos voi muodostua muidenkin kuin 1.- ja 4.-hiilen välille. Esimerkiksi sakkaroosimolekyylissä glukoosi ja fruktoosi ovat sitoutuneet 1-2-glykosidisidoksella. Laboratorio-oloissa glykosidisidoksen muodostaminen haluttujen hiiliatomien välille voi olla vaikeaa. Halutun lopputuotteen saamiseksi joudutaan usein käyttämään monia suojaryhmiä hiilihydraatteja valmistettaessa. (Campbell & Reece, 2005; NIGMS 2002; Stick, 2001)

2.3 Hiilihydraattien esiintyminen ja tehtävät luonnossa

2.3.1 Fotosynteesi

Fotosynteesi eli yhteyttäminen on elämän tärkein kemiallinen reaktio. Lähes kaikki eliöt saavat energiansa joko suoraan tai välillisesti fotosynteesin tuotteista, hiilihydraateista. Fotosynteesissä auringon valon energia muutetaan kemialliseksi energiaksi, eli sokereiksi ja muiksi orgaanisiksi aineiksi. (Campbell & Reece, 2005)

Fotosynteesi reaktioyhtälönä esitettynä:



Fotosynteesi tapahtuu fotoautotrofisten kasvien soluissa olevissa kloroplasteissa. Fotosynteesi on kaksivaiheinen prosessi. Nopeissa elektroninsiirtoreaktioissa, joita kutsutaan valoreaktioiksi, valoenergia sitoutuu kemialliseksi energiaksi. Valoreaktiot tapahtuvat kloroplastien yhteyttämiskalvoilla. Elektronien siirtymisestä johtuen vapautuu happea O_2 . Valoreaktiot eivät ole riippuvaisia lämpötilasta. Fotosynteesin toisessa vaiheessa valoreaktioissa tuotettua energiaa käytetään hiilidioksidin CO_2 sitomiseen ja pelkistämiseen. Nämä pimeäreaktiot tapahtuvat kloroplastien kalvojen välitilassa. Hiilihydraatit ovat monivaiheisten pimeäreaktioiden lopputuotteita. Kasvit varastoivat fotosynteesissä tuotetut sokerit varastotärkkelyksenä. Tärkkelys koostuu suoraketjuisesta amyloosista ja haaraketjuisesta amylopektiinistä. (Campbell & Reece, 2005; Fagerstedt, 2005)

2.3.2 Hiilihydraatit luonnossa

Luonnossa hiilihydraateilla on keskeinen ja monipuolinen rooli eliöiden elämässä. Eliöt käyttävät hiilihydraatteja energiansaannin lisäksi myös muihin tehtäviin. Eliökunnassa polysakkarideja käytetään tukirakenteisiin: kasvit rakentavat selluloosasta soluseinänsä ja eräillä eläimillä, esimerkiksi hyönteisillä ja hämähäkeillä, on kitiinistä muodostunut ulkoinen tukiranka. Osalla sienistä on selluloosan sijaan kitiininen soluseinä. (Campbell & Reece, 2005)

Ihmisillä, ja muilla kehittyneimmillä eläimillä, hiilihydraatteja esiintyy verenkierrossa glukoosina, maksassa ja lihaksissa glykokeeninä sekä solukalvoilla glykoproteiineina ja glykolipideinä (NIGMS, 2000; Voutilainen, 2004).

Aterian jälkeen veren glukoositaso nousee ja kudokset saavat energiaa hapettamalla verenkierron kautta saamiaan glukoosimolekyylejä. Elimistö ei kuluta kaikkea ateriasta saamaansa glukoosia heti, vaan osa varastoituu eläintärkkelyksenä eli glykokeeninä maksaan ja lihaksiin. Kun veren glukoosipitoisuus aterioiden välillä laskee, maksan

glykogeeni hajotetaan jälleen glukoosiksi. Näin kudokset saavat tasaisesti energiaa käyttöönsä. Glukoosin tasainen vapautuminen on elimistölle tärkeää, sillä esimerkiksi aivokudos käyttää yksinomaan glukoosia energianlähteenä (Barry, 1998). Lihaksiin varastoitunut glykogeeni antaa hajotessaan energiaa lihaksille. (Voutilainen, 2004)

Glykolipidit ovat solukalvoilla esiintyviä rasvoja, joihin on kovalenttisin sidoksin liittynyt hiilihydraattiosa. Solukalvon hiilihydraattiketjut ovat usein lyhyitä ja haaroittuneita. Glykolipidejä yleisempiä ovat glykoproteiinit, jotka koostuvat proteiinista ja hiilihydraatista. Hiilihydraattien haaroittuneisuus ja lukumäärä solukalvolla on erilainen lajista riippuen. Ketjujen ominaisuudet vaihtelevat myös lajin sisällä ja jopa yksilön eri solutyypeissä. Loputtoman variaatiomahdollisuutensa ansiosta glykolipidit ja –proteiinit toimivat solut toisistaan erottavina merkkeinä. Tällä on merkitystä mm. solujen välisessä viestinnässä. (Campbell & Reece, 2005; NIGMS, 2002)

2.4 Hiilihydraattien energia

Kemian aloista termodynamiikka tarkastelee hiilihydraattien kemiallisia reaktioita ja erityisesti niiden energian muutoksia. Energia määritellään kapasiteetiksi tehdä työtä (mm. Atkins & de Paula 2002). Termodynamiikan ensimmäisen lain mukaan maailmankaikkeudessa olevan energian määrä on vakio. Energiaa ei voida luoda tai hävittää, mutta sitä pystytään siirtämään ja muuttamaan muodosta toiseen. Auringon lämpöenergian muuttuminen hiilihydraattien kemialliseksi energiaksi fotosynteesissä on tästä yksi esimerkki. Energian muutoksia tarkastellaan aina tietyn systeemin näkökulmasta. Jos systeemistä reaktiossa vapautuu energiaa, reaktio on eksotermien. Esimerkiksi soluhengitys on eksotermien reaktio. Jos systeemi taas sitoo reaktiossa energiaa itseensä, kyseessä on endotermien reaktio. Fotosynteesi on endotermien reaktio. (Atkins & de Paula, 2002; Zumdahl & Zumdahl, 2007)

Kemiallisen reaktion energiamuutoksia voidaan arvioida dissosiaatioenergioiden avulla jos reaktioon osallistuvat aineet tunnetaan. Seuraavassa taulukossa 2.1 on esitetty hiilihydraattien kannalta oleellisimpia sidoksia ja niiden keskimääräisiä energioita yksikössä kJ/mol. Koska atomien välisen sidoksen energia vaihtelee sidoksen

esiintymisympäristöstä riippuen, kemialliselle reaktiolle lasketut energia-arvot ovat aina arvioita. Tarkat arvot voidaan määrittää kokeellisesti. (mm. Zumdahl & Zumdahl, 2007)

Taulukko 2.1. Keskimääräiset dissosiaatioenergiat kJ/mol. (Zumdahl & Zumdahl, 2007)

Sidos	kJ/mol	Sidos	kJ/mol
H-H	432	C≡C	839
C-H	413	O-H	467
C-C	347	C-O	358
C=C	641	C=O	745

Ruoka-aineiden sisältämä energiamäärä voidaan mitata pommikalorimetrillä. Tutkittava ruoka-aine poltetaan laitteen mitatessa palamisreaktiossa vapautuvaa lämpöenergiaa. Hiilihydraatit ja rasvat palavat hiilidioksidiksi ja vedeksi, proteiineista vapautuu lisäksi typpi yhdisteitä. Hiilihydraatit sisältävät suhteessa vähiten energiaa verrattuna muihin energiaravintoaineisiin. Jotta elimistön eri ravintoaineista saamaa energiamäärää voitaisiin vertailla, on otettu käyttöön ns. Atwaterin kertoimet (taulukko 2.2). Kertoimissa huomioidaan sekä imeytymistehokkuus että proteiinien typpipitoiset hajoamistuotteet. (mm. Voutilainen, 2004)

Taulukko 2.2. Energiaravintoaineiden vertailu (Voutilainen, 2004)

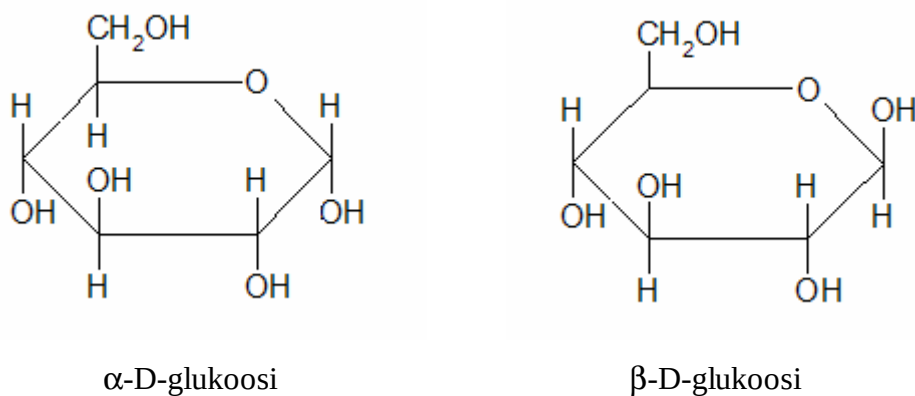
	Fysikaalinen energia-arvo (kcal/g)	Fysikaalinen energia-arvo (kJ/g)	Imeytymistehokkuus (%)	Atwaterin kerroin (kcal/g)	Atwaterin kerroin (kJ/g)
Hiilihydraatit	4,1	17,2	99	4	17
Proteiinit	5,6	23,4	92	4	17
Rasvat	9,4	39,4	95	9	37
Alkoholi	7,1	29,7	100	7	29

Energia ravintoaineiden muokkaaminen kehossa kuluttaa eri määrän energiaa. Kun nautitun rasvan sisältämästä energiasta elimistö käyttää vain 3 % rasvan varastoitumiseen, nautittujen hiilihydraattien muokkaamiseen varastorasvoiksi kuluu yli 20 % hiilihydraattien sisältämästä energiasta (mm. Voutilainen, 2004).

2.5 Glukoosin, ksylitolin ja tärkkelyksen kemiaa

2.5.1 Glukoosi

Glukoosi $C_6H_{12}O_6$ on eliökunnan yleisin ja tärkein monosakkaridi (mm. Campbell & Reece, 2005). Se on vesiliukoinen, valkoinen jauhe, jolla on makea maku. Glukoosi oli tutkittu sokeri Euroopassa 1800- ja 1900- lukujen taitteessa. Vuoteen 1913 mennessä glukoosin α - ja β -muotojen rakenteet oli selvitetty täydellisesti (kuva 2.3). (mm. Stick, 2001)



Kuva 2.3. α - ja β -D-glukoosin rakennekaavat

Glukoosi, jossa hydroksyyliiryhmät renkaan ensimmäisessä ja toisessa hiilessä olivat asettuneet cis-muotoon, nimettiin α -D-glukopyranoosiksi. Yhdisteen sulamispisteeksi mitattiin $146^{\circ}C$. Glukoosi, jossa vastaavat hydroksyyliiryhmät olivat trans-muodossa, nimettiin β -D-glukopyranoosiksi. Tämän molekyylin sulamispiste oli $150^{\circ}C$. (Stick, 2001)

2.5.1.1 Glukoosi verensokerina

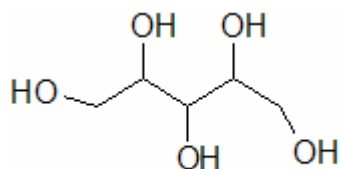
Glukoosi on tärkein hiilihydraatin siirtymismuoto veressä. Se on myös solujen keskeisin energianlähde. Esimerkiksi hermokudos (aivot) ja punasolut saavat energiansa kokonaan glukoosista. Veren normaali paastoglukoosipitoisuus on 3,3-5,3 mmol/l, kun näyte on

kokoverta ja otettu joko sormenpäästä tai laskimosta. Useat hormonit säätelevät veren sokeritasapainoa. Mm. glukagoni -niminen hormoni edesauttaa varastorasvojen muuttamista glukoosiksi ja nostaa näin veren sokeripitoisuutta. Insuliini on vastavaikuttaja muille säätelijöille. Sen vaikutuksesta glukoosin määrä pienenee veressä. Insuliini on ihmiselimistön ainoa hormoni, joka kykenee hillitsemään kohonnutta verensokeria. Insuliini vaikuttaa glukoosiaineenvaihdunnan lisäksi rasva- sekä proteiiniaineenvaihduntaan.

Diabetes on energia-aineenvaihdunnan häiriö, joka aiheuttaa veren glukoosipitoisuuden nousua. Yleisesti diabeteksestä erotetaan kaksi muotoa: tyypin I ja tyypin II diabetes. Molempien tyyppien määrä on Suomessa edelleen tasaisessa nousussa. Insuliinia tuottavat haiman saarekkeen beeta-solut. Harvinaisemmassa, tyypin I diabeteksessä (nuoruustyyppin diabetes) beeta-solut ovat tuhoutuneet, eikä insuliinia erity. Tyypin II diabetes (aikuistyyppin diabetes) johtuu insuliinin vaikutusten heikentymisestä kudoksissa ja insuliinin vähäisestä erittymisestä. Aikuistyyppin diabetes voi kehittyä hitaasti ja olla alkuun oireeton. Sen ensisijaisena hoitona on oman insuliinin vaikutuksen tehostaminen painonhallinnalla ja liikunnan lisäämisellä. Usein sairastuminen II-tyypin diabetekseen voitaisiin välttää terveellisiä elämäntapoja noudattamalla.

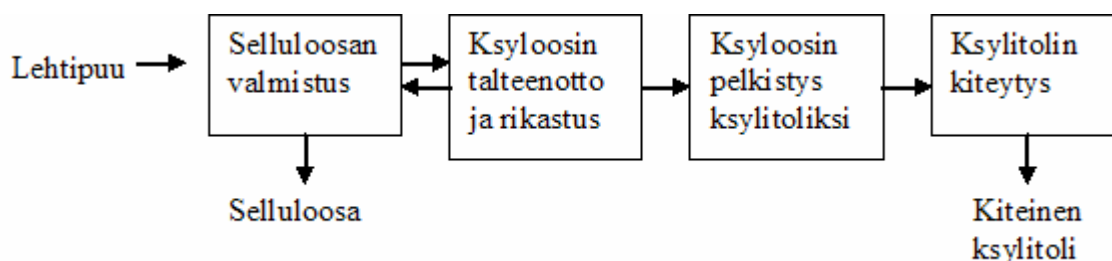
2.5.2 Ksylitoli

Ksylitoli $C_5H_{12}O_5$ kuuluu polyoleihin eli sokerialkoholeihin. Se on rakenteeltaan kiteinen ja liukenee helposti veteen. Ksylitolin tunnisti ensimmäisenä saksalainen Emil Fischer vuonna 1890. Ksylitolin vaikutukset suun terveyteen havaittiin kuitenkin vasta 1970-luvulla Suomessa, Turun yliopistossa. Ksylitolia pidetäänkin suomalaisena innovaationa. Ksylitoli eroaa muista makeuttajista hiiliketjunsä pituudessa: ksylitolissa hiiliä on viisi, kun muissa makeuttajissa hiilirunko koostuu kuudesta hiiliatomista. Hiiliketjun pituus vaikuttaa ratkaisevasti esimerkiksi hammasplakin aineenvaihduntaan ja sitä kautta suun terveyteen. (mm. Horppu & Heikura, 2005; Mäkinen, 2000; Xylitol.net, 2006)



Kuva 2.4. Ksylitolin rakennekaava

Suomessa kiinnostuttiin ksylitolin teollisesta valmistamisesta sen terveysvaikutusten selvittyä 1970-luvun puolivälissä. Prosessin alkuperäisenä raaka-aineena oli koivuhakkeen ksylaani. Ksylaani hydrolysoitiin ksyloosiksi, joka erotettiin ja rikastettiin. Saatu ksyloosi pelkistettiin ja tuotettu ksylitoli kiteytettiin. Nykyisin ksylitolia valmistavat yritykset pitävät tuotantoprosessinsa kilpailusyistä salaisina. Kaaviokuvassa 2.5 on esitetty eräs, yksinkertaistettu, periaatekaavio ksylitoliprosessista. (mm. Horppu & Heikura, 2005; Koponen, 2005)



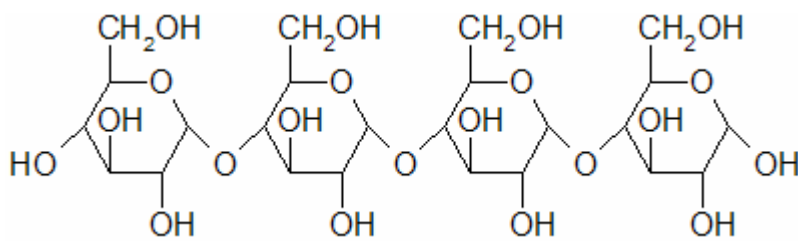
Kuva 2.5. Periaatekaavio ksylitolin valmistusprosessista (Koponen, 2005)

Ksylitoli on osoittautunut Suomen menestyksekkäimmäksi elintarviketeollisuuden innovaatioksi (Horppu & Heikura, 2005). Nykyisin tunnetut ksylitolin terveysvaikutukset ovat moniulotteisemmat, kuin ksylitolitutkimuksen alussa osattiin olettaa. On esimerkiksi osoitettu selkeästi, että odottavan äidin säännöllinen ksylitolipurukumin käyttö estää lapsen hampaiden reikiintymistä (Xylitol News, 2005a). Suun terveysvaikutusten lisäksi täysksylitolituotteiden käytön on osoitettu vähentävän merkittävästi lapsuusiän korvatulehduksia ja rotilla tehdyissä kokeissa ksylitolin on osoitettu ehkäisevän osteoporoosia (Mäkinen, 2000). Ksylitolin terveysvaikutusten tutkimus jatkuu edelleen ja sille etsitään uusia käyttökohteita. Yksi tutkimuksen alla olevista uusista tuotteista on

vauvoille suunnattu tutti, joka annostelee ksylitolia. Tutilla ehkäistäisiin kariksen syntymistä ja korvatulehduksia. Oikein muotoiltu tutti tukisi myös lapsen suun alueen kehitystä toivottuun suuntaan ja voisi näin vähentää purentavikoja. (Rantanen, 2006) Ksylitolin terveysvaikutuksista on lisää luvussa 2.6.2.

2.5.3 Tärkkelys

Tärkkelys kuuluu biopolymeereihin, tarkemmin polysakkarideihin. Se koostuu tuhansista glukoosiyksiköistä. Tärkkelys sisältää kahta erilaista polysakkaridia: suoraketjuista amyloosia ja rakenteeltaan haarautuvaa amylopektiiniä. Amyloosin ja amylopektiinin määrän suhde vaihtelee luonnossa kasvilajista riippuen, tavallisesti se on 2:8 (mm. Stick, 2001). Suurin osa ravintomme hiilihydraateista on tärkkelystä. (mm. Clark, 2006; Fineli, 2006)



Kuva 2.6. Tärkkelyksen rakennekaavaa (Campbell & Reece, 2005)

Vaikka tärkkelys on verrattain tunnettu ja tutkittu aine, sille etsitään lisää käyttökohteita. Tärkkelystä käytetään ravinnon lisäksi mm. komponenttina erilaisissa liima-aineissa, esimerkiksi postimerkeissä. On myös näyttöä siitä, että tärkkelystä olisi käytetty paperin valmistuksessa tuhansia vuosia sitten. Tärkkelystä käytetään joidenkin paperien valmistuksessa edelleen. Tärkkelystä tarvitaan lääkkeiden kantaja-aineena ja halutun viskositeetin saamiseksi eräissä maaleissa. Suurin osa tärkkelyksestä tuotetaan nykyisin maissista. (Clark, 2006; Stick, 2001)

Tärkkelyksestä povataan nopeasti uusiutuvana luonnonvarana pitkäaikaista ratkaisua energiatuotannon ongelmiin. Haasteena tärkkelyksen käytössä fossiiliset polttoaineet

korvaavana tuotteena on sen kemiallisen rakenteen muokkaaminen ihmisten käyttötarkoituksiin soveltuvaksi. Muita uusia käyttötapoja tärkkelykselle etsitään mm. synteettisten polymeerien korvaajana. James Clarkin tutkimusryhmä Yorkin yliopistosta on havainnut tärkkelyksen sopivan erinomaisesti käytettäväksi kromatografiassa liikkumattomana faasina erotettaessa monia kemiallisia seoksia. Tärkkelyksen etuja ovat mm. sen käyttöturvallisuus ja monipuoliset käyttömahdollisuudet. (Clark, 2006)

2.5.3.1 Tärkkelys energianlähteenä

Tärkkelys on ravintomme yleisin hiilihydraatti. Ruuansulatuksen entsyymit pilkkovat tärkkelyksen glykosidisidokset monivaiheisesti. Tärkkelys hajoaa tällöin glukoosimolekyyleiksi. Tärkkelyksestä saatavaa energiaa ja sen käyttöä soluissa on siksi mielekästä tarkastella glukoosimolekyylin reaktioiden energiamuutosten kannalta. Solut ottavat glukoosin sisältämän energian esisijaisesti käyttöönsä aerobisessa soluhengityksessä. Soluhengitys on käänteinen reaktio fotosynteesille ja tapahtuu solujen mitokondrioissa. Reaktiossa vapautuu energiaa noin 2870 kJ yhtä hapettunutta glukoosimoolia kohden. Suuri osa tästä energiasta käytetään soluissa adensiinitrifosfaatin eli ATP:n muodostamiseen. Yhtä glukoosimolekyyliä kohti solu pystyy tuottamaan noin 30 ATP-molekyyliä. Solut käyttävät ATP:n sisältämää energiaa mm. mekaaniseen työhön, aineiden kuljettamiseen ja kemiallisiin reaktioihin. ATP:n hydrolysoituessa adensiinidifosfaatiksi eli ADP:ksi energiaa vapautuu 30,5 kJ yhtä ATP-moolia kohden. Monet eri entsyymit toimivat näiden reaktioiden katalyytteinä. (Campbell & Reece, 2005; Nave, 2005)

2.6 Hiilihydraatit ja terveys

2.6.1 Ravitseminen

Elimistön on pilkottava ravinnosta saatavat hiilihydraatit monosakkarideiksi, jotta solut saavat niiden sisältämän energian käyttöönsä. Elimistö hajottaa hiilihydraatit kolmessa vaiheessa. Pilkkominen alkaa suussa, jossa syljen amylaasientsyymi hajottaa tärkkelystä pienemmiksi ketjuiksi. Mahassa amylaasi ei voi enää toimia ympäristön happamuuden takia. Ohutsuolessa hiilihydraattien pilkkominen disakkarideiksi jatkuu haiman erittämän amylaasin vaikutuksesta. Viimeisessä vaiheessa disakkaridit hajotetaan monosakkarideiksi ohutsuolen solujen pinnalla. Kutakin disakkaridia pilkkoo sille spesifinen entsyymi. Monosakkaridit imeytyvät suolen solujen pinnalta verenkiertoon, jonka mukana ne kulkeutuvat maksaan. Maksassa monosakkarideista rakennetaan glukoosia, joka kulkeutuu edelleen muihin kudoksiin energianlähteeksi. (mm. Voutilainen, 2004)

Hiilihydraatit ovat ravitsemuksemme perusta. Päivittäisestä energiantarpeesta noin puolet tulisi tyydyttää hiilihydraateista saatavalla energialla (mm. Voutilainen, 2004). Runsaasti tärkkelystä on mm. perunassa, riisissä ja leivässä. Energiansaannin lisäksi hiilihydraatteja tarvitaan ravintokuitujen lähteenä. Elimistö ei pysty käyttämään kuitujen, kuten selluloosan, sisältämää energiaa hyväkseen, mutta kuidut ovat tärkeitä ruuansulatuksen moitteettomalle toiminnalle.

Vaikka mm. Kansanterveyslaitoksen laatimien ravinto-ohjeiden mukaan hiilihydraatit ovat edelleen tärkein osa ravitsemustamme, ei hiilihydraattien asema ravintopyramidin perustana ole yksiselitteinen. Nykyisin painonhallinnan keinona suositetaan on lisännyt vähähiilihydraattisen ruokavalion noudattaminen. Hiilihydraatteja välttävästä dieeteistä ei toistaiseksi ole tehty pitkäaikaista tutkimusta, joten näiden dieettien terveysvaikutusten arvioiminen voi olla subjektiivista.

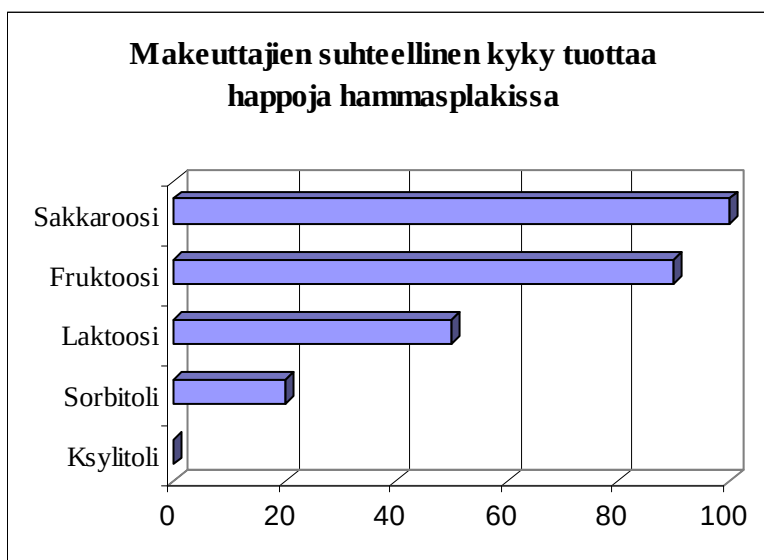
Painonhallinnan kannalta energian kokonaismäärä on sen lähteitä oleellisempaa. Elimistön tarvitsema energiamäärä muodostuu kolmesta tekijästä: perusaineenvaihdunnasta, ruoan ravintoaineiden muokkaamisesta ja liikunnasta.

Perusaineenvaihdunnan osuus on terveellä aikuisella noin 75 % kokonaisenergiasta. Jos saatu energiamäärä ylittää kulutuksen, paino nousee. Energiatarpeen arvioimisen helpottamiseksi on laadittu taulukoita, jossa otetaan huomioon mm. ikä, sukupuoli, henkilön tekemän työn laatu ja määrä. (mm. Voutilainen, 2004)

2.6.2 Suun terveys

Suussa eläviä bakteerilajeja on kuvattu yli 300 (mm. Vaara, 2004). Suun bakteereista ainoastaan *Streptococcus mutans* -niminen bakteeri aiheuttaa hampaiden reikiintymistä. Bakteerit saavat ravintonsa mm. nautitun ruuan ja juoman sisältämistä sokereista. (mm. Piipponen, 2007; Xylitol.net, 2006)

Streptococcus mutans -bakteerien aineenvaihdunnan tuotteena syntyy happoja. Syntyneet hapot purkautuvat ulos bakteereista soluvälitilaan ja saavat aikaan happohyökkäyksen. Eri hiilihydraateilla on erilainen kyky tuottaa happoja. Kuvassa 2.7 on esitettyinä joidenkin makeuttajien suhteellinen kyky tuottaa happoja hammasplakissa. Jos sakkaroosille annetaan arvoksi 100, saa ksylitoli arvon 0. (Mäkinen, 2000; Xylitol.net, 2006)



Kuva 2.7. Joidenkin erilaisten makeuttajien suhteellinen kyky tuottaa happoja hammasplakissa (Mäkinen, 2000).

Ksylimitolin terveysvaikutuksista suun terveyteen vaikuttavat seikat on tunnettu pisimpään. Viisihiilisen rakenteensa ansiosta sillä on muista makeuttajista poikkeavia ominaisuuksia. Ksylimitolin tiedetään vaikuttavan edullisesti suun terveyteen monin eri tavoin:

Suun pH vaikuttaa syljen ja hammaskiilteen väliseen kalsiumtasapainoon. Sylki on kalsiumin suhteen ylikylläinen liuos, joten syljen kalsiumionit korjaavat hampaiden mahdollisia kiilleaurioita. Kalsium esiintyy syljessä sekä vapaana, ionimuotoisena kalsiumina, että proteiineihin sitoutuneena tai kompleksina fosfaatin tai sitraatin kanssa (mm. Tenovu, 2004). Happohyökkäyksen aikana suun pH-arvo laskee. pH:n lasku muuttaa kalsiumtasapainoa hampaiden terveyden kannalta epäedulliseen suuntaan: hammaskiilteen kalsium liukenee sylkeen. Jos happohyökkäykset toistuvat usein, seurauksena voi olla kiilleaurio ja hampaiden reikiintyminen. Ksylimitolin nauttiminen saa syljen erityksen lisääntymään ilman hapon tuottoa. Koska bakteerit eivät tuota ksylimitolin käytön yhteydessä happoa, suun pH ei laske eikä happohyökkäystä synny. (mm. Mäkinen, 2000; Piipponen, 2007)

Ksylimitolin tiedetään vähentävän hammasplakin määrää ja heikentävän sen kiinnittymiskykyä. Plakin kiinnittymisen heikentymisellä on oleellinen vaikutus, sillä syljen huuhteleva ja sitä kautta hampaiden terveyttä suojeleva vaikutus on tehokkaampaa vähäplakkisessa ympäristössä. (Mäkinen, 2000)

Ksylimitolin on todettu vähentävän *Streptococcus mutans* -bakteerien määrää. Bakteerit eivät pysty hyödyntämään ksylimitolia omassa energiantuotossaan mutta ksylimitoli voi kuitenkin inkorporoitua *Streptococcus mutans* -solun sisälle. Ksylimitoli reagoi solun sisällä muodostaen ksylimitoli-5-fosfaattia. Tämä yhdiste on bakteereille toksinen. Ksylimitoli-5-fosfaatti hajoaa solun sisällä ja ksylimitoli poistuu bakteerista. Tämä turha metaboliasykli kuluttaa bakteerin energiavarastoja rasittaen solua. (Mäkinen, 2000; Piipponen, 2007)

Suomalaisten lasten ja nuorten suun terveydentila on parantunut mm. ksylimitolituotteiden myötävaikutuksesta parina edellisenä vuosikymmenenä huomasti. Suomalaisessa suun terveydenhuollossa lähtökohtana on ollut ennaltaehkäisevä hoito ja sen toimivuudesta on näyttöä. Nykyisen napostelukulttuurin myötä suun terveydestä huolehtiminen on saanut uusia haasteita. Lasten ja nuorten suun terveydentilan positiivinen kehitys on

viimevuosina pysähtynyt. Näihin haasteisiin tulee paneutua niin kouluissa kuin kotona.
(mm. Xylitol News, 2005b)

3. KEMIAN OPETUS JA TERVEYSKASVATUS

Luvussa 3 tarkastellaan kemian, erityisesti hiilihydraattien, opetusta terveystieteiden näkökulmasta. Luvussa keskeisiä asioita ovat kemian ymmärtämisen tukeminen (3.2), kokeellisuuden merkitys kemian opetuksessa (3.3), kontekstuaalinen oppiminen (3.4) ja terveystieteiden integroiminen kemian opetukseen (3.6). Lisäksi luvussa kuvataan oppimista yleensä, kemian tietorakennetta sekä motivaation ja kiinnostuksen merkitystä oppimiseen.

3.1 Yleistä kemian oppimisesta ja opettamisesta

Perusopetuksen ja lukion opetussuunnitelmien perusteissa hiilihydraatit on osa kemian opetusta (kts. tarkemmin luku 3.6). Hiilihydraattien oppimisesta tai aiheeseen liittyvistä oppimisvaikeuksista ei ole julkaistu aikaisempia tutkimuksia. Yleensä kemian oppiminen on haasteellista: sitä pidetään nuorten keskuudessa vaikeana (mm. Finnan & al. 2004; Gabel, 1999; Nakhleh, 1992). Tässä tutkielmassa hiilihydraattien oppimisen tarkasteluun sovelletaan yleiskäsityksiä kemian oppimisesta.

