

Bioteknologian yliopistokoulutuksen ja
työelämän tarpeiden kohtaavuus
Tampereella – yhteistoimintamallin
kehittäminen

Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Lääketieteellisen teknologian instituutti
Toukokuu 2007
Antti Palomäki

Kiitokset

Kiitos työn ohjaajalle, lehtori Helena Torkkelille (Tampereen yliopisto, IMT) opetuksesta, ohjauksesta sekä neuvoista.

Haluan esittää kiitokseni myös yhteistyöverkoston kuuluneille Raine Hermansille ja Martti Kulvikille (Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA), Reijo Itkoselle (Finn-Medi Tutkimus Oy), Pekka Sillanaukeelle (Tutor Partners Oy) sekä Tero Välimaalalle (BioneXt Tampere) asiantuntevista neuvoista työn kuluessa.

Lisäksi haluan kiittää kyselyihin osallistuneita organisaatioita ja opiskelijoita vastauksista, joita ilman tutkielma ei olisi tämän näköinen.

Eriyiset kiitokset myös Eiralle, Nitrolle, Paulille ja Riikalle kaikesta vuosien varrella saamastani tuesta.

PRO GRADU -TUTKIELMA

Paikka: TAMPEREEN YLIOPISTO
Lääketieteellinen tiedekunta
Lääketieteellisen teknologian instituutti (IMT)
Tekijä: Palomäki, Antti Samuli
Otsikko: Bioteknologian yliopistokoulutuksen ja työelämän tarpeiden kohtaavuus
Tampereella – yhteistoimintamallin kehittäminen
Sivumäärä: 77 s. + liite 7 s.
Ohjaaja: Lehtori Helena Torkkeli, FT, MBA
Tarkastajat: Professori Markku Kulomaa, lehtori Helena Torkkeli, FT, MBA
Aika: Toukokuu 2007

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tausta ja tavoitteet: Bioteknologia on monien mahdollisuuksien ala. Bioteknologisia sovelluksia voidaan hyödyntää useilla eri teollisuudenaloilla. Suomi on pieni valtio, jonka tulisi pystyä käyttämään voimavaroja mahdollisimman tehokkaasti. Alan kehittymisen kannalta on tärkeää, että koulutus vastaa työelämän tarpeita. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmasta valmistuneiden opiskelijoiden ja elinkeinoelämän toimijoiden mielipiteitä koulutuksesta ja työelämän vaatimuksista. Lisäksi etsittiin muotoja yhteistoiminnalle koulutuksen ja työvoiman tarpeiden kohtaavuuden tehostamiseksi. Saatujen tietojen pohjalta tavoitteena oli kehittää yhteistoimintamalli koulutusohjelman ja elinkeinoelämän vuorovaikutuksen lisäämiseksi.

Menetelmät: Kirjallisuudesta tarkasteltiin bioteknologia-alan historiaa, sisältöä ja nykytilannetta sekä kartoitettiin erilaisia yhteistoimintamuotoja. Bioteknologian koulutusohjelmasta valmistuneiden opiskelijoiden mielipiteitä saamastaan koulutuksesta sekä työllistymismahdollisuuksistaan tiedusteltiin sähköpostikyselyn avulla. Bioalan toimijoille lähetetyllä kyselyllä selvitettiin organisaatioiden tulevaa työvoimantarvetta ja työssä vaadittavaa osaamista. Vastaajilta kysyttiin myös mielipiteitä bioteknologian koulutuksesta sekä yhteistoiminnasta.

Tutkimustulokset: Valmistuneet opiskelijat ovat tyytyväisiä saamaansa koulutukseen. Puolet vastaajista haluaisi työskennellä mieluummin yksityisellä kuin julkisella sektorilla. Työllistyminen nähdään kuitenkin vaikeana, ja opiskelijat toivovat, että yksityisellä sektorilla tarvittava osaaminen huomioitaisiin koulutuksessa entistä paremmin. Elinkeinoelämän toimijoiden mielestä alalla tarvitaan monipuolista osaamista. Laadunhallinta ja viranomaisasioiden tuntemus ovat tärkeitä työelämän osa-alueita. Erityisesti pienissä yrityksissä on tarvetta alaa tunteville kaupallisen toiminnan osaajille. Organisaatiot pitävät yhteistoimintaa koulutusohjelman kanssa mahdollisena.

Johtopäätökset: Bioteknologian koulutusta tulisi kehittää vastaamaan työelämän vaatimuksia vielä entistä laaja-alaisemmin. Koulutusta tulisi tehdä paremmin tunnetuksi alan organisaatioille, jotta vuorovaikutusta elinkeinoelämän kanssa voitaisiin lisätä. Koulutusohjelman yhteyteen kehitettävä, viranomaisvaatimukset täyttävä GLP-laboratorioyksikkö parantaisi yhteistoimintamahdollisuuksia. Opiskelijoiden laboratoriossa yrityksille projektitöinä tekemät tutkimukset lisäisivät kokemusta ja laatujärjestelmien tuntemusta. Tutkimus tukisi myös yritysten toimintaa ja lisäisi opiskelijoiden ja elinkeinoelämän yhteyksiä. GLP-laboratorioyksikköhankkeesta tulisi tehdä laajempia lisäselvityksiä.

MASTER'S THESIS

Place: UNIVERSITY OF TAMPERE
Faculty of Medicine
Insitute of Medical Technology (IMT)
Author: Palomäki, Antti Samuli
Title: The correspondence of University education of biotechnology and the needs of working life in Tampere – developing a model for collaboration
Pages: 77 p. + appendix 7 p.
Supervisor: Lecturer Helena Torkkeli, PhD, MBA
Reviewed by: Professor Markku Kulomaa, Lecturer Helena Torkkeli, PhD, MBA
Date: May 2007

ABSTRACT

Background and aims: The field of biotechnology is full of opportunities. Biotechnological applications can be used in many different industries. Finland is a small country which should be able to use its resources as efficiently as possible. The industry is able to develop when the education meets the needs of working life. Opinions about education and the needs of working life among graduated students and people working in the industry were studied. The aim was to find forms of collaboration that would enable the training and the needs of working life to meet more efficiently. The aim was to develop a model for collaboration to improve the interaction between the education program and the industry.

Methods: The history, content and present state of the biotechnology industry and patterns of collaboration were studied from literature. Graduated students' opinions about education and their opportunities to get employed were inquired by email questionnaire. Industry's future needs for employees and their skills were inquired from organisations. The opinions about both collaboration and the education of biotechnology were asked as well.

Results: Graduated students are satisfied with their education. Half of the answerers prefer working in the private sector. Students wish that the skills needed in the private sector would be taken into account even better than before. People in the industry think that various skills are needed in biotechnology. Quality management and authority issues are considered important parts of working life. People, who have knowledge of biotechnology and business skills, are needed especially in small companies. Collaboration with the education program of biotechnology is seen as a possibility amongst organisations.

Conclusions: The education of biotechnology should be developed to meet the needs of working life in even wider range than before. The organisations should be familiarized with the education program and the interaction between education and industry should be increased. Developing a GLP laboratory facility, that meets the requirements given by the authorities, would improve the opportunities for collaboration. Companies could order research work which would be carried out by the students in the laboratory. This would give the students experience and knowledge about the quality management. The research would also support the operations of the companies and enhance the connections between students and industry. The laboratory facility plan should be studied more thoroughly.

Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO..... | 7 |
| 2 KIRJALLISUUSKATSAUS..... | 8 |
| 2.1 Bioteknologia..... | 8 |
| 2.1.1 Määritelmä..... | 8 |
| 2.1.2 Historiaa..... | 8 |
| 2.1.3 Sovellusaloja..... | 13 |
| 2.1.4 Alan yritystoiminta maailmalla..... | 16 |
| 2.1.4.1 Yleistä..... | 16 |
| 2.1.4.2 Eurooppa ja Yhdysvallat..... | 17 |
| 2.1.5 Suomi ja bioteknologia..... | 21 |
| 2.1.5.1 Yleistä..... | 21 |
| 2.1.5.2 Tutkimustoiminta..... | 22 |
| 2.1.5.3 Yritystoiminta..... | 23 |
| 2.1.5.4 Bioteknologiakeskukset..... | 26 |
| 2.1.6 Bioteknologia Tampereen seudulla..... | 28 |
| 2.1.6.1 Yleistä..... | 28 |
| 2.1.6.2 Bioalan toimijoita..... | 29 |
| 2.1.6.3 Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelma..... | 31 |
| 2.2 Yhteistoiminta..... | 32 |
| 2.3 Osaamispääoma..... | 37 |
| 2.4 Bioteknologian tulevaisuus..... | 40 |
| 2.4.1 Mahdollisuuksia..... | 40 |
| 2.4.2 Rajoitteita ja uhkia..... | 44 |
| 3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET..... | 48 |
| 4 MATERIAALIT JA MENETELMÄT..... | 49 |
| 4.1 Kyselyiden kohderyhmät ja vastausten käsittely..... | 49 |
| 4.2 Lisäselvitys yhteistoimintamallista..... | 51 |
| 5 TULOKSET..... | 52 |
| 5.1 Kysely valmistuneille opiskelijoille..... | 52 |
| 5.1.1 Taustatietoa vastaajista..... | 52 |
| 5.1.2 Mielipiteitä työllistymisestä..... | 52 |
| 5.1.3 Mielipiteitä koulutuksesta..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 5.2 Kysely bioalan organisaatioille..... | 58 |
| 5.2.1 Taustatietoa vastaajista..... | 58 |
| 5.2.2 Mielenpitoita kehityksestä ja tulevaisuudesta..... | 58 |
| 5.2.3 Mielenpitoita osaamisesta ja koulutuksesta..... | 60 |
| 5.2.4 Mielenpitoita yhteistoiminnasta..... | 62 |
| 6 POHDINTA..... | 64 |
| 6.1 Bioteknologia-ala..... | 64 |
| 6.2 Kyselyaineisto..... | 65 |
| 6.3 Bioteknologian koulutus ja yhteistoiminta..... | 66 |
| 6.4 Yhteistoimintamalli: GLP-laboratorioyksikkö..... | 69 |
| 7 Johtopäätökset..... | 72 |
| LÄHDELUETTELO..... | 73 |
| LIITTEET | |

1 Johdanto

Useat asiantuntijat pitävät bioteknologiaa yhtenä tulevaisuuden merkittävimmistä aloista. Valtiot kaikkialla maailmassa ovat kiinnittäneet huomiota bioteknologian mahdollisuuksiin ja haluavat olla ensimmäisten joukossa kehittämässä uusia teknologioita. Bioteknologisia sovelluksia voidaan hyödyntää lukuisilla eri aloilla. Bioteknologian avulla voidaankin uudistaa ja tehostaa perinteisten teollisuudenalojen toimintoja.

Suomessa tehtävän tutkimuksen taso on korkea. Viime vuosina bioteknologia-alalle on perustettu uusia yrityksiä ja koulutusta on lisätty. Alan yritykset ovat Suomessa kuitenkin pieniä ja tutkimuksen kaupallistaminen on vaikeaa. Kehittyneetkään yritykset eivät usein kasva eivätkä pysty täysin hyödyntämään tuotteidensa markkinapotentiaalia. Erityisesti rahoituksen ja liiketoimintaosaamisen vähäisyys vaikuttavat tutkimuksen kaupallistamisen heikkouteen Suomessa.

Bioteknologia-alan koulutuksen ja elinkeinoelämän tarpeiden tulisi kohdata, jotta osaamispotentiaali voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti koko alaa edistävällä tavalla. Verkostotoimintaa laajentamalla ja vuorovaikutusta lisäämällä koulutusta voidaan kehittää vastaamaan paremmin alan todellisia tarpeita. Käytännön yhteistoiminta on tehokas keino lisätä toimijoiden välistä vuorovaikutusta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmasta valmistuneiden opiskelijoiden mielipiteitä saamastaan koulutuksesta sekä työllistymismahdollisuuksistaan. Lisäksi selvitettiin elinkeinoelämän näkemyksiä työntekijätarpeistaan ja työssä vaadittavasta osaamisesta sekä mielipiteitä yhteistoiminnasta. Näiden tietojen pohjalta tavoitteena oli kehittää bioteknologian koulutusohjelman ja elinkeinoelämän yhteistoimintaa.

Tutkielmassa on tarkoitus antaa kuva bioteknologia-alasta kansantajuisessa muodossa. Koska koulutusohjelmalla on jo vahvat yhteydet julkisen sektorin tutkimusryhmiin, on tutkimuksessa painotettu yritystoimintaa. Osaamispääoman perusteella voidaan arvioida yritysten tulevaisuuden kaupallisia mahdollisuuksia. Se korostaa myös suhdetoiminnan kehittämisen tärkeyttä.

2 Kirjallisuuskatsaus

2.1 Bioteknologia

2.1.1 Määritelmä

Termille bioteknologia on olemassa kymmeniä hieman toisistaan poikkeavia määritelmiä. Bioteknologia ei ole yksiselitteinen käsite vaan voidaan ymmärtää hyvin laaja-alaisesti. Yhden käytetyimmistä määritelmistä on laatinut OECD, jonka mukaan ”*bioteknologia on tieteen ja teknologian soveltamista eläviin eliöihin sekä niiden osiin, tuotteisiin ja malleihin tarkoituksena muuttaa eläviä tai elottomia aineksia tiedon, tavaroiden ja palvelujen tuottamista varten.*” [“The application of science and technology to living organisms, as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services.”] [http://www.oecd.org/document/42/0,2340,en_2649_37437_1933994_1_1_1_37437,0.html]; 21.3.2007.]

EFB:n (European Federation of Biotechnology) mukaan bioteknologia on yhdistelmä biotieteitä ja insinööritieteitä [<http://www.bioportfolio.com/efb4.htm#scope>; 3.5.2007]. Suomen Bioteollisuuden biotekniikan sanaston mukaan ”*bioteknologia on eliöiden, solujen, solujen osien tai solussa esiintyvien molekyylien toimintojen hyödyntämiseen perustuva teknologia*” [<http://www.finbio.net/sanasto/>; 4.4.2007].

Tarkan tulkinnan mukaan biotekniikan määritelmä poikkeaa hieman bioteknologiasta. Koska erot ovat pieniä, tähän työhön käytetyistä lähteistä saadut tiedot näiden termien alla tulkitaan kuuluviksi samaan alaan. Myös tässä tekstissä bioteknologia ja biotekniikka merkitsevät samaa.

2.1.2 Historiaa

Bioteknologia ei ole uusi asia. Ihminen on käyttänyt ja muokannut elävää materiaalia ratkaistakseen ongelmiaan ja parantaakseen elämänlaatuaan jo tuhansia vuosia. Kaikkea tehtyä ei helposti tunnisteta bioteknologiaksi. Alan kehitys on aluksi tapahtunut pitkälti

sattumanvaraisten löytöjen ansiosta. Valinnat tehtiin vain yleisten havaintojen pohjalta, eikä päätöksille ollut aina tieteellisiä perusteita.

