

Opinnäytetyö (AMK)

Bioanalytikkokoulutus

2020

Tytti Rajaniemi ja Tiina Tirronen

OPETUSVIDEO AGAROOSIGEELIELEKTROFO- REESIN SUORITTAMISESTA

– Turun ammattikorkeakoulun molekyyli­genetiikan
opintojaksolle

Tytti Rajaniemi ja Tiina Tirronen

OPETUSVIDEO AGAROOSIGEELIELEKTROFOREESIN SUORITTAMISESTA

- Turun ammattikorkeakoulun molekyyli-genetiikan opintojaksolle

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä opinnäytetyön toimeksiantajalle, Turun ammattikorkeakoululle, havainnollistava ja selkeä opetusvideo agarosigeelielektroforeesin suorittamisesta. Agarosigeelielektroforeesi eli AGE on nukleiinihappojen analysointimenetelmä, jossa nukleiinihapot erotetaan toisistaan sähkövirran avulla. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea bioanalytikko-opiskelijoiden oppimista sekä heidän työelämävalmiuksiaan.

Agarosigeelielektroforeesissa luotettavan lopputuloksen saavuttamiseksi oikeat työvaiheet tulee suorittaa tarkasti ja oikeassa järjestyksessä. Tämän vuoksi opetusvideossa käsitellään AGE-prosessi kokonaisuudessaan prosessin valmistelusta aina geelin valmistamiseen sekä tulosten tarkasteluun asti. Turun ammattikorkeakoulu tuki opinnäytetyön laatimista tarjoamalla tekijöiden käyttöön agarosigeelielektroforeesiin tarvittavat materiaalit, välineet sekä laboratoriotilat. Onnistuneen lopputuloksen takaamiseksi opetusvideon käsikirjoitus laadittiin tarkasti sekä video suunniteltiin huolellisesti.

Opinnäytetyön kirjallinen osuus sisältää tarvittavan teoretisen tiedon agarosigeelielektroforeesin toimintaperiaatteen ymmärtämiseen. Kirjallisessa osuudessa kerrotaan myös oppimisesta yleisesti, tarkastellaan eri oppimismenetelmiä sekä käsitellään opetusvideoiden pedagogisia hyötyjä niin katsojan kuin videon tekijän näkökulmasta. Kirjallisessa osuudessa tuodaan esiin myös opinnäytetyön käytännön toteutusta.

Tuotoksena syntyvä opetusvideo luovutettiin toimeksiantajalle opetuskäyttöön. Video on nykyaikainen ja ajantasainen koulutusmateriaali, jota voidaan hyödyntää sekä lähi- että etäopetuksessa. Video tukee ihmisten erilaisia oppimistapoja sekä sen opetuskäyttö lisää opiskelijoiden motivaatiota ja opiskeltavaan aihepiiriin keskittymistä. Tämän lisäksi opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkemmin selitetty agarosigeelielektroforeesin menetelmäperiaate voi videon ohella toimia lisämateriaalina opiskelijoille. Opetusvideo soveltuu sekä uuden opetteluun että vanhan kertaamiseen.

ASIASANAT:

bioanalytiikka, oppimateriaali, video

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biomedical Laboratory Science

2020 | 33 pages, 17 pages in appendices

Tytti Rajaniemi and Tiina Tirronen

EDUCATIONAL VIDEO ON PERFORMING AGAROSE GEL ELECTROPHORESIS FOR THE COURSE OF MOLECULAR GENETICS AT TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

The purpose of this thesis was to make an illustrative and clear educational video on performing agarose gel electrophoresis. Agarose gel electrophoresis, or AGE, is a nucleic acid analyzing method in which nucleic acids are separated by an electric current. The thesis was commissioned by Turku University of Applied Sciences and the thesis aims to support the learning of biomedical laboratory science students as well as their working life skills.

In order to achieve a reliable result in agarose gel electrophoresis, the correct work steps must be performed accurately and in the correct order. Therefore the video covers the AGE process as a whole. Turku University of Applied Sciences supported the preparation of the thesis by providing the thesis authors with the materials, equipment and laboratory facilities necessary for agarose gel electrophoresis. To ensure a successful outcome, the script of the video was carefully prepared and planned in advance.

The theoretical section of the thesis contains the information needed to understand the operating principle of agarose gel electrophoresis. The theoretical section also explains learning in general, examines different learning methods and discusses the pedagogical benefits of educational videos from the perspective of both the viewer and the author of the video. The theoretical section also describes the practical execution of the thesis.

The resulting video was handed over to Turku University of Applied Sciences for educational use. The video is a modern and up-to-date educational material that can be used in both contact and distance learning. It supports different ways of learning and the use of the video in teaching also increases students' motivation and focus on the topic.

The method of agarose gel electrophoresis, which is explained in more detail in the theoretical section of the thesis, can serve as an additional material for students along with the video. The educational video is useful for students who haven't performed AGE before, but also for anyone who wants to review the process.

KEYWORDS:

bioanalytics, learning material, video

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN MOLEKYYLIGENETIIKAN OPINTOJAKSO	9
3 NUKLEIINIhapPOJEN ANALYSOINTI	
AGAROOSIGEELIELEKTROFOREESILLA	10
3.1 Nukleinihappojen parissa työskentely	10
3.2 Nukleinihappojen eristäminen ja puhdistaminen	11
3.3 Agarosigeelielektroforeesi	12
3.3.1 Agarosigeelin valmistaminen	13
3.3.2 Näytteiden ajo	14
3.3.3 Geelin kuvantaminen ja tulosten tarkastelu	15
4 VIDEOPEDAGOGIIKKA	18
4.1 Oppiminen	18
4.2 Opetusvideo oppimateriaalina	19
4.3 Tutkimuksia opetusvideon hyödyistä	20
4.4 Opetusvideon toteuttaminen	21
5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	23
5.1 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat	23
5.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	24
5.3 Opinnäytetyön käytännön toteutus	24
5.4 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	26
6 POHDINTA	28
LÄHTEET	30

LIITTEET

Liite 1. Käsikirjoitus

KUVAT

Kuva 1. DNA-molekyylin rakenne (Sand ym. 2011, 51).	10
Kuva 2. Geelimuotti ja näytekampa (Kuva: Tytti Rajaniemi).	13
Kuva 3. Ajoallas sekä turvakansi (Kuva: Tytti Rajaniemi).	14
Kuva 4. Geelille pipetoidut näytteet kulkeutuvat positiivista elektrodia kohti (Kuva: Tytti Rajaniemi).	15
Kuva 5. Kuvantamislaitteisto sekä geelin siirtäminen UV-valopöydälle (Kuva: Tytti Rajaniemi).	16
Kuva 6. Geelikuva JAK2-geenin mutaatiotutkimuksesta (Lin ym. 2016).	17

SANASTO

Agaroosi	Merilevästä eristettävä, geelin muodostava polysakkaridi (Suominen ym. 201, 122).
EDTA	Etyleenidiamiinitetraetikkahappo (Tieteen termipankki 2016).
Homogenisointi	Tehdä jokin materiaali tasarakenteiseksi (IATE).
Kontaminaatio	Mikrobien joutuminen paikkaan, jossa niitä ei toivota (Duodecim 2019b).
Myeloproliferatiiviset sairaudet	Pahanlaatuisten verisairauksien ryhmä, johon kuuluvat polysytemia vera, essentielli trombosytoosi ja myelofibroosi (Tays 2020).
Nukleaasi	DNA:ta tai RNA:ta hajottava entsyymi (Tieteen termipankki 2013).
Reagenssi	Yhdiste, joka lisätään seokseen aiheuttamaan kemiallinen reaktio (Helmenstine 2019).
TRIS	Trishydroksimetyyliaminometaani on laboratoriokemikaali, jota käytetään muun muassa puskuriliuoksissa (Carlroth 2019b; Sigma Aldrich a).
Yhdistelmä-DNA-tekniikka	Kokoelma menetelmiä, joilla eristetään, yhdistellään tai muunnetaan geneettistä materiaalia (Suominen & Ollikka 2004, 45).

1 JOHDANTO

Geneettisillä tutkimuksilla tarkoitetaan DNA-, RNA- sekä proteiinitutkimuksia, joita käytetään muun muassa sairauksien diagnosointiin, sairausgeenien tunnistamiseen ja tauti geenien kantajuuden toteamiseen. Geneettiset tutkimusmenetelmät kehittyvät jatkuvasti ja niillä pystytään tutkimaan yhä suurempia määriä yksilön geenejä. (Terveystalo; Lääkäriliitto.) Agarosigeelielektroforeesi eli AGE on analysointimenetelmä, jossa agarosigeelissä kulkevan sähkövirran avulla voidaan tutkia nukleiinihappoja eli DNA:ta tai RNA:ta sekä näiden lisäksi myös proteiineja (Suominen & Ollikka 2004, 125; Tykslab 2020a). Se on menetelmä, jota käytetään päivittäin DNA-laboratorioissa ja tämän vuoksi sen hallitseminen on käytännön työskentelyssä tärkeää (Suominen & Ollikka 2004).

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö, jonka toimeksiantajana toimii Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä opetusvideo agarosigeelielektroforeesin suorittamisesta Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutuksen molekyyli genetiikan opintojaksolle. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea bioanalytikkopiskelijoiden oppimista sekä kehittää laboratoriossa tarvittavia työelämä taitoja.

Idea opetusvideon toteuttamisesta syntyi opinnäytetyön tekijöiden molekyyli genetiikan opintojakson aikana, kun AGE-prosessi koettiin opiskelijoiden keskuudessa vaikeasti ymmärrettäväksi. Tämän vuoksi opetusvideo koettiin tarpeelliseksi työvälineeksi kyseisen prosessin havainnollistamiseen ja sisäistämiseen etenkin, kun vastaavaa opetusmateriaalia ei ole saatavilla suomen kielellä. Valmis opetusvideo luovutetaan Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutuksen käyttöön, jolloin opettajat voivat hyödyntää videota opetuksessaan.

Opetusvideo toimii hyvin osana nykyajan jatkuvasti kehittyvää digitaalista oppimisympäristöä. Digitaalinen oppimisympäristö tekee opetuksen ajasta ja paikasta riippumattomaksi, sekä tukee lähi- ja etäopetusta (Hakkarainen & Kumpulainen 2011). Opetusvideossa yhdistyvien eri aistipiirien rinnakkainen käyttö tehostaa oppimista. Asioita yhdistelevä näköaisti sekä informaatiota välittävä ääni täydentävät toisiaan videon muodossa. (Kuoppala ym. 2006, 70-72, 170.) Videon käyttöä opetuksessa on tutkittu positiivisin tuloksin sekä tutkimusten mukaan videomateriaalin käyttäminen opetuksessa on muun muassa lisännyt opiskelijoiden positiivista asennetta opintoja kohtaan sekä parantanut opintosuorituksia (Akerle & Afolabi 2012).

Opinnäytetyön tuotoksen eli opetusvideon lisäksi laaditaan kirjallinen osio, jossa käsitellään muun muassa AGE-prosessin kannalta keskeisiä asioita, opetusvideon käyttämisen hyötyjä sekä opetusvideon tekemiseen liittyviä työvaiheita. Opinnäytetyö sisältää myös raportin, jossa kuvataan opetusvideon toteuttamiseen liittyviä vaiheita sekä niiden onnistumista.

2 TURUN AMMATTIKORKEAKOULUN MOLEKYYLIGENETIIKAN OPINTOJAKSO

Turun ammattikorkeakoulu eli Turun AMK on korkeakoulu, joka tarjoaa nuorille sekä aikuisille mahdollisuuden kouluttautua monen eri alan ammattikorkeakoulututkintoihin. Se tarjoaa mahdollisuuden opiskeluun myös avoimen ammattikorkeakoulun kautta sekä mahdollisuuden erilaisiin täydennyskoulutuksiin. Turun AMK on yksi Suomen suurimmista ammattikorkeakouluista ja se koostuu 10 000 osaajan yhteisöstä. (Turku AMK 2020.)

Turun ammattikorkeakoulussa voi kouluttautua bioanalyytikoksi, joka on kliinisten tutkimusten ja laboratorioanalytiikan asiantuntija. Bioanalyytikon keskeisin työtehtävä on laboratorionäytteiden tutkiminen, mutta työnkuvaan kuuluvat myös näytteenottotehtävät sekä laboratorion laadunhallinta. Useimmiten bioanalyytikot toimivat terveydenhuollon laboratoriossa, mutta opinnot mahdollistavat työskentelyn myös esimerkiksi biotieteiden tutkimuslaitoksissa. Turun ammattikorkeakoulussa bioanalyytikon opinnot sisältävät perus- ja ammattiopintojen lisäksi työelämäharjoitteluja. Opinnot koostuvat luento-, simulaatio- ja verkko-opetuksesta, taitopajoista sekä itsenäisestä opiskelusta. (Turku AMK a.)

Turun ammattikorkeakoulussa bioanalytikkokoulutukseen kuuluu molekyyligenetiikan opintojakso, joka käydään yleensä opintojen toisena vuotena. Bioanalytikkokoulutuksen oppimissuunnitelma perustuu osaamislähtöisyyteen, jossa opiskelijan rakentama tietopohja yhdistyy käytäntöön opetuslaboratoriossa toteutuvassa harjoittelussa. (Turku AMK b.) Turun ammattikorkeakoulun opintosuunnitelman mukaisesti molekyyligenetiikan opintojakson sisältöön kuuluu muun muassa DNA:n ja RNA:n eristäminen, eristämiseen vaikuttavat tekijät sekä geeni- ja kromosomitutkimusten tärkeimmät menetelmät (Turku AMK c).