Oppiminen on laaja käsite, jota voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Näkemykset oppimisesta eivät ole staattisia, vaan ne muokkautuvat jatkuvasti heijastaen mm. yhteiskunnan muutoksia. Nykyisin vallalla on sosiaalis-konstruktiiivinen oppimiskäsitys, jonka mukaan uusi tieto rakentuu vanhan tiedon pohjalle. Oppijan tulee itse aktiivisesti prosessoida tietoa oppiakseen, esimerkiksi pienryhmässä keskustellen. (mm. Uusikylä & Atjonen, 2005)

Opiskelu, oppiminen ja opetus liittyvät keskeisesti toisiinsa. Opiskelu on kuitenkin syytä erottaa oppimisesta, sillä oppimista tapahtuu koko ajan, eikä se ole välttämättä tavoitteellista toimintaa. Opetus ja opiskelu puolestaan sisältävät aina tavoitteen. Asetetut tavoitteet ohjaavat vuorovaikutteista opetus-opiskeluprosessia. Tavoitteet määrittävät opetukselle tarkoituksenmukaiset työtavat. Opetusta ja oppimistuloksia arvioitaessa saadaan palautetta, jonka viitoittamaan suuntaan uudet tavoitteet voidaan asettaa. (mm.

Lavonen & Meisalo, 2006b; Uusikylä & Atjonen, 2005) Tässä tutkielmassa hiilihydraattien opetukselle tavoitteeksi on määritelty mm. terveystietämyksen esiintuominen kemian opetuksessa oppilaita kiinnostavalla tavalla. Keskeisimmäksi työtavaksi on valittu pareittain tai pienryhmissä suoritettavat kokeelliset oppilastyöt.

3.1.1 Kemiaallisen tiedon rakentumisesta

Kemian tietorakenteen verkkomaisuus ja moniulotteisuus on eräs syy kemian opiskelun haasteellisuuteen. Kemian käsitteitä ja ilmiöitä ei voi yksiselitteisesti lokeroida, vaan asiat linkittyvät monin eri yhteyksin toisiinsa. Hiilihydraattien opetuksessa kohdataan samat haasteet. Tämä abstraktius tuottaa vaikeuksia: on yleistä, että oppilas tunnistaa kemiaan liittyviä termejä, mutta ei tiedä eksaktisti, mitä ne tarkoittavat. Siten oppilas ei aina osaa käyttää termejä oikeissa asiayhteyksissä tai tunnista käsitteiden ja ilmiöiden välisiä suhteita. Puutteellinen kemian keskeisten käsitteiden ja ilmiöiden hallinta voi muodostua todelliseksi ongelmaksi opintojen edetessä: hataran pohjan varaan ei voi rakentaa uutta tietoa. (Nakhleh, 1992) Yksi syy oppilaiden puutteelliseen kemian osaamiseen on opetussuunnitelmien liian korkea vaatimustaso. Kemian opetussuunnitelmien mukaista tiedon määrää on kritisoitu ympäri maailmaa. Kun opetussuunnitelma on ylikuormitettu, opetettavat asiat saattavat jäädä irrallisiksi tiedonpalasiksi oppilaille eikä konstruktivinen oppiminen toteudu. Oppilaiden on vaikea antaa arvoa oppimalleen, jos he eivät osaa soveltaa tietojaan ja luoda yhteyksiä niiden välille. Hiilihydraattien kemiassa on monia mahdollisuuksia linkittää opittu asia arkipäivän tilanteisiin. Kemian kokeminen hyödyllisenä ja tärkeänä oppiaineena edesauttaa sen oppimista. Suuri osa oppilaista ei kuitenkaan koe kemiaa niin tarpeellisenä, että he jatkaisivat sen opintoja. Kemian opiskelua jatkavatkaan eivät välttämättä koe kemiaa itsessään tärkeänä, vaan pitävät sen osaamista hyödyllisenä välineenä todellisessa kiinnostuksensa kohteessa, esimerkiksi lääketieteessä. (Gilbert, 2006)

Oppilaat havaitsevat ja oppivat kemiaan liittyviä ilmiötä myös kouluympäristön ulkopuolella. He muodostavat käsityksiä ja pohtivat mahdollisia tapahtumaketjuja havaintojensa perusteella. Esimerkiksi trendit, mainokset tai kodin ruokailutottumukset voivat vaikuttaa hiilihydraattien ja muiden ravintoaineiden opiskeluinnotukseen ja

oppilaalla niistä oleviin käsityksiin. Jokaisella kemian opiskelijalla luokka- tai kouluasteesta riippumatta on jonkinlaisia ennakkokäsityksiä kemiaan liittyen. Ennakkokäsitykset ovat tutkimusten mukaan (mm. Lavonen & Meisalo, 2006a) hyvin pysyviä ja niiden on osoitettu ohjaavan vahvasti oppimista. Jos ennakkokäsitykset ovat samansuuntaisia opetettavan tiedon kanssa, asian oppiminen on opiskelijalle verrattain helppoa. Ennakkokäsitykset ovat kuitenkin valitettavan usein ristiriidassa luonnontieteellisten käsityksien kanssa. Nykyisen, tiedeyhteisössä hyväksytyn tiedon vastaiset ennakkokäsitykset vaikeuttavat käsitteiden ja ilmiöiden oppimista. Jos uusi tieto on ristiriidassa oppilaan ennakkokäsityksen kanssa, oppilas ei pysty liittämään sitä vanhaan tietopohjaansa ja uusi asia voi jäädä irralliseksi. Tällöin oppiminen ei ole ymmärtävää, syvällistä oppimista, johon tulisi pyrkiä. Jotta oppiminen olisi tuloksellista ja mielekästä, opettajan on tiedostettava ja huomioitava oppilaidensa ennakkokäsitykset käsiteltävästä aiheesta. (mm. Lavonen & Meisalo, 2006a; Nakhleh, 1992)

Kemian perusymmärrys kehittyy vähitellen. On hyvä tiedostaa, että oppilaat eivät ole ainoita, joilla on vaihtoehtoisia (virheellisiä) käsityksiä kemian käsitteistä ja ilmiöistä. Kam-Wah Lucille Leen mukaan sekä kemian opettajaksi opiskelevilla että kemian opettajilla ilmeni tutkimuksessa monia tieteellisestä tiedosta eriäviä käsityksiä. (Lee, 1999) Vastaavia tuloksia on saatu myös kemian opiskelijoilla ja kemian asiantuntijoilla.

3.2 Kemian ymmärtäminen ja sen tukeminen

Hiilihydraattien kemian ymmärtäminen edellyttää monitahoista osaamista: on tunnettava suuri määrä käsitteitä, osattava tulkita symboleja ja pystyttävä visualisoimaan silmin näkymättömät asiat. Kemiassa ilmiöt esiintyvät kolmella toisiinsa kytkeytyneellä tasolla. Nämä voidaan kuvata mikro-, makro- ja symbolitasoina (Gabel, 1999). Tämä kolmen tason malli on sovellettavissa myös muiden luonnontieteiden opetukseen. Hiilihydraattien opetuksessa mikrotasoa edustaa esimerkiksi disakkaridien entsymaattinen pilkkoutuminen ohutsuolessa, makrotasoa tärkkelyksen osoituskoe jodiliuoksella ja symbolitasoa glukoosimolekyylin rakennekaava. Haasteellisinta oppilaille on ilmiöiden ymmärtäminen mikro- ja symbolitasoilla. Jotta oppilas voisi ymmärtää mikrotasolla

tapahtuvan ilmiön, hänen on kyettävä hahmottamaan ilmiöön liittyvät mallit esimerkiksi analogioiden tai visualisoinnin avulla. Vaikka useimmat suomalaiset kemian oppikirjat sisältävät runsaasti reaktioyhtälöitä ja rakennekaavoja, oppilaat kokevat ilmiöiden ilmaisemisen symbolitasolla vaikeana. Symbolitaso on oppilaille tasoista kaikkein abstraktein. (Finnan & al. 2004; Gabel, 1999)

Kemian opetuksen tulisi tähdätä päämäärään, jossa oppilas ei ainoastaan opi ulkoa, vaan pystyy ymmärtämään ja soveltamaan oppimaansa kemian tietoa uudessa kontekstissa. Tehtävä on haasteellinen, suuri osa oppilaista opettelee asioita ulkoa. Siirryttäessä ulkoa opettelusta syvempään oppimiseen, siirrytään alemman tason ajattelutaidoista korkeamman tason ajattelutaitoihin. Andersonin ja Krathwohlin taksonomian (2001) mukaan oppimisessa tarvitaan sekä tietoa (kognitiivinen, affektiivinen, psykomotorinen tieto) että ajattelutaitoja. Kemian tietorakenteeseen kuuluu esimerkiksi sellaista nk. faktatietoa, joka on järkevää opetella ulkoa, esimerkiksi tietyt symbolit. Kemian ymmärtämisen kannalta ajattelutaitojen kehittäminen on olennaista kemian opetuksessa. Alempiin ajattelutaitoihin luetaan muistaminen ja ymmärtäminen. Korkeamman tason ajattelutaitoja tarvitaan, kun tietoa sovelletaan, analysoidaan, arvioidaan tai rakennetaan kokonaan uutta tietoa. Opettajan rooli on ratkaiseva oppilaiden korkeamman tason ajattelutaitojen tukemisessa. Oppilaille tulee antaa riittävästi aikaa omaksua opetettava asia, jotta he pystyvät arvioimaan omaa ajatteluaan ja kehittämään sitä. Oppimisessa tarvitaan korkeamman tason ajattelutaitojen lisäksi myös alemman tason ajattelutaitoihin kuuluvia taitoja. (Aksela, 2005)

Jotta kemian oppiminen ja ymmärtäminen olisi tehokkainta, oppilaan tulisi, lähes poikkeuksetta, hahmottaa käsiteltävä ilmiö kaikkien edellä mainittujen tasojen (mikro-, makro- ja symbolitasot) näkökulmasta ja kyetä siirtymään ajattelussaan sujuvasti tasolta toiselle. Tämän saavuttamiseksi oppilaalta vaaditaan korkeamman tason ajattelutaitojen käyttöä ja opettajalta havainnollisia, monipuolisia opetusmenetelmiä, mm. eri työtapojen käyttöä. Ilmiöiden tarkoituksenmukainen visualisointi auttaa oppijaa ymmärtämään mikrotason tapahtumia. Luokkahuoneessa tapahtuvan opettajajohtoisen opetuksen lisäksi kemian opetuksessa on siten tarpeellista käyttää myös soveltavia työmuotoja, kuten laboratoriotyöskentelyä sekä tietokoneavusteista oppimista. Hiilihydraattien kemiasta on löydettävissä lukuisia perusopetukseen sekä lukioon soveltuvia havainnollistavia laboratorioharjoituksia. (mm. Aksela, 2005; Gabel, 1999)

3.3 Kokeellisuus ja kemian ymmärtämisen tukeminen

Kokeellisuus on kuulunut luonnontieteiden opetukseen ainakin 1500-luvulta lähtien. Tieteessä kokeellisuuden tavoitteena on luonnontieteellisen tiedon hankkiminen. Kemian, ja muiden luonnontieteiden, opetuksessa kokeellisuuden tavoitteet ja tarkoitukset ovat dynaamisia. Tavoitteita ja kokeellisen työskentelyn tarkoituksia ohjaavat mm. vallitsevat oppimiskäsitykset ja saavutetut oppimistulokset. Kokeellisen työskentelyn avulla harjoitetaan tiedollisten taitojen lisäksi psykomotorisia ja affektiivisiä taitoja. (Aksela, 2005; Lavonen & Meisalo, 2005b; Lavonen & Meisalo, 2007)

3.3.1 Kokeellisuus kouluopetuksessa

Kokeellisuuden asema vahvistui entisestään opetussuunnitelmien perusteiden uudistumisen myötä 2000-luvulla. Nykyisen perusopetuksen valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden mukaan (2004) kemian opetuksen tulee tukeutua kokeelliseen lähestymistapaan. Kokeellisuuden tavoitteena on mm. *auttaa oppilasta omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja*. Kokeellisuudella on voimakas merkitys myös lukio-opetuksessa. Lukion valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden (2003) mukaan *kokeellisuudella tuetaan opiskelijaa omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja. Kokeellisuus auttaa opiskelijaa hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja tukee luonnontieteellisen ajattelun kehittymistä*." (Lavonen & Meisalo, 2005b; LOPS, 2003; POPS, 2004)

Kokeellisuutta kouluopetuksessa on tutkittu paljon. Yleisesti kokeellisuuden ajatellaan mm. auttavan oppilaita hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja helpottavan käsitteiden sekä periaatteiden oppimista. Kokeellisuuden avulla oppilaiden kiinnostuksen ja motivaation (kts. luku 3.5) sekä positiivisen asennoitumisen kemiaa kohtaan ajatellaan kasvavan. (Lavonen & Meisalo, 2005b)

3.3.2 Kokeellisuus kemian ymmärtämisen tukemisessa

Kokeellisuus kemian opetuksessa hyvin toteutettuna auttaa oppilaita kemian käsitteiden ymmärtämisessä ja kemian tietorakenteen (kts. 3.1.1) hahmottamisessa. Jotta kokeelliset tehtävät tukisivat kemian ymmärtämistä, oppilaan on ymmärrettävä työn vaiheet sekä makroskooppisella että mikroskooppisella tasolla. Valitettavan usein ymmärrettävä oppiminen laboratoriotyöskentelyssä jää heikolle tasolle. Työohjeet saattavat olla keittokirjamaisia, jolloin oppilas ei käytä työtä tehdessään korkeamman asteen ajattelutaitoja. Kouluopetuksessa käytettävät työt voivat myös olla heikosti suunniteltuja: reaktiot tapahtuvat usein oppilaiden näkökulmasta nopeasti, jolloin havainnoinnille ei jää tarpeeksi aikaa tai laboratoriossa on yhtäaikaaisesti paljon muutakin tarkkailtavaa, jolloin oppilaan keskittyminen herpaantuu. (Aksela, 2005)

Parhaimmillaan kokeellinen oppimisympäristö tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden mielekkäälle, merkitykselliselle oppimiselle. Kokeellisesti oppiminen on tehokasta, kun työn tavoitteet ovat selvillä, työn kohokohta tulee selkeästi esille ja oppilaat virittäytyvät kokeellisen työn aiheeseen ennen kokeen tekemistä. (Aksela, 2005) Kokeellisten töiden tehtävänannot tulisi muotoilla näiden periaatteiden mukaisesti, jotta ymmärrys kemian käsitteisiin ja ilmiöihin saavutettaisiin.

3.4 Kontekstuaalinen oppiminen

Hiilihydraattien opiskelu terveysnäkökulmasta on kontekstuaalista oppimista. Kontekstuaalisessa oppimisessa lähtökohtana pidetään jotain autenttista tilannetta, johon opiskeltava asia liittyy. Opetuksessa asiayhteys (konteksti) pyritään valitsemaan siten, että se kiinnostaisi oppilaita ja osoittaisi käsiteltävän asian hyödyllisyyden. Käsitteet motivaatio ja kiinnostus liittyvät siten keskeisesti kontekstuaaliseen oppimiseen. Esimerkkejä konteksteista kemian opetuksessa ovat mm. teknologia-, yhteiskunta- sekä tähän Pro gradu -työhön liittyvät ihmis- ja terveystekstit. Kontekstiin sidotusta oppimisesta ollaan oltu kiinnostuneita ainakin 1920-luvulta lähtien (Lavonen, 2006a). Kemian perusopetuksen tavoitteita on yleissivistyksen saaminen kemiasta sekä kiinnostuksen herättäminen kemian jatko-opintoja kohtaan. Tärkeä pohja kemian

opintoihin luodaan perusopetuksessa. Oppilaiden kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan on pyritty kasvattamaan valitsemalla opetukseen oppilaita kiinnostavia teemoja. (Gilbert, 2006; Lavonen, 2006a) Kontekstuaalista opetusta voidaan käyttää myös kouluympäristön ulkopuolella: opintokäynnit tarjoavat varteenotettavia mahdollisuuksia kontekstuaalisen oppimisen yhteydessä. Opintokäynneillä on mahdollisuus tarkastella sellaisia ilmiöitä, menetelmiä ja laitteistoja, joihin luokkaolosuhteissa olisi hankalaa tai mahdotonta tutustua. Vierailut laajentavat oppilaiden kuvaa luonnontieteellisesti orientoituneista työaloista, vaikuttavat motivaatioon ja kiinnostukseen sekä mahdollisesti oppilaiden uravalintoihin. (mm. Lampiselkä, 2006)

3.4.1 Kontekstuaalisen opetuksen mahdollisuuksia

Gilbert (2006) esittelee artikkelissaan mm. Bennettin 2003 tekemän tutkimuksen tuloksia, jossa todetaan oppilaiden kiinnostuksen ja viihtyvyyden lisääntyneen luonnontieteiden tunneilla, kun opetuksessa noudatettiin kontekstuaalista lähestymistapaa ja käytettiin kontekstuaalista oppimateriaalia. Oppilaiden havaittiin muodostavan paremmin yhteyksiä heidän arkielämänsä ja luonnontieteiden välille. Kontekstuaalista opetusta saaneet oppilaat oppivat vähintään yhtä hyvin kuin vertailuryhmä. Kontekstisidonnaisesta oppimisesta kaivataan kuitenkin paljon lisätutkimuksia ennen kuin sen toimivuutta tai toimimattomuutta voidaan arvioida laajemmin. (Gilbert, 2006)

Kontekstuaalisessa opetuksessa on lukuisia haasteita, mutta sen kehittämistä ollaan yhä kiinnostuneempia. Teemaan sidotun opetuksen katsotaan voivan tarjota ratkaisuja olemassa oleviin ongelmiin. Monesti oppilaat ajattelevat kemian kohdalla vain opintojensa seuraavia kursseja ja opiskelevat kemiaa lähinnä selvittääkseen seuraavalle portaalle. Kontekstuaalinen opetustapa voi motivoida oppilasta kemian opiskeluun jos hän havaitsee kemian olevan kiinnostavaa ja hyödyllistä hänelle itselleen. (Pilot & Bulte, 2006) Kontekstuaalisen oppimisen peruseriaatteena tulisi olla aiheen tuominen kiinnostavalla tavalla lähelle oppilaan omaa elämää (Gilbert, 2006). Kontekstin valinnalla voidaan myös vaikuttaa sukupuolten välisiin eroihin kiinnostuksessa. Tiedetään, että esimerkiksi teknillisten sovellusten konteksti kiinnostaa poikia huomattavasti enemmän kuin tyttöjä. Ihmiskonteksti sen sijaan kiinnostaa tyttöjä ja poikia lähes yhtä paljon: tutkimuksen vastauksissa ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa. Ihmiskontekstin on

myös havaittu keskimääräistä kiinnostavammaksi kontekstiksi (mm. ROSE-hanke). Hiilihydraattien opettaminen ihmis- ja terveysteksteissä on siten perusteltua. (mm. Jenkins & Pell, 2006; Lavonen, 2006b)

3.4.2 Kontekstuaalisen opetuksen haasteita

Yksinkertaisimmillaan kontekstuaalista oppimista kemiassa on arkielämän esimerkin tuominen kemian tunnille. Kontekstuaalisella oppimisella tarkoitetaan kuitenkin kokonaisvaltaisempaa lähestymistapaa aiheeseen. Uuden opetustavan tuominen kouluun ei ole koskaan helppoa. Vaikka opettaja olisi valmis kokeilemaan kontekstipohjaista opetusta, oppilaat ja heidän huoltajansa saattavat vastustaa uutta lähestymistapaa. Oppilailla sekä heidän vanhemmillaan on ennakkokäsityksiä siitä, miten kemiaa tulisi opettaa ja mitä kemian tunnilla tulisi tapahtua. (Gilbert, 2006)

Kontekstuaalinen opetus vaatii opettajalta asiaan paneutumista. Opettajan on tiedettävä opetusryhmänsä kiinnostuksen kohteet, jotta hän voi valita sopivat kontekstit opetukseensa. Opettajan suunnittelemaan kontekstiin, opetusryhmän tason huomioiden, ei välttämättä ole saatavilla valmiita materiaaleja. Tämä teettää opettajalle lisätöitä ja voi siten vaikuttaa innostukseen. Oppilaita kiinnostaviin teemoihin saattaa myös liittyä sellaista kemian teoretietoa, joka on heille hyvin vaikeaa ymmärtää. Jos oppilas turhautuu sinänsä kiinnostavan asian sisältämästä vaikeasti opittavasta teoriasta, oppilaan kiinnostus koko aiheeseen voi loppua. (mm. Lavonen 2006a)

Suomessa valtakunnallisten opetussuunnitelmien perusteet määräävät, mitä opetukseen tulee sisältyä. Nämä asiat on sisällytettävä opetukseen opetustavasta riippumatta. Konteksti onkin valittava harkiten, jotta vaadittavat seikat tulevat esille tarkoituksenmukaisessa laajuudessaan. Valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteista ei voida toteuttaa ”kevennettyä” versiota kontekstuaalisuuden kustannuksella. Opetuksen kontekstia valittaessa on myös pohdittava siinä opitun tiedon soveltamisen mahdollisuuksia muihin konteksteihin. On vaarana, että asiat jäävät irrallisiksi esimerkeiksi, eikä oppilas pysty muodostamaan kokonaiskuvaa oppimistaan käsitteistä, ilmiöistä ja niiden suhteista. (mm. Gilbert, 2006; Lavonen, 2006a)

3.5 Motivaatio ja kiinnostus kemian opetuksessa

Motivaatio ja kiinnostus liittyvät läheisesti kontekstuaaliseen oppimiseen. Motivaatiolla tarkoitetaan sellaisten psykologisten funktioiden jäsentynyttä kokonaisuutta, jotka ohjaavat ja säätelevät päämääräsuuntautunutta toimintaa (Lavonen & Meisalo, 2005a). Useiden tutkimusten mukaan oppilaan motivaatiolla on suora yhteys oppimisen tuloksiin (mm. Aksela, 2005). Motivoituneella oppilaalla on jokin tavoite tai päämäärä oppimiselle. Motivaatio voi olla joko sisäistä tai ulkoista. Sisäisesti motivoitunut oppilas opiskelee itseään varten, eikä tavoittele toiminnallaan ulkopuolelta tulevaa palkkiota. Kiinnostusta voidaan pitää sisäisen motivaation synonyyminä. Oppilasta kiinnostavan opetuskontekstin valinta puolestaan voi olla opettajalta tietoinen yritys herättää oppilaan ulkoista (kontrolloitua) motivaatiota. (Lavonen & Meisalo, 2005a)

Motivoitunut, aiheesta kiinnostunut oppilas oppii kemiaa syvällisesti. Motivaatio liittyy siten suoraan korkeamman asteen ajattelutaitoihin ja niiden käyttöön. Motivoitunut oppilas uskoo omiin kykyihinsä. Tämä luo positiivisen ilmapiirin oppimiseen, ja edesauttaa sitä. Oppilaiden motivaatioon ja kiinnostukseen vaikuttavat lukuisat tekijät. Mahdollinen toiveammatti ja siihen liittyvät jatko-opinnot ovat eräs syy. Opettajan toiminta luokassa, oppiaineen koettu vaikeus ja työmäärä vaikuttavat motivaatioon. Myös oman arvon tunteminen ja oppilaan omat odotukset heijastuvat motivaation ja kiinnostuksen syntymiseen. Oppilaan odotukset ja oppiaineessa menestyminen muodostavat parhaimmassa tapauksessa positiivisen noidankehän: menestys ja sen luoma tunne vaikuttavat positiivisesti motivaation ja oppimistulosten kehitykseen. Kemian kohdalla sukupuolten välillä ei näytä olevan suurta eroa: tytöt ja pojat ovat yhtä kiinnostuneita kemiasta. (mm. Aksela, 2005; Lavonen & Meisalo, 2005a)

3.6 Hiilihydraatit kemian opetuksessa

3.6.1 Hiilihydraatit valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteissa

Kemia on kirjattu valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteisiin omana oppiaineenaan perusopetuksen viidennessä luokasta lähtien.

Viidennellä ja kuudennella luokka-asteella kemian ja fysiikan opetukseen integroidaan terveystiedon opetus. Näillä luokka-asteilla hiilihydraatit tulevat esille kokonaisuudessa *aineet ympärillämme* kohdassa *elinympäristöön kuuluvien aineiden ja tuotteiden alkuperä*. (OPS, 2004)

Vuosiluokilla 7-9 kemian opetussuunnitelmassa keskeisissä sisällöissä on kokonaisuus *elollinen luonto ja yhteiskunta*. Kokonaisuudessa on erikseen mainittuna *hiilihydraatit* (sekä muut ravintoaineet), *niiden koostumus ja merkitys ravintoaineina sekä teollisuuden raaka-aineina*. Peruskoulun kolmella viimeisellä vuosiluokalla opetuksessa yhtenä tavoitteena on, että *oppilas oppii soveltamaan omia tietojaan käytännön tilanteissa ja valinnoissa*. Ravitsemus on hiilihydraattien kohdalla yksi tällainen kemian ja terveystiedon asiakokonaisuuksia yhdistävä käytännön tilanne, jonka oppilas kohtaa päivittäin. (OPS, 2004)

Lukiossa kemian opetuksen eräs tavoite on, että *oppilas osaa käyttää kemiallista tietoa kuluttajana terveyden ja kestävä kehityksen edistämiseksi*. Kaikille yhteisellä kurssilla *Ihmisen ja elinympäristön kemia* tavoitteena on, että *oppilas osaa orgaanisten yhdisteiden rakenteita sekä ymmärtää niiden merkityksen ihmiselle ja elinympäristölle*. Orgaanisiin aineisiin palataan vielä syventävällä kurssilla *Kemian mikromaailma*, jolloin tarkoituksena on ymmärtää orgaanisten yhdisteiden rakenteita ja tuntea rakenteen määrittämisessä käytettäviä menetelmiä. Hiilihydraatti-sanaa ei erikseen mainita lukion kemian opetussuunnitelmassa. (OPS, 2003)

3.6.2 Terveyskasvatus hiilihydraattien kemian opetuksessa

Valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteet eivät määrää toteuttamaan terveystiedon opetusta tietyllä tavalla hiilihydraattien kemian opetuksessa. Kunta- ja koulukohtaisissa opetussuunnitelmissa terveystiedon opetusta voidaan niin halutessa nostaa enemmän esiin ja voidaan sopia tiettyjä linjoja sen opetukseen. Terveystiedon käsittelyyn kemian tunnilla vaikuttaa kuitenkin eniten aineen opettaja. Opettajaa ohjaavat työssään opetussuunnitelmat, käytössä olevat oppimateriaalit, oma kiinnostus aiheeseen sekä yhteiskunnan käsitykset aiheesta ja sen tärkeydestä. Suurin osa opettajista käyttää oppikirjaa opetussuunnitelman tavoin (mm. Ahtineva, 2000). Näin oppikirjan tekijät vaikuttavat suoraan opetuksen aiheisiin ja niiden käsittelyn näkökulmiin.

Hiilihydraatteja käsitellään muiden ravintoaineiden tavoin perusopetuksessa biologian, kemian, kotitalouden ja terveystiedon oppitunneilla. Ravintoaineiden opetuksessa eri oppiaineiden opettajien yhteistyö ja erityisesti tietoisuus toisten aineiden opetussuunnitelmista auttavat oppilasta saavuttamaan paremman kokonaiskuvan aiheesta. Jos hiilihydraatteja lähestytään monipuolisesti erilaisista lähtökohdista eri aineiden oppitunneilla, oppilaat saavat monipuolisesti tietoa aiheesta. Tällaisessa opetuksessa erilaiset oppimistyyliä ja oppijat tulee huomioida vaihtelevia lähestymistapoja käyttäen.

4. TUTKIMUS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa terveystiedon ja kemian suhdetta hiilihydraatit -aiheesta sekä luoda kemian ja terveystiedon yhdistävää, motivoivaa opetusmateriaalia ensisijaisesti peruskoulun 7.-9.-luokkalaisten käyttöön. Opetusmateriaali suunnataan käytettäväksi kemian opetuksessa, mutta se on sovellettavissa myös terveystiedon ja biologian oppitunneille.

Tutkimus on kehittämistutkimus (Edelson, 2002). Koska suurin osa opettajista käyttää oppikirjaa pääasiallisena sisältönä perusopetuksessa, tarveanalyysi antaa kuvan aiheen opettamisen haasteista (vrt. Ahtineva, 2000). Nk. tarveanalyysissä käytettiin peruskouluun ja lukioon suunnattuja oppikirjoja, sekä yksittäisiä, muihin oppilaitoksiin suunnattuja, oppikirjoja. Koska varsinaisen tutkimuksen kohderyhmäksi rajattiin peruskoulun 7.-9.-luokat, tarveanalyysissä perehdyttiin tarkemmin perusopetuksen kolmelle viimeiselle vuosiluokalle suunnattuun opetusmateriaaliin. Lukion opetusmateriaali otettiin mukaan kokonaiskuvan muodostumiseksi aiheesta kouluopetuksessa.

Tarveanalyysin pohjalta tarkastelun näkökulmaksi valittiin hiilihydraatteihin liittyviä, aiheen ymmärtämistä ja kiinnostusta tukevia tehtäviä keskittyen erityisesti kolmeen aiheeseen: glukoosiin, ksylitoliin ja tärkkelykseen. Aiheita tarkastellaan terveystiedon näkökulmasta. Tutkimuksen hiilihydraatit on valittu siten, että ne olisivat lähellä oppilaan jokapäiväistä elämää ja motivoisivat siten opiskelemaan kemian.