Bioteknologia alkoi ruoan tuottamisesta. Kasveja ja eläimiä jalostettiin valikoidusti haluttujen ominaisuuksien parantamiseksi ja sitä kautta ihmisten hyödyksi. Tänäkin päivänä tavoitteet ovat pysyneet samoina mutta keinot ovat muuttuneet. Maataloudesta on siirrytty enemmän lääketieteelliseen painotukseen elämänlaadun parantamiseksi. Nykyään tehdään järjestelmällistä tutkimusta pohjatiedon keräämiseksi varsinaisia toimia varten. Kehittyneempien tekniikoiden myötä on saatavilla enemmän tietoa kuin ennen, ja mahdollisuudet niiden hyödyntämiseksi ovat valtaiset.

Tämän työn tarkoitus ei ole perehtyä bioteknologian historiaan, mutta mukaan on otettu joitain mielenkiintoisia esimerkkejä. Vuosien varrella on tehty enemmän tai vähemmän järjestelmällistä tutkimusta ja vedetty enemmän tai vähemmän perusteltuja johtopäätöksiä. Kaikkia havaintoja ei ole aikanaan heti hyväksytty ja niiden todistamiseen on historian saatossa voinut mennä useita vuosikymmeniäkin.

Noin 8000 vuotta ennen ajanlaskun alkua ihminen alkoi kesyttää kotieläimiä ja viljellä kasveja. Bioteknologian hyödyntämisen voidaan katsoa alkaneeksi pari tuhatta vuotta myöhemmin, jo noin 6000 eKr., kun hiivaa käytettiin oluen valmistuksessa. Siitä noin kaksi tuhatta vuotta eteenpäin bioteknologian avulla osattiin tehdä muun muassa juustoa, jogurttia ja viiniä. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/6000BC-1700AD.html>]; 13.2.2007.] [http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/]; 12.2.2007.]

Jo lähes 2500 vuotta sitten kreikkalaiset filosofit pohtivat vanhempien ominaisuuksien periytymistä lapsille. Sokrates mietti, miksi lapset eivät aina muistuta vanhempiaan. Hippokrates päätteli miehen osuuden perimästä kulkeutuvan siemennesteessä ja arveli naisessa olevan vastaanlaista nestettä, koska lapset saavat ominaisuuksia melko tasapuolisesti molemmilta vanhemmilta. Aristoteles puolestaan opetti, että kaikki perimä on isältä ja äiti tarjoaa materiaalin, josta lapsi tehdään. Hän esitti, että tyttövauvojen sukupuoli johtuu äidin veren vaikutuksesta. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/6000BC-1700AD.html>]; 13.2.2007.]

Noin vuonna 500 eKr. Kiinassa käytettiin homeista soijamaitoa ensimmäisenä antibioottina paiseiden hoitoon. Muutamia satoja vuosia myöhemmin Kiinassa valmistettiin jauhetusta krysanteemista ensimmäinen hyönteismyrkky. [http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/]; 12.2.2007.] Pari sataa vuotta tämän jälkeen hindut pohtivat ensimmäistä kertaa lisääntymisen ja perimän luonnetta. Noin vuonna 1000 jKr. hindut havaitsivat tiettyjen tautien kulkevan suvuissa. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/6000BC-1700AD.html>]; 13.2.2007.]

Merkittävä virstanpylväs bioteknologian historiassa oli mikroskooppi, jonka tiettävästi kehitti Zacharias Jansen 1500-luvun lopulla ja joka loi pohjan uusien, ennen näkymättömien maailmojen tutkimiselle. Tekniikka oli aluksi kuitenkin vielä hyvin alkeellista ja Robert Hooke havaitsi mikroskoopilla ensimmäiset solut korkissa vasta vuonna 1665. [http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/]; 12.2.2007.] Kymmenisen vuotta myöhemmin (1673) Antony van Leeuwenhoek kehitti mikroskooppia edelleen ja havaitsi muun muassa bakteerin, mikä oli tärkeä alkusysäys mikrobiologialle. [<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/1600-luku/2/>]; 12.4.2007.]

Edward Jenner julkaisi isorokkorokotteella tekemästään tutkimuksesta kirjan vuonna 1798. Hän havaitsi, että melko harmittoman lehmänrokon sairastaminen estää vaarallisen isorokkotartunnan. [http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/jenner_edward.shtml]; 3.5.2007.] Proteiinit sekä ensimmäiset entsyymit löydettiin 1830-luvulla. Samoihin aikoihin esitettiin, että kaikki organismit koostuvat soluista. 1800-luvun puolen välin jälkeen Louis Pasteur todisti mikrobien aiheuttavan käymisreaktion sekä kehitti keinon hävittää mikrobeja kuumentamalla eli pastöroimalla. Hän loi myös pohjaa immunologialle kehittämällä rokotteen, jossa käytetään heikennettyä taudinaiheuttajaa. [http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/]; 12.2.2007.]

Eräs tunnetuimmista tutkijoista oli Charles Darwin. Vuonna 1859 hän julkisti evoluutioteoriaansa kirjassa Lajien synty. Hän kehitti termin luonnon valinta. Sen mukaan eläimet mukautuvat ajan mittaan muotoon, joka parhaiten hyödyntää ympäristöä – vain parhaiten ympäristöön soveltuvat eliöt säilyvät ja lisääntyvät. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/1750-1900.html>], 13.2.2007.] Vuonna 1865 toinen merkittävä tutkija Gregor Mendel loi perustan perinnällisyystieteelle

esittämällä periytyminen lait herneillä tekemiensä tutkimusten pohjalta [http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/Gregor_Mendel.html], 13.2.2007].

Vuonna 1882 Walther Flemming kertoi löytäneensä kromosomeja sekä esitti teorian solunjakautumisesta eli mitosista. Christian Gram kuvaili vuonna 1884 bakteerien värjäysmenetelmän eli Gram-värjäyksen. Vuonna 1887 R. J. Petri kehitti vieläkin suurella käytössä olevan, ravinteita sisältävän maljan mikrobien kasvatukseen. 1892 Ivanovsky epäili, että jokin bakteeria pienempi mikrobi, jota myöhemmin alettiin kutsua virukseksi, aiheuttaa tupakan mosaiikkitaudin. Eduard Buchner loi pohjan biokemialle ja entsymologialle 1800-luvun lopulla todistamalla, että käymisreaktio voi tapahtua ilman kokonaisia hiivasoluja – pelkällä hiivauutteella [http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/]; 12.2.2007]. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/1750-1900.html>]; 13.2.2007.]

Vuonna 1909 Wilhelm Johannsen määritteli nykyään usein bioteknologiassa käytettävät sanat geenit, genotyyppi sekä fenotyyppi. Vuotta myöhemmin Thomas Hunt Morgan loi pohjan modernille perinnöllisyystieteelle todistamalla banaanikärpäksillä tekemiensä tutkimusten avulla, että geenit sijaitsevat kromosomeissa. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/1900-1953.html>]; 13.2.2007.]

Insinööri Karl Ereky käytti termiä bioteknologia ensimmäistä kertaa vuonna 1919. Tuolloin termillä tarkoitettiin kaikenlaista työtä, jolla tehtiin tuotteita raaka-aineista elävien organismien avulla. [http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/Overview_and_Brief_History.html]; 13.2.2007.] Vuonna 1928 Alexander Fleming havaitsi bakteerien kuolleen homeen ympäriltä kasvatusmaljalla ja keksi penisilliinin. Vasta runsas kymmenen vuotta myöhemmin aloitettiin penisilliinin laajamittainen tuotanto. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/1900-1953.html>]; 13.2.2007.] Vuonna 1938 Warren Weaver otti käyttöön sanan molekyylibiologia [http://www.solunetti.fi/solubiologia/molekyylibiologian_kehitys/2/]; 12.4.2007].

Yksi modernin bioteknologian merkittävimmistä tuloksista julkaistiin vuonna 1953 Nature-lehdessä. James Watson ja Francis Crick ratkaisivat DNA:n rakenteen. Heidän tutkimustensa mukaan DNA:lla on helikaalinen rakenne, joka muodostuu kahdesta vastakkaiseen suuntaan kulkevasta komplementaarista nauhasta.