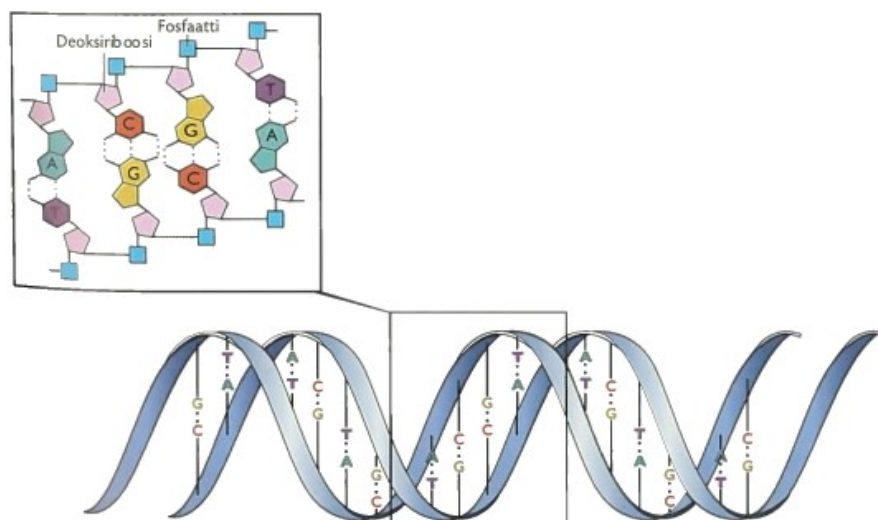
3 NUKLEIINIhapPOJEN ANALYSOINTI

AGAROOSIGEELIELEKTROFOREESILLA

3.1 Nukleinihappojen parissa työskentely

Soluissa olevia suuria molekyyliä kutsutaan makromolekyyliksi, joita ovat proteiinit, polysakkaridit ja nukleinihapot. Nukleinihapot eli DNA ja RNA ovat erikoistuneet informaation varastointiin sekä siirtämiseen. Ne sijaitsevat solujen tumassa sekä soluliikmassa. (Portin 2006, 168; Heino & Vuento 2014, 19-20.)

Nukleinihappojen toisiinsa liittyneitä rakennusyksiköitä kutsutaan nukleotideiksi, jotka muodostuvat fosfaattiryhmästä, sokeriosasta ja emäsosasta (Kuva 1). DNA:n sokeriosa on nimeltään deoksiriboosi ja RNA:n riboosi. (Suominen ym. 2013, 15.) Tämä sokeriosa määrittää onko kyseessä DNA eli deoksiribonukleinihappo vai RNA eli ribonukleinihappo (Heino & Vuento 2014, 20). DNA:ssa esiintyy neljä erilaista emäsosaa: adeniini (A), guaniini (G), sytosiini (C) ja tymiini (T). RNA:ssa emäsosat ovat muuten samat kuin DNA:ssa, mutta tymiinin sijasta emäsosana on urasiili (U). (Portin 2006, 168.) Nukleinihappossa nukleotidit ovat liittyneet toisiinsa muodostaen pitkiä, ketjumaisia juosteita (Suominen & Ollikka 2004, 15-16; Portin 2006, 168). Juosteiden pituus voidaan ilmoittaa nukleotidi- eli emäsparina, joista käytetään lyhennettä bp. Juosteiden ollessa pitkiä, voidaan käyttää lyhennettä kb, joka tarkoittaa tuhatta emäsparia. (Suominen & Ollikka 2004, 20.)



Kuva 1. DNA-molekyylin rakenne (Sand ym. 2011, 51).

Nukleiinihappoja käsitellessä käytetään menetelmiä, jotka ovat hyvin herkkiä. Herkät menetelmät altistuvat helposti kontaminaatioille. Näytteen tai reagenssin kontaminoituminen voi aiheuttaa esimerkiksi vääriä positiivisia tuloksia, jotka voivat pahimmillaan johdattaa virheelliseen diagnoosiin. Tämän vuoksi kontaminaation riski on minimoitava etenkin diagnostisissa tutkimuksissa (Suominen ym. 2013, 165). Kontaminaation riskiä minimoidaan aseptisellä työskentelyllä (Thermo Fisher Scientific a). Aseptiikalla tarkoitetaan menettelytapoja, joiden avulla pyritään toimimaan mikrobittomasti (Duodecim 2019a). Aseptisiin toimintatapoihin kuuluu muun muassa käsien, tarvittavien välineiden sekä työtilojen puhdistaminen alkoholilla. Mahdollisimman puhtaan työskentelyn kulmakivet ovatkin puhtas työympäristö, puhtaat reagenssit sekä hyvä henkilökohtainen hygienia. Lisäksi on muistettava käyttää kertakäyttöisiä laboratoriokäsineitä, jotka on vaihdettava riittävän usein. (Suominen ym. 2013, 166; Thermo Fisher Scientific a.) Mahdollisuuksien mukaan työskentelyyn tarvittavat reaktioseokset on hyvä valmistaa laminaarivirtauskaapissa (Suominen ym. 2013, 165). Laminaarivirtauskaapissa ilmavirtaus kulkee suodattimien läpi, jotka ylläpitävät tasaista ja puhtaasta ilmavirtausta sekä estävät ulkopuolisia kontaminaatioita pääsemästä kaappiin (Labogene). Oikeanlaisten laboratoriovälineiden lisäksi kontaminaatioita voidaan ehkäistä muun muassa tilajärjestelyjen avulla (Suominen ym. 2013, 165).

3.2 Nukleiinihappojen eristäminen ja puhdistaminen

Ennen kuin tutkittavaa DNA:ta tai RNA:ta voidaan jatkokäsitellä ja analysoida esimerkiksi agarosigeelielektroforeesilla, se pitää yleensä eristää sekä puhdistaa reaktioita häiritsevistä tekijöistä (Suominen & Ollikka 2004, 61). Nukleiinihappojen eristäminen ja puhdistaminen onkin siis useissa molekyylibiologisissa tutkimuksissa ensimmäinen työvaihe (Solunetti 2006).

Nukleiinihappojen eristämiseen on olemassa monia eri tapoja. Eristämisen suoritustapaan vaikuttavat muun muassa näytteen laatu, tarvittavan nukleiinihappojen määrä sekä myöhempien tutkimusten luonne. (Solunetti 2006.) Eristettävä DNA tai RNA voi olla peräisin useasta lähteestä: Ihmisten sairauksia tutkiessa kyseessä on usein veri- tai kudoksenäyte. Tutkimustyössä näyte voidaan ottaa myös koe-eläimestä. Mikrobiologisissa ja biokemiallisissa laboratorioissa näyte on usein peräisin bakteerista, hiivasta, homeesta tai soluviljelmästä. (Suominen & Ollikka 2004, 61.)

Vaikka nukleiinihappojen eristämiseen on kehitetty useita erilaisia menetelmiä, ne kaikki sisältävät samankaltaisia päävaiheita: solujen keräämistä, solujen hajottamista sekä lopuksi tapahtuvaa nukleiinihappojen puhdistamista. Nukleiinihappojen eristäminen alkaa tarvittavien solujen keräämisellä. Eristettävät solut voivat olla peräisin useasta lähteestä ja niitä voidaan kerätä esimerkiksi soluviljelmästä, verestä tai kudosta homogenisoidulla. (Suominen & Ollikka 2004, 61-63.) Keräämisen jälkeen solut hajotetaan auki mekaanisen, kemiallisen tai entsyymaattisen prosessin avulla esimerkiksi emäksistä hajotuspuskuria tai kuumentamista hyödyntäen. Solukalvon ja muiden solun rakenteiden hajotessa nukleiinihappo vapautuu solun sisältä. (Solunetti 2006; Suominen ym. 2013, 104.) Solujen hajotuksen yhteydessä on tärkeää inaktivoida nukleiinihappoja hajottavat nukleaaetit. Etenkin RNA:n eristyksessä tulee kiinnittää erityistä huomiota RNAasin eli RNA:ta hajottavan entsyymin rajoittamiseen onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. Tässä voidaan hyödyntää RNAasi-inhibiittoreita. (Solunetti 2006; Thermo Fisher Scientific b.) Solujen hajottamisen jälkeen vapautuneet nukleiinihapot eristetään suodattamalla tai saostamalla sekä puhdistetaan ei-toivotuista solujätteistä, kuten proteiineista ja lipideistä. Puhdistaminen tapahtuu usein sentrifugoimalla, suodattamalla tai magneettipartikkelien avulla. (Solunetti 2006; Promega.)

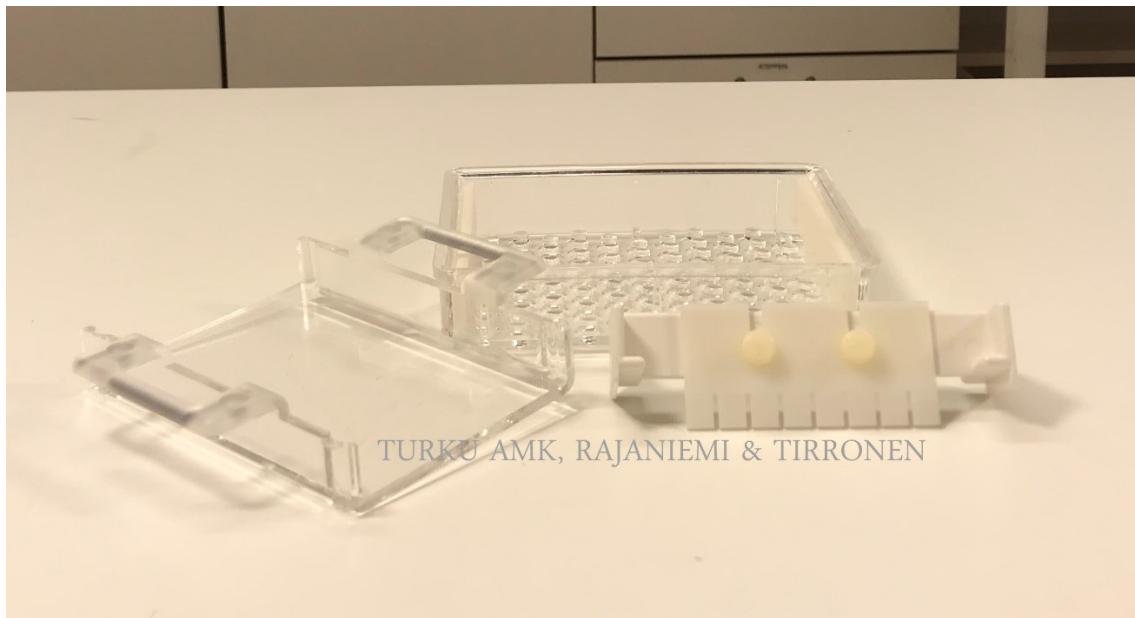
3.3 Agarosigeelielektroforeesi

Agarosigeelielektroforeesi eli AGE on nukleiinihappojen analysointimenetelmä, jossa agarosigeelissä kulkevan sähkövirran avulla nukleiinihapot voidaan erottaa toisistaan koon perusteella (Suominen & Ollikka 2004, 125; Suominen ym. 2013, 123). Nukleiinihappojen eli DNA:n ja RNA:n kulkeminen agarosigeelissä perustuu siihen, että ne ovat negatiivisesti varautuneita. Sähkökentässä ne kulkeutuvat positiivista napaa eli anodia kohti. (Suominen ym. 2013, 123.)

Useimmiten agarosigeeliä käytetään suurempien, yli 200 emäsparin pituisten, nukleiinihappofragmenttien erottamiseen. Nukleiinihapon liikkuvuus riippuu ensisijaisesti geelin agarosipitoisuudesta, käytetyn sähkövirran voimakkuudesta sekä ajopuskurin ionivahvuudesta. Pienemmät nukleiinihappofragmentit liikkuvat geelillä pääsääntöisesti nopeammin ja pidemmälle kuin suuret. Geelin korkea agarosipitoisuus vähentää suurten fragmenttien siirtymisnopeutta ja siten helpottaa pienten fragmenttien tarkempaa erotte-
lua. Matala agarosipitoisuus puolestaan mahdollistaa suurten fragmenttien erottelun. (Lee & Bahaman 2010.)

3.3.1 Agaroosigeelin valmistaminen

Agaroosigeeli valmistetaan käyttämällä agaroosia, joka on merilevästä eristettävä polysakkaridi. Agaroosi liukenee ajopuskuriin kiehattaessa ja muodostaa hyytelömäisen geelin jäähtyessään noin alle 45 asteiseksi. (Suominen ym. 2013, 122-123.) Ajopuskurina käytetään useimmiten joko TAE- tai TBE-puskuriliuosta. Molemmat ajopuskuriliuokset sisältävät TRIS-aminometaania sekä EDTA-happoa. Liuokset eroavat sisällöltään siten, että TAE sisältää asetaattia ja TBE sisältää boorihappoa. (Sigma Aldrich b.) Näytekolojen muodostamiseksi geeli valetaan irralliselle muotille, jonne asetetaan näytekampa (Kuva 2), joka geelin jäähtyttyä irrotetaan geelistä varovasti nostamalla. (Suominen ym. 2013, 122-124).