4.1 Tutkimuskysymykset

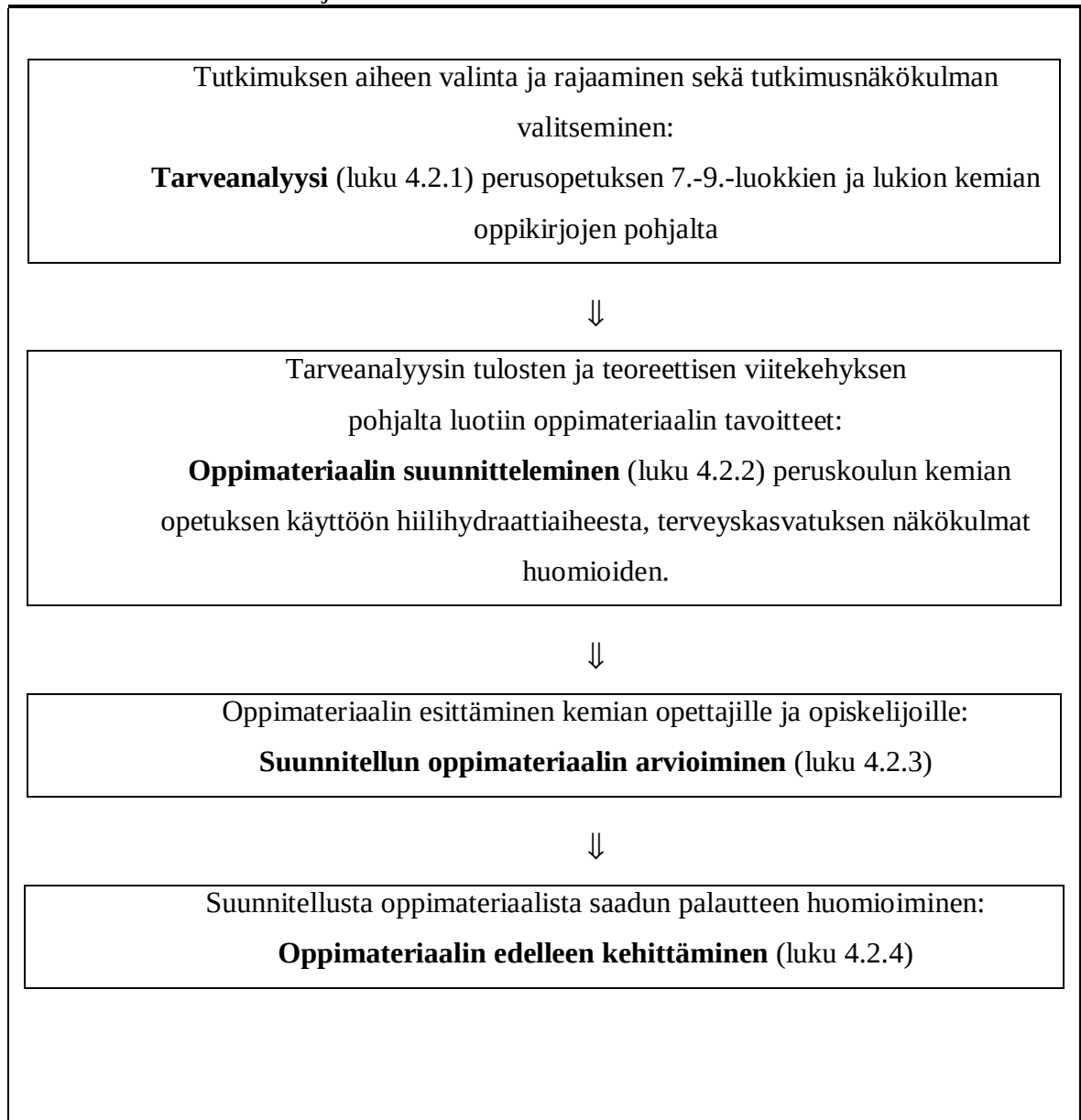
Tutkimuskysymykset ohjaavat tutkimusta. Tämä kehittämistutkimus pyrkii vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten terveystkasvatus on integroitu hiilihydraattien kemian opetukseen?
 - 1.1. Miten terveystkasvatus on integroitu peruskoulun kemian opetukseen?
 - 1.2. Miten terveystkasvatus on integroitu lukion kemian opetukseen?
2. Millaiset tehtävät tukevat hiilihydraattien kemian oppimista terveystkasvatuksen kontekstissa?
 - 2.1. Millaiset tehtävät aktivoivat hiilihydraattien kemian ymmärtämiseen ja soveltamiseen?
 - 2.2. Miten tehtävät tukevat asetettuja tavoitteita kemian opettajien näkökulmasta?
 - 2.3. Millainen materiaali on hyvää aiheen opiskelussa?

4.2 Tutkimuksen toteutus

Tämä kehittämistutkimus on jaettavissa neljään osuuteen: tarveanalyysiin, oppimateriaalin suunniteluun, suunnitellun materiaalin arvioimiseen ja sen edelleen kehittämiseen (kts. kuva 4.1). Tarveanalyysi suoritettiin keväällä 2006, oppimateriaalia suunniteltiin syksyllä 2006 ja arvioitiin sekä kehitettiin keväällä 2007.

Kuva 4.1. Tutkimuksen neljä vaihetta



4.2.1 Tarveanalyysi

Tarveanalyysi toteutettiin oppikirjojen sisällönanalyysinä (Tuomi & Saarijärvi, 2002). Analyysin tavoitteena oli selvittää hiilihydraattitehtävien nykytilanne suomalaisissa oppikirjoissa ja saada tavoitteita oppimateriaalin suunnittelulle. Tarveanalyysissä tarkasteltiin erityisesti tehtävissä vaadittavia ajattelutaitoja (luku 3.2) ja tehtävien konteksteja (luku 3.5).

Kirjasarjoista tutkittiin erikseen saatavilla olevat käsikirjat, tehtäväkirjat ja työkirjat. Peruskoulun tutkittuja kirjasarjoja kuvaavat symbolit P1, P2, P3 ja P4. Näistä kirjasarjoista P1 ja P2 olivat vuoden 2004, ja P3 sekä P4 vuoden 1994, valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden mukaan laadittuja. Lukion kirjasarjoja symbolisoivat vastaavasti L1, L2 ja L3. Kirjasarjat L1 ja L3 olivat vuoden 2003 valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden mukaisia ja L2 vuoden 1994 mukainen. Kirjasarjoista analysoitiin niiden sisältämät hiilihydraattiaiheiset kokeelliset tehtävät. Tehtävät luokiteltiin niissä tutkittavan hiilihydraatin mukaan. Peruskoulun oppikirjoista P1, P2, P3 ja P4 tutkittiin lisäksi hiilihydraattiaiheiset kirjalliset tehtävät. Tarveanalyysissä ilmenneiden tulosten pohjalta aiheeseen suunniteltiin oppimateriaalia terveystiedon näkökulmasta.

4.2.2 Oppimateriaalin tekeminen

Tavoitteena on suunnitella mielekästä oppimateriaalia perusopetuksen kemian, ja soveltuvin osin terveystiedon, opetuksen käyttöön. Tehtäväsarjojen tarkoituksena on syventää oppilaan tietoja hiilihydraattien kemiasta terveystiedon näkökulmaa painottaen ja auttaa laajemmän kokonaiskuvan muodostumista aiheesta. Tehtävät ovat monivaiheisia, projektimaisia tehtäviä. Tehtävät ja niiden työohjeet on laadittu siten, että oppilas käyttää tehtäviä tehdessään monipuolisesti ajattelutaitoja ja harjaantuu kemian osaamisessa tarvittavissa tiedollisissa ja taidollisissa osa-alueissa. Tehtävät sisältävät sekä kirjallisia että kokeellisia töitä. Kokeellisten töiden tulokset esitellään luvussa 5.2. Opettajille suunnattu materiaali sekä kokeellisten töiden työohjeet ovat tämän tutkielman liitteinä 2-7.

4.2.3 Oppimateriaalin arvioiminen

Oppimateriaalin arvioiminen toteutettiin tapaustutkimuksena (Hirsjärvi & al. 2000). Kemian opettajat ja opettajaksi opiskelevat arvioivat suunnitellun oppimateriaalin toimivuutta Kemian opetuksen päivillä maaliskuussa 2007. Noin 50 opettajaa ja opiskelijaa osallistui tutkijan suunnittelemaan työpajatyöskentelyyn. Työpajassa esiteltiin jokaisesta tutkittavasta hiilihydraatista (glukoosi, ksylitoli ja tärkkelys) yksi kokeellinen

työ. Arviointi suoritettiin vastaamalla kyselylomakkeelle. Kyselylomake sisälsi sekä avoimia että suljettuja kysymyksiä. Kyselylomakkeen palautti 24 työpajaan osallistunutta. Vastaajien suulliset kommentit huomioitiin myös oppimateriaalin kehittämisessä.

4.2.4 Oppimateriaalin kehittäminen

Kemian opettajilta ja opettajaksi opiskelevilta saadun palautteen perusteella oppimateriaalia kehitettiin edelleen paremmin opetuksen tarpeita vastaavaksi. Lopulliset ohjeet opettajille ja oppilaille esitellään liitteissä 2-7.

5. TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimustulokset tutkimuskysymyksittäin. Alaluvussa 5.1 esitetään tarveanalyysin tulokset. Alaluvussa 5.2 on tarkasteltu suunnitellun oppimateriaalin kokeellisten töiden toimivuutta ja kehittämisideoita.

5.1 Terveyskasvatuksen integrointi hiilihydraattien kemian opetukseen

Suurin osa tarveanalyysissä tutkittujen oppikirjojen tehtävistä käsitteli yleensä hiilihydraatteja, eikä tiettyjä yhdisteitä (kts. tarkemmin luvut 5.1.1 ja 5.1.2). Suosituin tehtävätyyppi kirjallisissa tehtävissä, kirjasarjasta riippumatta, oli hiilihydraattien luokitteluun liittyvät tehtävät. Yleinen tehtävä oli myös hiilihydraattien sisältämien alkuaineiden tunnistaminen annetusta rakennekaavasta. Kokeellisissa töissä yksinkertaisten sokereiden ja tärkkelyksen toteaminen olivat yleisimpiä töitä. Terveysnäkökulma tuotiin harvoin esiin, varsinkin peruskoulun tehtävissä.

5.1.1 Terveyskasvatuksen integrointi hiilihydraattien kemian opetukseen peruskoulussa

Taulukossa 5.1 esitellään tarveanalyysissä tutkituissa peruskoulun oppikirjoissa esiintyneet hiilihydraattiaiheet kokeelliset työt. Työt on luokiteltu niissä tutkittavan hiilihydraatin mukaan. Taulukoihin 5.2, 5.3 ja 5.4 on koottu sekä kokeelliset että kirjalliset tehtävät glukoosiin, ksylitoliin ja tärkkelykseen liittyen. Taulukot eivät ota kantaa tehtävien laatuun ja niiden suorittamisessa vaadittaviin taitoihin.

Tutkituista peruskoulun kirjasarjoista löytyi yhteensä 20 kokeellista työtä hiilihydraattien kemiaan liittyen (taulukko 5.1). Kaikki kuusi monosakkaridiaiheista kokeellista työtä, kirjasarjasta riippumatta, olivat monosakkaridin osoitusreaktioita. Kemiaalisena ilmiönä ko. osoitusreaktioissa on pelkistyminen. Myös kahdeksassa tärkkelysaiheisessa työssä osoitusreaktiot olivat suosittuja. Tärkkelyksen havaitsemiseen töissä käytettiin jodin reaktiota tärkkelyksen kanssa. Kuudessa disakkarideja tai disakkarideja ja tärkkelystä

yhdessä tutkivassa oppilastyössä tarkasteltavana ilmiönä oli hiilihydraattiketjun hajoaminen ja reaktiossa muodostuneiden monosakkaridien toteaminen. Kirjasarjojen kokeelliset hiilihydraattitehtävät eivät juuri poikkeakaan toisistaan aiheiltaan tai tasoltaan.

Taulukko 5.1. Tutkituissa peruskoulun oppikirjoissa esiintyneet kokeelliset hiilihydraattityöt

Luokittelu	Työn nimi	Kemiallinen ilmiö	Lähde
Monosakkaridi	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe	Hapettuminen ja pelkistyminen	P1
Monosakkaridi	Sisältääkö liuos sokeria?	Liukeneminen, jodin sitoutuminen	P2
Monosakkaridi	Hopeapeili – yksinkertaisen sokerin toteaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3
Monosakkaridi	Kuparin pelkistyminen – yksinkertaisen sokerin toteaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3
Monosakkaridi	Yksinkertaisen sokerin toteaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3
Monosakkaridi	Kuinka tutkitaan, onko ruoka-aineessa yksinkertaisia sokereita	Hapettuminen ja pelkistyminen	P4
Disakkaridi	Makeustesti	Disakkaridin hajoaminen	P3
Disakkaridi	Musta vaahto	Sakkaroosin hajoaminen	P3
Disakkaridi	Hiilihydraattien alkuaineet	Palaminen	P4
Tärkkelys/ disakkaridi	Ruokosokerin ja tärkkelyksen hajottaminen yksinkertaisiksi sokereiksi	Hajoaminen	P1
Tärkkelys/ disakkaridi	Happo hajottaa sokerin	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3
Tärkkelys/ disakkaridi	Ruokosokerin ja tärkkelyksen hajottaminen yksinkertaisiksi sokereiksi	Hajoaminen	P4
Tärkkelys	Kokeile kotona	Liukeneminen	P1
Tärkkelys	Tärkkelyksen osoittaminen jodilla	Jodin sitoutuminen	P1
Tärkkelys	Tärkkelyksen tutkiminen	Liukeneminen, jodin sitoutuminen	P2
Tärkkelys	Mitkä ruoka-aineet sisältävät tärkkelystä?	Liukeneminen, jodin sitoutuminen	P2
Tärkkelys	Tärkkelyksen toteaminen	Jodin sitoutuminen	P3
Tärkkelys	Tärkkelys hajoaa happo hajottaa sylki hajottaa	Tärkkelyksen hajoaminen hapolla ja entsyymaattisesti	P3
Tärkkelys	Makeaa leipää	Tärkkelyksen hajoaminen	P3
Tärkkelys	Kuinka tutkitaan, onko ruoka-aineessa tärkkelystä	Hajoaminen	P4

Seuraavassa taulukossa (5.2) esitellään tutkituissa kirjasarjoissa esiintyneet, glukoosiin liittyvät sekä kokeelliset että kirjalliset tehtävät. Kaikissa kirjasarjoissa oli yksi glukoosiaiheinen kokeellinen työ. Työt olivat yksinkertaisen sokerin osoituskokeita. Kahdessa kirjasarjassa P1 ja P2 esiintyi glukoosiin liittyviä kirjallisia tehtäviä. Tehtävät liittyivät glukoosin molekyyliarakenteeseen, eivätkä vaatineet korkeamman asteen ajattelutaitojen käyttöä. Kirjasarjassa P2 oli soveltavampi kysymys monosakkaridien isomeriaan liittyen.

Taulukko 5.2. Peruskoulun 7.-9.-luokan oppikirjoissa esiintyneet glukoosiaiheiset tehtävät

Kirjasarja	Kokeelliset tehtävät	Kirjalliset tehtävät
P1	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe	Tehtävä glukoosin molekyyliarakenteesta
P2	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe	Glukoosin molekyylikaava Perussokerimolekyylin rakennekaava Mitä glukoosin ja fruktoosin isomerialla tarkoitetaan
P3	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe, useita eri menetelmiä	(ei kirjallisia tehtäviä)
P4	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe	(ei kirjallisia tehtäviä)

Tutkitut oppikirjat sisälsivät ainoastaan yhden ksylitoliaiheisen tehtävän (taulukko 5.3). Kyseisessä tehtävässä ksylitolia käsiteltiin alkoholien yhteydessä. Lukion oppikirjoissa puolestaan esiintyi huomattavasti enemmän ksylitoliin liittyviä kirjallisia tehtäviä. Kokeellisia ksylitolitehtäviä kirjoissa ei ollut.

Taulukko 5.3. Peruskoulun 7.-9.-luokan oppikirjoissa esiintyneet ksylitoliaiheiset tehtävät

Kirjasarja	Kokeelliset tehtävät	Kirjalliset tehtävät
P4	(ei kokeellisia tehtäviä)	Miten alkoholi liittyy ns. makeaan elämään?

Tärgkelys osoittautui suosituimmaksi aiheeksi hiilihydraattitehtävissä oppikirja-analyysin perusteella. Kaikissa tutkituissa peruskoulun 7.-9.-luokkien kemian oppikirjoissa oli vähintään kaksi erilaista kokeellista tärgkelystehtävää. Vain kirjasarjassa P3 ei esiintynyt

kirjallisia tehtäviä tärkkelyksestä. Ihmisteema huomioitiin kirjasarjan P2 kirjallisessa tärkkelystehtävässä ”Tärkkelyksen hyödyt ihmiselle”. Ihmiskontekstiin suoraan liittyy myös kirjasarjan P3 kokeellinen tehtävä ”Hajottaako sylki tärkkelyksen”.

Taulukko 5.4. Peruskoulun 7.-9.-luokan oppikirjoissa esiintyneet tärkkelysaiheiset tehtävät

Kirjasarja	Kokeelliset tehtävät	Kirjalliset tehtävät
P1	Tärkkelyksen hajoaminen Tärkkelyksen osoittaminen jodilla Tärkkelyksen liukeneminen	Runsaasti hiilihydraatteja sisältävät ruoka-aineet
P2	Tärkkelyksen tutkiminen Tärkkelyksen tutkiminen ruoka-aineista	Mistä tärkkelys muodostuu? Mihin tärkkelys luokitellaan? Tärkkelyksen hyödyt ihmiselle, kasveille ja märehijöille
P3	Tärkkelyksen reaktio happamassa liuoksessa kuumennettaessa Tärkkelyksen toteaminen Tärkkelyksen hajoaminen hapolla ja entsyymaattisesti	(ei kirjallisia tehtäviä)
P4	Tärkkelyksen hajoaminen yksinkertaisiksi sokereiksi Tärkkelyksen tutkiminen ruoka-aineista	Kerro tärkkelyksestä Tärkkelyksen reaktio happamassa liuoksessa kuumennettaessa

Oppikirjojen tehtävät olivat pääosin lyhyitä, muistamista vaativia tehtäviä, joiden tekemisestä oppilas selviää alemman asteen ajattelutaidoilla. Esimerkiksi:

” Mitkä ovat seuraavien sokerien toiset nimet:

- a) maltoosi*
- b) laktoosi*
- c) glukoosi*
- d) sakkarooosi?”*

(Aine ja energia: Kemian tietokirja, s. 175)

”Mainitse kaksi yksinkertaista sokeria ja kaksi yhdistettyä sokeria.”

(Kemian Ydin 8, s. 141)

Monivaiheisia, korkeamman asteen ajattelutaitojen (kts. luku 3.2) käyttöä vaativia tehtäviä tai töitä ei juuri esiintynyt tutkituissa oppikirjoissa hiilihydraattiaiheeseen liittyen. Terveyskasvatusnäkökulma oli jätetty huomioimatta lähes kaikissa tehtävissä. Ruuansulatuksen reaktioihin ja suun terveyteen löytyi muutamia viittauksia, mutta mikään kirjasarja ei esimerkiksi maininnut verensokeria glukoositehtävien yhteydessä. Tehtäviä, jotka olisivat liittyneet suoraan hiilihydraattien sisältämään energiaan, ei myöskään esiintynyt kirjasarjoissa.

Ihmis- ja terveystekstin huomioivia tehtäviä peruskoulun oppikirjoissa:

”Mikä merkitys hiilihydraateilla on ihmisille ja eläimille”

(Kemian Ydin 8, s. 141)

”Mitä tapahtuu niille hiilihydraateille, joita ihminen ei kuluta? Mitä hyötyä ihmiselle on ravinnossa olevasta selluloosasta?”

(Aine ja energia: Kemian tietokirja, s. 175)

5.1.2 Terveyskasvatuksen integrointi hiilihydraattien kemian opetukseen lukiossa

Hiilihydraatteihin liittyviä kokeellisia töitä esiintyi tutkituissa lukion oppikirjoissa peruskoulun kirjoja vähemmän, yhteensä 12. Kokeelliset tehtävät sisälsivät peruskoulun tavoin mm. osoitusreaktioita. Hapettuminen ja pelkistyminen esiintyi kemiallisena ilmiönä keskimäärin joka toisessa tehtävässä. Muita havainnollistettavia kemian ilmiöitä olivat liukeneminen, sähkö johtaminen ja jodin sitoutuminen. Peruskouluun verrattuna lukioon suunnatut kokeelliset tehtävät sisälsivät kuitenkin enemmän vertailevia osioita ja tehtävät olivat pääsääntöisesti monivaiheisia. Taulukossa 5.5 esitellään tarkemmin lukion oppikirjoissa esiintyneet kokeelliset työt.

Taulukko 5.5. Tutkituissa lukion oppikirjoissa esiintyneet kokeelliset hiilihydraattityöt

Luokittelu	Työn nimi	Kemiallinen ilmiö	Lähde
Monosakkaridi	Sokerit, karbonyyliyhdisteitä luonnosta	Hapettuminen ja pelkistyminen	L1
Monosakkaridi	Osoitusreaktio	Hapettuminen ja pelkistyminen	L1
Monosakkaridi	Koe 1: Kokeillaan rypälesokerin liukenevuutta	Liukeneminen	L2
Monosakkaridi	Koe 2: Fehlingin koe	Hapettuminen ja pelkistyminen	L2
Monosakkaridi	Koe 3: Osoitus	Hapettuminen ja pelkistyminen	L2
Monosakkaridi	Työ 10: Orgaanisten aineiden ominaisuuksien vertailu	Liukeneminen, sähkönjohtavuus, sulaminen	L3
Disakkaridi	Maidon tutkiminen: laktoosin osoittaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	L1
Disakkaridi	Koe 4: Fehlingin liuos	Hajoaminen, hapettuminen	L2
Disakkaridi	Koe 5: Lämpötilan muutos	Hapettuminen	L2
Tärkkelys	Tärkkelyksen osoittaminen jodilla	Jodin sitoutuminen	L1
Tärkkelys	Koe 6: Tärkkelyksen valmistaminen		L2
Tärkkelys	Koe 7: Osoitus jodilla	Jodin sitoutuminen	L2

Koska tämä tutkielma painottuu perusopetuksen 7.-9. luokkien oppimateriaalin tutkimiseen ja kehittämiseen, lukion oppikirjoista ei tutkittu erikseen glukoosi-, ksylitolitai tärkkelystehtäviä. On kuitenkin huomattava, että lukion kirjasarjojen perusteella tutkimustulokset ovat erilaisia. Kokeellisia töitä ksylitoliin liittyen ei esiintynyt tutkituissa lukion oppikirjoissa, glukoosiin, ja yleisemmin monosakkarideihin, sekä tärkkelykseen liittyen esiintyi muutamia kokeellisia töitä.

Lukioon suunnatuissa tehtävissä esiintyi korkeamman asteen ajattelutaitojen käyttöä vaativia tehtäviä, vaikka suurimmasta osasta selviytyi jälleen käyttämällä alemaan asteen ajattelutaitoja. Lukiossa terveystietäminen tuotiin peruskoulua paremmin esille. Tehtävissä oli viittauksia niin verensokeriin, suun terveyteen kuin ruuansulatukseenkin.

Esimerkki terveystekstissä esitetystä kokeellisesta tehtävästä lukion oppikirjassa:

”Ihmisen veri sisältää rypälesokeria noin 0,1 g 100 millilitraa kohden. Hormonit säännöstelevät veren sokeria. Sokeritautisella henkilöllä määrä ylittyy, ja sokeria kulkeutuu munuaisten kautta virtsaan. Osoita testipaperilla liuoksesta sokeri. Testipaperin väristä voidaan asteikkoon vertaamalla päätellä näytteessä olevan glukoosin määrä”

(Kemia 2: Elämän kemia, s. 86)

Esimerkki arkielämän ja korkeamman asteen ajattelutaitojen käytön huomioivasta tehtävästä lukion oppikirjassa:

” Anna kemiallinen selitys seuraaville ilmiöille:

a) Perunasta valmistettu laatikkoruoka alkaa maistua makealta (imeltyy), kun sitä valmistuksen alkuvaiheessa pidetään lämpimässä paikassa.

b) Marjahyytelöiden valmistukseen suositellaan hieman raakoja tai vastikään kypsyneitä marjoja.

c) Selleri on erinomaista dieettiruokaa.”

(Neon 1: Ihmisen ja elinympäristön kemia, s. 145)

5.2 Hiilihydraattien kemian oppimista tukevat tehtävät terveystekstien kontekstissa

5.2.1 Hiilihydraattien kemian ymmärtämiseen ja soveltamiseen aktivoivat tehtävät

Suoritetun tarveanalyysin perusteella peruskoulun oppikirjat sisältävät vähän hiilihydraattien kemian ymmärtämiseen ja soveltamiseen aktivoivia tehtäviä - etenkin terveystekstien kontekstissa. Tässä tutkielmassa kehitetyissä uusissa kokeellisissa tehtävissä (liitteet 2-7) tavoitteena on tukea korkeamman asteen ajattelutaitoja ja hiilihydraattien kemian ymmärtämistä (kts. luku 3.2) terveystekstien kontekstissa. Tehtävissä, jotka pyrkivät aktivoimaan näitä taitoja, tulee ottaa huomioon oppilaan

ennakkokäsitykset (kts. luku 3.1.1), esimerkiksi orientaatiokysymysten avulla. Tehtävien suorittamiseen on varattava tarpeeksi aikaa, jotta oppilaan omille oivalluksille jätetään riittävästi tilaa. Lisäksi tehtävän tulee kiinnostaa oppilasta (kts. luku 3.5), jotta oppiminen olisi tehokkainta.

Kokeelliset tehtävät suunniteltiin, sovitettiin kouluopetukseen ja testattiin laboratoriossa ennen opettajilla tehtyä arviointiosuutta (kts. seuraavissa luvuissa kokeellisen työn testausosiot).

Tehtävien idealähteinä käytettiin seuraavia lähteitä:

Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J. 2004. Aine ja energia, kemian työkirja 2. WSOY, Porvoo

Horppu, T. & Heikura P. 2005. Suuret suomalaiset kemian keksinnöt: Ksylimoli, Suomen ensimmäinen elintarviketeollisuuden maailmanmenestys. Kemia 2/2005 26-29

JCE Editorial Staff. 2004. Journal of Chemical Education 81 (10) 1440A-1440B.
<http://jchemed.chem.wisc.edu/hs/Journal/Issues/2004/Oct/clicSubscriber/V81N10/p1440A.pdf> (viitattu 10.10.2006)

Perusopetuksen valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteet 2004. 2004.
Opetushallitus. http://www.oph.fi/info/ops/pops_web.pdf (viitattu 23.5.2006)

Taloudellinen Tiedotustoimisto TAT:
http://www.tat.fi/opetat/luonnontiede/ksenonit_hapot_hyokkays.doc (viitattu 9.10.2006)

Salama, A., Monto, S., Lauri, S., Segerstråle, M., Summanen, S., Tähkä, S. 2006.
Eläinfysiologian harjoitustyöt 35-37. Helsinki: Helsingin yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitos.

Seuraavaksi esitellään tämän tutkielman yhteydessä suunnitellut oppimistehtävät glukoosista, ksylimolistista ja tärkkelyksestä.

5.2.1.1 Oppimistehtävä glukoosista

Tehtävän (kts. oppilaan ohje: liite 2, opettajan materiaali: liite 5) tavoitteena on syventyä glukoosiin verensokerina, oppia käsittelemään graafisia tuloksia, tutustua veren kemian tutkimuksissa käytettävään analytiikkaan ja herättää oppilaiden kiinnostus kemian osaamista tarvitseviin ammatteihin. Oppimistehtävä sisältää kokeellisen osan sekä

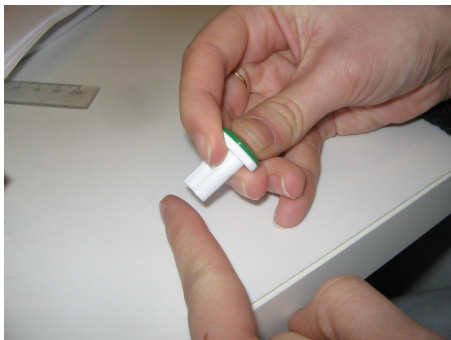
opintokäynnin klinisen kemian laboratorioon. Kokeellisessa osassa oppilaat orientoituvat aiheeseen määrittämällä koulussa omasta verestään glukoosin pitoisuuden. Työssä tutkitaan aterian nauttimisen vaikutusta veren glukoosin konsentraatioon.

Oppimistehtävän toinen osio on opintokäynti. Opintokäynnillä tutustutaan klinisen kemian laboratoriossa tehtäviin tutkimuksiin ja niiden vaatimaan analytiikkaan sekä bioanalyytikon työnkuvaan. Oppilas näkee muun muassa, miten luokassa ennakkoon tehty glukoosirasituskoe toteutetaan ja analysoidaan kemian laboratoriossa.

Kokeellisen glukoositehtävän testaaminen

Tehtävässä (kts. liitteet 2 ja 5) tarvittavat verinäytteet otettiin sormenpästä tekemällä ihoon reikä kertakäyttölansetilla. Näytteet tutkittiin MediSense Precision QID-mittarilla. Kokeessa suoritettiin neljä mittausta. Ensimmäistä mittausta edelsi 12 tunnin paasto. Paastosokerin mittaamisen jälkeen tutkija ja toinen opiskelija nauttivat 30 g glukoosia 1,5 dl veteen liuotettuna. Koko glukoosimäärä ei liuennut veteen, joten liukenematon osa syötiin erikseen. Seuraava glukoosimääritys tehtiin, kun glukoosin nauttimisesta oli kulunut 30 minuuttia. Glukoositason muutoksia seurattiin vielä kolmella mittauksella, jotka toistettiin 30 minuutin välein.

Kuva 5.1. Näytteen ottaminen



Kuva 5.2. Mittarin ja mittaliuskan käyttäminen



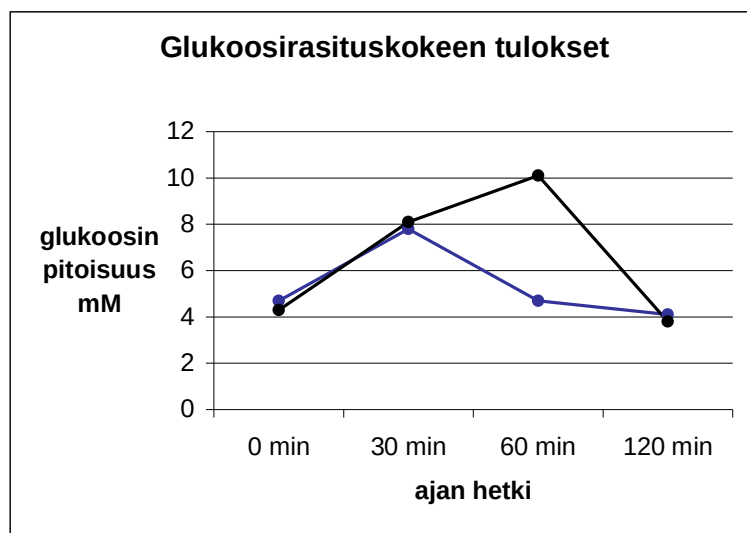
Molemmilla glukoosirasituskokeen suorittaneilla henkilöillä veren paastosokeriarvo oli viitearvojen mukainen (taulukko 5.6). Glukoosikonsentraation suurimmaksi arvoksi henkilöllä 1 mitattiin 7,8 mmol/l, ajanhetkellä 30 minuuttia. Henkilöllä 2 suurin

glukoosikonsentraation arvo oli 10,1 mmol/l. Tämä tulos mitattiin ajanhetkellä 60 minuuttia. On oletettavaa, että henkilön 1 veren glukoosipitoisuus on tutkimuksen aikana ollut korkeampi, kuin 7,8 mmol/l. Koska mittaukset toteutettiin vain 30 minuutin välein, korkeinta glukoosipitoisuutta ei voitu varmuudella selvittää. Molemmilla tutkimukseen osallistuneilla henkilöillä veren glukoosipitoisuus pieneni viitearvojen mukaiseksi, kun aikaa glukoosin nauttimisesta oli kulunut 120 minuuttia.

Taulukko 5.6. Glukoosirasituskokeen tulokset yksikössä mM

Henkilö	Paastoarvo (mM)	30 min (mM)	60 min (mM)	120 min (mM)
1	4,7	7,8	4,7	4,1
2	4,3	8,1	10,1	3,8

Kuva 5.3. Glukoosirasituskokeen tulokset



Työn verinäytteet voi ottaa joko itseltään tai toinen henkilö voi avustaa näytteenotossa. ”Rei’ittäjää” tulee painaa voimakkaasti ja nopeasti, jotta toimenpide ei olisi kivulias ja sormenpään tulisi tarpeeksi syvä reikä näytteenottoa varten. Kylmistä sormista näytteenottaminen oli vaikeampaa, joten sormia pidettiin ennen näytteenottoa hetki lämpöisessä vedessä. Näytettä otettaessa kättä tulee pitää esimerkiksi pöydän päällä tai lattiaa kohti (sydäntä alempana), jotta veritippa tulisi sormenpään. Mittaustulokset vaihtelevat henkilökohtaisesti. Paastosokerin viitearvo on 3,5-5,5 mmol/l.

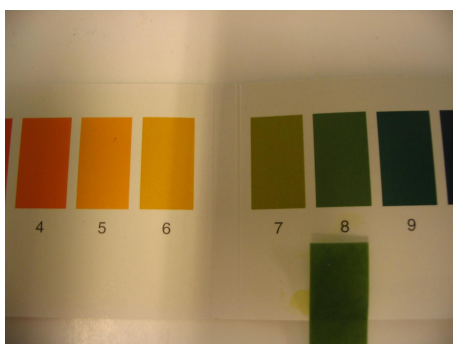
Opettajan materiaalissa (liite 5) on esitetty työtä testatessa esiin nousseita ehdotuksia työn toteuttamiseksi oppilaiden kanssa. Opettajan materiaalissa kerrotaan esimerkiksi työssä tarvittavien välineiden saatavuudesta ja työn tekemiseen kuluva ajasta.