[<<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/1900-1953.html>>; 13.2.2007.] Watson, Crick ja Wilkinson saivat tästä selvityksestä Nobelin palkinnon 1962. [<http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/>; 12.2.2007.]

Tutkimus erityisesti molekyylibiologian ja genetiikan aloilla lisääntyi huomattavasti DNA:n rakenteen selvittämisen seurauksena. Vuonna 1972 Paul Berg eristi restriktioentsyymien, jolla hän katkaisi DNA-molekyylin. Sitten hän liitti palat takaisin yhteen ligaasi-entsyymillä muodostaen rengasmaisen molekyylin. Näin valmistettiin ensimmäinen yhdistelmä-DNA. [<<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/1953-1976.html>>; 13.2.2007.]

Vuonna 1980 Kary Mullis kumppaneineen kehitti tekniikan DNA:n monistamiseksi koeputkessa. Tämä polymeerasiketjureaktio eli PCR mahdollistaa hyvin pienien DNA-määrien tutkimisen monistamalla näytettä niin paljon, että analyysistä voidaan tehdä. [<http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/Kary_B_Mullis.html>; 13.2.2007.] Polymeerasiketjureaktio on yksi merkittävimmistä keksinnöistä molekyylibiologiassa.

1980-luvun alkupuolella valmistettiin ensimmäinen rokote yhdistelmä-DNA-tekniikalla. Ihmisen insuliini oli ensimmäinen bioteknisesti valmistettu lääke ja petunia oli ensimmäinen täysin bioteknisesti tuotettu kasvi. Interferoni oli puolestaan ensimmäinen bioteknologisesti valmistettu syöpälääke. [<http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/aikajana_1/>; 12.2.2007.]

Suomalaisilla on ollut oma roolinsa bioteknologian historiassa. Maailman ensimmäinen bioteknologian patentti oli H. J. Falkmanin kehittämä menetelmä hiivan säilyvyyden parantamiseksi vuodelta 1843. Vuonna 1945 Artturi Ilmari Virtanen sai Nobelpalkinnon 12 vuotta aikaisemmin kehittämästään AIV-rehun säilytysmenetelmästä. Kari Cantell kehitti vuonna 1972 menetelmän interferonien puhdistamiseksi, mikä mahdollisti myöhemmin niiden käytön lääkkeinä syöpä- ja virustautien hoidossa. Muita merkittäviä suomalaiskeksintöjä ovat esimerkiksi laktoosittomat maitotuotteet (Valio), biohajoavat implantit (Törmälä ym.) sekä kolesterolitasoa alentava margariini (Raisio). [<http://www.bioteknologia.info/etusivu/esittely/fi_FI/suomalainen_aikajana/>; 12.2.2007.]

Näiden historian tapausten jälkeen kehitystä on tapahtunut ja tapahtuu lisää huimaa tahtia, eikä mihinkään yksittäiseen keksintöön ole tarkoitus puuttua sen tarkemmin tämän työn puitteissa. Nykyinen tutkimus liittyy paremminkin tulevaisuuteen eikä historiaan ja sitä käsitellään hieman kehitysnäkymien yhteydessä. Nämä tapaukset ovat vain esimerkkejä, joiden avulla 1990- ja 2000-luvuilla on saatu aikaan suuria saavutuksia. Aika jalostaa tekniikoita ja tuo lisää tietoa niiden soveltamiseksi.

2.1.3 Sovellusaloja

Bioteknologia mielletään hyvin monitieteelliseksi alaksi, ja se pitää sisällään monenlaisia tekniikoita. Bioteknologian parissa työskentelevältä tutkijalta vaaditaan vahvaa perusosaamista biologian, kemian, matematiikan sekä fysiikan aloilta. Näiden tietojen ja taitojen lisäksi asiantuntijan on perehdyttävä syvemmin johonkin ydinosuusalueeseen. Bioteknologiaan liittyykin useita tieteenhaaroja kuten biokemiaa, molekyylibiologiaa, solubiologiaa, mikrobiologiaa, farmakologiaa, biofysiikkaa sekä bioinformaatioteknologiaa.

Geeniteknologiset menetelmät ovat nousseet modernin bioteknologian keskeisimmiksi tekniikoiksi. Ihmisen genomien kartoituksen valmistumisella oli erityisen suuri vaikutus nykytutkimukseen. Valtavan geneettisen tiedon käsittelemiseksi käytetään bioinformatiikkaa. Genomin selvittämisen jälkeen tarkoituksena on ymmärtää myös geenien tuotteita kuten proteiineja, joiden tutkimukseen käytetään proteomiikkaa. Muita bioteknologian alueita ovat esimerkiksi solu- ja kudosisviljelytekniikat, kantasolu- ja siirtogeenitekniikat sekä bioprosessitekniikat. Myös nanobioteknologian ja geeniterapian uskotaan olevan merkittäviä aloja tulevaisuudessa.

Laajan monitieteellisyden ansiosta bioteknologiaa voidaan soveltaa useilla eri aloilla. Bioteknologian yleisluonteen takia termejä voidaan käyttää eri tilanteissa tarkoittamaan hieman eri asioita. Samaa teknologiaa voidaan myös käyttää useilla eri aloilla. Näistä seikoista johtuen tarkkoja määritelmiä on mahdoton tehdä ja usein päästäänkin vain hyvin laajoihin kokonaisuuksiin.

Bioteknologia käsittää mittavan valikoiman biologiaan pohjautuvia menetelmiä, joita voidaan soveltaa useilla teollisuuden aloilla [Ernst & Young, 2005e]. Useimmat bioteknologian sovellukset liittyvät terveydenhuoltosektoriin joko suoraan (esim. diagnostiikka ja lääkekehitys) tai epäsuorasti (esim. elintarvikkeet) [Hermans & Kulvik, 2004a]. Aiemmin bioteknologiaa hyödynnettiin enimmäkseen maanviljelyn yhteydessä karjan ja viljan laadun parantamiseksi. Tavoitteena oli toki silloinkin terveyden edistäminen mutta keinot olivat toisenlaisia.

Bioteknologia uudistaa perinteistä teknologiaa. Uusien menetelmien avulla prosesseista saadaan entistä tehokkaampia. Menoja voidaan vähentää pienentämällä energian kulutusta tai tarvittavien raaka-aineiden määrää. Prosesseja voidaan nopeuttaa tarkemmilla ja tehokkaammilla menetelmillä. Tuotteista voidaan tehdä parempia ja puhtaampia. Bioteknologioilla on erityisen suuri merkitys ympäristön kestävän kehityksen mahdollistajana. [Tekes, 2006.] Ympäristöystävällisempiä menetelmiä voidaan ja tuleekin hyödyntää kaikilla mahdollisilla sovellusalueilla.

Uudelle alalle tyypillistä on osittain kehittymätön sanasto [Hermans ym., 2005]. Bioteknologian sovellusalat voidaan jakaa värien mukaisiin ryhmiin. Termit voivat viitata soveltamisalueeseen tai hyödynnettäviin tekniikoihin. Kukin termi pitää sisällään monia teknologioita, joita voidaan hyödyntää monilla eri sovellusalueilla. Määritelmät eivät ole erityisen tarkkoja, mutta antavat helposti muistettavan tavan bioteknologian yleiseksi jaottelemiseksi. Esimerkiksi siniseen bioteknologiaan liittyy vesiympäristön sovelluksia ja mustaan bioterrorismin keinoja [DaSilva, 2004]. Alla bioteknologia on jaoteltu punaiseen, vihreään ja valkoiseen bioteknologiaan tämän hetken suurimpien sovellusalojen mukaan.