Kuva 2. Geelimuotti ja näytekampa (Kuva: Tytti Rajaniemi).

Nukleiinihapot eivät näy agaroosigeelissä sellaisenaan, vaan havaitsemiseen käytetään muun muassa etidiumbromidiväriä, joka tunkeutuu nukleiinihappojen emästen väliin. Väriä voi sekoittaa geeliin ennen sen valamista tai geeli voidaan värjätä ajon jälkeen laimeassa väri-liuoksessa. Kun nukleiinihappo-etidiumkompleksia säteilytetään ajon jälkeen UV-valolla, nukleiinihappo tulee näkyväksi. (Suominen & Ollikka 2004, 72.) Etidiumbromidi on AGE:ssa yleinen nukleiinihappojen väri, mutta sen käyttöön liittyy merkittäviä terveyshaittoja. Myös UV-valon käyttäminen on haitallista ihmisille. Viime vuosina turvallisempien väri vaihtoehtojen käyttäminen onkin yleistynyt. Etidiumbromidia parempi

vaihtoehto on esimerkiksi nukleiinihappoväri SYBR Green ja sen johdannaiset, jotka fluoresoivat sekä UV-valossa että sinisessä valossa. SYBR Greenin kaltaiset värit eivät ole terveydelle tai ympäristölle haitallisia eikä niiden käyttäminen vaadi UV-valoa, mikä puolestaan parantaa työntekijöiden työturvallisuutta. (Suominen ym. 2013, 123; Emory University 2020.)

3.3.2 Näytteiden ajo

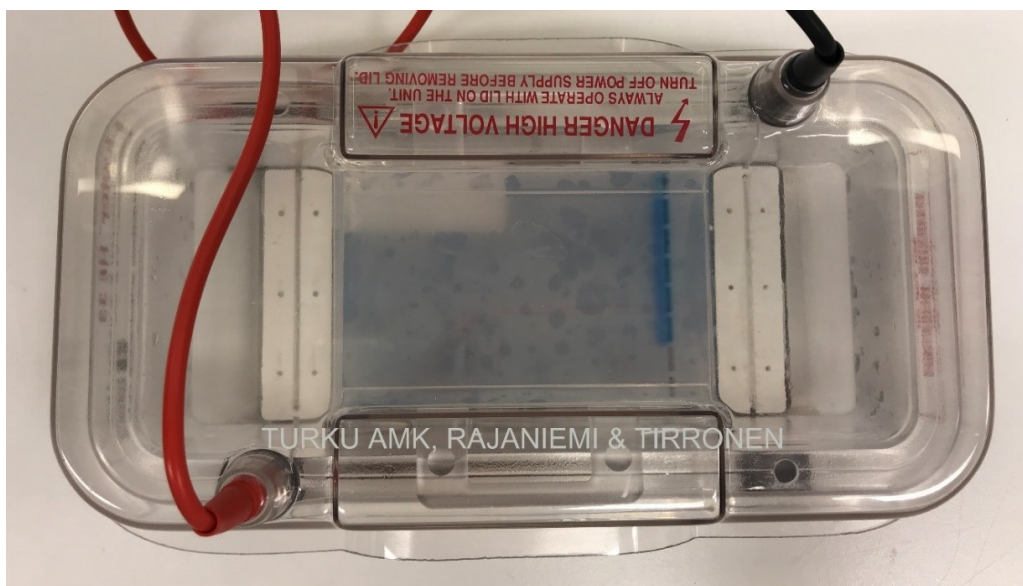
AGE:ssa käytettävä ajolaite koostuu muovisesta ajoaltaasta, altaan pohjalla molemmissa päissä olevista elektrodeista sekä turvakannesta (Kuva 3). Irralliselle muotille valettu geeli asetetaan ajoaltaaseen ennen näytteiden pipetoimista. Geelin on oltava näytteiden pipetoimisen sekä ajon aikana kokonaan upotettuna ajopuskuriin. Ajoallas täytetään samalla ajopuskurilla, jota geelin valmistuksessa käytetään. (Suominen ym. 2013, 124.) Ajopuskuri suojaa nukleiinihappoja hajoamiselta sekä pitää pH-tason neutraalina ajon aikana. Neutraali pH-taso tehostaa molekyylien kulkeutumista ja erottumista. (Chauhan 2018.)



Kuva 3. Ajoallas sekä turvakansi (Kuva: Tytti Rajaniemi).

Näytteet pipetoidaan geelille muodostuneisiin näytekavoihin. Jotta näytteiden pipetoiminen geelille onnistuisi helpommin, näytteisiin lisätään yleensä näytepuskuria, joka

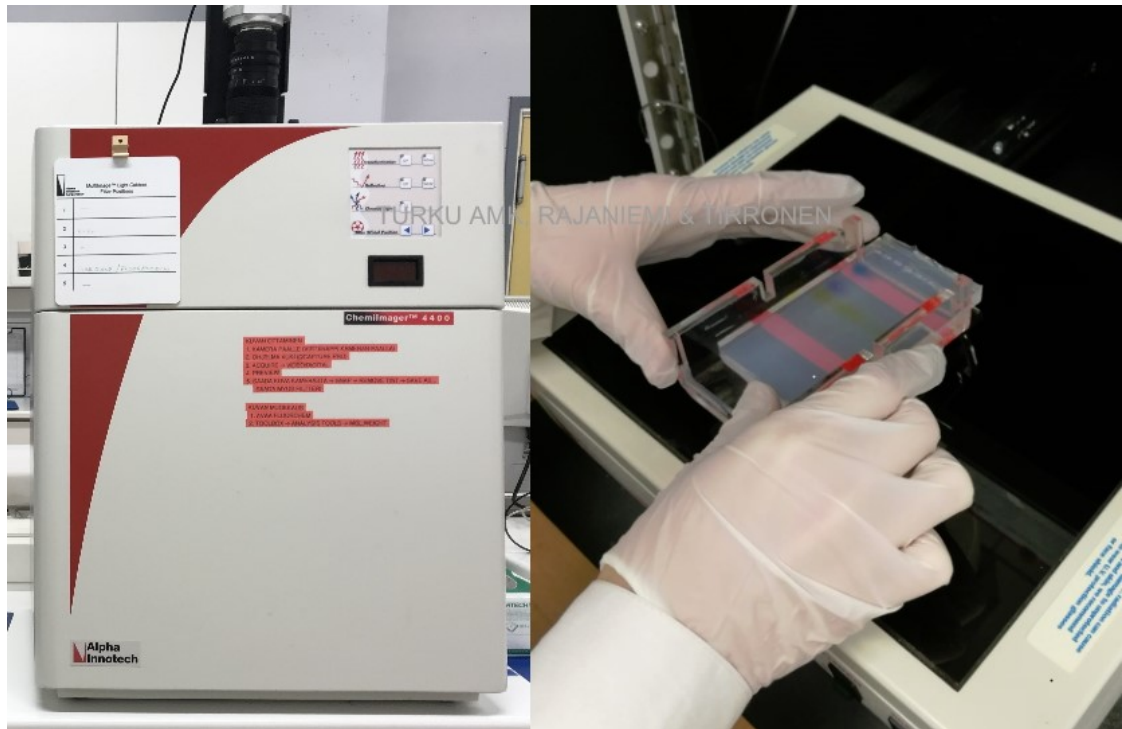
sisältää väriainetta sekä lisää näytteiden tiheyttä. Tiheyden kasvaessa näyte on ajopuskuria raskaampaa, jolloin se asettuu näytekaivojen pohjalle tasaiseksi kerrokseksi. Näytepuskurin väriaine puolestaan helpottaa geelille pipetoimisen lisäksi myös ajon edistymisen seuraamisesta. (Suominen ym. 2013, 124.) Näytteiden rinnalle pipetoidaan myös kokostandardi. Standardin fragmenttien koot ovat tunnettuja, joten sen avulla saadaan arvio tutkittavan nukleinihapon koosta. Koska nukleinihapot ovat negatiivisesti varautuneita, näytteet pipetoidaan altaan negatiivisen elektrodin eli katodin puolelle, josta ne kulkeutuvat sähkövirran avulla positiivista elektrodia, anodia, kohti (Kuva 4). Näytteiden ajossa käytetään useimmiten 20-200 V jännitettä. (Suominen ym. 2013, 124-125.)



Kuva 4. Geelille pipetoidut näytteet kulkeutuvat positiivista elektrodia kohti (Kuva: Tytti Rajaniemi).

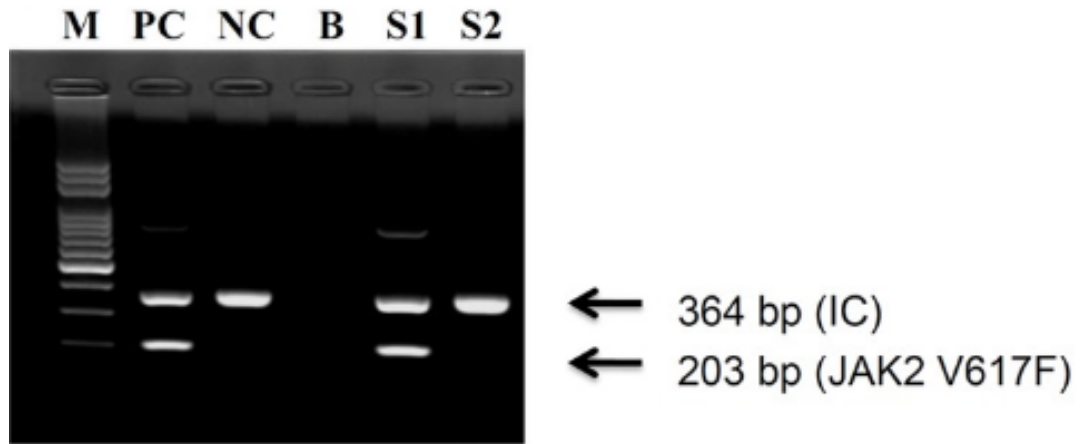
3.3.3 Geelin kuvantaminen ja tulosten tarkastelu

Näytteiden ajon jälkeen geeli siirretään kameralla varustettuun kuvantamislaitteistoon (Kuva 5), joka valaistaa yleensä altpäin. Näytteisiin lisätyn DNA-väriin kuten etidiumbromidin tai SYBR Greenin avulla nukleinihappo fluoresoi joko UV-valossa tai sinisessä valossa. Geelistä otetaan valokuva, jota käsitellään digitaalisesti ja jonka perusteella tuloksia tulkitaan. (Suominen & Ollikka 2004, 74; Suominen ym. 2013, 125.) Agaaroosigeelielektroforeesin tulosten avulla tulkitaan esimerkiksi proteiinien toimintaa sekä todetaan jonkin tietyn geenimuutoksen olemassaolo (Cheriyedath 2018).



Kuva 5. Kuvantamislaitteisto sekä geelin siirtäminen UV-valopöydälle (Kuva: Tytti Rajaniemi).

Proteiineja tutkittaessa agarosigeelielektroforeesia hyödynnetään esimerkiksi para-proteiinien eli M-komponenttien toteamiseen ja poissulkemiseen (Tykslab 2020b). M-komponenttia eli niin sanottua myeloomaproteiinia löytyy usein myeloomaa eli plasmaklasolusyöpää sairastavien potilaiden verestä tai virtsasta (Salonen 2019). Agarosigeelielektroforeesia hyödynnetään myös esimerkiksi JAK2-geenin mutaatiotutkimuksessa, jota käytetään myeloproliferatiivisten sairauksien diagnostiikassa (Gonzalez ym 2014; Tykslab 2020a). JAK2-geeni osallistuu elimistön verisolujen tuotantoon ja sen muuntuminen voi aiheuttaa verisairauksia kuten polysytemia veraa. Sairaudessa luuydin tuottaa liikaa verisoluja, joka voi johtaa verisuonitukoksiin sekä verenvuotoihin. (Salonen 2017.) Lähes kaikilta polysytemia veraa sairastavilta henkilöiltä todetaan JAK2-geenissä sijaitseva mutaatio p.V617F. (Tykslab 2020a).



Kuva 6. Geelikuva JAK2-geenin mutaatiotutkimuksesta (Lin ym. 2016).

Kuvassa 6 nähdään valmis geelikuva JAK2-geenin mutaatiotutkimuksesta, jossa erikoiset DNA-fragmentit ovat erottuneet omiksi vyöhykkeikseen. Geelille pipetoidun kokostandardin (M) avulla saadaan arvio tutkittavien nukleiinihappojen koosta. Kokostandardin viereen geelille on pipetoitu myös positiivinen (PC) sekä negatiivinen (NC) kontrolli. Vertaamalla näytteiden (S1 ja S2) vyöhykkeitä kontrollien vyöhykkeisiin voidaan todeta, että näyte 1 sisältää JAK2-geenin V617F-mutaation. Kontaminaation mahdollisuus on poissuljettu DNA:ta sisältämättömän tuotteen (B) avulla. (Suominen ym. 2013, 123-125; Lin ym. 2016.)

4 VIDEOPEDAGOGIIKKA

4.1 Oppiminen

Oppiminen on uusien tietojen ja taitojen omaksumista, joka voi tapahtua tietoisesti tai tiedostamatta. Oppiminen voi olla sisäistä ajattelun kehittymistä tai ulkoisesti havaittavan prosessin tulos, kuten erilaisten taitojen oppimista. Oppimisessa oppija muokkaa kokemuksiaan, joka näkyy tietojen, taitojen ja asenteiden pysyvinä muutoksina. Tärkeää oppimisessa on asian sisäistäminen. (UEF.)