5.2.1.2 Oppimistehtävä ksylitolista

Tehtävä (kts. oppilaan ohje: liite 3, opettajan materiaali: liite 6) tutustuttaa oppilaat Suomen elintarvikehistorian menestyksekkäimpään innovaatioon - ksylitoliin. Oppimistehtävän tavoitteena on ymmärtää ksylitolin kemiaa, sen merkitys Suomelle ja suomalaiselle elintarviketeollisuudelle, ymmärtää ksylitolin vaikutus suun terveyteen sekä oppia kriittistä tiedonhankintaa. Oppimistehtävä sisältää kirjallisen ryhmätyön ja kokeellisen työn. Ryhmätyössä oppilaat valmistavat ksylitolista posterin ja kokeellisessa osuudessa ksylitoliteemaa lähestytään suun terveyden näkökulmasta. Työn tavoitteena on konkretisoida nautitun ksylitolituotteen vaikutus happohyökkäykseen. Tavoitteena on, että työssä käytettävät, oppilaille tutut, aineet innostavat heitä oppimaan.

Kokeellisen ksylitolitehtävän testaaminen

Ksylitolitehtävässä tutkitaan sokeripitoisen happaman juoman ja ksylitolituotteen vaikutusta happohyökkäykseen. Tehtävä onnistuu parhaiten, jos edellisestä ateriasta on ehtinyt kulua muutama tunti. Koe aloitettiin mittaamalla pH-paperin avulla syljen pH. Tutkijan testatessa tätä työtä syljen pH-arvoksi saatiin 8 (kuva 5.4). Mittauksen jälkeen nautittiin 2 dl sokeripitoista cola-juomaa. Juomaa pidettiin hetki suussa ennen nielaisua. Seuraava syljen pH:n mittaus tehtiin 15 minuuttia cola-juoman nauttimisen jälkeen. Syljen pH oli laskenut arvoon 7 (kuva 5.5). Tämän jälkeen tutkija pureskeli 10 minuutin ajan täysksylitolipurukumia. Ksylitolituotteen käytön jälkeen syljen pH mitattiin viimeisen kerran. Syljen pH oli palautunut alkuperäiseen arvoonsa (kuva 5.6).



Kuva 5.4. Syljen pH lähtötilanteessa, pH:n arvo 8.



Kuva 5.5. Syljen pH sokeripitoisen cola-juoman nauttimisen jälkeen, pH:n arvo 7.



Kuva 5.6 . Syljen pH täysksylitolipurukumin pureskelun jälkeen, pH:n arvo 8.

Ksylitolityössä on huomioitava, että syljen puskurikapasiteetti sekä *Streptococcus mutans* -bakteerien määrä syljessä vaikuttavat oleellisesti koetuloksiin. Tutkijan syljen *Streptococcus mutans* -bakteerien määrä on huomattavan alhainen ja syljen puskurikapasiteetti korkea. Tämä selittää syljen pH:n muutosten vähäisyyttä.

Terveet hampaat! -työ on toteutettavissa yhden, 45 minuutin, oppitunnin aikana. pH:n mittauksien välissä on aikaa tutustua ksylitolin terveysvaikutuksiin keskustelemalla tai

valmistamalla posteria. Opettajan materiaaliin (liite 6) on koottu mm. apukysymyksiä ja -vastauksia ksylitoliteeman käsittelyyn.

5.2.1.3 Oppimistehtävä tärkkelyksestä

Tärkkelysaiheisen oppimistehtävän (kts. oppilaan ohje: liite 4, opettajan materiaali: liite 7) tavoitteena on tutustua kokeellisiin menetelmiin tärkkelyksen hajoamiseen elimistössä sekä hiilihydraateista saatavaan energiaan. Työpaketti on koottu siten, että järjestyksessä suoritettuina työt demonstroivat vastaavia ihmiskehossa tapahtuvia reaktioita. Työpaketti sisältää yhteensä viisi lyhyempää ja yhden haasteellisemmän, enemmän aikaa vievän kokeellisen työn. Työt soveltuvat tehtäväksi joko laajempana tärkkelystutkimuksena tai yksittäisinä kokeina.

Kokeellisten tärkkelystehtävien testaaminen

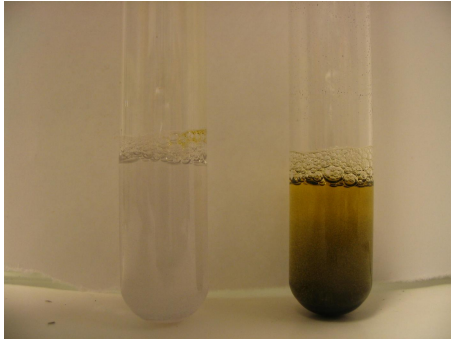
Ensimmäisessä tärkkelystutkimuksen vaiheessa leipäpalalle tiputettiin muutama pisara jodiliuosta. Ruskean oranssi jodiliuos muuttui tumman siniseksi, liki mustaksi, leipäpalan päällä (kuva 5.7). Jodi sitoutui leivän sisältämän tärkkelyksen rakenteeseen ja sai aikaan värillisen kompleksin. Tärkkelystä sisältämättömässä ruoka-aineessa (kananmunan valkuainen) ei havaittu vastaavaa värimuutosta.



Kuva 5.7. Ruskeanoranssi jodiliuos värjää tärkkelyspitoisen leivän mustansiniseksi.

Seuraavassa työvaiheessa tutkittiin syljen vaikutusta tärkkelykseen. Valmistettiin kaksi näytettä, jotka sisälsivät pienen määrän perunajauhoa ja noin 3 ml vettä. Toiseen näytteeseen lisättiin sylkeä. Viiden minuutin odottamisen jälkeen molempiin näytteisiin

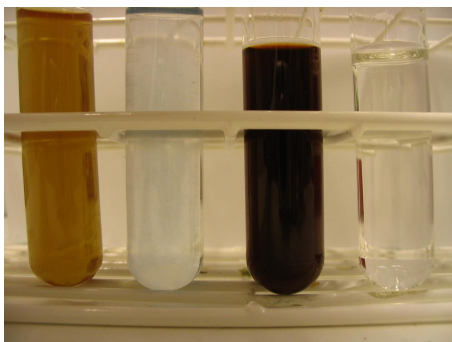
lisättiin yksi tippa jodiliuosta. Sylkeä sisältämättömän näytteen väri muuttui tummaksi sylkeä sisältävän näytteen jäädessä vaaleaksi. Syljen entsyymit olivat hajottaneet perunajauhon sisältämän tärkkelyksen, jolloin jodi ei muodostanut värillistä kompleksia. Kokeen tulos on nähtävillä kuvassa 5.8. (Aspholm & al. 2004; Kärnä & al. 1999)



Kuva 5.8. Vasemmanpuoleisessa näytteessä syljen entsyymit ovat hajottaneet tärkkelyksen. Oikeanpuoleisessa näytteessä jodi on muodostanut tärkkelyksen kanssa tumman kompleksin.

Kolmannessa työvaiheessa tutkittiin disakkaridia ja tärkkelystä happamassa ympäristössä. Tulosten saamiseksi oli pystyttävä osoittamaan yksinkertaiset sokerit liuoksesta. Yksinkertainen sokeri, tässä glukoosi, osoitettiin liuoksesta kuparin pelkistymisreaktion avulla. Kahteen koeputkeen laitettiin noin 2 ml vettä. Toiseen lisättiin pieni määrä glukoosia ja molempiin kaksi tippaa laimeaa, 0,01 M kuparisulfaattiliuosta CuSO_4 . Lopuksi näytteisiin lisättiin noin 0,5 ml 5 M natriumhydroksidia NaOH . Seoksia lämmitettiin vesihauteella. Yksinkertaista sokeria sisältänyt seos muuttui oranssin ruskeaksi.

Varsinaisessa happotutkimuksessa kahteen koeputkeen laitettiin perunajauhoa ja kahteen koeputkeen sakkaroosia. Hiilihydraatit liuotettiin noin 2 ml vettä. Yhteen perunajauhoa ja yhteen sakkaroosia sisältäneeseen näytteeseen lisättiin 1 ml 5 M suolahappoa HCl . Näytteitä kuumennettiin vesihauteella 15 minuuttia, jonka jälkeen seosten annettiin jäähtyä. Happoa sisältäneen sakkaroosinäytteen väri oli kellertävä - myös uusitusessa kokeessa. Jäähtyneistä näytteistä tutkittiin niiden sisältämät yksinkertaiset sokerit. Suolahappo oli pilkkonut tutkitut hiilihydraatit monosakkarideiksi, sillä happoa sisältäneiden näytteiden väri oli oranssin ruskea. Perunajauhonäytteen värisävy oli vaaleampi (kuva 5.9). (Kärnä & al. 1999)



Kuva 5.9. Kuvassa vasemmalta oikealle: perunajauho happoliuoksessa, perunajauho vesiliuoksessa, sakkaroosi happoliuoksessa, sakkaroosi vesiliuoksessa. Happo on hajottanut hiilihydraatit monosakkarideiksi.

Tärgkelystutkimuksen viimeisessä työvaiheessa verrattiin hiilihydraattien sisältämää energiaa rasvojen sisältämään energiaan. Näytteinä käytettiin vaahtokarkkia (hiilihydraatti) ja cashewpähkinää (rasva). Tutkimusta varten rakennettiin laitteisto vauvanruokapurkin kannesta, paperiliittimistä ja tyhjistä juomatölkistä. Juomatölkki asetettiin lasisauvan avulla kiinni statiiviin ja kannesta ja paperiliittimistä rakennettu teline sijoitettiin juomatölkin alle. Tutkimuslaitteisto on kuvattu kuvassa 5.10.

Tutkimuksessa mitattiin palamisreaktiosta aiheutuva tutkittavan näytteen massan muutos ja juomatölkissä olevan veden lämpötilan muutos. Veden massa pidettiin vakiona. Tutkimus toistettiin viisi kertaa molemmilla näytteillä. Ennen jokaista tutkimusta mitattiin tölkissä olevan veden lämpötila sekä tyhjän telineen että telineen ja näytteen yhteinen massa. Näyte sytytettiin palamaan ja siirrettiin välittömästi juomatölkin alle. Juomatölkissä olevan veden lämpötilan muutosta tarkkailtiin. Tutkimuksen jälkeen punnittiin telineen ja palaneen näytteen yhteinen massa sekä mitattiin veden lämpötila. Tutkimuksista saadut tulokset ovat seuraavissa taulukoissa 5.6 ja 5.7. Tässä tutkielmassa energian yksikkönä käytetään sekä SI-järjestelmän mukaista yksikköä joule (J) että energiaravintoaineiden yhteydessä yleisesti käytettyä yksikköä kalori (cal).



Kuva 5.10. Tutkimuslaitteisto.
Tutkittavana cashewpähkinä

Cashewpähkinätutkimus onnistui hyvin. Veden lämpötilan muutos oli pienimmilläänkin 9,5 °C (näyte 1), jolloin lämpömittarin lukeman tulkitseminen ei aiheuttanut merkittävää virhelähdettä. Näytteen 1 massa oli 199 mg. Suurin veden lämpötilan muutos mitattiin tutkittaessa näytettä 3. Veden lämpötila nousi 22,0 °C ja näytteen massa oli alussa 600 mg.

Taulukko 5.6. Cashewpähkinätutkimuksen tulokset

Näyte	Lämpötila alussa °C	Lämpötila lopussa °C	Lämpötilan muutos °C	Näytteen massa alussa g	Näytteen massa lopussa g	Näytteen massan muutos g
1	20,0	29,5	9,5	0,199	0,014	0,185
2	20,0	31,0	11,0	0,306	0,082	0,244
3	20,0	42,0	22,0	0,600	0,049	0,551
4	20,5	40,5	20,0	0,588	0,067	0,521
5	21,0	39,0	18,0	0,398	0,036	0,362

Vahtokarkin tutkiminen oli cashewpähkinän tutkimista haastavampaa. Näytteiden palamisreaktioissa vapautunut lämpöenergia sai veden lämpötilan nousemaan enimmilläänkin vain 1,5 °C. Tällöin lämpömittarin lukeman tulkitsemisessa tapahtuvien mahdollisten virhearviointien merkitys korostuu ja tutkimuksen tuloksen luotettavuus heikkenee. Vahtokarkkitutkimuksessa ei ilmennyt cashewpähkinätutkimuksen tapaan näytteen alkumassan ja lämpötilan muutoksen välistä korrelaatiota.

Taulukko 5.7. Vaahtokarkkitutkimuksen tulokset

Näyte	Lämpötila alussa °C	Lämpötila lopussa °C	Lämpötilan muutos °C	Näytteen massa alussa g	Näytteen massa lopussa g	Näytteen massan muutos g
1	21,0	22,5	1,5	0,400	0,373	0,027
2	22,5	23,0	0,5	0,211	0,198	0,013
3	20,0	21,0	1,0	0,354	0,320	0,034
4	20,5	21,5	1,0	1,398	1,368	0,030
5	21,0	21,5	0,5	0,218	0,199	0,019

Näytteistä palamisreaktiossa vapautunut energia laskettiin yhtälöstä

$$E_{\text{näyte}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \times C(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T(\text{H}_2\text{O})}{\Delta m(\text{näyte})}$$

jossa massat on ilmoitettu grammoina ja veden lämpötilan muutos celsiusasteina. Veden massa oli 50 g koko tutkimuksen ajan. Veden ominaislämpökapasiteetin arvo on 1 cal/(g°C). Vastaus on siten yksikössä cal/g. (JCE Editorial Staff, 2004)

Tutkimus osoittautui haasteelliseksi. Suurin ongelma ja virhelähteiden tuottaja oli vaahtokarkin vaikeasti hallittava palamisreaktio. Vaahtokarkki paloi nopeasti ja vain osittain. Sammunut näyte sytytettiin aina välittömästi uudestaan ja mittauksia pyrittiin jatkamaan. Töitä testattaessa Kemian opetuksen päivillä hieman kuivuneen vaahtokarkin havaittiin palavan tuoretta karkkia huomattavasti paremmin. Cashewpähkinä paloi vaahtokarkkia paremmin. Seuraavassa taulukossa 5.8 on esitettyä testauksen perusteella lasketut energia-arvot tutkituille näytteille.

Taulukko 5.8. Lasketut energia-arvot tutkituille näytteille

Näyte	Cashewpähkinä cal/g	Cashewpähkinä J/g	Vaahtokarkki cal/g	Vaahtokarkki J/g
1	2568	10786	2778	11668
2	2254	9467	1923	8077
3	1996	8383	1471	6178
4	1919	8060	1667	7001
5	2486	10441	1316	5527
keskiarvo	2245	9429	1831	7690

Taulukosta nähdään, että vaahtokarkilla toteutetussa tutkimuksessa tulokset ovat epäluotettavia laajan hajonnan takia. Cashewpähkinätutkimuksen tuloksissakin on hajontaa, mutta hajonta on paremmin selitettävissä. Pähkinänäytteillä 3 ja 4 mitattiin sekä suurimmat massat että suhteessa pienimmät energia-arvot. Isossa näytteessä palamisreaktio ei todennäköisesti edennyt yhtä pitkälle kuin pienemmissä näytteissä, jolloin kemiallinen energia ei siirtynyt lämpöenergiaksi samassa suhteessa. Vaahtokarkkinäytteen 1 muita näytteitä huomattavasti suurempi energian arvo selittynee näytteen uudelleensyöttämisvaiheessa tapahtuneesta virheestä: veden lämpötilan muutokseen vaikutti todennäköisesti myös tulitikun palamisesta vapautunut energia.

5.2.2 Tavoitteiden toteutuminen kemian opettajien ja opiskelijoiden näkökulmasta

Suunniteltua oppimateriaalia testattiin Kemian opetuksen päivillä maaliskuussa 2007. Kemian opettajilla ja opettajaksi opiskelevilla oli mahdollisuus tutustua hiilihydraattimateriaaliin ja testata töitä työpajassa. Käytössä olevan ajan vuoksi testattavat työt rajattiin Terveet hampaat! - ja Energiaa! -tutkimuksiin. Glukoosityön työvaiheet esiteltiin kuvasarjana. Työpajaan osallistuneiden arvioita ja kommentteja oppimateriaaleista tiedusteltiin kyselylomakkeella.

Kyselylomakkeen palautti yhteensä 24 henkilöä. Heistä 10 toimi vastaushetkellä päätoimisesti perusopetuksen 7.-9.-luokkien kemian opettajana. Kyselylomake koostui taustatieto-osuudesta ja materiaalin arvioimisen osasta. Taustatiedoissa tiedusteltiin mm. kuinka usein opettajat teettävät kokeellisia töitä opetuksessaan ja kuinka usein he integroivat terveystietoa kemian opetukseen. Materiaalin arvioimisosioissa jokaisesta esillä olevasta työstä arvioitiin työn soveltuvuutta niin aiheeltaan kuin tasoltaankin sekä peruskouluun että lukioon, tehtävässä tarvittavia ajattelutaitoja ja terveystietouden integroinnin laatua. Vastaajilta kysyttiin myös, hyödyntäisivätkö he tehtäviä omassa opetuksessaan.

5.2.2.1 Kyselytutkimuksen taustaosion tulokset

Kyselytutkimukseen (kts. lomake, liite 8) osallistui yhteensä 24 opettajaa tai opiskelijaa. Töihin tutustuneiden määrä on suurempi, mutta kaikki työpajaan osallistuneet eivät

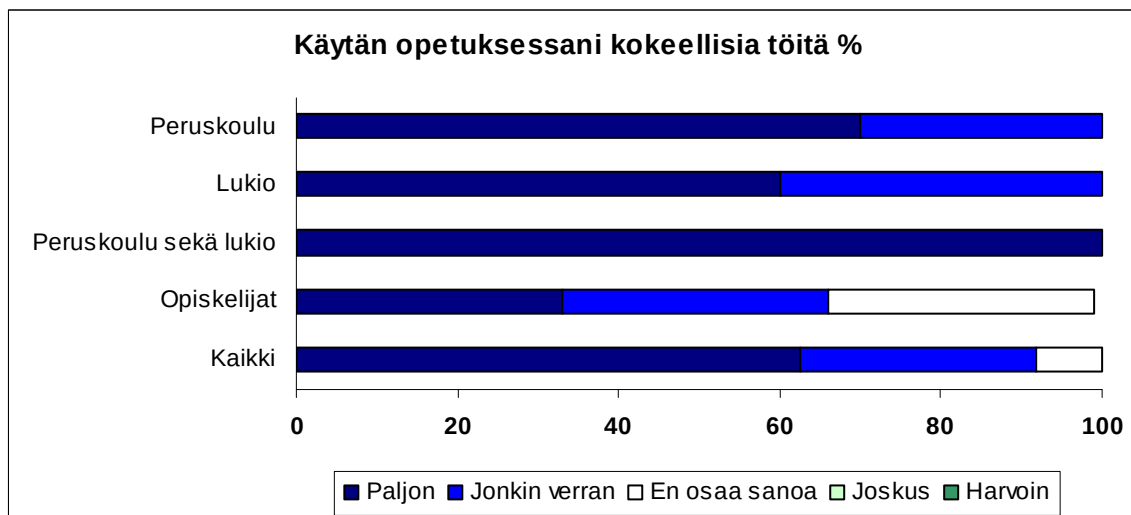
palauttaneet kyselylomaketta. Kyselytutkimukseen osallistujat voidaan jakaa neljään ryhmään: peruskoulun opettajiin (41 %, 10 vastausta), lukion opettajiin (21 %, 5 vastausta), sekä peruskoulussa että lukiossa opettaviin opettajiin (13 %, 3 vastausta) ja opiskelijoihin (25 %, 6 vastausta). Vastaajaryhmien prosenttiosuudet on esitetty kuvassa 5.11. Kyselytutkimuksen tulosten tarkastelussa on kiinnitetty erityisesti huomiota peruskoulun opettajien mielipiteisiin, koska oppimateriaalin on tarkoitus tukea ensisijaisesti perusopetusta.

Kuva 5.11. Kyselytutkimukseen osallistuneet ryhmät. n = 24



Kuvissa 5.12, 5.13 ja 5.14 esitellään kyselylomakkeen taustaosion keskeisimmät tulokset tämän tutkielman kannalta. Kyselyyn osallistuneet valitsivat itseään tai mielipidettään parhaiten kuvaavan vaihtoehdon viisiportaiselta asteikolta. Vaihtoehtoina olivat a) paljon, b) jonkin verran, c) joskus, d) harvoin, e) en osaa sanoa. Opiskelijoita opastettiin valitsemaan se vaihtoehto, jonka mukaan he tällä hetkellä ajattelevat toimivansa tulevassa työssään. Opiskelijat valitsivat kuitenkin muita ryhmiä useammin vaihtoehdon ”en osaa sanoa”.

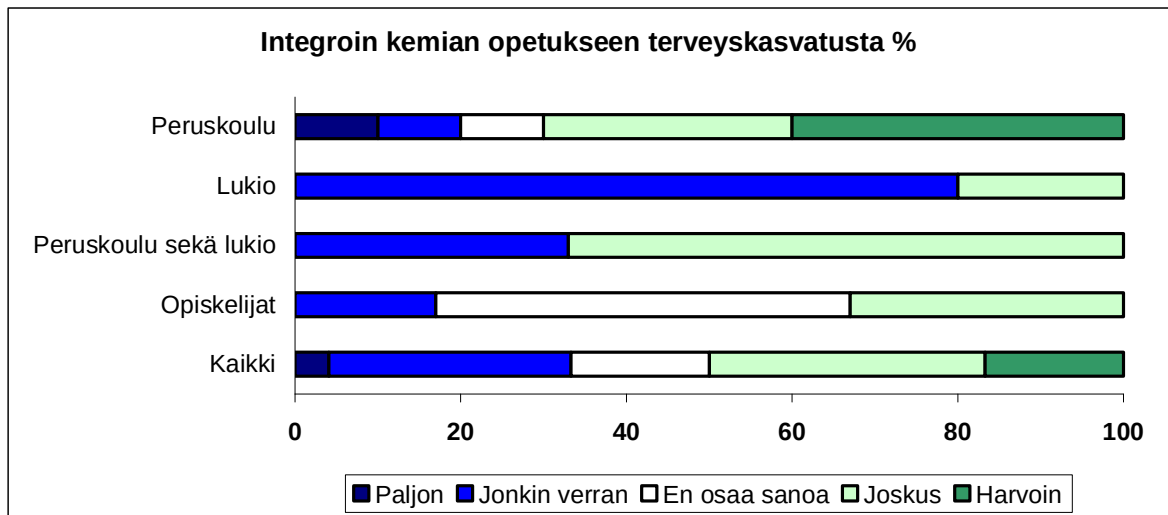
Kuva 5.12. Väite: Käytän opetuksessani kokeellisia töitä.



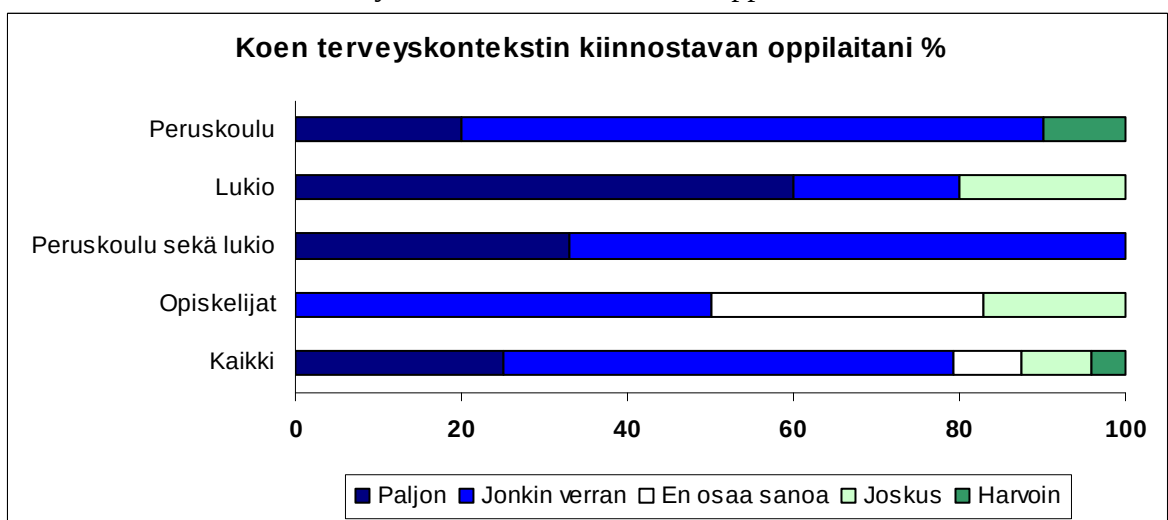
Yli puolet vastaajista (62,5 %) ilmoitti käyttävänsä opetuksessaan kokeellisia töitä paljon. Kokeellisten töiden suosiosta kertoo sekin, että kaikki kemian opettajana toimivat vastaajat käyttävät kokeellisia töitä vähintään jonkin verran. Väittämässä ei otettu kantaa kokeellisten töiden laatuun tai luonteeseen - tuloksesta ei esimerkiksi selviä, ovatko kokeelliset työt demonstraatioita vai oppilastöitä.

Tämän tutkielman yhtenä tavoitteena oli selvittää hiilihydraattien kemian opetuksen ja terveystieteiden suhdetta perusopetuksen 7.-9.-luokilla. Kyselyyn vastanneista vain kolmannes ilmoitti integroivansa terveystieteistä kemian opetukseen vähintään jonkin verran. Peruskoulun ja lukion opettajien vastauksissa näkyy selvä ero. Lukion opettajista 80 % huomioi terveystieteiden kemian opetuksessaan vähintään jonkin verran. Lukion opettajista kukaan ei valinnut väittämään vaihtoehtoa ”harvoin”. Peruskoulun opettajista peräti 40 % ilmoitti huomioivansa terveystieteiden harvoin kemian tunneilla. Vain viidennes integroi terveystieteitä paljon tai jonkin verran opetukseensa. Tämä väittämä sai vähiten ”paljon” - ja ”jonkin verran” -vastauksia.

Kuva 5.13. Väite: Integroin kemian opetukseen terveystieteistä



Kuva 5.14. Väite: Koen terveystieteiden kiinnostavan oppilaitani



5.2.2.2 Kyselytutkimuksen materiaalin arvioimisosion tulokset

Seuraavissa kuvaajissa 5.15 - 5.20 esitetään oppimateriaalin arvioimisosion tulokset. Peruskoulussa kemiaa opettavien vastaukset on huomioitu kokonaisvastausten lisäksi erikseen, koska heidän mielipiteensä ovat tämän tutkielman johtopäätösten kannalta keskeisiä. Vastausvaihtoehtoina kyselylomakkeessa materiaalin arvioinnin osuudessa oli a) samaa mieltä, b) joihinkin samaa mieltä, c) joihinkin eri mieltä, d) eri mieltä, e) en osaa sanoa.

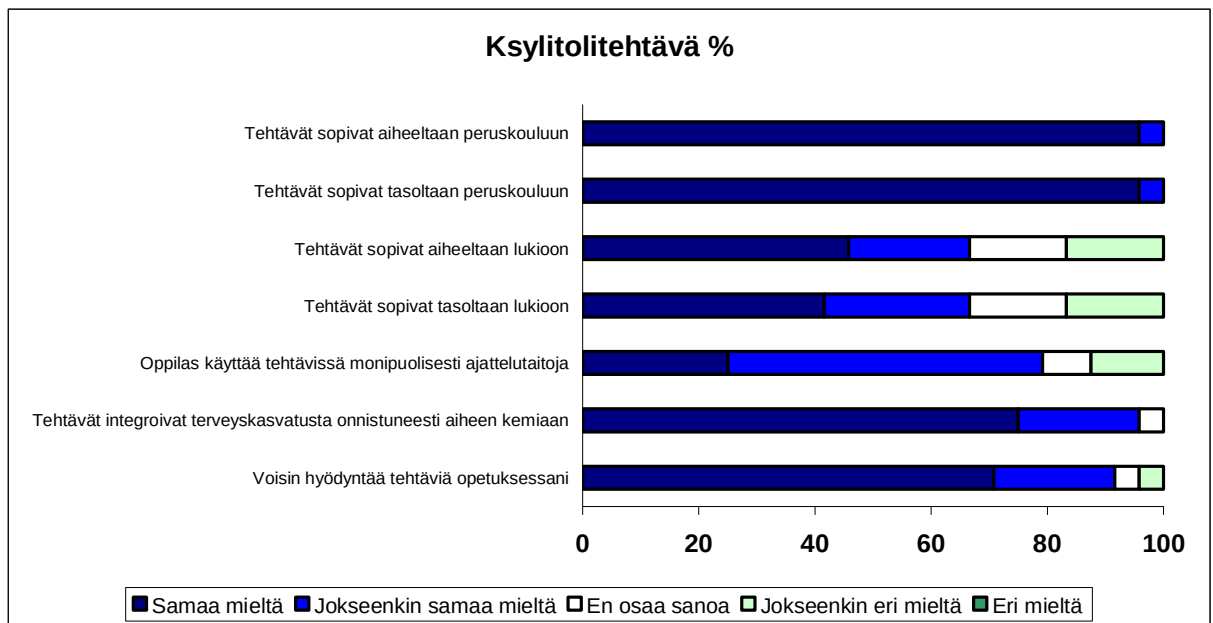
Kolmesta työpajassa esitellystä työstä ksylitolityö osoittautui kyselytutkimuksen mukaan onnistuneimmaksi peruskoulun kemian opetukseen suunnatuksi työksi (kuvaajat 5.15 ja 5.16). Peruskoulun opettajista 80 % oli samaa mieltä väittämän ”*Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani*” kanssa. Loput 20 % valitsi väittämään vaihtoehdon ”jokseenkin samaa mieltä”. Kaikki peruskoulun opettajat olivat yhtä mieltä siitä, että ksylitolityö sopi hyvin sekä aiheeltaan että tasoltaan peruskouluun.

Tärkkelyksen ja rasvan sisältämää energiamäärää havainnollistava työ koettiin onnistuneeksi sekä perus- että lukio-opetukseen (kuvaajat 5.17 ja 5.18). Peruskoulun opettajat arvioivat työn soveltuvan lukiota paremmin perusopetukseen - lukion opettajat taas näkivät työn sopivan peruskoulua paremmin lukioon. Kaikki peruskoulun opettajat ajattelivat voivansa hyödyntää työtä opetuksessaan (samaa mieltä 70 %, jokseenkin samaa mieltä 30 %). Tärkkelystyöhön liittyviin väittämiin ei vastattu yhtään ”eri mieltä” - vastausta.

Eniten mielipiteitä jakoi glukoosityö (kuvaajat 5.19 ja 5.20). Väittämään ”*Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani*” noin puolet vastaajista valitsi vaihtoehdon ”samaa mieltä”, mutta peruskoulun opettajista joka viides oli väittämän kanssa eri mieltä. Tämänkin työn katsottiin sopivan aiheeltaan ja tasoltaan peruskouluun lukiota paremmin. Työssä hankaluudeksi koettiin työhön tarvittavan materiaalin hankkiminen ja oppilaiden oman veren kanssa työskenteleminen. Opettajilla ilmeni myös ristiriitaisia käsityksiä siitä, miten ja milloin veritöitä saa teettää opetuksessa.