Punainen bioteknologia

Punaisella bioteknologialla tarkoitetaan terveydenhuoltoon liittyviä sovelluksia. Erityisesti rooli lääkekehityksessä on kasvanut. Punaiselta bioteknologialta toivotaan uusia tapoja estää, hoitaa, parantaa sekä diagnosoida sairauksia. 20 % markkinoilla olevista ja 50 % kliinisissä testeissä olevista lääkkeistä on bioteknisin menetelmin valmistettuja, kuten proteiinit tai vasta-aineet. Uskotaan, että bioteknologian avulla niiden sairauksien määrä, joihin lääkehoito voidaan kohdistaa, kasvaa tulevaisuudessa 10–20-kertaiseksi nykyisestä noin 500 taudista. Geeniterapia, geenitestaus,

diagnostiikka, kantasolut ja biomateriaalit ovat esimerkkejä aloista ja tekniikoista, jotka kuuluvat punaiseen eli terveydenhuoltoon liittyvään bioteknologiaan. [<http://www.europabio.org/healthcare.htm>; 29.1.2007.]

Vihreä bioteknologia

Vihreä (kasvi-) bioteknologia pitää sisällään maa- ja metsätalouden sovellukset sekä ruuantuotannon. Tavoitteisiin, kuten sadon parantaminen ja uusien tuotteiden tuottaminen kasveissa, pyritään erityisesti käyttämällä uusia DNA-tekniikoita [http://www.europabio.org/green_biotech.htm; 29.1.2007]. Geneettisesti muunneltujen organismien (GMO) kehittäminen on yksi monista keinoista hyödyntää teknologiaa, mutta se on kenties näkyvimmän keskustelun kohteena eettisten kysymysten johdosta [Hermans ym., 2005].

Tämän hetken suurimpia vihreän bioteknologian alueita ovat kasvukudosviljely (plant tissue culture), kasvien geneettinen muokkaus (plant genetic engineering) sekä ”molekyyli-markkerien” avustama kasvien kasvattaminen (plant molecular marker assisted breeding). Puhdasta kasvimateriaalia voidaan tuottaa nopeasti laboratoriossa pienistäkin määristä kasvia, kuten lehdistä, siemenistä tai yksittäisistä soluista. Hyödyllisten geenien siirrolla eliöstä toiseen voidaan parantaa kasvien haluttuja ominaisuuksia, kuten ravitsemuksellista arvoa. Halutun ominaisuuden valinnassa ja seurannassa voidaan käyttää lyhyttä DNA-kappaletta, ”molekyyli-markkeria”, joka on yhteydessä kyseiseen ominaisuuteen, jolloin markkerin havaitseminen vastaa ominaisuuden havaitsemista. [http://www.europabio.org/green_biotech.htm; 29.1.2007.] Esimerkiksi parantamalla kasvien kestävyyttä kuivuutta ja torjunta-aineita vastaan viljelyalaa voitaisiin kasvattaa.

Valkoinen bioteknologia

Teollisuudessa hyödynnettävistä bioteknologioista käytetään nimitystä valkoinen bioteknologia. Soluja ja entsyymejä voidaan käyttää hyödykkeiden ja palvelujen tuottamiseen. Käyttäessään entsyymejä kemikaalien sijaan teollisuus voi tehdä kustannussäästöjä alentamalla tarvittavia lämpötiloja sekä vähentämällä energian tarvetta. Biologinen vaihtoehto on yleensä puhtaampi ja rasittaa vähemmän ympäristöä kuin perinteiset kovia kemikaaleja käyttävät menetelmät. [http://www.europabio.org/white_biotech.htm; 29.1.2007.]

Yksi valkoisen bioteknologian mielenkiintoisimmista ”välineistä” on biomassa. Uusiutuvia materiaaleja, kuten tärkkelys, selluloosa tai jopa maanviljelyn jäte, voidaan käyttää esimerkiksi kemikaalien tai biopolttoaineiden tuottamiseen. Etanolia voidaan valmistaa biomassasta. Etanolin lisääminen polttoaineeseen vähentää ilmastoon kohdistuvia haittoja. Luonto rasittuisi sitäkin vähemmän, jos etanoli valmistettaisiin jättemateriaalista – biomassasta. Ilmastonmuutosta voidaan hillitä korvaamalla fossiiliset polttoaineet biopolttoaineilla. [http://www.europabio.org/white_biotech.htm]; 29.1.2007.]

2.1.4 Alan yritystoiminta maailmalla

2.1.4.1 Yleistä

Täysin yhtenäisen ja vakiintuneen bioteknologian määritelmän puuttumisesta johtuen bioteknologiayhtiöiksi katsotaan kuuluvaksi hieman erilainen joukko yrityksiä. Tämän takia eri lähteistä saatavia tilastoja on vaikea vertailla. Osa tutkimuksista on keskittynyt puolestaan vain pieniin ja keskisuuriin yrityksiin. Saatavat tiedot ovat kuitenkin suuntaa-antavia. Tämän katsauksen tarkoituksena ei ole vertailla eri lähteiden antamia tietoja vaan antaa kuva bioteknologia-alasta ja siihen liittyvästä toiminnasta.

Bioteknologia ei varsinaisesti ole teollisuuden ala vaan apuväline, jolla ”oikeat” teollisuudet voivat tehdä toimistaan tehokkaampia. Suomen Bioteollisuuden biotekniikan sanaston mukaan ”*bioteollisuus on bioteknisiä tuotteita valmistava tai tuotannossa, tuotekehityksessä ja tutkimuksessa biotekniikkaa hyödyntävä teollisuus*” [<http://www.finbio.net/sanasto/>]; 4.4.2007]. Tässä työssä puhutaan selvyuden vuoksi bioteknologia- sekä bioteollisuudesta. Bioteknologiayhtiöiksi mielletään sellaiset yritykset, jotka käyttävät bioteknologiaa arvonluontiprosesseissaan [Hernesniemi & Kulvik, 2006].

Bioteknologisteollisuuden voidaan katsoa alkaneen Yhdysvalloissa Genentechin perustamisesta vuonna 1976. Sen jälkeen ala on kasvanut yksittäisistä yrityksistä maailmanlaajuisiksi kymmenien miljardien eurojen sektoriksi. [Ernst & Young, 2005a.] 1990-luvun alun vaikeudet johtivat siihen, että toinen yritys osti Genentechin. Tapaus kuvastaa hyvin epävarmuutta, jonka aiheuttavat suurta rahamäärää tarvitsevien

kehitysprosessien sisältämät riskit. Nuorehkosta iästään huolimatta bioteknologia-teollisuudella on jo merkittävä rooli maailmantaloudessa. Ala on hiljalleen saavuttamassa asetettuja odotuksia, ja siitä on lähitulevaisuudessa tulossa entistä vahvempi toimija muiden teollisuussektorien rinnalle. [Critical I, 2006.] Yhdysvallat, Kanada ja Eurooppa ovat tällä hetkellä suurimmat bioteknologian hyödyntäjät, mutta ala on kasvussa myös muualla maailmassa [Ernst & Young, 2005b].

Tutkimustulosten soveltaminen ja tuotosten kaupallistaminen voivat kestää hyvinkin erimittaisia aikoja alasta riippuen. Lääkkeen kehittäminen on yksi pisimmistä bioteknologia-alaan liittyvistä tuotantoprosesseista. Lääkekehityksessä tehdään monia testejä tuotteen turvallisuuden ja tehon varmentamiseksi. Nämä testit vievät paljon aikaa ja rahaa. Otollisen lääkeainekandidaatin kehitys valmiiksi tuotteeksi on monien tarkastusvaiheiden takia ennalta arvaamatonta. Lääkkeen kehittäminen maksaa yritykselle satoja miljoonia euroja. Potilas voi saada lääkkeen käyttöönsä vasta, kun kehitysprosessin aloittamisesta on kulunut yli kymmenen vuotta. Keskeytys ja kandidaatin hylkääminen tulevat yritykselle kalliiksi, jos tuotetta ei saada markkinoille asti. Jos tuote saadaan markkinoille, ovat tuotto-odotuksetkin korkeat. [Luukkonen, 2004b.]