Oppimiseen liittyy erilaisia oppimiskäsityksiä. Behavioristisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen tapahtuu ärsykkeen vaikutuksesta, mikä saa aikaan reaktion, joka nähdään yksilön toiminnassa. Kognitiivisessa oppimiskäsityksessä huomiota kiinnitetään mielen sisäisiin prosesseihin: ajatteluun, ongelmanratkaisuun ja ymmärtämiseen. Huomio kiinnittyy yksilön osaamiseen sekä siihen, mihin hän kykenee. Konstruktiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen tapahtuu rakentamalla uutta opittavaa tietoa aieman tiedon ja kokemuksen varaan, jolloin henkilön tietorakenne muokkautuu ja oppimista tapahtuu. Konstruktiivista oppimiskäsitystä pidetään nykyään vallitsevana näkemyksenä, jossa aikaisempien tietojen lisäksi oppimiseen vaikuttaa henkilön odotukset, toiveet ja tavoitteet. (UEF.)

On olemassa erilaisia menetelmiä, joiden avulla ihminen oppii. Useimmilla ihmisillä oppiminen tehostuu käyttämällä samanaikaisesti kahta tai kolmea oppimismenetelmää. Oppiminen voi olla visuaalista, auditiivista, verbaalista, fyysistä tai loogista. (LuHill 2017.) Visuaalisessa oppimisessa oppiminen tehostuu parhaiten hyödyntämällä kuvia sekä muita visuaalisia apuvälineitä, kuten kuvaajia ja videoleikkeitä (LuHill 2017; Beqiri 2018). Auditiivisessa oppimisessa oppiminen tehostuu äänen tai musiikin avulla. Verbaalisessa oppimisessa oppimista helpottaa sanat sekä puhuttuna että kirjoitettuna. Fyysisessä oppimisessa hyödynnetään vartaloa ja kosketusta esimerkiksi konkreettisten esineiden avulla, joita voi koskettaa ja pidellä käsissä. Looginen oppija oppii parhaiten logiikan, päättelyjen ja järjestelmien avulla. (LuHill 2017.)

Näiden menetelmien lisäksi oppiminen voidaan jakaa sosiaaliseen eli ryhmässä tapahtuvaan oppimiseen sekä yksilölliseen oppimiseen (LuHill 2017). Sosiaalisen oppimisen teorian mukaan henkilö oppii toimintamalleja havainnoimalla muiden henkilöiden toimintaa ja sen seurauksia. Tällaista oppimista kutsutaan mallintamiseksi. (Aronen & Sorsa

2018.) Yksilöllisessä oppimisessa henkilö työskentelee ja oppii itsenäisesti. Tällöin opiskelu voi tapahtua yksin tai pienryhmissä erilaisia opetusvideoita ja oppimateriaaleja hyödyntäen. (Kytölä 2018; Rasool 2018.)

4.2 Opetusvideo oppimateriaalina

Teknologiaa hyödynnetään opetuskäytössä kasvavin määrin. Erilaiset teknologiset opetusmenetelmät tukevat lähi- ja etäopetusta sosiaalisen oppimisen periaatteiden mukaisesti. Uusien teknologisten sovellusten lähtökohta on mahdollistaa opetus ajasta ja paikasta riippumattomaksi. Yksinkertaisinta on taltioida perinteinen opetustilanne ja tarjota se opiskelijalle jonkinlaisena tallenteena. Tallenteen avulla opiskelijalla on mahdollisuus ymmärtää syvällisemmin siinä tapahtuvat ja siihen liittyvät asiat. (Hakkarainen & Kumpulainen 2011.) Opettajat ovat keskeisessä roolissa teknologian sisällyttämisessä opetuskäyttöön sekä he vastaavat siitä, kuinka usein ja millä tavalla teknologiaa käytetään (Vähähyyppä 2010).

Videopedagogiikka tulisi käsittää osana verkossa tapahtuvaa oppimiskokonaisuutta. Se toimii muodollisissa, epämuodollisissa sekä arkioppimisympäristöissä. Koulutuksessa videota voidaan käyttää asioiden näyttämiseen, tekemisen tueksi, informaation levittämiseen sekä kiinnostuksen herättämiseen. Useimmiten videota voidaan katsoa itsenäisesti, mikä puolestaan mahdollistaa esimerkiksi hankalien osioiden uudelleen katsomisen. Videota käytetäänkin yhä enemmän osana oppijalähtöistä opetusmenetelmää. (ETF 2019.) Oppijalähtöinen opetusmenetelmä on lähestymistapa, jossa opetus on yksilöllistetty oppijan tarpeisiin (Vähähyyppä 2010).

Tieto- ja viestintäteknologian oppimista edistävä vaikutus tulee tutkimusten mukaan selkeimmin esille koulu- ja luokkayhteisöissä, joissa opettajat käyttävät teknologiaa monipuolisesti oppimisympäristöjen osana. Tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön lähtökohtana tulisi olla ajatus siitä, mitä oppiminen ja laadukas ajattelu edellyttävät, sekä kuinka teknologialla voidaan tukea tätä toimintaa. (Vähähyyppä 2010.)

Videopedagogiikkaa kutsutaan usein myös demonstraatioon perustuvaksi oppimiseksi. Sillä tarkoitetaan oppimisprosessia, jossa tiedot, taidot ja asenteet opitaan esimerkkien avulla. Tällaista oppimismallia käytetään useimmiten tilanteissa, joissa opetetaan esimerkiksi teknistä taitoa vaativia toimenpiteitä. Demonstraatioon perustuva oppiminen on yhteydessä mallintamiseen, jossa videon näyttäminen luo esimerkin siitä, miten

kyseisessä tilanteessa toimitaan. Videolla suoritettua toimintaa jäljitellään omassa toiminnassa. On tärkeää muistaa, että pelkän videon esittäminen ei välttämättä riitä tukemaan aloittelijan oppimista, vaan videon katsojan tulisi hallita esimerkkitoiminnan vaatima tietotaso. Erityisen haastavassa toiminnassa video voi sisältää aiheen jaettuna pienempiin osiin, hidastuksia tai lähikuvia. (ETF 2019.)

Ihmisen eri aistipiirien (näkö, kuulo, tunto, haju ja maku) rinnakkainen käyttö tehostaa oppimista. Näkö- ja tuntoaisti sekä jossain määrin kuuloaisti ovat tärkeimmät aistit tiedon vastaanottamiseen. Näköaistia sanotaankin integroivaksi, asioita yhdisteleväksi aistiksi. Ääni puolestaan välittää sellaista informaatiota, jota kuva ei pysty välittämään, mutta yhdessä ääni ja kuva täydentävät toisiaan. Eri aisteja käyttämällä oppiminen tehostuu, ja kattavan muistijäljen syntymiseksi tarvitaan erilaisia tapoja käsitellä tietoja. (Kuoppala ym. 2006, 70-72, 170.)

4.3 Tutkimuksia opetusvideon hyödyistä

Tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön vaikuttavuutta oppimistuloksiin ja oppimisen motivaatioon on tutkittu pääsääntöisesti suhteellisen lyhytkestoisten, laadullisten tapaus- tutkimusten kautta. Tutkimukset osoittavat melko tasavertaisesti tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön lisäävän opiskelijoiden motivaatiota, sitoutumista ja opiskeltavaan aihepiiriin keskittymistä. (Vähähyppä 2010.)

Vuonna 2012 Akerele ja Afolabi toteuttivat tutkimuksen, joka pyrki selvittämään onko videon käytöllä vaikutusta opetukseen sekä pärjäävätkö videon avulla opiskelleet henkilöt paremmin opinnoissaan. Tutkimuksen tuloksista tehtiin johtopäätös, jonka mukaan videomateriaalin käyttäminen opetuksessa lisää opiskelijoiden positiivista asennetta kurssia kohtaan. Tutkimuksen mukaan videomateriaalilla on positiivinen vaikutus myös opintosuorituksiin. Tutkijat mainitsivat, että opettajilla on oltava koulutusta median käyttöön, sekä opiskelijoiden suosikkimediaa olisi tutkittava ja käytettävä sitä heidän opettamiseensa. (Akerele & Afolabi 2012.)

Päivi Hakkaraisen vuonna 2011 toteuttamassa tutkimuksessa kasvatustieteen opiskelijat toteuttivat käytännön projektin, jossa he suunnittelivat ja tuottivat opetusvideon opiskelemistaan aiheista. Hakkaraisen tavoitteena oli syventää kurssia ja suunnitella pedagoginen malli, joka yhdistää videotuotannon ja ongelmälähtöisen oppimisen. Tutkimuksen analyysi viittaa siihen, että opiskelijoiden mukaan videotuotannon tukema

ongelmalähtöisen oppimisen malli tuki tarkoituksenmukaista oppimista. Kaikki videotuotannon pienryhmät tosin kertoivat kokeneensa ongelmia yrittäessään löytää tapoja saada vaikeaselkoisia teoreettisia ajatuksiaan videolle. (Hakkarainen 2011.)

Vuonna 2006 C. Allam puolestaan tutki Sheffieldin yliopistossa videomateriaalin tuottamisen yhteyttä opiskelijoiden oppimisen parantamiseen. Tulokset ovat olleet erittäin menestyksellisiä; tutkimuksessa korostui opiskelijoiden oppimat asiat yhteistyöstä, ongelmanratkaisusta ja tietotekniikka- sekä organisointitaidoista. Videomateriaalin tekeminen osoittautui erittäin motivoivaksi tekijäksi eri alojen yliopisto-opiskelijoiden keskuudessa. Opiskelijat kommentoivat, että videon tekeminen vaati syvällistä aiheeseen tutustumista sekä antoi uusia näkökulmia. Opiskelijat kokivat videoiden tekemisen ja multimediataitojen kehittämisen mielekkääksi. Allam uskoo, että videoiden tuottamisen sisällyttäminen oppimisvälineeksi on hyödyllistä, sekä se tukee analyyttisten, käytännöllisten sekä luovien kykyjen oppimista. (Allam 2006.)

4.4 Opetusvideon toteuttaminen

Opetusvideo on kerronnaltaan lineaarinen, eli tarkoituksena on katsoa video alusta loppuun. Tämän vuoksi liian pitkiä videoita on syytä välttää. Hyvä video on havainnollinen, sekä se vakuuttaa ja synnyttää mielikuvia. (Keränen & Penttinen 2007, 197-198.) Video voidaan jakaa kolmeen perusrakenteeseen: prosessikuvaukseen, uutiseen tai tarinaan. Prosessikuvauksessa toiminta näytetään alusta loppuun, jaetaan kohtauksiin ja esitetään prosessin vaatimassa järjestyksessä. (Ailio 2015.)

Mitä huolellisemmin videon suunnittelu tehdään, sitä parempi on myös lopputulos. On tärkeää, että käsikirjoitus on huolellinen ja että kaikki osapuolet ymmärtävät sen sisällön. Jos tarvittavista videoklipeistä ei ole selkeää suunnitelmaa, on yleistä, että videoklippejä on lopulta liian vähän. (Ailio 2015.) Käsikirjoituksen peruselementti on kohtausluettelo. Kohtauksella tarkoitetaan yhdessä ajassa tai paikassa tapahtuvaa toiminnallista kokonaisuutta, eli kohtaus vaihtuu, kun aika tai paikka vaihtuu. Kohtauksien hahmottaminen on oleellista videon rakenteen suunnittelun vuoksi. Jokainen vaihdos luetteloidaan ja numeroidaan peräkkäisiksi kokonaisuuksiksi käsikirjoitukseen. (Ailio 2015.)

Kuvausvaiheen tarkoitus on materiaalin kerääminen ja siihen on syytä suhtautua niin, että sillä varmistetaan leikkausvaiheessa koottavan teoksen onnistuminen. Kuvaaminen vaatii aikaa sekä malttia noudattaa käsikirjoitusta. Kuvatessa materiaali on tuotettava

leikkauspaikkoja ja kohtausten vaihtumista ajatellen, sillä videon seuraaminen häiriintyy aina kun katsoja tiedostaa videon tekemiseen liittyviä yksityiskohtia. Kaikki katsojan keskittymistä häiritsevät asiat pyritään häivyttämään. Tätä tekniikkaa kutsutaan jatkuvuus-kerronnaksi. Huomiopiste kuvassa on yleensä henkilön silmät, kontrastin kohta, liike tai äänen lähde. Huomiopiste pyritään pitämään peräkkäisissä kuvissa suurin piirtein samalla puolella kuvaa. Kun henkilö asetellaan videokuvaan, tarkistetaan, ettei pään takana ole mitään ylimääräistä, kuten johtoja tai hyllyn reunoja. (Ailio 2015.)

Videolla kuultavan puheen kirjoittamisessa suositellaan hyödyntämään selkokielen sääntöjä. Videolla kuva vie suuremman huomion kuin puhe ja siksi puheen on oltava selkeää, lauserakenteeltaan yksinkertaista sekä virkkeiden on oltava lyhyitä. Puheessa tulee olla selkeä rytmi ja sen tulee kuulostaa luonnolliselta. Äänitettäessä kiinnitetään huomiota sanojen painottamiseen ja puheen tauottamiseen. Hyvin äänitetyssä puheessa taustakohina on minimissään ja äänitettäessä tulisikin sammuttaa kaikki taustalla metelöivät laitteet. Lisäksi tulee ottaa huomioon, ettei kaikissa tiloissa voi äänittää. Usein jää huomaamatta esimerkiksi ilmastoinnin hurina taustalla. (Ailio 2015.)