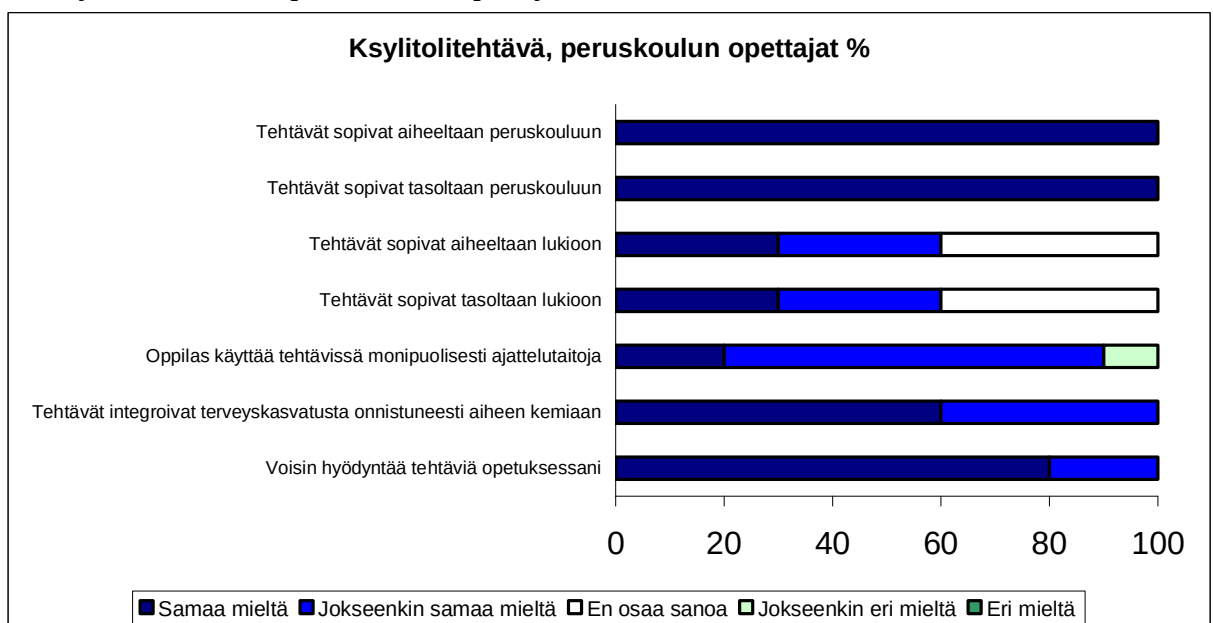
Kuva 5.15. Ksylitolitehtävä.

Kuvaajassa huomioitu kaikki kyselytutkimukseen vastanneet, n = 24



Kuva 5.16. Ksylitolitehtävä.

Kuvaajassa huomioitu peruskoulun opettajien vastaukset, n = 10



Kommentteja tehtävään liittyen:

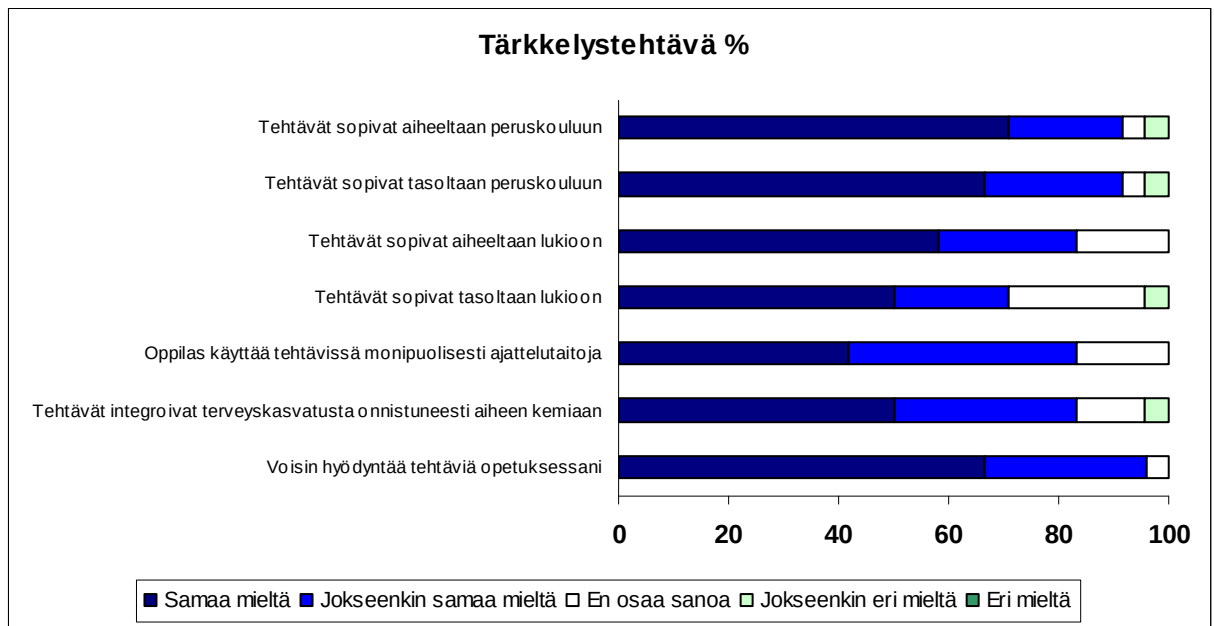
"hyvin integroi terveystieteiden"

"tehtävä on aika helppo ja nopea suorittaa, eikä se ole vaarallinen, joten sen voi toteuttaa alaluokillakin"

"tehtävä sopii lukioonkin kun vie kemiaa pidemmälle."

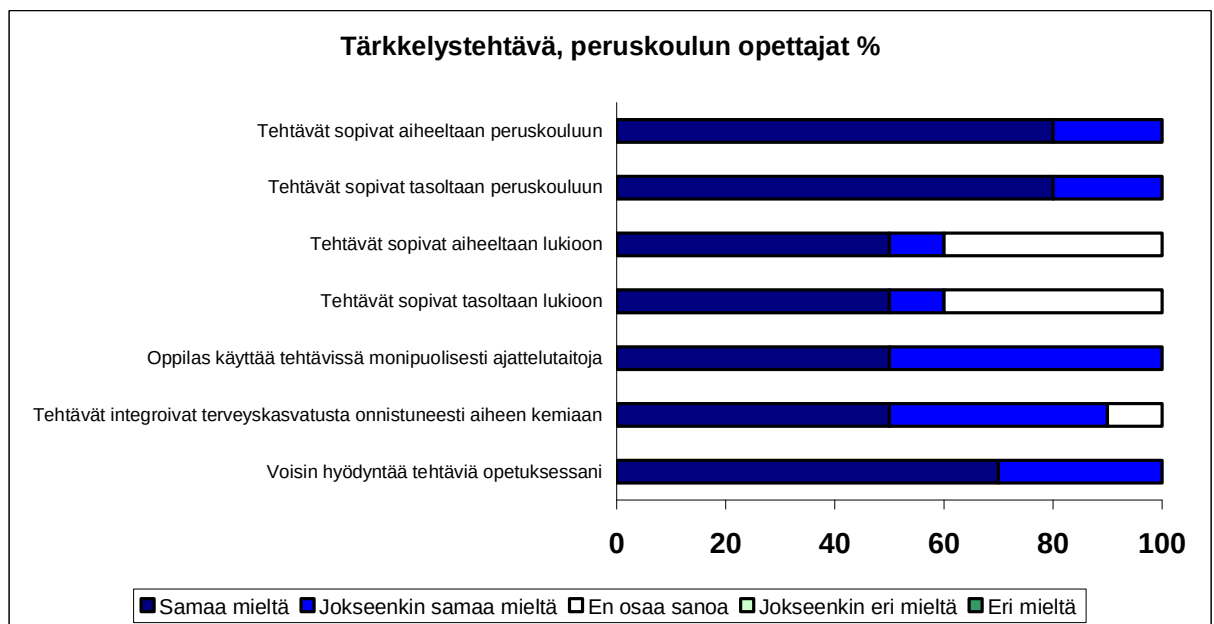
Kuva 5.17. Tärkkelystehtävä.

Kuvaajassa huomioitu kaikki kyselytutkimukseen vastanneet, n = 24



Kuva 5.18. Tärkkelystehtävä.

Kuvaajassa huomioitu peruskoulun opettajien vastaukset, n = 10



Kommentteja tehtävään liittyen:

"hauska tehtävä, konkreettista näyttöä energiasta"

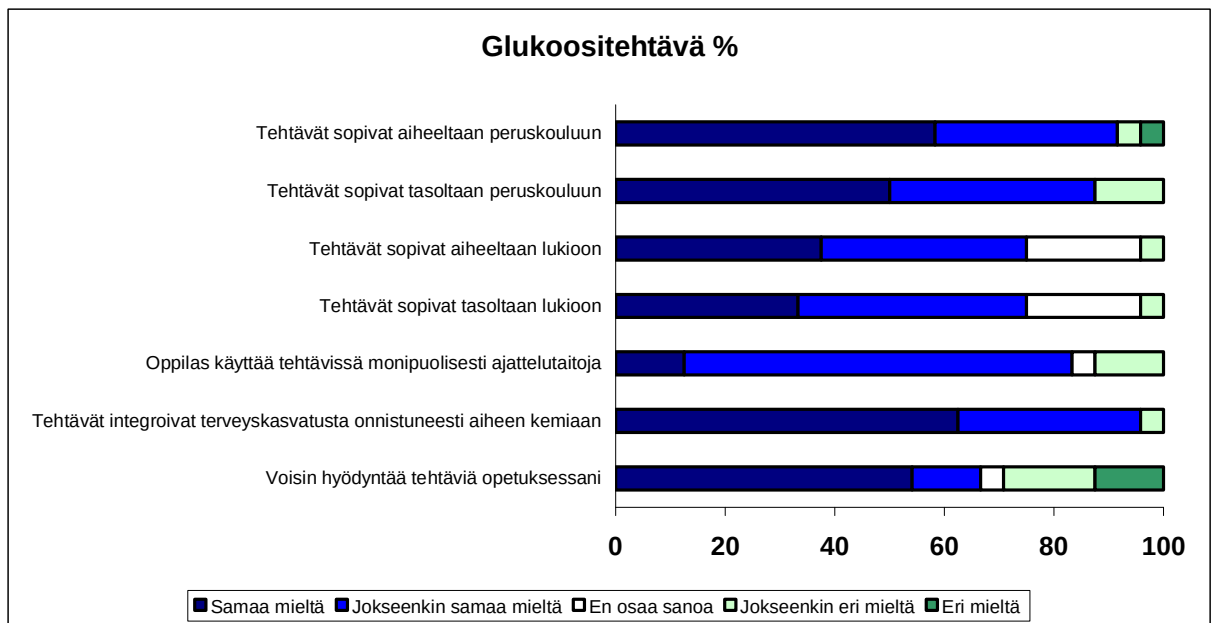
"vaa'an tarkkuusongelma: koulussa ei ole käytössä tarpeeksi tarkkaa vaakaa"

"tehtävä kehittää virhearvioinnin taitoja, ei välttämättä sovi ihan pienimmille koululaisille"

"erinomainen juttu!"

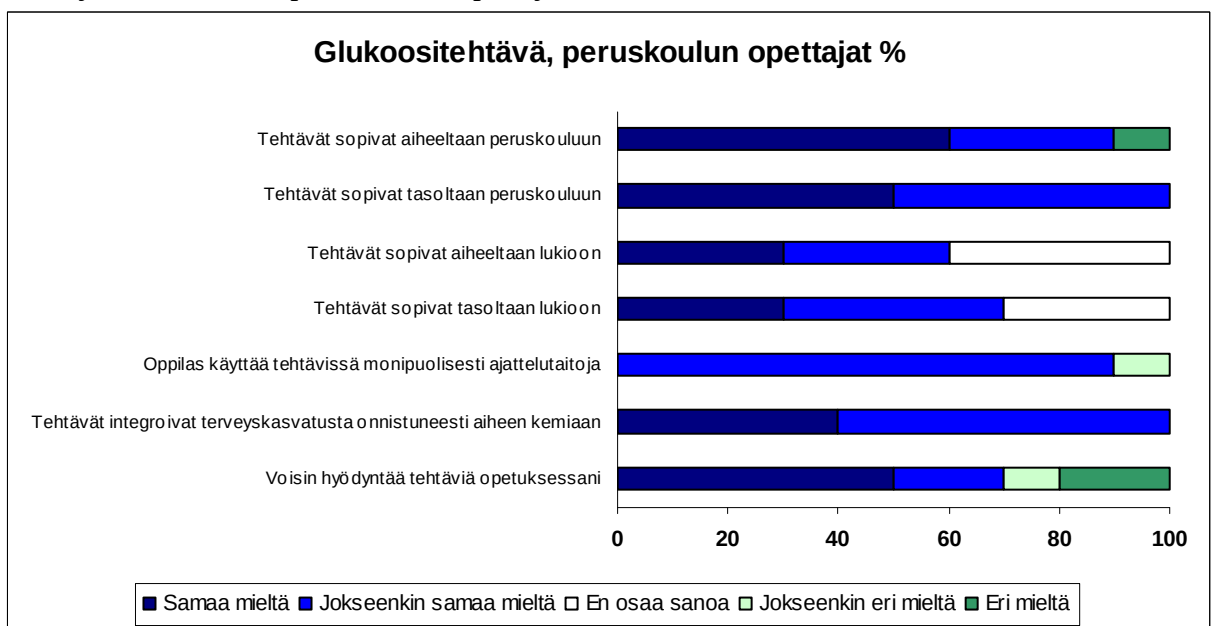
Kuva 5.19. Glukoositehtävä.

Kuvaajassa huomioitu kaikki kyselytutkimukseen vastanneet, n = 24



Kuva 5.20. Glukoositehtävä.

Kuvaajassa huomioitu peruskoulun opettajien vastaukset, n = 10



Kommentteja tehtävään liittyen:

"oli kiva ja tiettyssä mielessä myös lempiaineeni fysiikan tukena"

"tarvitaan mittari..."

"ei saa nykyään suorittaa ilman terveydenhoitajan läsnäoloa, ennen sai"

"hauska tehtävä, jos koululla vain mahdollisuus opintokäyntiin, tehtävä vain vie aika paljon aikaa."

5.2.3 Hyvän oppimateriaalin piirteitä: miten suunniteltua oppimateriaalia kehitettiin

Suunnitellut hiilihydraattityöt osoittautuivat tutkimuksen perusteella hyvin toimiviksi. Kirjallisessa kyselytutkimuksessa parannusehdotuksia töihin ja niihin liittyviin työohjeisiin esiintyi hyvin vähän: kommentit liittyivät lähinnä omassa koulussa käytössä oleviin välineisiin.

Työpajaan osallistuneiden opettajien kanssa käydyistä keskusteluista pystyi nostamaan joitakin kehittämissuhteita ja vaihtoehtoisia työskentelytapoja. Saadun suullisen palautteen perusteella oppilaille suunnattujen työohjeiden luettavuutta parannettiin kiinnittämällä enemmän huomiota tekstin asetteluun, lauserakenteisiin ja virkkeiden pituuteen. Opettajan materiaaliin lisättiin yksittäisiä vinkkejä (esimerkiksi vaahtokarkkien todettiin palavan paremmin niiden ollessa hieman kovettuneita) ja huomautuksia (voidaanko ksytilolityö tehdä laboratorioluokassa kun työssä syödään ja juodaan) töihin liittyen. Muutokset alkuperäisiin työohjeisiin olivat siten hyvin vähäisiä, eivätkä ne sinänsä vaikuttaneet töiden kulkuun.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän tutkielman tarkoituksena oli kartoittaa hiilihydraattien kemian opetuksessa käytettävien oppikirjatehtävien laatua sekä kehittää uutta oppimateriaalia perusopetuksen 7.-9.-luokkien käyttöön. Tutkielman näkökulmana on kontekstuaalisuus ja erityisesti ihmis- ja terveysteema. Oppimateriaali kehitettiin tämän näkökulman pohjalta. Oppimistehtävissä keskeisenä työtapana on kokeellisuus.

Tutkimuksen päätuloksena saatiin uusia oppimistehtäviä kemian opetukseen. Oppimateriaalin suunnittelemisessa lähtökohtana pidettiin oppikirjojen pohjalta tehdyn tarveanalyysin tuloksia (luku 5.1). Oppimateriaalin kehittämiseen ovat vaikuttaneet aiheeseen liittyvät aikaisemmat tutkimukset oppimiseen vaikuttavista tekijöistä (luku 3) sekä saatu palaute kemian opettajilta ja opettajaksi opiskelevilta (luku 5.2.2).

6.1 Hiilihydraattien opetus terveystiedon kontekstissa

Hiilihydraattien kemian opiskelu terveystiedon kontekstissa -aihe osoittautui perustelluksi. Tarveanalyysin perusteella voidaan todeta, että perusopetuksen 7.-9.-luokille suunnatut kemian oppikirjat käsittelivät hiilihydraattiteemaa varsin irrallisena ja kapeasta näkökulmasta aiheen tarjoamiin mahdollisuuksiin nähden. Tehtävät edellyttivät vähän aiheen ymmärtämisen kannalta tärkeiden, korkeamman asteen ajattelutaitojen käyttöä (Anderson & Krathwohl, 2001, kts. luku 5.11).

Suomalaisessa perusopetuksessa hiilihydraatteja käsitellään kemian opetuksen lisäksi biologian, kotitalouden ja terveystiedon opetuksessa. Jos hiilihydraatit opetetaan näissä oppiaineissa ilman yhteisiä konteksteja, oppimistulokset voivat jäädä heikoiksi. Hiilihydraattien kemian opetuksen ihanteena olisi tilanne, jossa kyettäisiin huomioimaan toisissa oppiaineissa käsiteltävät asiat ja kontekstit. Siten oppilas pystyisi muodostamaan itselleen ymmärrettäviä, mielekkäitä ja merkityksellisiä kokonaisuuksia irrallisten tiedonpalasten sijaan. Tällöin saavutettaisiin mielekkään oppimisen (engl. meaningful learning) kriteerit (mm. Aksela, 2005; Lavonen & al. 2001) ja oppiminen vastaisi

nykyistä käsitystä konstruktiiivisesta oppimisesta (Uusikylä & Atjonen, 2005, kts. luku 3.1).

Aikaisempien tutkimusten perusteella ihmis- ja terveystekstin tiedetään kiinnostavan tyttöjä ja poikia suunnilleen yhtä paljon. Molemmat sukupuolet kokevat kontekstin kiinnostavaksi muihin tutkittuihin konteksteihin verrattuna. (mm. Jenkins & Pell, 2006) Hiilihydraattien kemian tuntemus on oleellista pohdittaessa ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä. Näitä tekijöitä ovat mm. kehitetyssä oppimateriaalissa tarkasteltavat verensokerin tasapaino ja siihen vaikuttavat tekijät, suun terveys ja ksylitoli sekä hiilihydraateista saatava energia verrattuna muihin energiaravintoaineisiin (luku 5.2). Kun hiilihydraattien kemiaa opetetaan ihmis- ja terveystekstissä, opitut asiat linkittyvät oppilaan arkipäivään ja oppilaan on helpompi antaa arvoa oppimalleen (Gilbert, 2006, kts. luku 3.1.1). Tällöin päästään tavoiteltuun syväoppimiseen ja mielekkääseen oppimiseen.

Tämän tutkielman tuloksissa (luku 5.2.2) havaittiin opettajien vastauksissa terveystekstiin ja kiinnostukseen liittyen oleellinen ongelma. Verratessa väittämän *”integroin kemian opetukseen terveystekstistä”* (kuva 5.13) vastauksia väittämän *”koen terveystekstin kiinnostavan oppilaitani”* vastauksiin (kuva 5.14), huomaa tuloksista esiin nousevan ristiriidan. Opettajat kokevat terveystekstin kiinnostavan oppilaitaan verrattain paljon. Tätä tulosta tukevat mm. ROSE-tutkimuksen ja Gisel-hankkeen tulokset. Siitä huolimatta perusopetuksessa vain marginaalinen osa opettajista yhdistää kemian opetukseensa terveystekstistä. Ihmis- ja terveystekstia olisi kuitenkin tutkimusten mukaan, opetussuunnitelman rajaamissa puitteissa, perusteltua käyttää opetuksessa enemmän. Hiilihydraattiaiheen yhteydessä terveysteksti on luonnollista ottaa esille kemian opetuksessa.

6.2 Kemiallisen tiedon tasot ja ajattelutaidot hiilihydraattien opetuksessa

Kemiallisen tiedon tasojen (luku 3.2) ymmärtäminen ja tasolta toiselle siirtyminen on usein haasteellista oppilaille. Tässä tutkielmassa esiin tuotujen tutkimustulosten perusteella voidaan olettaa, että hiilihydraattien opetuksen yhteydessä olisi mahdollista harjaantua kemiallisen tiedon tasojen hahmottamisessa. Ihmiskonteksti kiinnostaa oppilaita. Kiinnostunut oppilas on sisäisesti motivoitunut (Lavonen & Meisalo, 2005) ja motivaatiolla on osoitettu olevan suora, positiivinen, yhteys oppimisen tuloksiin (mm. Aksela, 2005).

Hyvin toteutettu kontekstuaalinen opetus motivoi oppilasta opiskeluprosessissa (Pilot & Bulte, 2006). Tällöin saavutetaan hyviä oppimistuloksia. Hiilihydraatit esiintyvät oppilaan arkielämän ilmiöissä kaikilla em. tiedon tasoilla. Hiilihydraattien kemian opetuksessa kemiallisen tiedon tasot tulevat siten ymmärrettävämmäksi oppilaalle. Kemiallisen tiedon tasojen ymmärtäminen ja niiden sujuva käyttäminen on yhteydessä ajattelutaitojen tasoon. Oppilas, joka pystyy hyödyntämään kemian tietojaan kaikilla tiedon tasoilla, käyttää aktiivisesti korkeamman asteen ajattelutaitoja: soveltamista, analysointia, arviointia ja uuden tiedon konstruointia (Aksela, 2005; Anderson & Krathwohl, 2001).

6.3 Kehitetyn oppimateriaalin arvioiminen

Kehitetty oppimateriaali on opettajille ja opiskelijoille suunnatun kyselytutkimuksen perusteella saavuttanut hyvin sille asetetut tavoitteet. Oppimateriaalia pidettiin oppilaita kiinnostavana, sopivan tasoisena perusopetukseen ja hyvin terveystasvatusta kemian opetukseen integroivana. Opettajat arvioivat hyödyntävänsä oppimateriaalia opetuksessaan. Kokeelliset työt olivat suurimmalle osalle työpajaan osallistuneista opettajista ja opiskelijoista ennalta tuntemattomia. Uusien töiden oppiminen näytti yleensä innostavan työpajaan osallistuneita opettajia kehittämään terveystasvatusta huomioimista omassa opetuksessaan.

Kyselytutkimuksen yhteydessä esille nousivat opettajien omat käsitykset terveystietokasvatuksen integroimisesta kemian opetukseen. Osa opettajista koki terveystietokasvatuksen mukaan ottamisen virkistävänä ja oppilaita motivoivana näkökulmana, osalle terveystietokasvatuksen integroiminen tarkoitti lisätyötä ja kemian opettamiseen käytössä olevan ajan vähenemistä. Energiaravintoaineiden opettamista kemian opetuksessa pidettiin yleisesti tärkeänä. Ennakkokäsitykset terveystietokasvatusta kohtaan näkyivät opettajien vastauksissa ja heidän esittämissään kysymyksissä. Kyselytutkimuksessa ei havaittu yhteyttä vastaajan iän tai sukupuolen ja terveystietokasvatuksen asemaan suhtautumisen välillä.

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli kerätä palautetta mahdollisimman hyvän oppimateriaalin kehittämiseen. Oppimateriaalin määrittäminen yksiselitteisesti hyväksi on liki mahdotonta. Asiaa tarkastellaan aina jonkun henkilön tai tarkoituksen näkökulmasta. Tässä yhteydessä hiilihydraattioppimateriaalin toimivuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä tarkasteltiin oppilaan näkökulmasta.

Kyselytutkimukseen osallistuneiden opettajien mielestä hyvä oppimateriaali on luettavuudeltaan selkeää. Virkkeet ovat lyhyitä sekä yksiselitteisiä ja tekstin asettelu mm. kuvien suhteen on tasapainossa. Tekstin ja kuvien tulee tukea toisiaan. Opettajien mielestä hyvä oppimateriaali herättää oppilaan kiinnostuksen ja motivoi opiskelemaan aihetta.

Aikaisemman tutkimuksen mukaan (mm. Aksela, 2005) oppimateriaalin tulisi olla laadittu niin, että oppilas käyttää monipuolisesti kognitiivisten taitojensa tasoja materiaalin avulla opiskellessaan. Hyvä oppimateriaali herättelee oppijan aiheeseen ja saa oppijan pohtimaan ennakkokäsityksiään. Oppimateriaaliin on integroitu mahdollisesti tietoa muilta tieteen aloilta, jolloin aikaisemmat tiedot yhdistyvät ja saavat merkityksen. Oppimateriaali tukee silloin mielekästä oppimista ja on nykyisen, konstruktivistisen, oppimiskäsityksen mukaista.

Tätä Pro Gradu -tutkielmaa varten kehitetyssä oppimateriaalissa pyritään huomioimaan edellä esitetyt hyvän oppimateriaalin kuvaukset. Luettavuuteen sekä tekstin asetteluun on paneuduttu ja työohjeet sisältävät työvaiheita selventäviä kuvia. Oppilaita kiinnostava ihmis- ja terveystietokonteksti tuodaan voimakkaasti esiin kehitetyssä oppimateriaalissa.

Oppilaan ajattelutaidot ja ennakkotiedot huomioidaan työohjeissa olevilla *pohdi ensin* - ja *pohdi vielä* -osioissa. Oppilaille suunnattujen työohjeiden teksti on kirjoitettu kokonaisilla lauseilla. ”Keittokirjamaisuutta” on vältetty, jotta oppilas harjaantuisi korkeamman asteen ajattelutaitojen käytössä työohjeita lukiessaan (kts. luku 3.3.2). Oppimateriaalin tavoitteena on kemian tietojen ja taitojen oppimisen lisäksi auttaa oppilasta linkittämään tehtävissä esiintyneet käsitteet ja ilmiöt arkipäivään sekä ohjata oppilasta kehittymään oppijana.

Opettajien kommentit ja kyselytutkimuksen vastaukset auttoivat tutkijaa kehittämään oppimateriaalia edelleen. Oppimateriaalin esittäminen opettajille ja kyselytutkimuksen suorittaminen paransi tutkielman luotettavuutta ja mielekkyyttä. Tälle Pro gradu -tutkielmalle jatkotutkimuksena soveltuisi luontevasti töiden testaaminen oppilasryhmillä kouluopetuksessa. Jatkotutkimuskohteet voisivat liittyä esimerkiksi oppilaiden aiheen ymmärtämiseen, kiinnostukseen kemiaa kohtaan terveystieteiden kontekstissa ja oppilaiden ajattelutaitojen käyttöön terveystieteiden opetuksesta integroivissa kemian tehtävissä.

Tutkielma antaa uuden lähestymistavan hiilihydraattien kemian opiskeluun ja sen käsittelyyn perusopetuksen oppimateriaaleissa sekä opettajien perus- ja täydennyskoulutuksessa.

LÄHTEET

- Ahtineva, A. 2000. Oppikirja - tiedon välittäjä ja opintojen innoittaja? Lukion kemian oppikirjan - Kemian maailma 1 - tiedonkäsitys ja käyttökokemukset. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja C. Osa 164. Turun yliopisto.
- Aksela, M. 2005. Supporting Meaningful Chemistry Learning and Higher-order Thinking through Computer-Assisted Inquiry: A Design Research Approach. Helsinki: Helsingin yliopiston kemian laitos.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D.R. 2001. A Taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J. 2004. Aine ja energia, kemian työkirja 2. WSOY, Porvoo
- Atkins, P. & de Paula J. 2002. Atkins' Physical Chemistry. Seventh Edition. Oxford: University Press
- Barry, D.M. 1998. Delicious Chemistry.
http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2/content_storage_01/0000000b/80/11/2d/91.pdf (viitattu 25.7.2006)
- Campbell, N. & Reece, J. 2005. Biology. Seventh Edition. San Francisco: Pearson International Education.
- Clark, J. 2006. Making the most of starch. Royal Society of Chemistry.
<http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/2006Sept/MakingMostStarch.asp> (viitattu 4.10.2006)
- Edelson, D.C. 2002. Design research: What we learn when we engage in design. The Journal of Learning Sciences. 11, 105-121.
- Fagerstedt, K. 2005. Biotieteiden perusteet II: Fotosynteesi: merkitys, rakenteet, energian sitominen ja biokemia. Helsinki: Helsingin yliopiston biotieteiden laitos.
- Fineli – elintarvikkeiden koostumustietopankki. <http://www.fineli.fi/index.php?lang=fi> (viitattu 18.7.2006)
- Finnan, J., Taylor-Papp, K., Duran, M. 2004. Seeing the Unseen – Molecular Visualization in Biology. Learning & Leading with Technology. 32 (4) 24-29
- Freeman, W.H. & Company. 2002. Chemistry in the community. Fourth Edition. New York: American Chemical Society
- Gabell, D. 1999. Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. Journal of Chemical Education 76 (4) 548-553

- Gilbert, J. K. 2006. On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education* 28 (9) 957-976
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2000. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi
- Horppu, T. & Heikura P. 2005. Suuret suomalaiset kemian keksinnöt: Ksylitoli, Suomen ensimmäinen elintarviketeollisuuden maailmanmenestys. *Kemia* 2/2005 26-29
- JCE Editorial Staff. 2004. *Journal of Chemical Education* 81 (10) 1440A-1440B.
<http://jchemed.chem.wisc.edu/hs/Journal/Issues/2004/Oct/clicSubscriber/V81N10/p1440A.pdf> (viitattu 10.10.2006)
- Jenkins, E.W. & Pell, R.G. 2006. The Relevance of Science Education Project (ROSE) in England: A Summary of Findings. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
<http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/uk-england/rose-report-eng.pdf> (viitattu 11.1.2007)
- Koponen, J. 2005. Periaatekaavio eräästä ksylitoliprosessista. *Kemia* 2/2005 28
- Kärnä, P., Leskinen, M., Montonen, M., Repo, K. 1999. Lumo tutkimuksia 2. WSOY, Helsinki
- Lampiselkä, J. 2006. Toiminnallinen opintokäynti - suullinen tiedonanto. Helsinki: Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
- Lavonen, J. 2006a. Kontekstuaaliset lähestymistavat. Helsinki, Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
http://www.helsinki.fi/sokla/malu/AD1_luento3&4_2006.pdf (viitattu 11.1.2007)
- Lavonen, J. 2006b. Mitkä kontekstit kiinnostavat. Helsinki, Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
http://www.helsinki.fi/sokla/malu/AD1_luento2_2006.pdf (viitattu 11.1.2007)
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2005a. Kiinnostus ja motivaatio. Helsinki, Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.edu.fi/txtpageLast.asp?path=498,1329,1520,21839,48332,48334> (viitattu 10.1.2007)
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2005b. Kokeellisuus opetussuunnitelmassa. Helsinki, Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.edu.fi/pageLast.asp?path=498,1329,1520,21839,48358,48359> (viitattu 19.4.2007)
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2006a. Oppilaiden ennakkokäsitykset. Helsinki: Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/ennakko/> (viitattu 3.10.2006)

- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2006b. Opetuksen tavoitteet ja työtavat.
Helsinki: Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/tyotavat/> (viitattu 3.10.2006)
- Lavonen, J. & Meisalo, V. 2007. Kokeellisuuden työtavat.
Helsinki: Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/main.htm> (viitattu 19.4.2007)
- Lavonen, J., Meisalo, V., Niittykangas, J. 2001. Lukemalla ja kirjoittamalla oppiminen.
Helsinki, Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos.
<http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/tieto/lukem/> (viitattu 11.3.2007)
- Lee, Kam-Wah Lucille. 1999. A Comparison of University Lecturers' and Pre-service Teachers' Understanding of a Chemical Reaction at the Particulate Level. *Journal of Chemical Education* 76 (7) 1008-1012
- Lukion valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteet 2003. 2003. Opetushallitus.
http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/lops_uusi.pdf (viitattu 23.5.2006)
- Mäkinen, K.K. 2000. Kotkan ksylitolipäivä 13.10.2000: Yhteenvetotietoja ksylitolin vaikutuksista ja ominaisuuksista. International Institute for Preventive Dentistry
- Nakhleh, M.B. 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education* 69 (3) 191-195
- National Institute of General Medical Sciences NIGMS 2002. The Chemistry on Health.
<http://publications.nigms.nih.gov/chemhealth/chemhealth.pdf> (viitattu 19.7.2006)
- Nave, C. R. 2005. HyperPhysics.
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/organic/sugar.html> (viitattu 17.1.2007)
- Perusopetuksen valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteet 2004. 2004.
Opetushallitus. http://www.opi.fi/info/ops/pops_web.pdf (viitattu 23.5.2006)
- Peter, K., Vollhardt, C., Schore, N.E. 2002. Organic Chemistry: structure and function.
New York: W. H. Freeman & co
- Piipponen, M. 2007. Suullinen tiedonanto 11.1.2007.
- Pilot, A. & Bulte, A. M. W. 2006. Why Do You "Need to Know"? Context-based education. *International Journal of Science Education* 28 (9) 953-956
- PISA - kansainvälinen oppimistulosten arviointiohjelma. 2003. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. <http://ktl.jyu.fi/pisa/> (viitattu 6.2.2007)
- Rantanen, K. 2006. Ksylitolin voittokulku jatkuu. Haastateltavana Pentti Alanen. *Turun sanomat* 16.10.2006, verkkolehti.