Bioteknologia-alan palveluyrityksellä, joka tarjoaa esimerkiksi konsultointi- tai tutkimuspalveluja, riskit ovat pienemmät ja myynti voi alkaa huomattavasti lääkeyhtiöitä aikaisemmin. Tosin pieniin riskeihin sisältyy myös yleensä pienemmät tuotto-odotukset. Diagnostiikkayrityksen kehitysajat ja -menot sijoittuvat palvelu- ja lääkeyritysten välimaastoon. [Luukkonen, 2004b.]

2.1.4.2 Eurooppa ja Yhdysvallat

Nykyaikainen bioteknologian yritystoiminta lähti liikkeelle Yhdysvalloista noin 30 vuotta sitten. Alan käynnistäminen vei Euroopassa hieman pidempään. Yhdysvallat on säilyttänyt alussa saamansa etumatkan ja jatkaa suurimpana bioteknologia-teollisuusvaltiona. [Ernst & Young, 2005d.] Eurooppa pääsee joissakin tilastoissa lähelle, mutta kokonaisuudessaan ala on suurempi ja kypsemällä pohjalla Yhdysvalloissa [Critical I, 2006]. Euroopan unionin strategisena päämääränä onkin tulla maailman kilpailukykyisimmäksi ja dynaamisimmaksi tietopohjaiseksi taloudeksi.

Biotieteitä ja biotekniikkaa pidetään tärkeinä asetettujen tavoitteiden kannalta. [Euroopan yhteisöjen komissio, 2001.]

Alan kypsyminen on tapahtunut asteittain. Kehitys kiihtyi sijoittajien keskittyessä tuotteisiin. Rahoittajat panostavat mieluummin sellaisia yrityksiä, jotka voivat antaa sijoituksille vastinetta, ja parasta vastinetta on tuoda myyviä tuotteita markkinoille. Tätä kautta tutkimusintensiivinen bioteknologia-ala on herännyt tilanteeseen, jossa yritysten on ajateltava entistä enemmän innovaatioidensa kaupallistamista. Yritysten on keskityttävä myös liiketoimintaosaamiseen tutkimuksen ohella ollakseen kiinnostavia rahoittajien näkökulmasta ja tarjottava tuottoa kohtuullisella aikavälillä. [Ernst & Young, 2005a.]

Vuosituhanen vaihteessa pörssissä tapahtunut bioteknologiabuumi osoitti alan kehittymättömyyden. Tiedot ihmisen genomin sekvensoimisesta sekä median optimistiset näkemykset herättivät sijoittajissa suurta kiinnostusta alaa kohtaan – kenties jopa liiankin suurta. 25 suurimman yrityksen yhteisarvo kohosi 117 miljardista dollarista 245 miljardiin eli hieman yli kaksinkertaiseksi alle kolmessa kuukaudessa. Arvon nousulle ei ollut juurikaan perusteita, sillä noiden 25 yrityksen joukosta vain kolme toimi genomiikkasektorilla. Joitain kuukausia myöhemmin sijoittajat tajusivat, etteivät saisi rahoilleen vastinetta lähitulevaisuudessa, ja vetäytyivät pois sektorilta, mikä johti bioteknologiayritysten osakkeiden arvon romahtamiseen. Tämä merkitsi vaikeita aikoja aloitteleville yrityksille. Toiminta on kuitenkin elpymässä, kun sijoittajat ymmärtävät bioteknologiayhtiöiden luonteen ja yhtiöt keskittyvät myös nopeampaan kaupallistamiseen. [Ernst & Young, 2005a.]

Critical I:n Euroopan bioteollisuusjärjestö EuropaBiolle tekemässä tutkimuksessa otettiin huomioon yritykset, joiden pääasiallinen kaupallinen toiminta perustui biologisten organismien, systeemien, prosessien tai niitä tukevien palvelujen käyttöön. Mukana ei ollut yrityksiä, joiden liiketoimissa bioteknologialla on vain vähäinen osuus, kuten isot lääkeyhtiöt. [Critical I, 2006.] Tulokset antavat hyvän kuvan bioteknologia-alan tilanteesta Yhdysvalloissa ja Euroopassa vuonna 2004.

Euroopassa ja Yhdysvalloissa oli kummassakin noin 2000 bioteknologiayritystä. Ala työllisti Euroopassa noin 96 500 ja Yhdysvalloissa noin 190 500 henkilöä.

Eurooppalaiset yritykset käyttivät noin 7,6 miljardia euroa tutkimukseen ja kehitykseen, Yhdysvalloissa luku oli 21 miljardia. Yritysten tulot Euroopassa olivat yli 21,5 miljardia euroa, Yhdysvalloissa noin 20 miljardia suuremmat. Yhdysvalloissa bioteknologia-ala on siis selvästi suurempi verrattuna Eurooppaan. Yhdysvalloissa sektori työllistää kaksinkertaisen määrän ihmisiä, käyttää kolminkertaisen määrän rahaa tutkimukseen ja kehitykseen sekä ansaitsee kaksinkertaisen määrän tuloja. Myös rahoituksen määrässä Euroopalla on selvästi matkaa Yhdysvaltojen lukuihin. Euroopassa perustettiin kuitenkin 119 uutta yritystä, mikä on noin 50 % enemmän kuin Yhdysvalloissa, missä perustettiin 78 yritystä. [Critical I, 2006.]

Bioteknologia-ala Euroopassa ei ole tarpeeksi kehittynyt houkutellakseen yhtä paljon rahoitusta kuin ala Yhdysvalloissa. Eurooppa on Yhdysvaltoja suurempi vain uusien ja kaikkien yritysten määrissä mitattuna. [Critical I, 2006.] Euroopassa on Yhdysvaltoja vähemmän suuria bioteknologiayrityksiä, jotka saisivat enemmän rahoitusta voidakseen tehdä enemmän tutkimus- ja kehitystyötä ja työllistää enemmän ihmisiä ja sitä kautta myös saada enemmän tuloja.

Taulukko 1. Yritysten jako iän ja työntekijämäärien mukaan. (Taulukko on muokattu lähteestä Critical I, 2006.)

| Eurooppa Työntekijämäärä | Yrityksen perustamisvuosi | | |
|---|----------------------------------|-------------|-------------|
| | 2002-2004 | 1999-2001 | 1994-1998 |
| 0-20 | 93 % | 68 % | 49 % |
| 21-50 | 6 % | 27 % | 33 % |
| yli 50 | 1 % | 5 % | 17 % |

| Yhdysvallat Työntekijämäärä | Yrityksen perustamisvuosi | | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------|
| | 2002-2004 | 1999-2001 | 1994-1998 |
| 0-20 | 77 % | 28 % | 30 % |
| 21-50 | 22 % | 60 % | 26 % |
| yli 50 | 1 % | 12 % | 44 % |

Taulukosta 1 voidaan huomata, että eurooppalaiset yritykset pysyvät vanhetessaan pieninä. Niistä suurin osa kaikissa ikäryhmissä on pieniä, enintään 20 henkeä työllistäviä. Yhdysvalloissa kasvu on ilmeinen. Osuudet ovat jo nuorimpien yritysten osalta erilaiset, mutta selkein muutos tapahtuu vanhempien yritysten kohdalla. Vuosina 1999–2001 perustetuista yrityksistä 60 % työllistää Yhdysvalloissa 21–50 henkilöä, kun taas samanikäisistä eurooppalaisyrityksistä 68 prosentissa on enintään 20 työntekijää. Euroopassa 17 % ja Yhdysvalloissa 44 % vanhimmista yrityksistä työllistää yli 50

henkeä. [Critical I, 2006.] Yhdysvalloissa yritysten koossa tapahtuu siis selvää kasvua, kun taas eurooppalaiset yritykset jäävät useimmiten pieniksi tai niiltä ainakin kestää kauemmin kasvaa tiettyyn kokoon.