Videon editoinnissa taas karsitaan ja koostetaan aiemmin kuvattuja videoleikkeitä. Editointivaiheessa materiaalin osat yhdistetään käsikirjoituksen mukaiseksi kokonaisuudeksi siten, että ne toimivat parhaalla mahdollisella tavalla. Hyvänä videon editoinnin perussääntönä on, että jokaista valittua efektiä, esimerkiksi häivytystä, tulisi käyttää vähintään kolmesti, jolloin se muodostaa tyyliä. Jos efektejä vaihdellaan paljon lyhyen ajan sisällä, kokonaisuudesta tulee sekava. Editoinnin lopuksi videon sisältö tarkastetaan teknisesti ja ilmaisullisesti muun muassa tarkastamalla äänen tason yhdenmukaisuus. (Ailio 2015.)

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

5.1 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat

Ammattikorkeakoulussa vaihtoehtoiset muodot opinnäytetyölle ovat tutkimuksellinen ja toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on ohjeistaa, opastaa tai järjestää käytännön toimintaa sekä sen lopputuloksena syntyä aina jokin konkreettinen tuote. Tuotos ja toteutustapa voivat vaihdella alasta sekä kohderyhmästä riippuen. Toiminnallinen opinnäytetyö voi olla esimerkiksi ohje tai opastus, jonka toteutustapana voi olla muun muassa kirja, opas tai järjestetty tapahtuma. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 51.) Toiminnallisessa opinnäytetyössä syntyvän tuotoksen lisäksi tarkoituksena on osoittaa kyky yhdistää teoreettista tietoa ammatilliseen käytäntöön. Toiminnallisessa opinnäytetyössä valintoja tehdessä ja niitä perustellessa tulisi käyttää alan teorioista nousevaa tarkastelutapaa. Keskeisten käsitteiden käyttäminen auttaa rajaamaan teoreettista näkökulmaa. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 42-43.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä tehdään toimintasuunnitelma, jonka ensisijainen merkitys on jäsentää mitä ollaan tekemässä. Sen tarkoituksena on vastata kysymyksiin mitä tehdään, miten tehdään ja miksi tehdään. Näiden lisäksi suunnitelman tarkoituksena on osoittaa johdonmukaista päättelyä tavoitteissa sekä toimia lupauksena siitä, mitä aikoo tehdä. Toimintasuunnitelma on hyvä aloittaa pohtimalla aiheen tarpeellisuutta sekä kartoittamalla onko vastaavia tuotoksia jo olemassa. Myös idean kohderyhmän tarkka määrittäminen on tärkeää, koska se ratkaisee millaista tuotoksen sisällön tulee olla. Sisältö tulee muokata kohderyhmää palvelevaksi. Tämän jälkeen on pohdittava minkälaisia keinoja, tiloja ja tarvikkeita idean toteuttaminen vaatii. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 26-27, 40, 51.)

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön sisältyy myös toteutuksen raportointi (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9). Raportoinnissa on tarkoitus selventää mitä, miksi ja miten työ on tehty sekä millaisia tuloksia ja johtopäätöksiä työn myötä on syntynyt. Tämän lisäksi raportissa tulee ilmetä työn tekijän oma arvio prosessin ja toteutuksen onnistumisesta sekä omasta oppimisesta. Raportissa keskitytään kuvaamaan työn tekoon liittyvää prosessia sekä sen onnistumista. Opinnäytetyö on tekijän ammatillista ja henkilökohtaista kasvua tukeva väline, joka kuvastaa lukijalle tekijän ammatillista osaamista. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 65.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä on hyvä olla toimeksiantaja itselle harjoittelumielessä toteutetun työn sijasta. Toimeksiannetun opinnäytetyöaiheen on todettu lisäävän vastuuntuntoa sekä projektinhallintaa, johon sisältyy suunnitelman ja toimintatavoitteen laatiminen, aikataulutettu toiminta sekä tiimityöskentelyä. Toimeksiannetun aiheen avulla opinnäytetyön tekijä tarkastelee omia tietoja ja taitoja senhetkisten tarpeiden pohjalta sekä ratkaisee käytännönläheisiä ongelmia. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 16-17.) Opinnäytetyön aiheeksi on suositeltavaa valita ajankohtainen tai tulevaisuuteen kohdistuva, tekijää motivoiva aihe, jonka avulla tekijä kykenee syventämään omaa asiantuntemustaan aiheeseen (Vilkkä & Airaksinen 2003, 23).

5.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä opetusvideo agarosigeelielektroforeesin suorittamisesta Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutuksen molekyyli-genetiikan opintojaksolle.

Opinnäytetyön tavoitteena on tukea bioanalytikko-opiskelijoiden oppimista sekä kehittää laboratoriossa tarvittavia työelämätaitoja.

5.3 Opinnäytetyön käytännön toteutus

Opinnäytetyö haluttiin laatia aiheesta, joka motivoi ja syventää tekijöiden omaa osaamista sekä hyödyttää muita. Opetusvideo koettiin tarpeelliseksi työvälineeksi AGE-prosessin havainnollistamiseen ja sisäistämiseen, koska vastaavaa opetusmateriaalia ei ollut saatavilla suomen kielellä. Videon kohderyhmäksi rajautui Turun ammattikorkeakoulun toisen vuoden bioanalytikko-opiskelijat, jotka suorittavat molekyyli-genetiikan opintojaksoa.

Tuotoksen sisältö suunniteltiin ja muokattiin mahdollisimman selkeäksi ja kohderyhmän tietotasoa vastaavaksi. Opetusvideota varten tarvittavat välineet ja materiaalit saatiin Turun ammattikorkeakoululta sekä kuvausympäristönä toimi Turun ammattikorkeakoulun laboratoriotila. Tuotoksena syntyvän opetusvideon työvaiheita olivat käsikirjoituksen laatiminen, videomateriaalin kuvaaminen, videolle tulevan erillisen äänitteen nauhoittaminen ja sen muokkaaminen osaksi videota, sekä videon editointi valmiiksi opetusmateriaaliksi.

Käsikirjoitus laadittiin mahdollisimman tarkasti onnistuneen lopputuloksen takaamiseksi. Rajallisten kuvausmahdollisuuksien vuoksi käsikirjoitus haluttiin tehdä huolellisesti, jotta se auttaisi osaltaan hyödyntämään tehokkaasti toimeksiantajan mahdollistamat tilat ja ajan. Käsikirjoituksessa mainittiin kuvakulmat, kuvausetäisyys sekä videolla suoritettavat työtehtävät. Selkeän kokonaisuuden luomiseksi visuaalisiin kohtauksiin haluttiin myöhemmin editointivaiheessa yhdistää reaaliaikainen, tekemistä vastaava puhe. Käsikirjoitus sisälsi myös videolle äänitettävän puheen sekä puhumiseen tarvittavan ajan. Tämän lisäksi käsikirjoituksessa oli kohtausluettelomaisesti kaikki AGE-prosessin työvaiheet: agarosigeelin valmistaminen, geelille pipetoiminen, näytteiden ajo sekä kuvantaminen ja tulosten tarkastelu.

Ailio (2015) toteaa, että mikäli tarvittavista videoklippeistä ei ole selkeää suunnitelmaa, on yleistä, että videoklippejä on loppujen lopuksi liian vähän. Tämä huomioitiin jo ennen kuvaamisen aloittamista, ja kattava käsikirjoitus auttoi osaltaan hahmottamaan tarvittavien videoklippien määrää. Opetusvideon kuvaaminen suoritettiin Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun kampuksella sijaitsevassa biotekniikan opetuslaboratoriossa. Kuvaamiseen käytettiin kaksi työpäivää ja videon kuvaamisen ajankohta sovittiin tilasta vastaavan lehtorin kanssa. Kuvaaminen tapahtui iPhone 7:lla. Videon tarkoituksena oli visualisoida työvaiheet selkeästi siten, että oppija sisäistää AGE-prosessin kulun. Kuvausvaiheessa pyrittiin kuvaamaan riittävästi video-otoksia sekä kokeiltiin erilaisia kuvakulmia, jotta videon editointivaihe sujuisi ongelmitta sekä selkeän opetusvideon tuottaminen olisi mahdollista. Videolta pyrittiin jättämään pois kaikki epäolennainen tieto AGE:n perusperiaatteiden omaksumisen kannalta, jotta sisällön ymmärtäminen olisi mahdollisimman helppoa. Käytetyistä materiaaleista käytetään yleispäteviä nimityksiä, eikä niiden valmistajia mainita. Videolla ei ole taustamusiikkia, jolloin puhe erottuu selkeästi. Ailion (2015) mukaan kuvausmateriaali on tuotettava siten, ettei videon katsoja tiedosta videon tekemiseen liittyviä yksityiskohtia. Tämän vuoksi opetusvideota kuvatessa kiinnitettiin huomiota valaistukseen, taustoihin, yhtenäisiin kuvakulmiin sekä kuvausetäisyyteen. Kuvatessa hyödynnettiin apuvaloja sekä erilaisia kuvaustelineitä, ja yhtenäiset kuvausetäisyydet varmistettiin merkitsemällä kuvauspaikat. Video kuvattiin jatkuvuuskerronnan periaatteita noudattaen sekä prosessikuvausmenetelmien mukaisesti, jotta katsoja pystyy keskittymään videolla esitettäviin työvaiheisiin. Kuvausympäristö siivottiin huolellisesti, jolloin videon tausta oli mahdollisimman neutraali. Tällöin videon seuraaminen ei häiriinny ja katsojan huomio pysyy helpommin olennaisessa sisällössä. Opetusvideolla ei esiinny ulkopuolisia henkilöitä.

Ailio (2015) suosittelee myös, että videolla kuultava puhe on selkeää ja yksinkertaista, ja että se noudattaa selkokielen sääntöjä. Opetusvideon puhetta äänitettäessä huomiota kiinnitettiin erityisesti selkeään artikulointiin, sujuvaan puheeseen ja yksinkertaisiin lauserakenteisiin. Videolle tulevassa puheessa haluttiin myös välttää hankalia, katsojalle tuntemattomia käsitteitä. Puhe pyrittiin rytmittämään tarpeeksi rauhalliseksi, jotta sitä olisi mahdollisimman helppo kuunnella ja sisäistää. Opetusvideoon yhdistettiin erikseen hiljaisessa tilassa nauhoitettuja ääniraitoja ja tasaisen äänenlaadun takaamiseksi äänitystilanne pyrittiin tekemään sellaiseksi, ettei taustalla ollut muita häiritseviä ääniä. Puhetta nauhoitettiin kolmen päivän aikana yhteensä noin 100 ottoa, joista lopulta valittiin parhaat ja selkeimmät ääniraidat videolle.

Videon editointiprosessi aloitettiin hyvin pian kuvausmateriaalin keräämisen jälkeen. Editointi tapahtui ilmaisella Lightworks-editointiohjelmalla ennakkoon suunniteltua käsikirjoitusta seuraten. Editointivaiheen ongelmiin saatiin apua ja ohjeita erilaisilta internet-sivustoilta sekä YouTube-videopalvelusta. Tarvittavien välineiden ja materiaalien havainnollistamiseksi opetusvideoon haluttiin sisällyttää lisäksi myös pysäytyskuvia, jotka muokattiin lopulliseen muotoonsa Paint.net-kuvankäsittelyohjelmalla. Ailion videonsuunniteluoppaan (2015) mukaan videota editoitaessa videon efektit muodostavat tyylilajin, kun jokaista valittua efektiä käytetään vähintään kolme kertaa. Tämä huomioitiin editointivaiheessa siten, että kohtausten väliset siirtymät pidettiin yhdenmukaisina. Myös videolla esiintyvät tehosteet, kuten nuolet ja oikein-merkit ovat neutraaleja, mutta niiden merkitys on silti selkeä.

5.4 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Tiedon hankintaan ja julkistamiseen liittyvien tutkimuseettisten periaatteiden mukaisesti toimiminen on jokaisen henkilön omalla vastuulla (Hirsjärvi ym. 2007, 23). Tuotosta voidaan pitää eettisesti luotettavana, kun se on toteutettu hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla. Edellytyksiin kuuluu muun muassa se, että tutkimus on laadukkaasti suunniteltu, toteutettu ja raportoitu. (Vilkkä 2007, 32; TENK 2012.) Hyvä tutkimusetiikka edellyttää myös rehellistä ja vilpittöntä toimintaa, jossa muiden tutkijoiden teokset otetaan huomioon osoittamalla tekstissä tarkat lähdeviitteet sekä erittelemällä selkeästi omat ja tutkijoiden aikaansaannokset (Vilkkä 2007, 30-31).

Opinnäytetyössämme emme käytä epärehellistä tai vilpillistä toimintaa. Vilpillisessä toiminnassa toisten tuotoksia plagioidaan, vääristellään tai sepitetään (Vilkkä 2007, 31).

Plagioinnilla tarkoitetaan luvaton lainaamista, jossa toisen henkilön tekstiä esitetään omana (Hirsjärvi ym. 2007, 26). Teoksessa noudatetaan rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta sekä tarkkuutta, jotka ovat hyvän tieteellisen käytännön keskeisiä lähtökohtia tutkimuseetiikan näkökulmasta (TENK 2012).