- Salama, A., Monto, S., Lauri, S., Segerstråle, M., Summanen, S., Tähkä, S. 2006. Eläinfysiologian harjoitustyöt 35-37. Helsinki: Helsingin yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitos.
- Stick, R. V. 2001. Carbohydrates: The Sweet Molecules of Life. Bodmin: MPG Books Ltd
- Streitwieser, A., Heathcock, C.H., Kosower, E.M. 1998. Introduction to organic chemistry. New Jersey: Prentice hall.
- Taloudellinen Tiedotustoimisto TAT:
http://www.tat.fi/opetat/luonnontiede/ksenonit_hapot_hyokkays.doc
 (viitattu 9.10.2006)
- Tenovuo, J. 2003. Sylki ja suun puolustusmekanismi. Teoksesta Therapia Odontologica Hammaslääketieteen käsikirja s. 239-243. Helsinki: Academica-Kustannus Oy
- Tohtori.fi. 2005. Lääkehoitoon liittyvät laboratoriotutkimukset.
<http://www.tohtori.fi/?page=1596398&id=8578504> (viitattu 18.1.2007)
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Helsinki: Tammi
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2005. Didaktiikan perusteet. Helsinki: WSOY.
- Vaara, M. 2004. Lääketieteellinen mikrobiologia. Teoksesta Therapia Odontologica Hammaslääketieteen käsikirja. Artikkelin tunnus: tod04002 (004.002). Helsinki: Academica-Kustannus Oy
- Valkeinen, H. 2005. Terveystä edistävän liikunnan perusteet -luento. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston liikuntatieteiden laitos.
- Voutilainen, E. 2004. Ravitsemustieteen perusteita –verkkoaineisto/ Ravintoaineet ja energia. http://www.avoin.helsinki.fi/materiaalit/ravitsemustiede/ravaine_pdf.pdf (viitattu 23.5.2006)
- Xylitol.net:
<http://www.xylitol.net/> (viitattu 27.9.2006)
- Xylitol News 2005a. 2005. Ksylimitolitutkimuksen edelläkävijät, haastateltavana Pentti Alanen, Kauko K. Mäkinen, Eva Söderling s. 6-7.
- Xylitol News 2005b. 2005. Ehkäisevällä hoidolla saavutettu hyviä tuloksia, haastateltavana Anne Nordblad s. 4-5.
- Zumdahl, S. S. & Zumdahl, S. A. 2007. Chemistry. Boston, New York: Houghton Mifflin Company

TARVEANALYYSISSÄ TUTKITUT OPPIKIRJAT

Taulukko 1. Tutkituissa peruskoulun oppikirjoissa esiintyneet kokeelliset hiilihydraattityöt. (kts. taulukko 5.1)

Luokittelu	Työn nimi	Kemiallinen ilmiö	Lähde
Monosakkaridi	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe	Hapettuminen ja pelkistyminen	P1: Aine ja energia työkirja 2 s. 118
Monosakkaridi	Sisältääkö liuos sokeria?	Liukeneminen, jodin sitoutuminen	P: Kemian avain 3 s. 45
Monosakkaridi	Yksinkertaisen sokerin toteaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 132
Monosakkaridi	Hopeapeili – yksinkertaisen sokerin toteaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 133
Monosakkaridi	Kuparin pelkistyminen – yksinkertaisen sokerin toteaminen	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 133
Monosakkaridi	Kuinka tutkitaan, onko ruoka-aineessa yksinkertaisia sokereita	Hapettuminen ja pelkistyminen	P4: Kemian ydin 8 työkirja s.143
Disakkaridi	Makeustesti	Disakkaridin hajoaminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 130
Disakkaridi	Musta vaahto	Sakkaroosin hajoaminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 131
Disakkaridi	Hiilihydraattien alkuaineet	Palaminen	P4: Kemian ydin 8 työkirja s. 142
Tärkkelys/ disakkaridi	Ruokosokerin ja tärkkelyksen hajottaminen yksinkertaisiksi sokereiksi	Hajoaminen	P1: Aine ja energia työkirja 2 s. 120
Tärkkelys/ disakkaridi	Happo hajottaa sokerin	Hapettuminen ja pelkistyminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 132
Tärkkelys/ disakkaridi	Ruokosokerin ja tärkkelyksen hajottaminen yksinkertaisiksi sokereiksi	Hajoaminen	P4: Kemian ydin 8 työkirja s. 145

Tärkkelys	(Kokeile kotona)	Liukeneminen	P1: Aine ja energia s. 175
Tärkkelys	Tärkkelyksen osoittaminen jodilla	Jodin sitoutuminen	P1: Aine ja energia työkirja 2 s. 121
Tärkkelys	Tärkkelyksen tutkiminen	Liukeneminen, jodin sitoutuminen	P2: Kemian avain 3 s. 45
Tärkkelys	Mitkä ruoka-aineet sisältävät tärkkelystä		P2: Kemian avain 3 s. 50
Tärkkelys	Makeaa leipää	Tärkkelyksen hajoaminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 131
Tärkkelys	Tärkkelyksen toteaminen	Jodin sitoutuminen	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 134
Tärkkelys	Tärkkelys hajoaa happo hajottaa sylki hajottaa	Tärkkelyksen hajoaminen hapolla ja entsyymaattisesti	P3: Lumo tutkimuksia 2 s. 134
Tärkkelys	Kuinka tutkitaan, onko ruoka-aineessa tärkkelystä	Hajoaminen	P4: Kemian ydin 8 työkirja s. 146

Taulukko 2. Tutkituissa lukion oppikirjoissa esiintyneet kokeelliset hiilihydraattityöt. (kts. taulukko 5.2)

Luokittelu	Työn nimi	Kemiallinen ilmiö	Lähde
Monosakkaridi	Sokerit, karbonyyliyhdisteitä luonnosta	Hapettuminen ja pelkistuminen	L1: Kide 1 s. 112
Monosakkaridit	Osoitusreaktio	Hapettuminen ja pelkistuminen	L1: Kide 1 s. 113
Monosakkaridi	Koe 1: Kokeillaan rypälesokerin liukenevuutta	Liukeneminen	L2: Kemia 2 s. 86
Monosakkaridi	Koe 2: Fehlingin koe	Hapettuminen ja pelkistuminen	L2: Kemia 2 s. 86
Monosakkaridi	Koe 3: Osoitus	Hapettuminen ja pelkistuminen	L2: Kemia 2 s. 86
Monosakkaridit	Työ 10: Orgaanisten aineiden ominaisuuksien vertailu	Liukeneminen, sähkönjohtavuus, sulaminen	L3: Mooli 1
Disakkaridi	Maidon tutkiminen: laktoosin osoittaminen	Hapettuminen ja pelkistuminen	L1: Kide 1 s. 127
Disakkaridi	Koe 4: Fehlingin liuos	Hajoaminen, hapettuminen	L2: Kemia 2 s. 88
Disakkaridi	Koe 5: Lämpötilan muutos	Hapettuminen	L2: Kemia 2 s. 88

Tärkkelys	Tärkkelyksen osoittaminen jodilla	Jodin sitoutuminen	L1: Kide 1 s. 114
Tärkkelys	Koe 6: Tärkkelyksen valmistaminen		L2: Kemia 2 s. 89
Tärkkelys	Koe 7: Osoitus jodilla	Jodin sitoutuminen	L2: Kemia 2 s. 90

Taulukko 3. Peruskoulun 7.-9.-luokan oppikirjoissa esiintyneet glukoosiaiheiset tehtävät (kts. taulukko 5.3)

Kirjasarja	Kokeelliset tehtävät	Kirjalliset tehtävät
P1: Aine ja energia	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe (työkirja s. 118)	Tehtävä glukoosin molekyytirakenteesta (työkirja s. 124)
P2: Kemian avain	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe (oppikirja s. 45)	Glukoosin molekyylikaava (oppikirja s. 50), Perussokerimolekyylin rakennekaava (tehtäväkirja s. 23) Mitä glukoosin ja fruktoosin isomerialla tarkoitetaan (tehtäväkirja s. 26)
P3: Lumo	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe, useita eri menetelmiä (työkirja s. 132-133)	
P4: Ydin	Yksinkertaisen sokerin osoituskoe (työkirja s. 143)	

Taulukko 4. Peruskoulun 7.-9.-luokan oppikirjoissa esiintyneet ksylitoliaiheiset tehtävät (kts. taulukko 5.4)

Kirjasarja	Kokeelliset tehtävät	Kirjalliset tehtävät
P4: Ydin		Miten alkoholi liittyy ns. makeaan elämään? (työkirja s. 121)

Taulukko 5. Peruskoulun 7.-9.-luokan oppikirjoissa esiintyneet tärkkelysaiheiset tehtävät. (kts. taulukko 5.5)

Kirjasarja	Kokeelliset tehtävät	Kirjalliset tehtävät
P1: Aine ja energia	Tärkkelyksen hajoaminen (työkirja s. 120), Tärkkelyksen osoittaminen jodilla (työkirja s. 121), Tärkkelyksen liukeneminen (käsikirja s. 175)	Runsaasti hiilihydraatteja sisältävät ruoka-aineet (käsikirja s. 175)
P2: Kemian avain	Tärkkelyksen tutkiminen (oppikirja s. 45), Tärkkelyksen tutkiminen ruoka-aineista (oppikirja s. 50)	Mistä tärkkelys muodostuu (oppikirja s. 50) Mihin tärkkelys luokitellaan (tehtäväkirja s. 23) Tärkkelyksen hyödyt ihmiselle, kasveille ja märehijöille (tehtäväkirja s. 26)
P3: Lumo	Tärkkelyksen reaktio happamassa liuoksessa kuumennettaessa (työkirja s. 132) Tärkkelyksen toteaminen (työkirja s. 134) Tärkkelyksen hajoaminen hapolla ja entsyymaattisesti (työkirja s. 134)	
P4: Ydin	Tärkkelyksen hajoaminen yksinkertaisiksi sokereiksi (työkirja s. 145) Tärkkelyksen tutkiminen ruoka-aineista (työkirja s. 146)	Kerro tärkkelyksestä (oppikirja s. 141), Tärkkelyksen reaktio happamassa liuoksessa kuumennettaessa (oppikirja s. 141)

Tutkitut oppikirjasarjat, jotka sisälsivät hiilihydraattiaiheisia töitä:

P1 Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J. 2004.
Aine ja energia, kemian tietokirja. WSOY, Porvoo

Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J., Hillamo M-L, Piironen, J. 2004.
Aine ja energia, kemia 1 Yksilölliseen oppimiseen. WSOY, Porvoo

Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J. 2004.
Aine ja energia, kemian työkirja 2. WSOY, Porvoo

Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari, H., Viiri, J. 2004.
Aine ja energia, kemian työkirja 3. WSOY, Porvoo

- P2 Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2005.
Kemian avain 1. Otava, Keuruu
- Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2005.
Kemian avain 1 tehtäväkirja. Otava, Keuruu
- Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2005.
Kemian avain 2. Otava, Keuruu
- Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2005.
Kemian avain 2 tehtäväkirja. Otava, Keuruu
- Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2005.
Kemian avain 3. Otava, Keuruu
- Happonen, J., Heinonen, M., Muilu, H., Nyrhinen, K. 2005.
Kemian avain 3 tehtäväkirja. Otava, Keuruu
- P3 Kärnä, P., Leskinen, M., Montonen, M., Repo, K. 1998.
Lumo fysiikan ja kemian käsikirja. WSOY, Helsinki
- Kärnä, P., Leskinen, M., Montonen, M., Repo, K. 1997.
Lumo tutkimuksia 1. WSOY, Helsinki
- Kärnä, P., Leskinen, M., Montonen, M., Repo, K. 1999.
Lumo tutkimuksia 2. WSOY, Helsinki
- Kärnä, P., Leskinen, M., Montonen, M., Repo, K. 1998.
Lumo opettajan opas 2. WSOY, Helsinki
- Kärnä, P., Leskinen, M., Montonen, M., Repo, K. 2000.
Lumo tutkimuksia 3. WSOY, Helsinki
- P4 Levävaara, H., Kuusjärvi, P., Pohjola, M., Voutilainen, E. 2000.
Kemian ydin 8. WSOY, Porvoo
- Levävaara, H., Kuusjärvi, P., Pohjola, M., Voutilainen, E. 2001.
Kemian ydin 8 työkirja. WSOY, Porvoo
- L1 Kalkku, I., Kalmi, H., Korvenranta, J. 2004. Kide 1. Otava, Helsinki
- Kalkku, I., Kalmi, H., Korvenranta, J. 2005. Kide 2. Otava, Helsinki
- L2 Haavisto, A., Nikkola, J., Viljanmaa, L. 2001. Kemia 1. Kirjayhtymä Oy, Helsinki
- Haavisto, A., Nikkola, J., Viljanmaa, L. 1997. Kemia 2. Kirjayhtymä Oy, Helsinki
- Haavisto, A., Nikkola, J., Viljanmaa, L. 1993. Kemia 3. Kirjayhtymä Oy, Helsinki

- L3 Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L., Vaskuri, J. 2001. Mooli 1. Otava, Keuruu
- Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L. 2003. Mooli 1. Otava, Keuruu
- Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L., Vaskuri, J. 2001. Mooli 1. Otava, Keuruu
- Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L., Vaskuri, J. 2002. Mooli 3. Otava, Keuruu
- Lehtiniemi, K., Turpeenoja, L. 2003. Mooli 4. Otava, Keuruu

Muut tutkitut oppikirjat, joissa ei esiintynyt hiilihydraattiaiheisia tehtäviä:

Ahtineva, A., Muilu, H. 1997. Kemian maailma 4. Otava, Keuruu

Ahtineva, A., Karjalainen, A., Karjalainen, M., Muilu, H. 1995.
Kemian maailma 1. Otava, Keuruu

Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Lampiselkä, J., Mäkelä, R., Sorjonen, T.,
Vakkilainen, K-M. 2004.
Kemisti 1. WSOY, Helsinki

Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Lampiselkä, J., Mäkelä, R., Sorjonen, T.,
Vakkilainen, K-M. 2005.
Kemisti 2. WSOY, Helsinki

Aroluoma, I., Kanerva, K., Karkela, L., Lampiselkä, J., Mäkelä, R., Sorjonen, T.,
Vakkilainen, K-M. 2005.
Kemisti 3. WSOY, Helsinki

Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi,
M. 2004.
Neon 1. Edita, Helsinki

Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi,
M. 2005.
Neon 2. Edita, Helsinki

Hannola-Teitto, M., Jokela, R., Leskelä, M., Näsäkkälä, E., Pohjakallio, M., Rassi,
M. 2006.
Neon 3. Edita, Helsinki

Jalonen, L., Kekarainen, P. 1986. Tekniset: Kemia. WSOY, Porvoo

Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P., Salo, K. 2005. Reaktio 1. Tammi,
Helsinki.

- Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2005. Reaktio 2. Tammi, Helsinki.
- Kaila, L., Meriläinen, P., Ojala, P., Pihko, P. 2006. Reaktio 3. Tammi, Helsinki.
- Kanerva, K., Karkela, L. 1997. Katalyytti: työkurssin käsikirja. WSOY, Porvoo
- Kanerva, K., Karkela, L., Valste, J. 1995.
Katalyytti: orgaaninen kemia. WSOY, Porvoo
- Kanerva, K., Karkela, L., Valste, J. 2000.
Katalyytti: epäorgaaninen kemia. WSOY, Porvoo
- Kanerva, K., Karkela, L., Valste, J. 2000. Katalyytti: peruskurssi. WSOY, Porvoo
- Karjalainen, A., Karjalainen, M. 1996. Kemian maailma 2. Otava, Keuruu
- Kuosa, O., Laine, R., Nikander, T., Vuola, R. 1997.
Impulssi 1 työkirja: peruskoulun fysiikka ja kemia. Otava, Keuruu
- Levesley, M., Baggle, S., Clarke, J., Gray, S., Johnson, P. 2004. Exploring Science 9. Pearson Education, Essex
- Levesley, M., Hardie, J., O'Regan, R., Pitt, S., Thomas, N., Wakefield, B. 2004.
Foundation Science 1. Pearson Education, Essex
- Ojala, P., Meriläinen, P., Kaila, L., Salo, K., Andersson, B. 2002. Dipoli 1. Tammi, Helsinki.
- Ryan, L. 2001. Chemistry for You. Revised National Curriculum Edition for GCSE. Nelson Thornes
- Somerharju, L., Korhonen, T., Saksala, P. 2005. Sosiaali- ja terveysalan fysiikka & kemia. Edita, Helsinki.

MIKÄ ON VERESI GLUKOOSIPITOISUUS?

Mittaa verensokerisi pitoisuus! Verensokeri on kemialliselta nimeltään glukoosi. Koska työskentelet veren kanssa, on tärkeää toimia erittäin huolellisesti. Jos sinulla on sokeritauti, et osallistu kokeen tekemiseen.

Pohdi ensin

Vastaa ennen kokeellisen osuuden aloittamista seuraaviin kysymyksiin:

1. Mistä veressä oleva sokeri on peräisin?
2. Miten sokeri päätyy verenkiertoon?
3. Mitä sokeritaudissa eli diabeteksessa tapahtuu? Tunnetko jonkun, jolla on diabetes?

Lue työohje huolellisesti. Luettuasi ohjeet, kirjoita vihkoosi suunnitelma siitä, miten etenet tässä tutkimuksessa. Opettajan tulee hyväksyä suunnitelmasi ennen kuin voit aloittaa kokeellisen työn. Kuvat auttavat sinua.

Työturvallisuus

Liiku mahdollisimman vähän luokassa työn aikana. Huolehdi, ettei vertasi tipu näytteenoton jälkeen työpöydälle. Voit käyttää suojakäsineitä ottaessasi näytettä työpariltasi. Käsineiden käyttö on välttämätöntä jos sinulla on haavoja käsissäsi. Kaikki veren kanssa kosketuksessa olleet työvälineet kerätään opettajan osoittamaan jäteastiaan. Muut jätteet voit laittaa sekajätteelle tarkoitettuun roskakoriin.

Työssä tarvittava materiaali

Lansetteja eli ”rei’ittäjiä”	Lusikoita
Verensokerimittari	Juomalaseja
Mittaliuskoja	Jäteastia verijätteelle
Glukoosia	Suojakäsineet
Vettä	Laastaria
Vaaka	Työtakki

Työn suorittaminen

Työ tehdään pareittain. Tutustu työssä käytettäviin välineisiin ennen tutkimuksen aloittamista. Lansetit ovat henkilökohtaisia! Valitkaa, kumpi toimii ensin näytteenottajana.

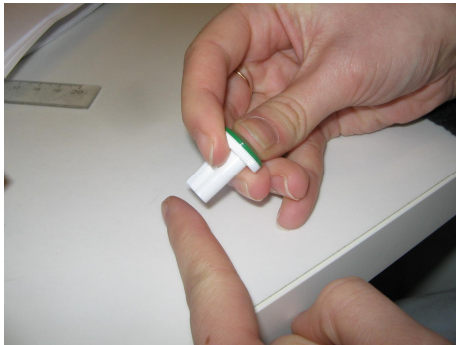
Työ aloitetaan sekoittamalla juomalasiin 30 grammaa glukoosia noin 200 millilitraan vettä. Kun glukoosiliuos on valmis, pyydä pariasi pistämään rei’ittäjällä sormenpäähäsi. Rei’ittäjää painetaan nopeasti ja voimakkaasti jotta näytteen ottaminen ei olisi kivuliasta.

Laita aina käytetty lansetti heti sille varattuun astiaan! Anna veripisaran tulla itsestään sormen pintaan, älä puristele sormeä. Jos verta ei tule, roikota kättäsi hetki kohti lattiaa.

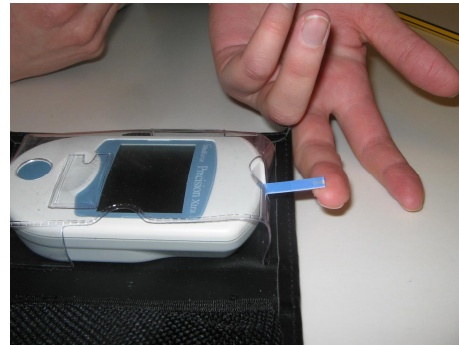
Kun veripisara on tullut sormenpäähän, vie sormesi mittarissa olevan mittaliuskan viereen. Liуска imaisee veripisaran itseensä. Kirjoita mittarin osoittama tulos vihkoosi.

Juo valmiiksi sekoittamasi glukoosiliuos ensimmäisen mittauksen jälkeen. Seuraava mittaus tehdään 30 minuutin kuluttua glukoosin nauttimisesta. Suojaa pistokohta laastarilla, ja tehkää sama mittaus parillesi.

Näytteen ottaminen



Mittarin ja mittaliuskan käyttö



Mittaa verensokerisi arvo uudelleen, kun glukoosiliuoksen juomisesta on kulunut 30 minuuttia. Toinen mittaaminen tehdään samalla tavalla kuin ensimmäinenkin. Voitte ottaa näytteen joko samasta tai eri sormesta. Tämän mittauksen jälkeen ette juo tai syö mitään. Veren glukoosipitoisuutta seurataan vielä kahdella lisämittauksella. Mittaukset suoritetaan 30 minuutin välein. (Salama & al. 2006)

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Kun olet parisi kanssa tehnyt kaikki mittaukset, siivoa työpiste, pese kädet ja suojaa mahdolliset haavat laastarilla. Piirrä millimetripaperille kuvaaja mittaamistasi tuloksista. Sijoita aika vaak-akselille ja glukoosipitoisuus pystyakselille. Piirrä samaan koordinaatistoon myös parisi mittaustulosten mukainen kuvaaja ja vertaa sitä omaasi. Onko kuvaaja samanlainen?

Pohdi vielä yksin tai parisi kanssa seuraavia kysymyksiä:

1. Minkä muotoinen kuvaaja on? Miksi?
2. Mikä elimistössä sai veren glukoosipitoisuuden pienenemään?
3. Miksi diabetesta sairastavat oppilaat eivät tee tätä koetta?

Tutustu Internetiä käyttäen eri sairaaloiden klinisen kemian laboratorioden toimintaan sekä Suomen punaisen ristin veripalveluun.

Tässä liitteessä olevat kuvat on otettu Helsingin yliopiston biotieteiden laitoksella eläinfysiologian kurssin harjoitustöiden yhteydessä.

TERVEET HAMPAAT!

Suomalaisten lasten ja nuorten hampaat ovat maailman terveimpiä. Jotta suun terveydestä voisi pitää hyvää huolta, on tiedettävä mitkä asiat vaikuttavat hampaiden terveyteen. Otetaan selvää!

Pohdi ensin

Pohdi ennen kokeellisen osuuden aloittamista seuraavia kysymyksiä:

1. Mitkä aineet ovat haitallisia hampaiden terveydelle?
2. Ovatko kaikki sokerit haitaksi hampaille?
3. Miten sinä huolehdit hampaittesi terveydestä?

Työturvallisuus

Työssä käytettävät aineet ja välineet ovat vaarattomia ja ne voidaan hävittää laittamalla roskikseen. Työ ei vaadi erityisiä esivalmisteluja. Tutkimus onnistuu parhaiten, jos edellisestä ruokailusta on ehtinyt kulua aikaa vähintään tunti.

Työssä tarvittava materiaali

pH-paperia	Cola-juomaa
Juomalaseja	Ksylitolipurukumia

Muistathan käyttää työtakkia aina kokeellisia töitä tehdessäsi!

Työn suorittaminen

Varaa työpisteellesi kaikki tarvittava materiaali ennen tutkimuksen aloittamista. Pese kätesi. Mittaa sylkesi pH laittamalla pH-paperi kielesi päälle. Pidä paperia suussasi niin kauan, että se ehtii kastua kunnolla. Anna syljen kertyä suuhun omaan tahtiinsa, älä yritä jouduttaa sitä! Vertaa pH-paperin muuttunutta väriä paperipaketin väriskaalaan ja päättelee sylkesi pH. Kirjaa tulos muistiin.

Juo seuraavaksi puoli lasillista cola-juomaa. Älä nielaise juomaa heti, vaan pidä sitä hetki suussasi. Odota noin 15 minuuttia cola-juoman nauttimisen jälkeen ja mittaa sylkesi pH sitten uudestaan. Merkitse tulos vihkoosi. Pureskele seuraavaksi ksylitolipurukumia vähintään 10 minuuttia. Mittaa tämän jälkeen sylkesi pH viimeisen kerran ja kirjoita tuloksesi vihkoosi. Siivoa työpisteesi. (TAT, 2006)

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Piirrä vihkoosi kuvaaja mittaustuloksistasi. Sijoita mittauspisteet vaaka-akselille ja pH-asteikko pystyakselille. Valitse pystyakselin pH-asteikko siten että saat kuvaajastasi mahdollisimman ison ja selkeän. Millainen kuvaajastasi tuli? Vertaa piirtämääsi kuvaajaa muiden oppilaiden omiin, huomaatko eroja? Mistä erot voivat johtuvat?

Pohdi vielä seuraavia kysymyksiä:

1. Miksi tavallinen sokeri (sakkarosi) on haitallista hampaille?
2. Kumpi on mielestäsi tehokkaampi tapa huolehtia suun terveydestä aterian jälkeen: hampaiden harjaus vai ksylitolipurukumin pureskelu? Miten perustelet valintasi?
3. Mitkä tuntemasi tuotteet sisältävät ksylitolia?

MITÄ ELIMISTÖSSÄ TAPAHTUU TÄRKKELYKSELLE: ENERGIAA TÄRKKELYKSESTÄ-TUTKIMUS

Nautit päivittäin tärkkelystä sisältäviä ruoka-aineita. Oletko koskaan pohtinut mitä tärkkelykselle tapahtuu elimistössäsi? Mitkä ruoka-aineet sisältävät tärkkelystä ja kuinka paljon solusi saavat tärkkelyksestä energiaa? Lähde leipäpalan kanssa matkalle ihmiskehoon ottamaan selvää!

Pohdi ensin

Saat palasen leipää. Pureskele sitä noin kolmen minuutin ajan ja tarkkaile leivän makua. Ota kolmen minuutin kuluttua uusi pala samaa leipää ja vertaa sen makua pureskelemaasi. Huomaatko eron? Mistä makuero johtuu? Tutkitaan tärkkelystä seuraavaksi kemian keinoin.

TUTKIMUS I: MITEN OSOITAN TÄRKKELYKSEN?

Työturvallisuus

Työssä käytettävät aineet voidaan työn suorittamisen jälkeen laitta roskikseen. Jodiliuos värjää helposti ihon ja vaatteet, joten työskentele asiallisissa suojavaatteissa

Työssä tarvittava materiaali

Jodiliuos, esim. Betadine	Pipetti
Tutkittava ruoka-aine, esim. peruna tai leipä	Suojakäsineet
Tärkkelystä sisältämätön ruoka-aine, esim. kananmuna	Työtakki

Työn suorittaminen

Laita suojakäsineet käteesi ja hae tarvittavat välineet ja aineet työskentelypisteellesi. Tiputa pipetillä muutama pisara jodiliuosta tutkittaville ruoka-aineille. Mitä havaitset? Mitä jodiliuokselle tapahtuu tärkkelyspitoisessa ja tärkkelystä sisältämättömässä ruuassa? (mm. Aspholm & al. 2004; Kärnä & al. 1999)

TUTKIMUS II: MITEN SYLKI VAIKUTTAA TÄRKKELYKSEEN?

Tutki seuraavaksi syljen vaikutusta tärkkelykseen. Pidä edelleen suojakäsineet kädessäsi.

Työssä tarvittava materiaali

Perunajauhoja (=tärkkelystä)	Koeputkia 2 kpl
Vettä	Koeputkiteline
Jodiliuosta	Dekantterilasi
	Pipetti

Työn suorittaminen

Liuota pieni määrä perunajauhoja haaleaan veteen dekantterilasissa. Laita tätä liuosta molempiin koeputkiin. Lisää toiseen koeputkeen sylkeä ja odota vähintään viisi minuuttia. Lisää molempiin koeputkiin pipetillä yksi tippa jodiliuosta ja tarkkaile mahdollisia värinmuutoksia. Mitä huomaat? Miksi näin tapahtuu? (Aspholm & al. 2004; Kärnä & al. 1999)

TUTKIMUS III: MITÄ MAHASSA TAPAHTUU?

Suusta ruoka siirtyy nielun ja ruokatorven kautta mahaan. Mahan erittämä suolahappo on voimakkaasti hapanta: sen pH on alle 1! Tutki, mitä tärkkelykselle ja disakkarideille tapahtuu mahan happamassa ympäristössä.

Tutkimusta varten sinun on osattava osoittaa yksinkertaisten sokereiden eli monosakkaridien esiintyminen liuoksissa. Harjoittele ennen happotutkimusta monosakkaridien tunnistamista.

Työturvallisuus

Varo kuumaa sähkölevyä kun lämmität vesihaudetta. Liuokset voidaan kaataa työn päätyttyä viemäriin.

Työssä tarvittava materiaali

Vettä	Koeputkia 6 kpl
Kuparisulfaattiliuosta 0,025 %	Koeputkiteline
Natriumhydroksidiliuosta 8 %	Sähkölevy
10 % suolahappoliuosta	Dekantterilasi
Glukoosia, tai muuta yksinkertaista sokeria	Pikkulusikka
Kidesokeria	
Perunajauhoja	

Työn suorittaminen

Laita kahteen koeputkeen 2 millilitraa haaleaa vettä. Liuota toiseen koeputkeen hieman glukoosia (glukoosi on yksinkertainen sokeri). Lisää molempiin koeputkiin tippa laimeaa kuparisulfaattiliuosta CuSO_4 . Lisää tämän jälkeen molempiin koeputkiin natriumhydroksidiliuosta NaOH , kunnes liuokset muuttuvat kirkkaaksi, läpinäkyviksi. Lämmitä seoksia vesihauteella ja tarkkaile mahdollisia värimuutoksia. Minkä värisiksi yksinkertaisia sokereita sisältävä liuos muuttui?

Nyt osaat tunnistaa yksinkertaiset sokerit liuoksista. Voit siirtyä tutkimaan, pystyykö happo hajottamaan tärkkelyksen ja disakkaridit monosakkarideiksi.