Myös taloushallinnon ja liikkeenjohdon asiantuntijaorganisaatio Ernst & Youngin tutkimuksesta käy ilmi Yhdysvaltojen hallitseva asema Eurooppaan nähden. Tulosten perusteella alan voidaan katsoa kokonaisuudessaan kasvaneen toimivammalle pohjalle. [Ernst & Young, 2005b.]

Critical I:n tutkimuksen mukaan suurin osa eurooppalaisista sbioteknologiayrityksistä toimi palvelu- (34 %) ja terveydenhuollon sektorilla (37 %). Yhdysvalloissa palvelusektorin yrityksiä oli lähes yhtä suuri osuus (31 %), mutta terveydenhuoltoon liittyi jopa 53 % yrityksistä. Suurin työllistäjä oli kummallakin alueella terveydenhuollon sektori, jonka osuus työntekijöistä oli Euroopassa 52 % ja Yhdysvalloissa 63 %. Pienemmät osuudet jäivät maatalouden, ruuan ja ympäristön sekä biodiagnostiikan käsittäville sektoreille. [Critical I, 2006.]

Tutkimus ja kehitys (T&K) on yksi tietointensiivisen bioteknologia-alan tärkeimmistä osa-alueista. Yrityksille on tärkeää saada kehitettyä innovatiivisia tuotteita. 44 % eurooppalaisten bioteknologiayritysten työntekijöistä toimii T&K:n parissa, Yhdysvalloissa luku on hieman pienempi (42 %). Tämä saattaa kuvastaa eroja alan kypsyydessä, koska suurempi osa yhdysvaltalaisyritysten henkilöstöstä toimii tuotannon myöhäisemmässä vaiheessa kuten valmistuksessa ja myynnissä. [Critical I, 2006.]

Vuonna 2004 eurooppalaisista bioteknologiayrityksistä 55 % oli enintään viisi vuotta vanhoja ja 23 % enintään kaksivuotiaita. Yhdysvalloissa vastaavat luvut olivat 41 % sekä 17 %. Uusien yritysten perustamismäärä on kuitenkin laskussa molemmilla alueilla. 17 % yhdysvaltalaisista ja vain 10 % eurooppalaisista yrityksistä oli vanhoja, yli 15-vuotiaita. [Critical I, 2006.]

Bioteknologiayritykset ovat keskimäärin nuorempia ja pienempiä Euroopassa kuin Yhdysvalloissa. Koko ja ikä eivät merkitse kaikkea, mutta ovat kuitenkin tärkeitä tekijöitä. Isoilla yrityksillä on enemmän työntekijöitä tuloja tuovissa prosesseissa ja iän tuomalla kokemuksella toimet ovat tehokkaampia ja alan tavat tutumpia. Kilpailukyvyyn

ylläpitämiseksi yritysten on saatava kerättyä itselleen työntekijöitä ja rahoitusta voidakseen toimia mahdollisimman tehokkaasti. [Critical I, 2006.] Eurooppalaisten yritysten tulisi kasvaa isommiksi ja nopeammin sekä hankkia enemmän rahaa voidakseen kilpailla Yhdysvaltojen kanssa.

2.1.5 Suomi ja bioteknologia

2.1.5.1 Yleistä

Suomi haluaa olla bioteknologiaa hyödyntävien maiden etulinjassa. Valtio on havainnut alan potentiaalin merkittävänä osana taloutta ja aloittanut panostukset ensimmäisten Euroopan maiden joukossa. Vuonna 1979 perustettu Teknologiakomitea kiinnitti pian huomiota bioteknologian mahdollisuuksiin. Opetusministeriö myönsi vuonna 1988 bioalalle erityismäärärahoja. [Tekes, 2006.] Bioteknologiaa pidetään yhtenä tulevaisuuden keskeisistä avainteknologioista informaatio- ja kommunikaatio-tekniikan sekä materiaali- ja nanotekniikan ohella [Ahlqvist, 2003].

Pohjatyo tätä päivää ja tulevaisuutta varten luotiin 1980-luvun puolivälissä. Isot ohjelmat loivat pohjan bioteknologialle. Noiden tutkimus- ja teknologiaohjelmien vetäjinä toimivat Suomen Akatemia, Teknologian kehittämiskeskus (Tekes) sekä Suomen itsenäisyyden juhlarahasto (Sitra). Myös julkisilla sijoituksilla on ollut tärkeä osa bioteknologian käynnistämisen rahoituksessa. Nykyäänkin Sitra, Suomen Akatemia ja Tekes ovat merkittävimpiä alan rahoittajia. [Kuusi, 2001; Lähteenmäki, 2002.] Ilman niiden toimia bioteknologia ei olisi Suomessa nykyisellä tasolla.

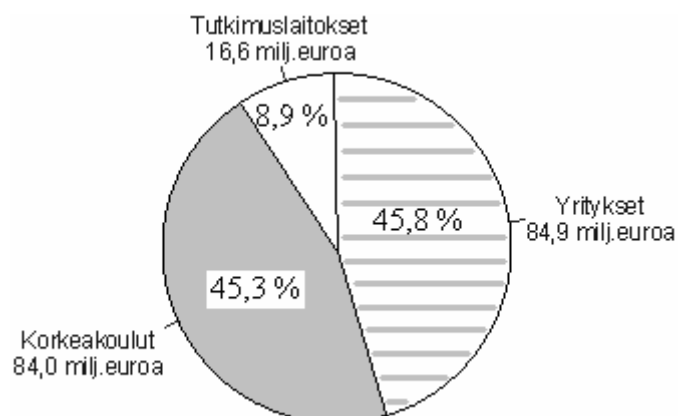
Opetusministeriön koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelman yhtenä painopisteenä on koulutusjärjestelmän tehokkuuden parantaminen. Vahvistamalla koulutuksen, tutkimuksen ja työelämän yhteistyöverkostoja pyritään tehostamaan toimijoiden välistä vuorovaikutusta. Koulutustarpeiden ennakoinnissa sekä koulutuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa tarvitaan yhteistyötä. Opintoihin sisällytettävä harjoittelu mainitaan yhtenä keinona työelämän vastaavuuden lisäämiseksi. [Opetusministeriö, 2004.] Työvoima- ja koulutustarpeiden ennakointia tulisi tehostaa. Alueiden erityispiirteet tulisi huomioida ennakoitaessa korkeakoulutetun työvoiman saatavuutta. [Opetusministeriö, 2003.]

2.1.5.2 Tutkimustoiminta

Suomen erityisenä vahvuutena on korkeatasoinen tutkimus. Yksityisten yritysten lisäksi Suomessa on monia tutkimusta tekeviä yliopistoja ja korkeakouluja. Bioteknologiaan liittyvää tutkimusta tehdään myös monissa valtion laitoksissa, kuten Kansanterveyslaitoksessa (KTL) ja Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa (VTT).

Korkeatasoinen bioteknologian osaaminen luo perustan kannattavalle liiketoiminnalle ja perinteisen teollisuuden tehokkaalle uudistumiselle. Osaamis pohja houkuttelee kansainvälisen yhteistyön kautta ulkomaisia yrityksiä ja tutkimusyksiköitä Suomeen. [Tekes, 2006.] Globaalit markkinat edellyttävät monipuolista verkostoa ja laaja-alaista kokemusta teollisuuden tehokkaaksi toimimiseksi.