Tässä opinnäytetyössä noudatetaan hyvän tieteellisen käytännön periaatteita. Opinnäytetyössä ei käsitellä luottamuksellisia tai salassa pidettäviä asioita. Opinnäytetyön tuotoksena syntyvällä videolla ei näy työn suorittajan kasvoja. Videolla pyrittiin myös välttämään kaupallisuutta sekä mainostamista, jonka vuoksi opetusvideolla ei mainita tuotteiden tarkkoja nimiä.

Opinnäytetyön eettisyyttä ja luotettavuutta lisää se, että lähteinä käytetään uusinta saatavilla olevaa ja mahdollisimman vahvaan näyttöön perustuvaa tietoa. Myös opinnäytetyön tuotoksessa hyödynnetään ajantasaista ja tutkittua tietoa, jonka vuoksi opetusvideota voidaan pitää luotettavana. Tietoa etsitään sekä suomen että englannin kielellä. Lähteitä valittaessa noudatetaan lähdekritiikkiä eli arvioidaan tiedon käyttökelpoisuutta. Opinnäytetyön kannalta oleellista tietoa ei jätetä kertomatta. Lähteet sekä tekstiviitteet merkitään huolellisesti Turun ammattikorkeakoulun ohjeistuksen mukaisesti.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tekijöiden opintojen aikana todettiin, että visuaalinen opetusmateriaali olisi tukenut agarosigeelielektroforeesin toiminnan ymmärtämistä. AGE-prosessin suorittavan havainnollistaminen ennen opintojakson laboraatioita olisi myös tehostanut oppimista. Tämän kokemuksen pohjalta opinnäytetyön tarkoituksiksi muodostui opetusvideon tekeminen agarosigeelielektroforeesin suorittamisesta Turun ammattikorkeakoululle. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden oppimista sekä kehittää heidän tulevaisuuden työelämätaitojaan.

Opinnäytetyöprosessissa edettiin aluksi toimintasuunnitelman mukaisesti. Alkuperäistä suunnitelmaa kuitenkin häiritsi vuoden 2020 Covid-19-pandemia, jonka johdosta Turun ammattikorkeakoulun tilat suljettiin. Haasteita opinnäytetyön tekemiselle toi myös hallituksen rajoituksista seurannut kirjastojen sulkeminen sekä kehoitus sosiaalisten kontaktien rajoittamisesta. Käsikirjoituksen laatiminen toteutettiin kuitenkin etäyhteyksiä hyödyntäen ja se valmistui alkuperäisen aikataulun mukaisesti keväällä 2020. Käsikirjoituksessa käsitellään AGE-prosessin kaikki vaiheet geelin valmistamisesta tulosten tarkasteluun. Rajoitusten hellittäessä myös videon kuvaaminen toteutettiin kevään 2020 aikana Turun ammattikorkeakoulun Lemminkäisenkadun kampuksella ja video editoitiin lopulliseen muotoonsa alkukesästä 2020.

Opetusvideota tehdessä jouduttiin huomioimaan valmiiseen videoon johtavat vaiheet paljon yksityiskohtaisemmin kuin aluksi ennakoitiin. Ailion (2015) video-oppaaseen perehtyessä kävi ilmi, että laadukkaan videomateriaalin tuottaminen vaatii hyvin paljon suunnittelua ja yksityiskohtiin keskittymistä. Tämän vuoksi työn eri vaiheisiin käytettiin paljon aikaa; videon käsikirjoitus, kuvaaminen ja jälkikäsittely vaativat paljon suunnitelmallisuutta onnistuneen lopputuloksen takaamiseksi. Haasteita videon suunnitteluun toi erityisesti se, että videolla käytettävät materiaalit ja reagenssit oli budjetoitu kahta kuvauskertaa varten. Tämän vuoksi virheisiin ei ollut varaa kriittisissä osuuksissa, kuten geelille pipetoinnissa. Virheisiin johtavia asioita pyrittiin ehkäisemään muun muassa kuvaharjoittelemalla ennen varsinaista video-otosta. Käsikirjoitus laadittiin tarkasti Ailion (2015) käsikirjoitusmallia apuna käyttäen. Tämän lisäksi videon kuvaamisen kompastuskiiviin ennalta perehtyminen auttoivat videon onnistumisessa.

Opinnäytetyön teoreettisessa osuudessa selvitettiin agarosigeelielektroforeesin toimintaperiaatteita sekä kuvailtiin erilaisia oppimismenetelmiä. Opetusvideon ohella

agarosigeelielektroforeesin kirjallinen selvitys auttaa lukijaa ymmärtämään menetelmän vaiheet paremmin. Kirjallisen osion toteuttaminen vaati opinnäytetyön tekijöiltä agarosigeelielektroforeesin toimintaperiaatteen syvällisen osaamisen lisäksi tutustumista erilaisiin oppimismenetelmiin sekä ilmaisulliseen osaamiseen. Opinnäytetyöprosessin myötä tekijöiden osaaminen laajeni kaikilla näillä osa-alueilla. Hakkarainen (2011) toteaa videon tuotannon tukevan tarkoituksenmukaista oppimista. Tekijät oppivat myös tiimityöskentelyn ja yhteistyökyvyn merkityksen, sillä opinnäytetyön valmistuminen edellytti paljon aikataulujen yhteen sovittamista sekä vastuunjakoa. Keskinäinen kommunikointi oli tärkeää. Suuri osa opinnäytetyöstä tehtiin etäyhteyksin, mikä puolestaan kehitti tekijöiden kykyä työskennellä erilaisia online-työkaluja hyödyntäen.

Opetusvideosta haluttiin tehdä selkeä ja havainnollistava. Tämän saavuttamiseksi videota tehdessä hyödynnettiin lähteisiin pohjautuvaa tietoa siitä, millainen hyvä opetusvideo on sekä millaisia asioita sen tekemisessä tulee huomioida. Esimerkiksi Keränen & Penttinen (2007) toteavat, että hyvä video on havainnollinen, vakuuttava ja mielikuvia synnyttävä. Näillä kriteereillä opinnäytetyön tarkoitus saavutettiin, sillä tuotoksena syntyi havainnollistava ja selkeä opetusvideo, joka on myös vakuuttava. Jatkokehittämisideana videon sisällöstä voitaisiin kysyä vielä palautetta bioanalyytikko-opiskelijoilta, joiden opintojaksolla videota on tarkoitus hyödyntää. Palautetta voitaisiin kerätä esimerkiksi videon ymmärrettävyydestä sekä siitä, onko se tarpeeksi havainnollistava. Palautteen perusteella voitaisiin kehittää esimerkiksi lisämateriaalia videon tueksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli tukea bioanalyytikko-opiskelijoiden oppimista sekä kehittää heidän työelämätaitojaan. Koska tavoitteen toteutumista ei tutkittu kokeellisesti, se voisi olla tulevaisuudelle uusi tutkimusaihe, joka toimisi samalla mittarina tämän opinnäytetyön opetusvideon käytön hyödyistä. Tutkimuksessa voitaisiin selvittää autoiko opetusvideo ymmärtämään agarosigeelielektroforeesin suorittamista paremmin sekä näkyikö tämä oppimistuloksissa.

Opetusvideosta tuli onnistunut, vaikka videoiminen ja editoiminen vaatiikin hyvin laajaa osaamista ja aiheeseen syventymistä. Tämä opetusvideo toimii laadukkaana, hyödyllisenä ja nykyaikaisena opetusmateriaalina, joka on opiskelijoille helposti saatavilla. Videon valmistumisen myötä Turun ammattikorkeakoulun bioanalyytikko-opiskelijoille pystytään havainnollistamaan agarosigeelielektroforeesiprosessia entistäkin paremmin, jo ennen käytännön laboraatioita.

LÄHTEET

Ailio, J. 2015. Vähän parempi video – opas laadukkaan videon suunnitteluun ja toteutukseen. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 2.4.2020 www.turkuamk.fi > Tutustu > Julkaisukauppa Loki > Kulttuuri > Vähän parempi video – opas laadukkaan videon suunnitteluun ja toteutukseen.

Allam, C. 2006. Using filmmaking to teach students about Shakespeare, Urban Regeneration and other stuff! University of Sheffield. Viitattu 7.4.2020 <http://www.film-makers-toolkit.group.shef.ac.uk/resources/Diverse%2006%20paper.doc>.

Akerele, J. & Afolabi, A. 2012. Effect of Video on the Teaching of Library Studies among Undergraduates in Adeyemi College of Education, Ondo. University of Nebraska. Viitattu 2.2.2020 <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1754&context=libphilprac>

Aronen, E. & Sorsa, J. 2018. Vanhemmuustaitojen ohjauksen teoreettinen tausta, työskentelyote ja menetelmät. Duodecim. Viitattu 8.4.2020 www.kaypahoito.fi > Opi ja ota käyttöön > Vanhemmuustaitojen ohjauksen teoreettinen tausta, työskentelyote ja menetelmät.

Beqiri, G. 2018. Using visual aids during a presentation or training session. Viitattu 7.4.2020 www.virtualspeech.com > Resources > Blog > Using visual aids during a presentation or training session.

Carlroth 2019. TRIS ≥99,9 %, Blotting-Grade. Viitattu 27.4.2020 www.carlroth.com > Applications > Electrophoresis > Blot > Blotting reagents > TRIS, 2.5 kg > Downloads > Security datasheet Australia / English > TRIS ≥99,9 %, Blotting-Grade.

Chauhan, T. 2018. Agarose gel electrophoresis buffer. Genetic Education. Viitattu 31.1.2020 <https://geneticeducation.co.in/> > DNA > Select category > Gel electrophoresis > Agarose gel electrophoresis buffer.

Cheriyedath, S. 2018. What Does Gel Electrophoresis Involve? News Medical Life Sciences. Viitattu 31.1.2020 www.news-medical.net > Life Sciences Home > Life Sciences A-Z > Gel Electrophoresis > What Does Gel Electrophoresis Involve.

Duodecim 2019a. Aseptiikka. Viitattu 17.3.2020 www.terveyskirjasto.fi > Terveyskirjasto > Lääketieteen sanasto > A > Aseptiikka.

Duodecim 2019b. Kontaminaatio. Viitattu 7.4.2020 www.terveyskirjasto.fi > Terveyskirjasto > Lääketieteen sanasto > K > Kontaminaatio.

Emory University 2020. Safer Alternatives in Research – Addressing Ethidium Bromide. Viitattu 1.4.2020 www.emory.edu > Resources > Administrative Offices > Research Administration > Emory Research Administration News > EHSO > Safer Alternatives in Research – Addressing Ethidium Bromide.

European training foundation 2019. Video pedagogy for vocational education: An overview of video-based teaching and learning. Viitattu 22.4.2020 https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-08/video_pedagogy_for_vocational_education.pdf

Gonzalez, M.; De Brasi, C.; Bianchini, M.; Gargallo, P.; Stanganelli, C.; Zalcborg, I. & Larripa, I. 2014. Improved Diagnosis of the Transition to JAK2 V617F Homozygosity: The Key Feature for Predicting the Evolution of Myeloproliferative Neoplasms. Viitattu 24.4.2020 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3903535/>

Hakkarainen, P. & Kumpulainen, K. (toim.) 2011. Liikkuva kuva: muuttuva opetus ja oppiminen. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 7.4.2020 <https://jyx.jyu.fi/> > Julkaisusarjat > Kokkolan yliopisto-

keskus Chydenius > Erillisjulkaisuja (2007-) > Uusimmat aineistot > Liikkuva kuva: muuttuva opetus ja oppiminen.

Hakkarainen, P. 2011. Promoting Meaningful Learning through Video Production Supported PBL. University of Lapland. Viitattu 6.2.2020 <https://lacris.ulapland.fi/> > Tutkimustuotokset > Selaile tieteenaloittain > Yhteiskuntatieteet > Kasvatustieteet > Promoting meaningful learning through video production-supported PBL.

Heino, J. & Vuento, M. 2014. Biokemian ja solubiologian perusteet. 3.painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Helmenstine, A. 2019. Reagent Definition and Examples. Viitattu 8.4.2020 www.thoughtco.com > Science, Tech, math > Science > Chemistry > Chemical Laws > Reagent Definition and Examples.

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uud. p. Helsinki: Tammi.

IATE. European Union terminology n.d. Viitattu 21.4.2020 <https://iate.europa.eu/entry/result/1686515/all>

Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. Jyväskylä: WSOYpro : Docendo.

Kuoppala, H.; Parkkinen, J.; Sinkkonen, I. & Vastamäki, R. 2006. Käytettävyyden psykologia. Helsinki: Edita Publishing.

Kytölä, M. 2018. Opetusmalli yksilöllisen oppimisen toteuttamiseen. Viitattu 21.4.2020 <https://oppimisenpalvelut.otava.fi> > Artikkelit > Opetusmalli yksilöllisen oppimisen toteuttamiseen.

Labogene n.d. How does biological safety cabinet work? Viitattu 7.4.2020 www.labogene.com > Knowledge centre > Learn more! > How does biological safety cabinet work?