Laita jäljellä oleviin neljään koeputkeen vettä 2 millilitraa. Lisää kahteen koeputkeen pieni määrä perunajauhoja ja kahteen muuhun saman verran kidesokeria. Sekoita, jotta aineet liukenisivat. Lisää seuraavaksi toiseen perunajauholiuokseen ja toiseen kidesokeriliuokseen 1 ml 10 % suolahappoliuosta. Merkitse koeputket vedenkestävällä tussilla, että tiedät mitä mikäkin näyte sisältää. Siirrä kaikki neljä koeputkea vesihauteelle ja kuumenna vähintään 10 minuutin ajan.

Siirrä näytteesi jäähtymään kymmenen minuutin kuluttua.

Kun näyteliuokset ovat jäähtyneet, voit testata onko happo hajottanut tärkkelyksen tai kidesokerin yksinkertaisiksi sokereiksi. Toimi samoin kuin edellä olevassa osoituskokeessa. Vertaa niitä näytteitä, joihin lisättiin suolahappoa happoa sisältämättömiin näytteisiin. Mitä voit päätellä? (Kärnä & al. 1999)

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Pohdi vielä seuraavia kysymyksiä:

1. Mikä on mahanesteen tehtävä ruuansulatuksessa?
2. Mieti, mitä hyötyä elimistölle on mahanesteen happamuudesta.
3. Entä voiko happamuudesta olla haittaa? Keksitkö esimerkkejä?

TUTKIMUS VI: ENERGIAA!

Vertaa vaahtokarkin ja cashewpähkinän energiamäärä! Tutustu työohjeeseen huolella ennen työn aloittamista. Kysy opettajalta tarvittaessa lisäohjeita.

Pohdi ensin

1. Kummassa on enemmän energiaa: vaahtokarkissa vai cashewpähkinässä?
2. Kumpi on mielestäsi terveellisempi välipala? Miksi?
3. Mitä energiaravintoaineita vaahtokarkki sisältää? Entä pähkinä?

Lue työohje huolellisesti. Kun olet lukenut ohjeet, kirjoita vihkoosi suunnitelma siitä, miten etenet tässä tutkimuksessa. Opettajan tulee hyväksyä suunnitelmasi ennen kuin voit aloittaa kokeellisen työn. Kuvat auttavat sinua!

Tarvitset tutkimustasi varten telineen näytteillesi. Teline on hyvä tehdä jo tutkimusta edeltävänä päivänä, jotta liima ehtii varmasti kuivua. Rakenna teline tutkittavia ruoka-aineita varten taivuttamalla paperiliittimen pää ylös. Liimaa sitten paperiliitin pilttipurkin kannen keskelle. Tutkittava vaahtokarkki tai pähkinä asetetaan paperiliittimen pystyyn taivutettuun päähän.

Työturvallisuus

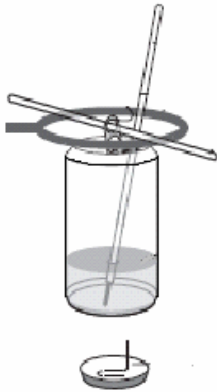
Tutkimuksessa käsitellään tulta. Tulen kanssa työskenneltäessä sinun tulee olla erityisen huolellinen. Suorita tutkimus palamattomalla alustalla, esimerkiksi vetokaapissa.

Työssä tarvittava materiaali

Tyhjä juomatölkki
Lasisauva
Lämpömittari
Statiivi
Pidike
Pilttipurkin kansi
Metallinen paperiliitin
Tulitikkua tai sytytin
Vaaka
Mittalasi

Liimaa
Vaahtokarkkeja 2 kpl
Cashewpähkinöitä 2 kpl
Vettä
Työtakki
Suojalasit

Työn suorittaminen



Rakenna tutkimuslaitteisto. Tarvitset laitteiston rakentamiseen tyhjää juomatölkkiä, lasisauvaa, lämpömittaria, statiivia, pidikettä ja ennakkoon tekemäsi telineettä. Työnnä lasisauva limsatölkin pystyasentoon nostetun avaajan reiästä läpi ja aseta tölkki roikkumaan kuvan osoittamalla tavalla statiiviin kiinnitettyyn pidikkeeseen. Kokeile, että pystyt pitämään lämpömittaria tölkin sisässä siten, että lämpömittarin pää ei kosketa tölkin pohjaa tai seiniä.

Osa luokan työskentelyryhmistä tutkii vaahtokarkkia ja osa cashewpähkinää. Muista merkitä kaikki tutkimuksessa mitaamasi arvot selkeästi vihkoosi. Voit piirtää itsellesi taulukon tuloksia varten.

Työn toteutus:

Kaada 50 ml kylmää vettä tyhjään limsatölkkiin. Mittaa tölkkiin kaadetun veden lämpötila. Punnitse seuraavaksi tekemäsi telineen massa. Pujota tutkittavaa ruoka-ainetta telineen paperiliittimen päähän (pieni pala vaahtokarkkia tai puolikas cashewpähkinä). Punnitse telineen ja näytteen yhtenen massa, jotta voit laskea näytteesi massan.

Työnnä telineessä kiinni oleva näyte tölkin alle. Säädä tarvittaessa tölkin pidikkeen korkeutta siten että näytteen ja tölkin pohjan väliin jää tilaa noin 2 cm. Vedä teline takaisin näytteen sytyttämistä varten. Sytytä tutkittava ruoka-aine palamaan. Kun näyte on syttynyt, siirrä teline takaisin tölkin alle. Jos näyte sammuu ennen kuin se on palanut loppuun, sytytä se uudelleen. Tarkkaile lämpötilan muutosta ja sekoita samalla vettä rauhallisesti lämpömittarilla. Varo osumasta tölkin seiniin! Merkitse lämpömittarin osoittama korkein lämpötila vihkoosi.



Cashewpähkinän energiamäärän tutkiminen

Kun palaminen on loppunut, punnitse teline ja siinä kiinni oleva palanut näyte. Tämän tiedon avulla voit laskea näytteen massan muutoksen. Siivoa jälkesi työskentelypisteeltä työn päätyttyä. Jäähtyneet tulitikut ja ruokanäytteet voi laittaa roskikseen.

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Kun kaikki ryhmät ovat valmiita, verrataan saatuja tuloksia. Vaahtokarkin ja cashewpähkinän sisältämä energiamäärä lasketaan helpottamaan vertailua. Kummassa on enemmän energiaa?

$$\text{Näytteen energia} = \frac{\text{veden massa} \times \text{veden ominaislämpökapasiteetti} \times \text{veden lämpötilan muutos}}{\text{näytteen massa muutos}}$$

Veden massa sekä näytteen massan muutos ilmoitetaan grammoina ja veden lämpötilan muutos celsiusasteina. 100 ml vettä painaa 100g. Veden ominaislämpökapasiteetti on 1 cal/(g°C). Näillä yksiköillä saat vastaukseksi cal/g.

Ruokapakkauksissa energia ilmoitetaan usein muodossa kcal/100g. SI-järjestelmän mukainen energian yksikkö on joule J. 1 cal = 4,2 J.

Pohdi vielä ryhmässäsi seuraavia kysymyksiä:

1. Miksi ruoka-aineen massa pieneni? Mihin tämä menetetty massa meni?
2. Miksi veden lämpötila muuttui? Miten ruuan energia siirtyi veteen?
3. Voiko kokeen tuloksia pitää mielestäsi luotettavina?
4. Mikä energiaravintoaine sisältää eniten energiaa? Kuinka paljon hiilihydraateissa on energiaa rasvoihin verrattuna?

(JCE Editorial Staff, 2004)

MIKÄ ON VERESI GLUKOOSIPITOISUUS?

Glukoositehtävän tavoitteena on tutustuttaa oppilas verensokerin tehtäviin, sen pitoisuuden merkitykseen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Tehtävien avulla oppilas harjaantuu graafisten tulosten käsittelyssä ja yhteistyötaitoissa sekä tutustuu veren kemian tutkimuksessa käytettävään analytiikkaan. Ensimmäisessä vaiheessa oppilaat mittaavat oman veren glukoosipitoisuutensa koulussa ja tutkivat siihen vaikuttavia tekijöitä. Oman tutkimuksen jälkeen tehdään opintokäynti klinisen kemian laboratorioon, jossa oppilaat näkevät mm. saman glukoositutkimuksen ammattilaisten suorittamana.

Koska glukoosirasituskokeessa käytetään oppilaan omaa verta, työ edellyttää äärimmäistä huolellisuutta. Yhteistyö kouluterveydenhoitajan kanssa on suositeltavaa, mm. työssä tarvittavaa välineistöä voi tiedustella terveydenhoitajalta. Markkinoilla on edullisia verensokerimittareita ja myös Suomen punaisen ristin veripalvelusta voi tiedustella materiaalia ja välineitä.

Työhön valmistautuminen

Työ soveltuu aihepiiriltään sekä kemian, biologian että terveystiedon tunneille. Työhön on varattava aikaa vähintään 90 minuuttia. Työ soveltuukin tehtäväksi esimerkiksi valinnaisainekursseilla ja teemapäivinä. Jos aikaa on oppituntien puitteissa käytettävissä vähemmän, mittauskertojen määrää voidaan vähentää, jolloin havainnollistetaan vain aterian aiheuttama veren glukoositason nousu. Työhön osallistuvien oppilaiden olisi hyvä välttää ruokailua ennen koetta, jotta verensokeri ei olisi valmiiksi koholla (kliinisissä mittauksissa näytteenottoa edeltävä paasto on 12 tuntia).

Varsinaisen työkerran aikataulua voi helpottaa edeltävällä tunnilla tehtävillä esivalmisteluilla: virittäytymistehtävät voidaan tehdä kotitehtävinä, työohje voidaan käydä läpi yhteisesti ja taulukot ym. voidaan piirtää valmiiksi ennen laboratoriotuntia. Työkerralla, mittauksen välissä, on aikaa keskustella esimerkiksi veren kemiasta, diabeteksesta, veriryhmistä ja verenluovutuksesta. Työohje on laadittu siten, että oppilaat tekevät työn pareittain. Diabetesta sairastavilta oppilailta ei oteta verinäytteitä. Työ voidaan toteuttaa myös pienryhmässä, jolloin on mahdollista muokata ryhmän sisäistä työnjakoa (kirjuri, näytteenottaja, potilas...). Oppilaiden välille ei saa muodostua missään työvaiheessa verikontaktia. Työturvallisuuden merkitystä on korostettava!

Pohdi ensin -kysymysten esimerkkivastauksia:

1. Mistä veressä oleva sokeri on peräisin?

Sokeri on pääsääntöisesti peräisin ravinnon hiilihydraateista.

2. Miten sokeri päätyy verenkiertoon?

Hiilihydraatit pilkkoutuvat ruuansulatuksessa entsyymien avustuksella yksinkertaisiksi sokereiksi. Nämä monosakkaridit imeytyvät ohutsuolen nukkalisäkkeiden kautta

verenkiertoon. Entsyymit muokkaavat sokerit edelleen glukoosiksi eli verensokeriksi maksassa.

3. Mitä sokeritaudissa eli diabeteksessa tapahtuu? Tunnetko jonkun, jolla on diabetes?

Diabetes on energia-aineenvaihdunnan häiriö, joka aiheuttaa veren glukoosipitoisuuden nousua. Yleisesti diabeteksestä erotetaan kaksi muotoa: tyypin I ja tyypin II diabetes. Tyypin I diabeteksessa (nuoruustyyppin diabetes) haiman beeta-solut eivät eritä veren glukoosipitoisuutta alentavaa insuliini-hormonia. Tyypin II diabetes (aikuistyyppin diabetes) johtuu insuliinin vaikutusten heikentymisestä kudoksissa ja insuliinin vähäisestä erittymisestä.

Oppilaat tekevät heille jaetun työohjeen perusteella tutkimussuunnitelman, jonka mukaan he aikovat edetä verensokerin mittauksessa. Opettaja voi esimerkiksi ohjeistaa oppilaita numeroimaan työvaiheet. Oppilaat tekevät suunnitelman, koska työohjeen prosessointi kehittää heitä korkeamman asteen ajattelutaitojen käytössä ja tukee näin kemian oppimista ja ymmärtämistä. Opettajan tulee hyväksyä tutkimussuunnitelma ennen kokeellisen osuuden aloittamista. Näin opettaja voi varmistua, että oppilaat ovat ymmärtäneet tehtävän tarkoituksen ja huomioineet työturvallisuusseikat riittävästi.

Työn suorittaminen

Työssä tarvittava materiaali:

Lansetteja eli ”rei’ittäjiä”	Lusikoita
Verensokerimittari	Juomalaseja
Mittaliuskoja	Jäteastia verijätteelle
Glukoosia	Suojakäsineitä
Vettä	Laastaria
Vaaka	Työtakki

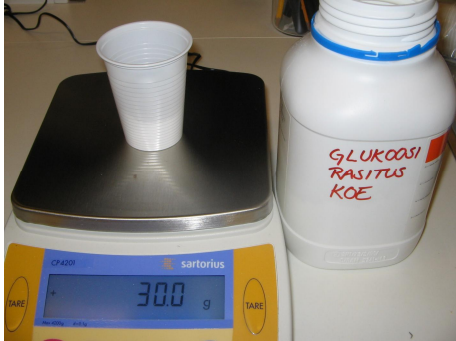
Jokaisessa kokeellisessa työssä käytetään asianmukaisia suojavaatteita.

Hyvä tietää:

Samaa lansettia voidaan käyttää samaan oppilaaseen kaikissa mittauksissa. Lansettiin on tällöin ehdottomasti merkittävä oppilaan nimikirjaimet vedenkestävällä tussilla ja sille on oltava oma paikka, esimerkiksi juomalasi, sekaannusten välttämiseksi. Jokaiseen mittaukseen voidaan käyttää uutta lansettia, jos on syytä epäillä, että oppilaiden lansetit voisivat sekoittua. Käytetyt lansetit laitetaan aina niille varattuun erilliseen roskikseen, sillä ne ovat veripitoista jätettä.

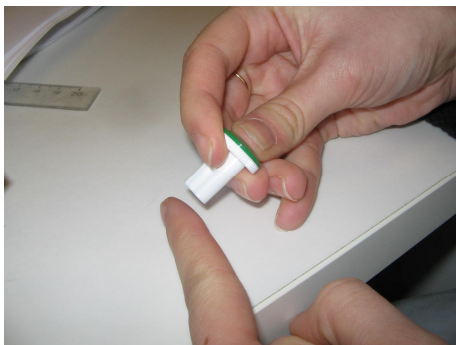
Työn kulku:

Oppilaat, joilta tutkimuksessa otetaan verinäytteet, sekoittavat 30 g glukoosia noin 200 ml vettä. Glukoosi liukenee paremmin lämpimään kuin kylmään veteen, mutta lämmin seos voi olla epämiellyttävä juoda.



Glukoosiliuoksen valmistaminen

Ensimmäinen näytteenotto: Kädet pestään lämpimällä vedellä saippuaa käyttäen. Terveystenhoitaja, opettaja tai toinen oppilas pistää kertakäyttölansetilla reiän tutkittavan oppilaan sormenpäähän. Lansettia painetaan nopeasti ja voimakkaasti jotta näytteen ottaminen ei olisi kivuliasta. Odotetaan, että veripisara nousee sormen pintaan. Jos verta ei tule heti, kättä voi pitää hetken kohti lattiaa.



Näytteen ottaminen

Kun veripisara on tullut sormen päähän, mittaliuska viedään veripisaran viereen. Liuska "imaisee" veripisaran itseensä. Liuska työnnetään verensokerimittariin. Mittarista riippuen, liuska voi mahdollisesti olla työnnettynä mittariin valmiiksi ennen veripisaran liuskalle imeytymistä. Mittarin näyttämä lukema kirjataan vihkoon. Paastosokerin viitearvo on 3,5-5,5 mmol/l. Sormenpään voi suojata laastarilla.



Mittarin käyttö

Ensimmäisen mittauksen jälkeen näytteen antanut oppilas juo valmiiksi sekoitetun glukoosiliuoksen. Liukenemattoman glukoosin voi lusikoida mukin pohjalta. Glukoosin sijaan on mahdollista käyttää esimerkiksi makeisia, mehua tai limsaa ja vertailla näitä toisiinsa. Jos parin tai ryhmän muut jäsenet tutkivat oman glukoositasonsa vaihtelua, toistetaan em. työvaiheet heidän kanssaan.

Kolmenkymmenen minuutin kuluttua glukoosiliuoksen nauttimisesta otetaan seuraava näyte. Näytteet voidaan ottaa joko samasta tai eri sormesta. Mittaus suoritetaan teknisesti samoin kuin ensimmäinen mittaus. Nyt veren glukoosipitoisuus on kasvanut. Mahdolliset seuraavat mittaukset (1 tai 2 kpl) toistetaan 30 minuutin välein. Kun kaikki tarpeelliset mittaukset on suoritettu, työpisteet siivotaan asianmukaisesti. Verijätteet kerätään erikseen, muut jätteet voidaan laittaa tavalliseen sekajätteroskikseen. Lopuksi pestään kädet. (Salama & al. 2006)

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Työpisteen siistimisen jälkeen oppilaat piirtävät millimetripaperille kuvaajan mittaus-tulostensa perusteella. Samaan koordinaatistoon voidaan piirtää useitakin kuvaajia. Koordinaatistossa vaaka-akselille sijoitetaan aika ja pystyakselille glukoosin konsentraatio. Oppilaat voivat vertailla tuloksiaan. Työn jälkeen pohditaan seuraavia kysymyksiä.

Pohdi vielä -kysymyksien esimerkkivastauksia

1. Minkä muotoinen kuvaaja on ja miksi?

Kuvaaja nousee jyrkästi ensimmäisen ja toisen mittauksen välillä, koska veren glukoosipitoisuus nousee nautitun aterian (tässä glukoosin) vaikutuksesta. Toisen tai kolmannen mittauksen jälkeen glukoosipitoisuus kääntyy laskuun.

2. Mikä elimistössä sai veren glukoosipitoisuuden pienenemään?

Hormonit säätelevät veren sokeritasapainoa. Ainoa verensokeria laskeva hormoni on haiman erittämä insuliini.

3. Miksi diabetesta sairastavat oppilaat eivät tee tätä koetta?

Diabetesta sairastavilla elimistö ei joko tuota insuliinia ollenkaan tai kudosten kyky käyttää insuliinia on heikentynyt. Diabeetikolla verensokeri ei siis laskisi samalla tavalla kuin terveellä.

Ennen työhön liittyvää opintokäyntiä on hyvä tutustua esimerkiksi Internetiä käyttäen eri sairaaloiden kliinisen kemian laboratorioiden toimintaan sekä Suomen punaisen ristin veripalvelun sivustoihin.

Opintokäynti

Kliinisen kemian laboratorioon tehtävällä opintokäynnillä tutustutaan laboratoriossa tehtäviin tutkimuksiin (erityisesti glukoosirasituskokeeseen) ja niiden vaatimaan analytiikkaan sekä bioanalyytikon työnkuvaan. Tutustumiskohteena voi olla esimerkiksi

paikkakunnan keskussairaala. Oppilaat on hyödyllistä pohtia valmiiksi kysymyksiä, joita he haluavat esittävää laboratorion henkilökunnalle.

Vierailun jälkeen oppilaat kirjoittavat opintokäynnin kokemuksistaan ja oppimastaan. Raportissa voidaan esimerkiksi tarkastella, miten verensokerin taso vaikuttaa ihmiseen ja miten epätasapainossa olevaa verensokeria voidaan korjata kemian keinoin.

Tässä liitteessä olevat kuvat on otettu Helsingin yliopiston biotieteiden laitoksella eläinfysiologian kurssin harjoitustöiden yhteydessä.

TERVEET HAMPAAT!

Ksylitoli kuuluu suomalaisen kemian- ja elintarviketeollisuuden merkittävimpiin innovaatioihin. Ksylitolia ja sen terveysvaikutuksia on mahdollisuus käsitellä perusopetuksessa kemian, terveystiedon, biologian ja kotitalouden tunneilla. Seuraavat tehtävät on suunnattu ensisijaisesti kemian ja terveystiedon opetukseen.

Tutustuminen ksylitoliin suomalaisena terveystuotteena: posterin valmistaminen

Oppimistehtävän tavoitteena on ymmärtää ksylitolin merkitys Suomelle ja suomalaiselle elintarviketeollisuudelle, ymmärtää ksylitolin vaikutus suun terveyteen ja oppia kriittistä tiedonhankintaa sekä ryhmässä toimimista.

Oppilaat valmistavat 2-3 hengen ryhmissä posterin ksylitolista. Posterista tulee käydä ilmi perustiedot ksylitolin kemiallisista ominaisuuksista ja vaikutuksista suun terveyteen. Posteriin voi halutessaan liittää esimerkiksi ksylitolikarkkien tai -purkan pakkauksesta leikattuja tuoteselostuksia. Posterin lähdemateriaalina voi käyttää oppikirjoja, referaattia Teija Horpun ja Pekka Heikuran artikkelista Ksylitoli, Suomen ensimmäinen elintarviketeollisuuden maailmanmenestys sekä Internetistä löytyvää materiaalia, esimerkiksi www.xylitol.net -sivustolta löytyvää ksylitolikoulua. Internetin käytön tulee olla ohjattua, jotta oppilaat harjaantuvat kriittisessä tiedonhankinnassa ja oppivat käyttämään löytämiään tietoja eettisesti oikein. Valmiit posterit voidaan kiinnittää luokan tai koulun käytävän seinille tietoiskuiksi muullekin koulun väelle.

Oppilastehtävän oheislukemistoksi, lähteenä Kemia-lehden 2/2005 artikkeli

Suuret suomalaiset kemian keksinnöt:

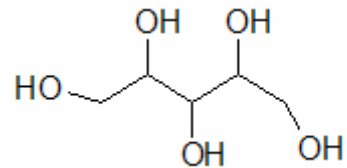
Ksylitoli, Suomen ensimmäinen elintarviketeollisuuden maailmanmenestys

Teija Horppu ja Pekka Heikura

”Ksylitoli on ensimmäinen suomalainen maailmanmaineeseen ampaissut elintarviketeollisuuden innovaatio. Kiitos nykysuomalaisten hampaiden hyvästä kunnosta kuuluu suurelta osin professori Asko Melajalle ja Suomen Sokerille, jotka kehittivät ksylitolin teollisen valmistusmenetelmän. Ksylitolille löytyy edelleen myös uusia käyttökohteita.”

Mitä ksylitoli on

Ksylitoli on sokerialkoholi joka muodostuu hiilestä, hapestä ja vedystä. Ksylitoli on kiteistä ja liukenee helposti veteen.



Ksylitolin historiaa

Ksylitoli keksittiin Saksassa 1890 kun Emil Fischer tunnisti ksylitolin valmistamastaan liuoksesta. Ksylitolin vaikutukset suun terveyteen havaitsivat kuitenkin Turun yliopiston professorit Arje Schenin ja Kauko Mäkinen vasta 1970-luvun alussa. Heidän tutkimustulostensa innoittamina yritykset Huhtamäki (nykyisin Leaf) ja Suomen Sokeri (nykyisin Danisco) kiinnostuivat ksylitolista. Leaf ei kuitenkaan aloittanut ksylitolin valmistusta, mutta toi ksylitolimakeiset markkinoille ensimmäisenä maailmassa.

Ksylitolin valmistaminen

Suomen sokeri ryhtyi valmistamaan ksylitolia teollisesti ensimmäisenä maailmassa. Uutta ksylitoliteknologiaa oli kehittämässä professori Asko Melajan johtama ryhmä. Ryhmä onnistui työssään erinomaisesti. Tehokkaan ksylitoliteknologian avulla ksylitoli on noussut ensimmäiseksi suomalaiseksi elintarviketeollisuuden maailmanmenestykseksi. Danisco valmistaa tänäkin päivänä ainoana yrityksenä ksylitolia Suomessa. Maailman ksylitolimarkkinoista Daniscon osuus on yli puolet!

Kilpailusyistä Danisco pitää nykyisen tuotantoprosessin yksityiskohdat salaisina. Alun perin prosessin raaka-aineena käytettiin koivuhaketta. Koivuhakkeen sisältämä ksylaani hydrolysoitiin hapolla ksyloosiksi eli ns. puusokeriksi. Puusokeri erotettiin ja rikastettiin hakkeesta pelkistystä varten. Pelkistämisessä ksyloosiin liitettiin vetyä, jolloin syntyi ksylitolia. Nykyisin raaka-aineena osataan käyttää mm. glukoosia.

Ksylitolin terveysvaikutuksista

Arje Scheininin ja Kauko Mäkinen tutkimusten jälkeen ksylitolin hampaiden reikiintymistä ehkäisevistä vaikutuksista on julkaistu satoja (vuonna 2005 lähes 300) tieteellisiä tutkimuksia. Tutkimusten perusteella Suomen hammaslääkäriliitto suositteli ensimmäisenä maailmassa vuonna 1988 ksylitolin käyttöä. Ksylitolilla on suun terveyden lisäksi havaittu olevan muitakin terveysvaikutuksia. Esimerkiksi oululainen tutkijaryhmä on todistanut säännöllisen täysksylitolipurukumin käytön vähentävän korvatulehduksia ja ksylitolin on osoitettu olevan turvallinen makeutusaine diabeetikoille.

Terveet hampaat: kokeellinen työ

Kokeellisessa työssä opitaan suun terveyteen vaikuttavia tekijöitä ja tutkitaan erityisesti ksylitolin vaikutusta happohyökkäykseen. Työssä käytettävät aineet ja välineet ovat vaarattomia. Työn toteuttamiseen kuluu aikaa noin puoli tuntia. Työn ymmärtämisen kannalta pH:n käsitteen tulisi olla tuttu oppilaille.

Pohdi ensin -kysymykset:

1. Mitkä aineet ovat haitallisia hampaiden terveydelle?

Hampaiden terveydelle haitallista on jatkuva tai usein toistuva happohyökkäys. Tavallista ruokasokeria sisältävät ruuat ja juomat aiheuttavat voimakkaan happohyökkäyksen. Siksi ne ovat usein käytettyinä haitallisia. Myös happamat sitrushedelmät, mehut, limsat ja urheilujuomat ovat haitaksi hampaiden terveydelle. Happamuus kuluttaa hammaskiillettä.

2. Ovatko kaikki sokerit haitaksi hampaille?

Eri sokerit aiheuttavat suussa erilaisia happohyökkäyksiä. Esimerkiksi ruokasokeri ja fruktoosi aiheuttavat voimakkaan happohyökkäyksen. Kaikki sokerit eivät kuitenkaan ole haitaksi hampaille. Ksylitoli on kemialliselta rakenteeltaan sokerialkoholi ja poikkeaa siten useimmista makeuttajista. Ksylitolin käyttö edistää hampaiden terveyttä.

3. Miten sinä huolehdit hampaattesi terveydestä?

Esimerkiksi syömällä säännöllisesti, nauttimalla ksylitolituotteita, harjaamalla hampaita, käyttämällä hammaslankaa, käymällä hammaslääkärissä.

Työn suorittaminen

Työ onnistuu parhaiten, jos työtä ei tehdä heti ruokailun jälkeen, ettei edellisen aterian aiheuttama happohyökkäys vaikuta suussa. Työssä tarvitaan pH-paperia, cola-juomaa ja ksylitolipurukumia. Oppilaat mittaavat sylkensä pH:n pH-paperin avulla. Oppilaille tulee korostaa, että syljen on kerryttävä suuhun rauhassa jokaisen mittauksen yhteydessä, jotta tilanne olisi mahdollisimman normaali ja työstä saataisiin totuudenmukaisia tuloksia. Oppilaat vertaavat paperin värinmuutosta värikarttaan ja kirjaavat saadun pH-arvon vihkoonsa.

Oppilaat nauttivat puoli lasillista (noin 1 dl) cola-juomaa. Juomaa pidetään hetki suussa ennen nielaisua. Ennen uutta pH-mittausta tulee odottaa noin 15 minuuttia, jotta happohyökkäys ehtii tapahtua. Ennakkokysymysten vastaukset on hyvä käydä läpi odotellessa.

Kun colan nauttimisesta on kulunut 15 minuuttia, mitataan syljen pH uudestaan. Colan aiheuttaman happohyökkäyksen vaikutuksesta pH:n odotetaan laskevan. Näin ei kuitenkaan aina käy, sillä eri ihmisillä syljen puskurikapasiteetti vaihtelee huomattavasti. Myös syljen sisältämien *Streptococcus mutans* -bakteerien määrä millilitraa kohden voi vaihdella huomasti, nolasta useaan miljoonaan. Koehenkilöllä syljen pH laski arvosta 8 arvoon 7. Tämän mittauksen jälkeen oppilaille annetaan pureskeltavaksi ksylitolipurukumi. Purkkaa tulee pureskellä kymmenen minuutin ajan.

Oppilaiden pureskellessa purukumia, piirretään kuvaajan akselit valmiiksi vihkoon. Vaaka-akselille sijoitetaan kolme mittausta ja pystyakselille pH:n arvo. Syljen pH-muutokset eivät ole suuria, joten pH-asteikko tulee valita niin, että kuvaajasta saadaan piirrettyä mahdollisimman iso. Syljen pH mitataan kolmannen kerran, kun purukumia on pureskeltu kymmenen minuuttia. Ksylimitolin vaikutuksesta pH:n odotetaan palautuvan happohyökkäystä edeltäneelle tasolle.

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Työpisteen siivoamisen jälkeen oppilaat sijoittavat mittaustuloksensa koordinaatistoonsa ja piirtävät kuvaajan. Kuvaajien muodot ovat vaihtelevia ja oppilaat voivat verrata niitä. Erot johtuvat mm. syljen erilaisista puskurikapasiteeteista. Työn lopuksi voidaan pohtia seuraavia kysymyksiä:

1. Miksi tavallinen sokeri (sakkaroosi) on haitallista hampaille?

Suussa elävät *Streptococcus mutans* -nimiset bakteerit tuottavat aineenvaihduntansa yhteydessä happoja ruokasokerista. Hapot aiheuttavat happohyökkäyksen. Toistuvat happohyökkäykset voivat aiheuttaa reikiintymistä.

2. Kumpi on mielestäsi tehokkaampi tapa huolehtia suun terveydestä aterian jälkeen: hampaiden harjaus vai ksylimitolipurukumin pureskelu? Miten perustelet valintasi?

Ksylimitolipurukumin pureskelu on parempi, ja usein helpompi, tapa huolehtia hampaiden terveydestä heti aterian jälkeen. Ksylimitolin vaikutuksesta suun pH palautuu normaaliksi. Jos ksylimitolia ei nautita, hapot liuottavat hammaskiillettä aterian jälkeen. Hampaita harjattaessa hammaskiilteen liukeneminen tehostuu. Siksi hampaita ei tulisi harjata heti aterian jälkeen.

3. Mitkä tuntemasi tuotteet sisältävät ksylimitolia?

Esimerkiksi hammastahnat, purukumit, pastillit, karkit...

MITÄ ELIMISTÖSSÄ TAPAHTUU TÄRKKELYSKSELLE: ENERGIAA TÄRKKELYSKSESTÄ-TUTKIMUS

Tärkkelystutkimus on jaettu neljään osaan. Ensimmäisessä osassa tutkitaan, miten tärkkelys tunnistetaan tutkittavasta näytteestä, toisessa osassa tutkitaan syljen vaikutusta tärkkelykseen ja kolmannessa osassa havainnollistetaan mahan tapahtumia. Neljäs osa on energiatutkimus, jossa verrataan hiilihydraattipitoisen vaahtokarkin sisältämää energiamäärää cashewpähkinän energiaan.

Osiot on suunniteltu siten, että ne järjestyksessä suoritettuina mukailevat ruuansulatuksen etenemistä. Osiot soveltuvat tehtäväksi myös erikseen, yksittäisinä kokeina. Osiot I ja II ovat lyhyempiä tehtäviä, joihin aikaa kuluu noin 10 minuuttia. Osio III on monivaiheisempi tutkimus, johon kuluu aikaa 30 minuuttia. Energiatutkimus on osioista haastavin ja soveltuu perusopetuksen lisäksi myös lukion opetukseen. Osion IV esivalmistelut tulee aloittaa edellisellä tunnilla. Varsinaisella työkerralla aikaa on varattava vähintään 20 minuuttia. Jokaiseen tärkkelystutkimuksen osioon on oppilaan ohjeet, mutta töitä voi käyttää myös demonstraatioina kemian opetuksessa.

Pohdi ensin -tehtävä:

Pohdi ensin -osiossa oppilaat pureskelevat leipäpalaa muutaman minuutin ajan. Virittäytymisosion tarkoituksena on herättää kiinnostusta tutkimusta kohtaan ja saada oppilaat pohtimaan, miksi leivän maku muuttui. Makuero johtuu tärkkelyksen pilkkoutumisesta pienemmiksi sokeriketjuiksi. Syljen amylaasi-entsyymi hajottaa tärkkelystä.

TUTKIMUS I: MITEN OSOITAN TÄRKKELYKSEN?

Jotta tärkkelystä voitaisiin tutkia, sen esiintyminen on kyettävä osoittamaan. Osoitus tehdään jodiliuoksella. Jodiliuoksen voi valmistaa itse jodista ja kaliumjodidista tai työssä voi käyttää valmista jodiliuosta, esimerkiksi Betadinea. Jodiliuos on voimakkaasti värjäävää, joten oppilaiden on käytettävä asianmukaisia suojavaatteita.

Työssä tarvittava materiaali

Jodiliuos, esim. Betadine	Pipetti
Tutkittava ruoka-aine, esim. peruna tai leipä	Suojakäsineet
Tärkkelystä sisältämätön ruoka-aine, esim. kananmuna	Työtakki



Ruskeanoranssin jodiliuoksen väri muuttuu tummaksi tärkkelyksen kanssa reagoidessaan.

Jodiliuosta pipetoidaan tutkittaviin ruoka-aineisiin muutama tippa. Tärkkelyksen rakenteeseen sitoutuessaan jodi muodostaa tumman kompleksin.

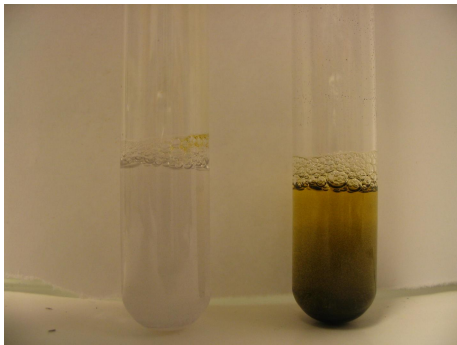
TUTKIMUS II: MITEN SYLKI VAIKUTTAA TÄRKKELYKSEEN?

Toisessa osiossa tutkitaan syljen vaikutusta tärkkelykseen. Työ demonstroi tärkkelyksen hajoamisen syljen entsyymien vaikutuksesta. Osion virittäytymistehtäväksi sopii leipäpalan pureskelu ja makumuutoksen pohtiminen.

Työssä tarvittava materiaali

Perunajauhoja	Koeputkia 2 kpl
Vettä	Koeputkiteline
Jodiliuosta	Dekantterilasi
Työtakki	Pipetti

Tutkimusliuos valmistetaan liuottamalla pieni määrä perunajauhoja haaleaan veteen. Perunajauhomäärän on oltava riittävän pieni, lusikankärjellinen 100 ml vettä. Oppilaat pipetoivat valmista liuosta koeputkiinsa noin 2 ml. Toiseen koeputkeen lisätään sylkeä. Syljen tulisi antaa kerääntyä suuhun rauhassa. Syljen lisäämisen jälkeen odotetaan vähintään viisi minuuttia, jotta reaktio ehtii tapahtua. Molempiin koeputkiin lisätään pipetillä yksi tippa jodiliuosta. Jos jodiliuosta joutuu koeputkeen ylimäärä, näytteissä ei havaita toivottuja värinmuutoksia. (Aspholm & al. 2004; Kärnä & al. 1999)



Syljen vaikutus tärkkelykseen:
vasemmalla sylkeä sisältävä näyte

Syljen amylaasi-entsyymi hajottaa tärkkelyksen pienemmiksi hiilihydraattiketjuiksi, jolloin lisätty jodiliuos ei muodosta kompleksia, joka värjäisi liuoksen.

TUTKIMUS III: MITÄ MAHASSA TAPAHTUU?

Tutkimus demonstroi happojen vaikutusta tärkkelykseen ja disakkarideihin. Ruuansulatuskanavassa happaminta on mahassa. Mahanesteen pH on noin 2. Matalan pH:n aiheuttaa mahan epiteelisolujen erittämän suolahappo. Sen pH on 0,9.

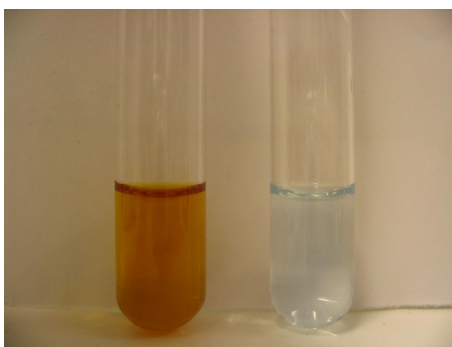
Hiilihydraatit hydrolysoituvat happamassa ympäristössä. Jotta oppilaat voivat tutkia hajottaako happo tärkkelystä ja kidesokeria, heidän on kyettävä osoittamaan yksinkertaiset sokerit. Ensimmäisessä työvaiheessa glukoosi osoitetaan liuoksesta kuparin avulla. Työssä käytetään vesihaudetta, joten sähkölevyn ja kuumien koeputkien kanssa on oltava varovainen. Liukenemattomia kuparin suoloja sisältävät liuokset kerätään tutkimuksen päätyttyä niille varattuun jäteastiaan.

Työssä tarvittava materiaali

Vettä	Koeputkia 6 kpl
Kuparisulfaattiliuosta 0,025 %	Koeputkiteline
Natriumhydroksidiliuosta 8 %	Sähkölevy
10 % suolahappoliuosta	Dekantterilasi
Glukoosia, tai muuta yksinkertaista sokeria	Pikkulusikka
Kidesokeria	Työtakki
Perunajauhoja	Suojalasit

Työn suorittaminen

Glukoosi osoitetaan vesiliuoksesta. Pieni määrä glukoosia liuotetaan noin 2 ml:aan haaleaa vettä. Vertailunäytteessä on pelkkää vettä. Näytteisiin lisätään yksi tippa laimeaa, 0,01 M kuparisulfaattiliuosta CuSO_4 ja 10 tippaa 5 M natriumhydroksidiliuosta NaOH. Liuoksia lämmitetään vesihauteella.



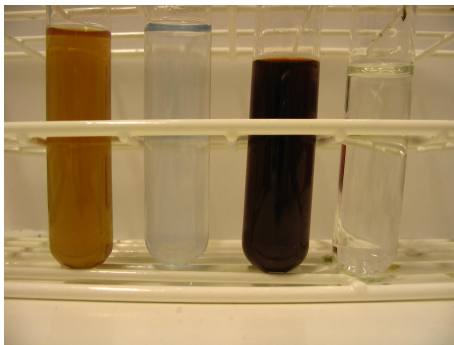
Yksinkertaisen sokerin osoittaminen liuoksesta. Vasemmalla olevassa näytteessä on glukoosia, oikeanpuoleinen on vertailuliuos.

Yksinkertaista sokeria (tässä glukoosia) sisältäneen näytteen väri muuttui reaktiossa oranssinruskeaksi. Vertailunäytteen vaaleansininen väri johtuu käytetystä kuparisulfaattiliuoksesta.

Kun yksinkertaisten sokerien osoituskoe on tehty, siirrytään tutkimaan hapon vaikutuksia poly- ja disakkarideihin. Tutkimuksessa käytetään perunajauhoa ja sakkaroosia.

Tutkimuksen tekemiseen tarvitaan kaksi perunajauholiuosta ja kaksi sakkaroosiliuosta. Näytteet laitetaan tutkimuksen kuluessa vesihauteelle, joten koeputkiin on syytä merkitä vedenkestävällä tussilla niiden sisältämät aineet sekaannuksien välttämiseksi. Toiseen perunajauholiuokseen ja toiseen sakkaroosiliuokseen lisätään 1 ml 10 % suolahappoliuosta. Liuokset siirretään vesihauteelle vähintään kymmenen minuutin ajaksi. Kuumentamisen jälkeen muut liuokset olivat koetutkimuksessa kirkkaita, mutta happoa sisältäneen sakkaroosinäytteen väri oli kellertävä - myös uusitussa kokeessa. Ennen jatkokäsittelyjä näytteiden on annettava jäähtyä.

Kun näyteliuokset ovat jäähtyneet, tutkitaan edellä esitetyn osoitusreaktion mukaan, onko happo hajottanut tärkkelyksen tai kidesokerin yksinkertaisiksi sokereiksi. (Kärnä & al. 1999)



Koetulokset. Näytteet vasemmalta oikealle: perunajauho ja happo, perunajauhon vertailuliuos, sakkaroosi ja happo, sakka-roosin vertailuliuos.

Suolahappo oli pilkkonut tutkitut hiilihydraatit monosakkarideiksi, sillä happoa sisältäneiden näytteiden väri oli oranssinruskea. Perunajauhonäytteen värisävy oli vaaleampi.

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Pohdi vielä seuraavia kysymyksiä -osion esimerkkivastauksia

1. Mikä on mahanesteen tehtävä ruuansulatuksessa?

Mahanesteen pepsiini-entsyymi hajottaa proteiineja. Mahan suolahappo voi hajottaa työssä osoitetun reaktion mukaisesti myös hiilihydraatteja, mutta hiilihydraatteja varsinaisesti pilkkovat entsyymit eivät pysty toimimaan mahan happamassa ympäristössä.

2. Mieti, mitä hyötyä elimistölle on mahanesteen happamuudesta.

Mahanesteen vahva happo tappaa mikrobeja, jotka suolistoon päästessään voi aiheuttaa ruokamyrkytyksiä.

3. Entä voiko happamuudesta olla haittaa? Etsitkö esimerkkejä?

Terveellä ihmisellä mahan happamuudesta on pelkkää hyötyä. Jotkin sairaudet kuitenkin liittyvät mahan happamuuteen. Jos mahan sisäpinnan epiteelisolut eivät eritä tarpeeksi limakalvoa suojaavaa limaa, voi happamuus aiheuttaa mahahaavan. Ruokatorven ja mahan välissä olevan sulkijalihaksen toimiessa heikosti hapanta mahanestettä voi päästä ruokatorveen. Tässä ns. refluksitaudissa ruokatorvi voi tulehtua.

TUTKIMUS VI: ENERGIAA!

Tutkimuksessa verrataan vaahtokarkin ja cashewpähkinän energiamääriä polttamalla niitä ja mittaamalla palamisreaktiossa vapautunut lämpöenergia. Työ on oppilaille aiempia osioita haastavampi ja vaatii ennakkojärjestelyjä. Työssä käytettävät aineet ja välineet ovat kuitenkin tuttuja. Tutkimus tulee suorittaa palamattomalla alustalla esimerkiksi vetokaapissa. Tutkimus soveltuu toteutettavaksi oppilastyönä tai opettajajohtoisena demonstraationa.

Esivalmistelut ja tutkimusvälineistön rakentaminen vievät eniten aikaa. Osa esivalmisteluista, esimerkiksi telineen rakentaminen, on hyvä tehdä jo edellisenä päivänä. Itse tutkimukseen aikaa on varattava noin 20 minuuttia.

Työhön valmistautuminen

Tutkimuksessa käytettävä teline on liiman kuivumiseen varattavan ajan takia hyvä tehdä tutkimustuntia edeltävällä kerralla. Alustalle, esimerkiksi lastenruokapurkin kannelle liimataan paperiliitin, jonka pää on taivutettu ylös. Tutkimuksessa näyte pujotetaan paperiliittimeen.



Tutkimuksessa käytettävä teline

Pohdi ensin -kysymysten esimerkkivastauksia:

1. Kummassa on enemmän energiaa: vaahtokarkissa vai cashewpähkinässä?

Pakkausten tuoteselosteiden mukaan vaahtokarkissa on energiaa 277 kcal/100g ja cashewpähkinässä 560 kcal/100g.

2. Kumpi on mielestäsi terveellisempi välipala? Miksi?

Pähkinät sisältävät elimistölle tärkeitä tyydyttymättömiä rasvoja, joten niiden voidaan ajatella olevan terveellisempi välipala. Pähkinät sisältävät kuitenkin enemmän rasvaa ja energiaa.

3. Mitä energiaravintoaineita vaahtokarkki sisältää? Entä pähkinä?

Vaahtokarkki on lähes kokonaan tärkkelystä ja sokereita eli se sisältää hiilihydraatteja. Pähkinässä on sekä rasvaa, proteiineja että hiilihydraatteja. Suurin osa pähkinän sisältämästä energiasta on rasvoina.

Oppilaat tekevät heille jaetun työohjeen perusteella tutkimussuunnitelman, jonka mukaan he aikovat edetä energiatutkimuksessa. Opettaja voi esimerkiksi ohjeistaa oppilaita numeroimaan työvaiheet. Oppilaat tekevät suunnitelman, koska työohjeen prosessointi kehittää heitä korkeamman asteen ajattelutaitojen käytössä ja tukee näin kemian oppimista ja ymmärtämistä. Opettajan tulee hyväksyä tutkimussuunnitelma ennen kokeellisen osuuden aloittamista. Näin opettaja voi varmistua, että oppilaat ovat ymmärtäneet tehtävän tarkoituksen ja huomioineet työturvallisuuseikat riittävästi.

Työn suorittaminen

Työssä tarvittava materiaali:

Tyhjä juomatölkki	Liimaa
Lasisauva	Vaahtokarkkeja 2 kpl
Lämpömittari	Cashewpähkinöitä 2 kpl
Statiivi	Vettä
Pidike	Työtakki
Pilttipurkin kansi	Suojalasit
Metallinen paperiliitin	
Tulitikkuja tai sytytin	
Vaaka	
Mittalasi	

Työn kulku:

Työn toteuttamiseksi rakennetaan tutkimuslaitteisto tyhjästä juomatölkistä, lasisauvasta, statiivista, pidikkeestä ja oppilaiden tekemästä telineestä. Juomatölkki asetetaan statiiviin kiinnitettyyn pidikkeeseen lasisauvan avulla. Lasisauva työnnetään tölkin pystyyn nostetun avaajan läpi, ks. kuva. Teline asetetaan tölkin alle. Tölkin ja telineessä olevan näytteen etäisyys toisistaan tulee olla noin 2 cm.



Laitteiston rakentaminen

Kaikki työskentelyryhmät voivat tutkia sekä vaahtokarkkia että pähkinää. Oppilaat voidaan myös jakaa siten, että toiset luokan työskentelyryhmistä tutkivat vaahtokarkkia ja toiset cashewpähkinää. Koska tutkimuksesta saatavat tulokset ovat vain suuntaa antavia,

toistojen merkitys korostuu. Tutkimustulosten laskemisen onnistumisen takia on oleellista, että oppilaat kirjaavat kaikki mittaamansa arvot vihkoihinsa. Esimerkkitaulukossa on esitetty tutkimustulosten laskennallisessa tarkastelussa tarvittavat suureet.

Esimerkkitaulukko mitattaville suureille:

Tölkkiin kaadetun veden massa	g
Veden lämpötila alussa	°C
Veden lämpötila lopussa	°C
Veden lämpötilan muutos	°C
Alustan massa	g
Alustan ja tutkittavan ruoka-aineen massa alussa	g
Alustan ja tutkittavan ruoka-aineen massa lopussa	g
Ruoka-aineen massan muutos	g

Juomatölkkiin kaadetaan noin 50 ml kylmää tai haaleaa vettä. Veden tarkka tilavuus ja lämpötila merkitään muistiin. Telineen massa sekä telineen ja näytteen yhteismassa punnitaan. Näytteiden tulee olla pieniä, esimerkiksi puolikas pähkinä tai sormenpään kokoinen pala vaahtokarkkia.

Telineessä oleva ruokanäyte viedään tölkin lähelle ja näyte sytytetään palamaan. Heti syttyttyään näyte siirretään juomatölkin alle. Pähkinä syttyy vaahtokarkkia helpommin ja palaa pidempään. Veden lämpötilan muutosta seurataan lämpömittarilla ja sen osoittama korkein lämpötila kirjataan vihkoon. Ryhmän yhden jäsenen kannattaa huolehtia lämpömittarin tarkkailusta, sillä lämpömittari ei saa osua tölkin reunoihin! Lämpömittaria käytetään tässä työssä sekoitussauvan tapaan. On kuitenkin muistettava, että lämpömittaria tulee käsitellä varovasti, eikä se yleensä korvaa sekoitussauvaa. Tutkittavat näytteet sammuvat todennäköisesti ennen kuin ne ovat palaneet loppuun. Teline vedetään tällöin välittömästi sivuun ja näyte sytytetään uudestaan. Oppilaille tulee korostaa, että työturvallisuuden noudattaminen on kuitenkin kaikkein tärkeintä, ettei oppilas kiireessään käsittele tulta varomattomasti.



Cashewpähkinän energiamäärän tutkiminen

Kun tutkittava näyte on palanut loppuun, teline ja siinä kiinni oleva, palanut, näyte punnitaan. Tuloksen avulla voidaan määrittää energiamäärän laskemisessa tarvittava

näytteen massan muutos. Ryhmät voivat opettajan niin halutessa siirtyä tutkimaan toista ruokanäytettä.

Mittaustulosten analysointi ja pohdinta

Kun kaikki ryhmät ovat valmiita, verrataan saatuja tuloksia. Vaahtokarkin ja cashewpähkinän sisältämä kalorimäärä lasketaan seuraavan yhtälön avulla:

$$E_{\text{näyte}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \times C(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T(\text{H}_2\text{O})}{\Delta m(\text{näyte})}$$

eli

$$\text{Näytteen energia} = \frac{\text{veden massa} \times \text{veden ominaislämpökapasiteetti} \times \text{veden lämpötilan muutos}}{\text{näytteen massa muutos}}$$

Veden massa sekä näytteen massan muutos ilmoitetaan grammoina ja veden lämpötilan muutos celsiusasteina. Veden ominaislämpökapasiteetti on 1 cal/(g°C). Näillä yksiköillä vastaus saadaan yksikössä cal/g. Ruokapakkauksissa energia ilmoitetaan usein muodossa kcal/100g. SI-järjestelmän mukainen energian yksikkö on joule J. 1 cal = 4,2 J.

Esimerkki näytteen energian laskemisesta:

Lämpötila alussa	Lämpötila lopussa	Lämpötilan muutos	Näytteen massa alussa	Näytteen massa lopussa	Näytteen massan muutos
20°C	31°C	11	0,306 g	0,082 g	0,244 g

$$\text{Näytteen energia} = \frac{50 \text{ g} \times 1 \text{ cal/(g°C)} \times 11 \text{ °C}}{0,244 \text{ g}} = 2254 \text{ cal/g} = 225 \text{ kcal/100g}$$

Mittausolosuhteista johtuen mittaustulosten perusteella lasketut energiamäärät ovat huomattavasti tuoteselosteiden ilmoittamia energiamääriä pienempiä. Tutkimus osoittaa kuitenkin pähkinän sisältävän vaahtokarkkia enemmän energiaa.

Pohdi vielä -kysymysten esimerkkivastauksia:

1. Miksi ruoka-aineen massa pieneni? Mihin tämä menetetty massa meni?

Ruoka-ainetta poltettiin jolloin se reagoi kemiallisesti hapen kanssa. Reaktion lopputuotteena muodostuu kaasumuodossa olevaa hiilidioksidia CO₂ ja vettä H₂O. Massan menetys johtuu hiilidioksidin ja veden poistumisesta.

2. Miksi veden lämpötila muuttui? Miten ruuan energia siirtyi veteen?

Ruuan palamisreaktiossa vapautunut energia absorboituu tölkkissä olevaan veteen lämmittäen sitä. Koska tölkki oli viety lähelle palamisreaktiota, liekki lämmitti tölkkiä ja siinä olevaa vettä.

3. Voiko kokeen tuloksia pitää mielestäsi luotettavina?

Kokeen tulokset ovat ainoastaan suuntaa antavia. Koska ruoka-ainetta ei polteta suljetussa systeemissä, lämpöenergiaa vapautuu myös huone-ilmaan. Tutkittava näyte ei myöskään pala aina loppuun.

4. Mikä energiaravintoaine sisältää eniten energiaa? Kuinka paljon hiilihydraateissa on energiaa rasvoihin verrattuna?

Rasvat sisältävät eniten energiaa. Niistä saadaan energiaa 9,4 kcal/100g. Alkoholissa on energiaa 7,1 kcal/100g, proteiineissa 5,6 kcal/100g ja hiilihydraateissa 4,1 kcal/100g. Samassa määrässä hiilihydraatteja on siis alle puolet rasvan sisältämästä energiamäärästä.

Cashewpähkinöissä on energiaa 560 kcal/100g ja vaahtokarkeissa 277 kcal/100g

(Pirkka cashewpähkinäpussin tuoteselostus,
Halvan energiataulukko, <http://www.halva.fi/suomi/aineosat.pdf>)

Liite 8 Kyselytutkimus hiilihydraattiaiheisista oppimistehtävistä terveystietokasvatukseen liittyen

Vastaa kysymyksiin rastittamalla sinua tai mielipidettäsi parhaiten kuvaava vaihtoehto. Jos et ole opettaja, rastita vaihtoehto, jonka mukaan arvioit toimivasi opettajana. Tulokset käsitellään luottamuksellisesti - kiitos ajastasi!

Olen	peruskoulun () opettaja	lukion () opettaja	opiskelija ()		
Taustatietoja	Paljon	Jonkin verran	Joskus	Harvoin	En osaa sanoa
- Käytän opetuksessani kokeellisia töitä	()	()	()	()	()
- Integroin kemian opetukseen terveystietokasvatusta	()	()	()	()	()
- Koen terveystietokontekstin kiinnostavan oppilaitani	()	()	()	()	()
- Pohdin tehtävissä tarvittavia ajattelutaitoja	()	()	()	()	()
- Oppilaat tekevät projektiluontoisia tehtäviä	()	()	()	()	()
- Teemme opintovierailuja kemian tunneilla	()	()	()	()	()
Glukoositehtävät	Samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Eri mieltä	En osaa sanoa
- Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	()	()	()	()	()
- Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	()	()	()	()	()
- Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	()	()	()	()	()
- Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	()	()	()	()	()
- Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	()	()	()	()	()
- Tehtävät integroivat terveystietokasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	()	()	()	()	()
- Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	()	()	()	()	()

Kommentteja glukoositehtävään liittyen:

Käännä à

Ksylitolitehtävä	Samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Eri mieltä	En osaa sanoa
- Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	()	()	()	()	()
- Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	()	()	()	()	()
- Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	()	()	()	()	()
- Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	()	()	()	()	()
- Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	()	()	()	()	()
- Tehtävät integroivat terveystieteistä onnistuneesti aiheen kemiaan	()	()	()	()	()
- Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	()	()	()	()	()

Kommentteja ksylitolitehtävään liittyen:

Tärgkelystehtävä	Samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Eri mieltä	En osaa sanoa
- Tehtävä sopivat aiheeltaan peruskouluun	()	()	()	()	()
- Tehtävä sopivat tasoltaan peruskouluun	()	()	()	()	()
- Tehtävä sopivat aiheeltaan lukioon	()	()	()	()	()
- Tehtävä sopivat tasoltaan lukioon	()	()	()	()	()
- Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	()	()	()	()	()
- Tehtävät integroivat terveystieteistä onnistuneesti aiheen kemiaan	()	()	()	()	()
- Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	()	()	()	()	()

Kommentteja tärgkelystehtävään liittyen:

() Minuun voi ottaa yhteyttä, sähköpostiosoite: _____

Kiitokset vastauksistasi! Kyselyn tuloksia käytetään Salla Piipposen Pro gradu -tutkielmaan.

Liite 9 Kyselytutkimuksen vastaukset

PALAUTETUT LOMAKKEET

peruskoulun opettajia	10	kpl
lukion opettajia	5	kpl
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	3	kpl
opiskelijoita	6	kpl
yhteensä	24	kpl

a) Taustaosio

4 = paljon, 3 = jonkin verran, 2 = joskus, 1 = harvoin, eos = en osaa sanoa

KÄYTÄN OPETUKSESSANI KOKEELLISIA TÖITÄ	4	3	2	1	eos
peruskoulun opettajia	7	3	0	0	0
lukion opettajia	3	2	0	0	0
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	3	0	0	0	0
opiskelijoita	2	2	0	0	2
yhteensä	15	7	0	0	2

INTEGROIN KEMIAN OPETUKSEEN TERVEYSKASVATUSTA	4	3	2	1	eos
peruskoulun opettajia	1	1	3	4	1
lukion opettajia	0	4	1	0	0
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	0	1	2	0	0
opiskelijoita	0	1	2	0	3
yhteensä	1	7	8	4	4

KOEN TERVEYSKONTEKSTIN KIINNOSTAVAN OPPILAITANI	4	3	2	1	eos
peruskoulun opettajia	2	7	0	1	0
lukion opettajia	3	1	1	0	0
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	1	2	0	0	0
opiskelijoita	0	3	1	0	2
yhteensä	6	13	2	1	2

POHDIN TEHTÄVISSÄ TARVITTAVIA AJATTELUTAITOJA	4	3	2	1	eos
peruskoulun opettajia	3	5	1	0	1
lukion opettajia	2	2	0	0	1
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	2	1	0	0	0
opiskelijoita	3	0	1	0	2
yhteensä	10	8	2	0	4

OPPILAAT TEKEVÄT PROJEKTILUONTOISIA TEHTÄVIÄ	4	3	2	1	eos
peruskoulun opettajia	0	5	2	3	0
lukion opettajia	0	1	1	3	0
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	1	1	1	0	0
opiskelijoita	0	3	1	0	2
yhteensä	1	10	5	6	2

TEEMME OPINTOVIERAILUJA KEMIAN TUNNEILLA	4	3	2	1	eos
peruskoulun opettajia	0	0	2	7	1
lukion opettajia	0	1	2	2	0
sekä peruskoulussa että lukiossa opettavia opettajia	0	1	1	1	0
opiskelijoita	1	0	1	1	3
yhteensä	1	2	6	11	4

b) Materiaalin arvioimisosio

4 = samaa mieltä, 3 = jokseenkin samaa mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 1 = eri mieltä,
eos= en osaa sanoa

GLUKOOSITEHTÄVÄ peruskoulun opettajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	6	3	0	1	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	5	5	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	3	3	0	0	4
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	3	4	0	0	3
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	0	9	1	0	0
Tehtävät integroivat terveystietoa onnistuneesti aiheen kemiaan	4	6	0	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	5	2	1	2	0
Vastaukset yhteensä	26	32	2	3	7

GLUKOOSITEHTÄVÄ lukion opettajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	3	1	1	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	3	1	1	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	2	1	1	0	1
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	3	1	0	0	1
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	1	2	1	0	1
Tehtävät integroivat terveystietoa onnistuneesti aiheen kemiaan	4	1	0	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	1	1	2	1	0
Vastaukset yhteensä	17	8	6	1	3

GLUKOOSITEHTÄVÄ peruskoulussa sekä lukiossa opettavat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	2	1	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	1	2	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	0	2	0	0	1
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	0	2	0	0	1
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	1	1	1	0	0
Tehtävät integroivat terveystietoa onnistuneesti aiheen kemiaan	3	0	0	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	2	0	1	0	0
Vastaukset yhteensä	9	8	2	0	2

GLUKOOSITEHTÄVÄ opiskelijat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	3	3	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	3	1	2	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	4	2	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	2	3	1	0	0
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	1	5	0	0	0
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	4	1	1	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	5	0	0	0	1
Vastaukset yhteensä	22	15	4	0	1

GLUKOOSITEHTÄVÄ kaikki vastaajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	14	8	1	1	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	12	9	3	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	9	9	1	0	5
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	8	10	1	0	5
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	3	17	3	0	1
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	15	8	1	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	13	3	4	3	1
Vastaukset yhteensä	74	64	14	4	12

KSYLITOLITEHTÄVÄ peruskoulun opettajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	10	0	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	10	0	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	3	3	0	0	4
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	3	3	0	0	4
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	2	7	1	0	0
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	6	4	0	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	8	2	0	0	0
Vastaukset yhteensä	42	19	1	0	8

KSYLITOLITEHTÄVÄ lukion opettajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	4	1	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	4	1	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	4	0	1	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	4	0	1	0	0
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	1	4	0	0	0
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	4	1	0	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	2	2	1	0	0
Vastaukset yhteensä	23	9	3	0	0

KSYLITOLITEHTÄVÄ					
peruskoulussa sekä lukiossa opettavat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	3	0	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	3	0	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	0	0	3	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	0	0	3	0	0
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	2	0	1	0	0
Tehtävät integroivat terveystieteistä onnistuneesti					
aiheen kemiaan	3	0	0	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	3	0	0	0	0
Vastaukset yhteensä	14	0	7	0	0

KSYLITOLITEHTÄVÄ opiskelijat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	5	1	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	5	1	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	3	3	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	0	5	0	0	1
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	2	1	1	0	2
Tehtävät integroivat terveystieteistä onnistuneesti					
aiheen kemiaan	5	0	0	0	1
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	5	0	0	0	1
Vastaukset yhteensä	25	11	1	0	5

KSYLITOLITEHTÄVÄ kaikki vastaajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	23	1	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	23	1	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	11	5	4	0	4
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	10	6	4	0	4
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	6	13	3	0	2
Tehtävät integroivat terveystieteistä onnistuneesti					
aiheen kemiaan	18	5	0	0	1
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	17	5	1	0	1
Vastaukset yhteensä	108	36	12	0	12

TÄRKKELYSTEHTÄVÄ peruskoulun opettajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	8	2	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	8	2	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	5	1	0	0	4
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	5	1	0	0	4
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	5	5	0	0	0
Tehtävät integroivat terveystieteistä onnistuneesti					
aiheen kemiaan	5	4	0	0	1
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	7	3	0	0	0
Vastaukset yhteensä	43	18	0	0	9

TÄRKKELYTEHTÄVÄ lukion opettajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	2	2	0	0	1
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	2	2	0	0	1
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	4	0	0	0	1
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	3		0	0	2
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	3	1	0	0	1
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	2	2	0	0	1
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	2	2	0	0	1
Vastaukset yhteensä	18	9	0	0	8

TÄRKKELYTEHTÄVÄ					
peruskoulussa sekä lukiossa opettavat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	3	0	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	3	0	0	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	2	1	0	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	2	1	0	0	0
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	1	0	0	0	2
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	1	1	0	0	1
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	3	0	0	0	0
Vastaukset yhteensä	15	3	0	0	3

TÄRKKELYTEHTÄVÄ opiskelijat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	4	1	1	0	0
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	3	2	1	0	0
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	1	4	0	0	1
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	1	3	1	0	1
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	2	3	0	0	1
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	4	1	1	0	0
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	4	2	0	0	0
Vastaukset yhteensä	19	16	4	0	3

TÄRKKELYTEHTÄVÄ kaikki vastaajat	4	3	2	1	eos
Tehtävät sopivat aiheeltaan peruskouluun	17	5	1	0	1
Tehtävät sopivat tasoltaan peruskouluun	16	6	1	0	1
Tehtävät sopivat aiheeltaan lukioon	14	6	0	0	4
Tehtävät sopivat tasoltaan lukioon	12	5	1	0	6
Oppilas käyttää tehtävissä monipuolisesti ajattelutaitoja	10	10	0	0	4
Tehtävät integroivat terveystasvatusta onnistuneesti aiheen kemiaan	12	8	1	0	3
Voisin hyödyntää tehtäviä opetuksessani	16	7	0	0	1
Vastaukset yhteensä	97	47	4	0	20