Lee, S.V. & Bahaman, A.R. 2010. Modified gel preparation for distinct DNA fragment analysis in agarose gel electrophoresis. Viitattu 1.2.2020 https://www.researchgate.net/publication/47510451_Modified_gel_preparation_for_distinct_DNA_fragment_analysis_in_agarose_gel_electrophoresis

Lin, C-Y., Ho, C-M., Tamamyan, G., Yang, S-F., Peng, C-T. & Chang, J-G. 2016. Validating the Sensitivity of High-Resolution Melting Analysis for JAK2 V617F Mutation in the Clinical Setting. China Medical University Hospital. Viitattu 28.4.2020 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jcla.21945>

LuHill, F. 2017. Different methods of learning (and reading!). Viitattu 7.4.2020 <https://barbershop-books.org/methods-learning/>

Lääkäriliitto n.d. Geenitestit. Viitattu 21.4.2020. <https://www.laakariliitto.fi/laakarinetiikka/hoidon-erityiskysymyksia/geenitestit/>

Portin, P. 2006. Ne geenit! Ne geenit! Turku: Turun yliopiston Digipaino

Promega n.d. DNA Purification. Viitattu 20.4.2020 <https://fi.promega.com> > Resources > Product Usage Informatio > Product Guides > DNA Purification.

Rasool, S. 2018. Teaching Strategies for the 8 Different Learning Styles. Viitattu 21.4.2020 www.virtualspeech.com > Resources > Blog > Teaching Strategies for the 8 Different Learning Styles.

Salonen, J. 2017. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim ry. Erytroosytoosi ja polysytemia (punasolujen runsaus). Viitattu 24.4.2020 www.terveyskirjasto.fi > Lääkärikirja Duodecim > Lääkärikirja Duodecim > Sairaudet > Veritaudit > Erytroosytoosi ja polysytemia (punasolujen runsaus).

Salonen, J. 2019. Suomalainen lääkäriseura Duodecim ry. Myelooma (plasmasolusyöpä). Viitattu 27.4.2020 www.terveyskirjasto.fi > Lääkärikirja Duodecim > Lääkärikirja Duodecim > Sairaudet > Syöpä > Myelooma (plasmasolusyöpä).

Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E., Toverud, K. C., Bjålie, J. G. & Hekkanen, R. 2011. Ihminen: Fysiologia ja anatomia. 2. laitos. Helsinki: WSOYpro.

Sigma aldrich n.d. a. Product Information Trizma R base. Viitattu 27.4.2020 www.sigmaaldrich.com > Products > Biological buffers > Buffer Product catalog > Buffers A to Z > Trizma® base Primary Standard and Buffer, ≥99.9% (titration), crystalline > Product Information Sheet (PDF) > Product Information Trizma R base.

Sigma Aldrich n.d. b. TAE and TBE Running Buffers Recipe & Video. Viitattu 27.4.2020 www.sigmaaldrich.com > Products > Biological Buffers > Learning Center > Buffer Reference Center > Choosing the Right Buffer > TBE and TAE for gel electrophoresis > TAE and TBE Running Buffers Recipe & Video.

Solunetti 2006. Nukleinihappojen eristys ja puhdistus. Viitattu 17.3.2020 <http://www.solunetti.fi> > Solubiologia > Sivukartta > Nukleinihappojen eristys ja puhdistus.

Suominen, I. & Ollikka, P. 2004. Yhdistelmä-DNA-tekniikan perusteet. 3.-2. painos. Helsinki: Opetushallitus.

Suominen, I.; Pärssinen, R.; Haajanen, K. & Pelkonen, J. 2013. Geenitekniikka. 2. painos. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Tays 2020. Veritaudit. Viitattu 28.4.2020 www.tays.fi > Palvelut > Sisätaudit > Veritaudit.

TENK 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 30.1.2020 www.tenk.fi > Tiedetilppi > Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK).

Terveystalo n.d. Geenitestit. Viitattu 22.4.2020 www.terveystalo.com > Palvelut > Laboratoriotutkimukset > Geenitestit.

Thermo Fisher Scientific n.d. a. Aseptic Technique. Viitattu 7.4.2020 www.thermofisher.com > Support > Educational Resources > Gibco Cell Culture Basics > Aseptic Technique.

Thermo Fisher Scientific n.d. b. The Basics: RNA Isolation. Viitattu 7.4.2020 <https://www.thermofisher.com/fi/en/home/references/ambion-tech-support/rna-isolation/general-articles/the-basics-rna-isolation.html>

Tieteen termipankki 2013 b. Nukleaasi. Viitattu 21.4.2020 www.tieteentermipankki.fi > Mikrobiologia > Näytä aakkostettu lista käsitesivuista > Mikrobiologia:Nukleaasi

Tieteen termipankki 2016. EDTA | etyleenidiamiinitetraetikkahappo. Viitattu 21.4.2020 www.tieteentermipankki.fi > Biologia > Näytä aakkostettu lista käsitesivuista > Biologia:EDTA.

Turku AMK n.d. a. Bioanalyttikko (AMK). Viitattu 22.4.2020 www.turkuamk.fi > Tutkinnot ja opiskelu > Bioanalyttikko (AMK)

Turku AMK n.d. b. Bioanalyttikko (AMK), S19A. Viitattu 19.2.2020 <https://opinto-opas.turkuamk.fi> > Amk-tutkinto: päivätoteutus > Bioanalyttikkokoulutus > PBIOS19A, Bio-analyttikko (AMK), S19A > Kuvaus.

Turku AMK n.d. c. Opinto-opas. Viitattu 30.1.2020 <https://opinto-opas.turkuamk.fi> > Amk-tutkinto: päivätoteutus > Bioanalyttikkokoulutus > PBIOS19A, Bioanalyttikko (AMK), S19A > Rakenne > Molekyyligenetiikka

Turku AMK 2020. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.4.2020 www.turkuamk.fi > Turun AMK > Tutustu meihin > Esittely > Turun ammattikorkeakoulu.

Tykslab 2020a. JAK2-geenin kvantitatiivinen mutaatioanalyysi verestä. Viitattu 28.4.2020 <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=1266>

Tykslab 2020b. S-Proteiini, fraktiot. Viitattu 22.4.2020 <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=2522>

UEF n.d. Oppimisteoriat ja -strategiat. Viitattu 8.4.2020 www.uef.fi > Palvelut > Avoin yliopisto > Ohjeita opiskeluun ja opinto-ohjaus > Akateemiset opiskelutaidot > Oppimisteoriat ja -strategiat

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Vilka, H. 2007. Tutki ja kehitä. Toinen, uudistettu painos. Helsinki: Tammi

Vähähyppä, K. 2010. Koulu 3.0. Opetushallitus. Viitattu 8.4.2020 https://www.academia.edu/1408207/Koulu_3.0-Kuinka_teenme_visioista_totta

Liite 1. Käsikirjoitus

Käsikirjoitus agarosigeelielektroforeesin suorittamisesta

Kohtaus 1: VIDEON ALOITUS

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa on teksti "Opetusvideo agarosigeelielektroforeesin suorittamisesta".

Puhe :

"Agarosigeelielektroforeesi eli AGE on päivittäin käytetty rutiinimenetelmä DNA-laboratorioissa, joten sen hallitseminen on erittäin tärkeää käytännön työskentelyssä."

Kesto: 30 s

Kohtaus 2: TARVITTAVAT VÄLINEET

Kuva:

Kuva tarvittavista välineistä sekä kuvaan muokataan otsikko "Tarvittavat välineet".

Kuvassa näkyy:

- Pipetit ja kärjet
- Erlenmeyer ja mittalasi
- Mikroaaltouuni
- Analyysivaaka
- Ajoallas, geelimuotti ja näytekampa
- Kuvantamislaitteisto

Puhe:

"Aloita työskentely varmistamalla, että sinulla on kaikki tarvittavat välineet ja materiaalit."

"Työskentelyyn tarvittavia välineitä ovat pipetit ja kärjet, erlenmeyer ja mittalasi, mikroaaltouuni, analyysivaaka, AGE-laite ja näytekampa sekä kuvantamislaitteisto."

Tehosteet:

Selostuksen edetessä kuvaan muokataan kyseistä tarviketta vastaava nuoli.

Kesto: 30 s

Kohtaus 2. VAIHTOEHTO: TARVITTAVAT VÄLINEET

Kuva:

Kuva, jossa otsikko "Tarvittavat välineet"

Puhe:

"Aloita työskentely varmistamalla, että sinulla on kaikki tarvittavat välineet."

Kesto: 10 s

Siirtymä

VIDEO:

Kuvaaminen:

Kuvataan esiteltävät välineet **videoklippeinä** työn suorittajan kädessä tai pöydällä neutraalia taustaa vasten. Kiinnitetään huomiota siihen, että kuvakulma pysyy koko ajan samana.

Esitellään videoklipeissä:

- Pipetit ja kärjet
- Kärjet
- Erlenmeyer ja mittalasi
- Mikroaaltouuni
- Analyysivaaka
- Ajoallas, geelimuotti ja näytekampa
- Kuvantamislaitteisto

Suorittaminen:

Työn suorittaja pitää kädessään tarvittavia välineitä laboriokäsineet kädessä. AGE-laite ja näytekammat, kuvantamislaitteisto, mikroaaltouuni ja analyysivaaka kuvataan pöytätasolla.

Puhe:

"Työskentelyyn tarvittavia välineitä ovat ...". Jokaiseen videoklippiin muokataan puhe, jossa kerrotaan mitä videolla näkyy, esim. "pipetit".

Kesto: 20 s

Kohtaus 3: TARVITTAVAT MATERIAALIT

Kuva:

Kuva tarvittavista materiaaleista, sekä kuvaan muokataan otsikko "Tarvittavat materiaalit".

Kuvassa näkyy:

- agarooosi
- ajopuskuri
- näytepuskuri
- DNA-väri
- DNA-standardi
- tutkittavat DNA-tuotteet

Puhe:

"Työskentelyyn tarvittavia materiaaleja ovat agarooosi, elektroforeesipuskuri, näytepuskuri, DNA-väri, DNA-standardi sekä tutkittavat DNA-tuotteet."

"Yleensä tutkittaviin näytteisiin lisätään näytepuskuria. Näytepuskuri sisältää väriainetta sekä lisää näytteen tiheyttä. Tämä helpottaa näytteiden pipetointia geelille."

"DNA-väriin avulla nukleiinihapot saadaan näkyviksi kuvantamisvaiheessa."

"Ajopuskuri sisältää ioneja, jotka mahdollistavat sähkövirran kulkemisen geelillä. Ajopuskuri estää myös pH:n vaihtelua ajon aikana."

Tehosteet:

Puheen edetessä kuvaan muokataan kyseistä tarviketta vastaava nuoli.

Puheen edetessä kuvaan muokataan punainen huomioympyrä näytepuskurin, DNA-väriin sekä ajopuskurin osoittamiseksi.

Kesto: 50 s

Kohtaus 3. VAIHTOEHTO: TARVITTAVAT MATERIAALIT

Kuva:

Kuva, jossa otsikko "Tarvittavat materiaalit"

Puhe:

"Varmista myös, että käytössäsi on kaikki tarvittavat materiaalit"

Kesto: 10 s

Siirtymä videoon

VIDEO:

Kuvaaminen:

Kuvataan esiteltävät materiaalit **videoklippeinä** työn suorittajan kädessä neutraalia taustaa vasten. Kiinnitetään huomiota siihen, että kuvakulma pysyy koko ajan samana.

Videoklipeissä esitellään:

- agaroosijauhe
- ajopuskuri
- näytepuskuri
- DNA-väri
- DNA-standardi
- tutkittavat DNA-tuotteet

Suorittaminen:

Työn suorittaja pitää kädessään tarvittavia materiaaleja laboratorioskäsiin kädessä.

Puhe:

Jokaiseen videoklippiin muokataan puhe, jossa kerrotaan mitä videolla näkyy.

"Tarvittavia materiaaleja ovat ...

- agaroosijauhe
- ajopuskuri
- Näytepuskuri
- DNA-väri
- DNA-standardi
- tutkittavat DNA-tuotteet"

Kesto: 40 s

Siirtymä – kuvausympäristö vaihtuu

Kohtaus 4: GEELIMUOTIN VALMISTELU

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa teksti "Geelimuotin valmistelu". Kuva näytetään muutama sekunti ns. otsikkona.

VIDEO:

Kuvaaminen:

Kuvataan tekijää riittävän läheltä suoraan edestä, siten että tekijän kädet näkyvät. Kuva rajautuu hartioista alaspäin.

Suoritus:

Valmistellaan geelimuotti ja asetetaan näytekammat paikoilleen. Tiiviiden varmistaminen, katso-
malla, että teipit peittävät jokaisen muotin kulman kunnolla.

Tehosteet:

Geelimuotin valmistelu nopeutetaan videonkäsittelyohjelmalla.

Puhe:

"Valmistele geelimuotti ja aseta näytekammat paikoilleen. Varmista, että geelimuotti on tiivis."

Kesto: 10 s

Kohtaus 5: AGAROOSIGEELIN VALMISTAMINEN

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa teksti "Agarootigeelin valmistaminen" Kuvaa näytetään muutama sekunti ns. otsikkona.

Kesto: 5 s

VIDEO:

OSA 1. PUNNITUS JA SEKOITTAMINEN

1.1 Agarootin punnitus

Kuvaaminen:

Kuvataan vaakaa suoraan edestä, siten että myös tekijän kätet näkyvät.

Suoritus:

Punnitaan analyysivaa'alla tarvittava määrä agarootisjauhetta.

Tehosteet:

Jos punnitus ei mene grammalleen tasan, videota muokataan siten, ettei katsoja kiinnitä tähän huomiota.

Puhe:

"Punnitse analyysivaa'alla tarvittava määrä agarootisjauhetta."

Kesto: 10 s

Siirtymä – kuvausympäristö vaihtuu

1.2 Ajopuskurin mittaamisen

Kuvaaminen:

Kuvataan työn suorittajaa suoraan edestä siten, että kätet näkyvät. Kuva rajautuu hartioista alaspäin.

Suoritus:

Mitataan tarvittava määrä ajopuskuria mittalasilla ja kaadetaan puskuuri erlenmeyerisiin.

Puhe:

"Mittaa tarvittava määrä ajopuskuria."

Kesto: 10 s

1.3 Agarosijauheen ja ajopuskurin sekoittaminen

Kuvaaminen:

Kuvataan työn suorittajaa suoraan edestä siten, että kädet näkyvät. Kuva rajautuu hartioista alaspäin.

Suoritus:

Kaadetaan punnittu agarosijauhe ajopuskurin sekaan erlenmeyeriin ja sekoitetaan käsin.

Puhe:

"Sekoita ajopuskuri ja agarosijauhe keskenään erlenmeyerissa."

Kesto: 10 s

Siirtymä – kuvausympäristö vaihtuu

OSA 2. KUUMENTAMINEN

Kuvaaminen:

Kuvataan mikroaaltouunia suoraan edestä, kun seos laitetaan mikroaaltouuniin.

Suoritus:

Seos viedään mikroaaltouuniin.

Puhe:

"Sekoittamisen jälkeen kuumenna seosta mikroaaltouunissa".

Kesto: 5 s

Siirtymä

OSA 3. KUUMENTAMINEN

Kuvaaminen:

Kuvataan ainoastaan mikroaaltouunin ovea, jossa seos pyörii ja kuumenee.

Suoritus:

Seosta kuumennetaan mikroaaltouunissa. Seosta seurataan jatkuvasti.

Puhe:

"Kuumenna seosta mikroaaltouunissa niin kauan, että se kiehuu ja muuttuu läpinäkyväksi. Seuraa seosta jatkuvasti, sillä se kiehuu helposti yli."

Kesto: 10 s

Siirtymä

OSA 4. KIEHUVA SEOS

Kuvaaminen:

Kun seos kiehuu, ovi avataan ja seosta kuvataan. Kuvataan suoraan seoksen tasaantumista eli ei mikroaaltouunin oven läpi.

Suoritus:

Seos alkaa kiehumaan voimakkaasti. Pysäytetään mikroaaltouuni, avataan mikron ovi, annetaan seoksen tasaantua ja jatketaan kuumentamista.

Puhe:

” Jos seos kiehuu liikaa, pysäytä mikroaaltouuni ja anna seoksen tasaantua. Tämän jälkeen jatka kuumentamista.”

Kesto: 10 s

Siirtymä – kuvausympäristö vaihtuu

OSA 5. VALMIS SEOS

Kuvaaminen:

Kuvataan valmista seosta suoraan tasaista taustaa vasten siten, että liuoksen läpinäkyvyys tulee ilmi. Kuvataan patakintaat kädessä. Kuvaaminen tapahtuu suhteellisen läheltä käsiä ja liuosta siten, että ylimääräinen tausta jää mahdollisimman vähäiseksi.

Suoritus:

Valmista seosta sekoitetaan pyöritellen. Seosta käsitellään patakintaat kädessä.

Puhe:

“Kuumentamisen jälkeen sekoita seosta pyörittelemällä. Kun seos on täysin kirkas ja tasainen, jätä se jäähtymään. Käsittele seosta patakintaat kädessä palovammojen välttämiseksi.”

Kesto: 20 s

Siirtymä

OSA 6. LÄMMÖN TUNNUSTELU

Kuvaaminen:

Kuvataan suoraan edestä, kun tunnustellaan erlenmeyerin pohjaa. Kuva rajautuu hartioista alaspäin.

Suoritus:

Tunnustellaan erlenmeyerin pohjaa paljaalla kädellä.

Puhe:

"Liuoksen lämpötila on sopiva, kun pystyt tunnustelemaan erlenmeyerin pohjaa kädellä. Tällöin lämpötila on noin +55 astetta".

Kesto: 10 s

Siirtymä

OSA 7. DNA-VÄRI

Kuvaaminen:

Kuvataan suoraan edestä, kun pipetoidaan DNA-väri erlenmeyerisiin, että työvaiheet näkyvät selkeästi. Kuva rajautuu hartioista alaspäin.

Suoritus:

Pipetoidaan DNA-väri erlenmeyerisiin.

Puhe:

"Kun agarosigeeli on jäähtynyt n. 55 asteeseen, pipetoi liukseen DNA-väri."

Kesto: 15 s

Ei siirtymää, jatketaan suoraan sekoittamiseen.

OSA 8. DNA-VÄRIN SEKOITTAMINEN

Kuvaaminen:

Kuvataan erlenmeyerin sekoittamista suoraan edestä, samassa kuvakulmassa kuin osassa 7.

Suoritus:

Sekoitetaan erlenmeyeria ripeästi.

Puhe:

“Sekoita DNA-väri pyörittelemällä erlenmeyeria ripeästi. On tärkeää, että liuos ei ehdi jäähtymään liikaa, koska silloin se voi jähmettyä erlenmeyeriin.”

Kesto: 10 s

Siirtymä

OSA 9. GEELIN KAATAMINEN

Kuvaaminen:

Kuvataan edestä geelin kaatamista muottiin siten, että muotti, erlenmeyer ja työskentelijän kädet näkyvät. Geelimuottia kuvataan edestä, mutta työskentelijä kaataa erlenmeyeria sivusuunnasta.

Suoritus:

Geeli kaadetaan muottiin hallitusti. Pääpaino on siinä, että geeli kaadetaan rauhallisesti- Poistetaan mahdolliset ilmakuplat.

Puhe:

“Kaada jäähtynyt seos muottiin rauhallisesti. Poista mahdolliset ilmakuplat esimerkiksi pipetinkärjellä. Anna geelin jähmettyä muotissaan noin 30 minuuttia.”

Kesto: 15 s

Siirtymä

OSA 10. NÄYTEKAMPOJEN POISTAMINEN

Kuvaaminen:

Kuvataan suoraan edestä näytekampojen nostaminen geelistä. Kuvassa näkyvät työskentelijän kädet, geeli sekä näytekammat.

Suoritus:

Työskennellään ajoaltaan vieressä. (Poistetaan teipit muotista.) Nostetaan näytekammat pois geelistä.

Puhe:

“Kun geeli on jähmettynyt, nosta näytekammat pois geelistä varovasti. Varo erityisesti näytekuppien rikkoutumista.”

Kesto: 10 s

Siirtymä – poistetaan geeli muotista

OSA 11. GEELIMUOTIN ASETTAMINEN AJOALTAASEEN

11.1 Geelimuotin asettaminen

Kuvaaminen:

Kuvataan ajoallasta ja työskentelijän käsiä suoraan edestä samassa kuvakulmassa kuin 10. osassa.

Suoritus:

Asetetaan geeli altaaseen ja täytetään allas.

Puhe:

“Aseta geelimuotti ajoaltaaseen siten, että näytekaivot ovat negatiivisen elektrodin puolella. Näytteidien kulkusuunta on siis negatiivisesta positiiviseen. Täytä allas ajopuskurilla siten, että puskurin pinta on hieman geelin yläpuolella.”

Kesto: 10 s

Siirtymä

11.2 Ajopuskurin kaataminen

Kuvaaminen:

Kuvataan erittäin läheltä ajopuskurin nestepintaa sekä näytekaivoja.

Puhe:

“Varmista, että näytekaivot ovat täyttyneet ajopuskurilla, eikä kaivoissa ole ilmakuplia.”

Kesto: 10 s

Kohtaus 6: GEELILLE PIPETOINTI

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa teksti "Geelille pipetointi". Kuva näytetään muutama sekunti ns. otsikonäytteenä.

Kesto: 5 s

Siirtymä

Kuva:

Ruutupaperi, johon piirretty kaivot sekä merkitty mitä kussakin kaivossa on.

Puhe:

"Suunnittele kokostandardin ja näytteiden pipetointijärjestys. Voit kirjoittaa järjestyksen itsellesi ylös."

Kesto: 10 s

Siirtymä

VIDEO:

OSA 1.

1.1 Pipetin käytön havainnollistaminen

Kuvaaminen:

Kuvataan pipetin mäntää suoraan edestäpäin. Kuvassa ei näy muuta kuin pipetin mäntä.

Suoritus:

Painetaan pipetin mäntä ykköspysäkillä.

Puhe:

"Kun pipetoit geelille, älä paina pipetin mäntää loppuun saakka. Vapauta mäntä vasta geelin ja puskuriliuoksen yläpuolella."

Kesto: 15 s

1.2 Pipetointi

Kuvaaminen:

Kuvataan yläviistosta. Kuvassa näkyvät geeli ja työskentelevän kätet sekä pipetti kokonaisuudessaan.

Suoritus:

Kuvataan, kun näytteitä pipetoidaan kaivoihin. Ajoaltaan alla on tumma alusta.

Puhe:

“Pipetoi kukin näyte omaan kaivoonsa varovasti siten, ettei pipetistä pääse ilmakuplia näytekaivoon. Tumma alusta ajoaltaan alla helpottaa kaivojen näkemistä.”

Kesto: 15 s

Siirtymä

OSA 2.

Kuvaaminen:

Kuvataan erittäin läheltä siten, että kuvassa näkyvät näytekaivo sekä pipetin kärki.

Suoritus:

Kuvataan, kun näytettä pipetoidaan kaivoon.

Kesto: 10 s

Kohtaus 7: AGE - LAITE JA NÄYTTEIDEN AJO

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa teksti "AGE-laite ja näytteiden ajo". Kuva näytetään muutama sekunti ns. otsikkona.

Kesto: 5 s

VIDEO:

OSA 1.

Kuvaaminen:

Ajoallas sijoitetaan pöydälle. Kuvaaminen tapahtuu edestäpäin.

Suoritus:

Ajoaltaan kansi asetetaan paikalleen sekä kiinnitetään virtajohtimet.

Puhe:

"Aseta kansi ajoaltaan päälle. Varmista, että virtajohtimet tulevat siten, että DNA kulkeutuu positiivista elektrodiä kohti. Käynnistä laite ja valitse sopiva jännite. Ajon käynnistyttyä ajopuskurissa näkyvät pieniä kuplia."

Kesto: 20 s

OSA 2.

Kuvaaminen:

Kuvataan näytteiden ajoa ylhäältä videointitelinettä hyödyntäen.

Suoritus:

Näytteet liikkuvat geelillä. Kulkeutumista seurataan ja video lopetetaan, kun näytteet ovat kulkeutuneet tarpeeksi pitkälle geelissä.

Tehosteet:

Näytteiden kulkeutuminen geelillä nopeutetaan videonkäsittelyohjelmalla.

Puhe:

"Aja näytteitä, kunnes DNA-väri on liikkunut geelin alareunaan. Varo ajamasta näytteitä liian pitkälle. Lopeta ajo katkaisemalla virta."

Kesto: 15 s

Kohtaus 8: AGAROOSIGEELIN KUVANTAMINEN

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa teksti "Agarosoigeelin kuvantaminen". Kuva näytetään muutama sekunti ns. otsikkona.

Kesto: 5 s

VIDEO:

OSA 1.

Kuvaaminen:

Kuvataan suhteellisen läheltä kuvantamislaitteiston pöytää sekä työntekijän käsiä ja geeliä.

Suoritus:

Geeli siirretään kuvantamislaitteistoon.

Puhe:

"Työnnä geeli varovasti UV-valopöydälle kuvantamislaitteistoon. Varmista, että geelin alle ei jää ilmakuplia."

Kesto: 10 s

Siirtymä

OSA 2.

Kuvaaminen:

Kuvataan kameraa, jolla geelikuvaa tarkennetaan.

Suoritus:

Kytetään laitteiston virta päälle, säädetään kuvan tarkkuutta ja otetaan kuva.

Puhe:

"Kytke kuvantamislaitteisto päälle ja tarkastele ajamaasi geeliä. Säädä kuvan valotusta selkiseksi, että DNA-fragmentit erottuvat taustasta selkeästi. Tarkista, että kokostandardi on selkeä ja että näytteet ovat kulkeutuneet geelillä. Ota geelistä kuva."

Kesto: 20 s

Kohtaus 9: TULOSTEN TARKASTELU

Kuva:

Yksivärinen tausta, jossa teksti "Tulosten tarkastelu". Kuva näytetään muutama sekunti ns. otsikona.

Kesto: 5 s

Siirtymä geelikuvaan

Kuva:

Valmis geelikuva.

Puhe:

"Ensimmäisessä kaivossa nähdään kokostandardi. Toisessa kaivossa nähdään 5 900 emäsparin pituinen DNA-näyte. Kolmannessa kaivossa nähdään 750 emäsparin pituinen DNA-näyte. Koska tämä näyte on kooltaan pienempi kuin edellinen näyte, se on ajautunut pidemmälle. Neljänteen kaivoon pipetoitiin nollanäyte eli negatiivinen kontrolli, jonka ei kuulukaan näkyä geelillä."

Tehosteet:

Selostuksen edetessä kuvaan muokataan kyseistä bandia vastaava nuoli.

Kesto: 30 s