Tilastokeskuksen tietojen mukaan Suomessa panostettiin 185,5 miljoonaa euroa bioteknologian tutkimukseen vuonna 2003. Bioteknologian osuus kaikista T&K-menoista oli 3,7 %. Korkeakoulut ja yritykset sijoittivat suunnilleen yhtä paljon tutkimukseen. Koko julkisen sektorin osuus tutkimuksesta oli noin 54 %. Tutkimuslaitokset panostivat bioteknologian tutkimukseen 16,6 miljoonaa euroa. Bioteknologian osuus korkeakoulujen tutkimusmenoista oli 8,6 % vuonna 2003. [http://www.stat.fi/tup/tietoaika/ta_01_05_bioteknologia.html]; 15.2.2007.]



Kuva 1. Bioteknologian tutkimusmenot 2003. (Kuva on muokattu lähteestä http://www.stat.fi/tup/tietoaika/ta_01_05_bioteknologia.html; 15.2.2007.)

2.1.5.3 Yritystoiminta

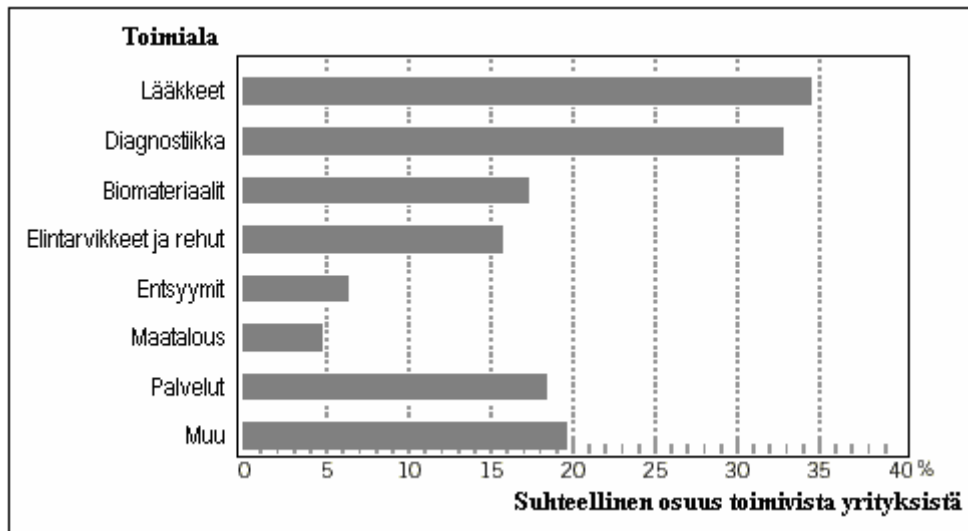
Jo 1900-luvun alkupuolella Suomessa perustettiin ensimmäiset merkittävät bioteknologiaa tänä päivänä hyödyntävät yritykset Valio sekä Orion. Nykyään Suomessa on noin 120 bioteknologiaa arvonaluontiprosesseissaan hyödyntävää yhtiötä, joista suurin osa on pieniä ja keskisuuria yrityksiä.

Valio perustettiin edistämään voimavientä sekä valvomaan sen laatua vuonna 1905. Nykyään Valio on Suomen johtava meijerialan yritys, jolla on noin 1100 tuotteen valikoima. Kolmasosa yhtiön liikevaihdosta tulee ulkomaantoiminnoista. Konsernissa työskentelee noin 4000 henkilöä. Valio on maailman kärkeä terveystuotteiden elintarvikkeiden kehittäjänä. [<http://www.valio.fi>; 19.2.2007.]

Vuonna 1917 perustettu Orion kehittää, valmistaa ja markkinoi lääkkeitä, lääkkeiden vaikuttavia aineita sekä diagnostisia testejä koko maailman kattaville markkinoille. Noin 95 % yhtiön liikevaihdosta on lääkeliiketoimintaa. Konsernissa on noin 3000 työntekijää. Orion on tuonut markkinoille jo seitsemän omaa lääkekeksintöään. Orionin myynniltään merkittävimmät tuotteet tällä hetkellä ovat Parkinsonin taudin hoitoon käytettävät lääkkeet. [<http://www.orion.fi>; 19.2.2007.]

Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen ETLA:n katsauksessa käsitellään erityisesti bioteknologia-alan pieniä ja keskisuuria yrityksiä. Vuoden 2004 loppupuolella Suomessa oli 123 bioteknologiayhtiötä, joista 111 oli pk-yrityksiä. Pk-yrityksiksi lasketaan kuuluvan yhtiöt, joiden työntekijämäärä on enintään 250 sekä vuotuinen liikevaihto on enintään 50 miljoonaa euroa tai kokonaistase on enintään 43 miljoonaa. [Hermans ym., 2005.]

Suomi on merkittävä bioteknologia-alan toimija Euroopassa, vaikka yritysten määrä ei juuri muuttunut vuosien 2001 ja 2003 välisenä aikana. Suomen noin 120 bioteknologiayritystä on lähes 7 % alan yrityksistä Euroopan unionin alueella. Asukkaita Suomessa on kuitenkin vain 1,3 % EU:n väkimäärästä. Yritysten lukumäärän perusteella Suomi on bioteknologiakeskeinen maa, mutta yritysten koko on usein melko pieni. [Hermans ym., 2005.]



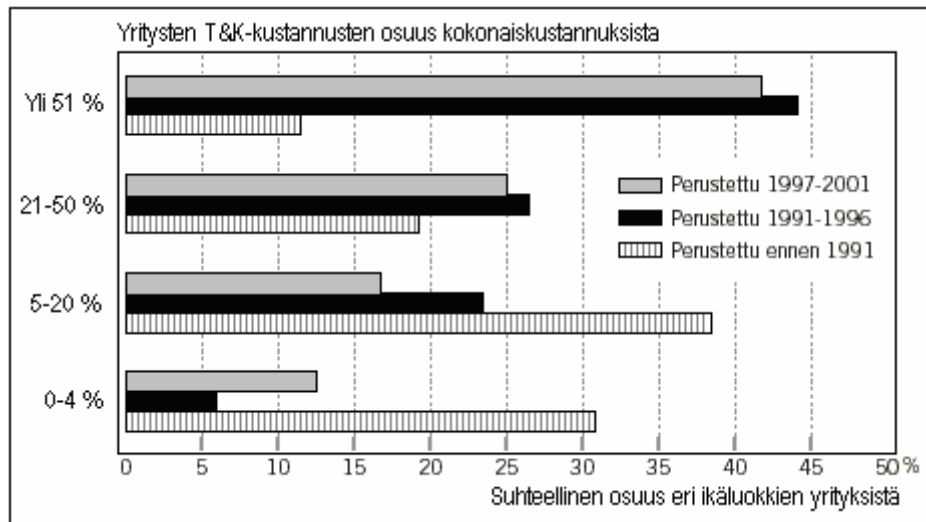
Kuva 2. Biotekniikkayritysten toimialat tuoteryhmittäin Suomessa. (Kuva on muokattu lähteestä Hermans & Kulvik, 2004a.)

Hermansin ym. tutkimukseen osallistuneet sata pk-yritystä työllistivät 2450 henkilöä vuonna 2003. Tyypillinen suomalainen bioteknologian pk-yritys oli seitsemän vuotta vanha ja työllisti kymmenen henkilöä, joista kaksi oli tohtoreita. Pääjohtajalla oli kymmenen vuoden kokemus liiketoiminnasta. [Hermans ym., 2005.] Kokeneet pääjohtajat olivat kehittyneissä yrityksissä, joilla oli paljon työntekijöitä, myyntiä sekä vientiä [Hermans & Tahvanainen, 2002]. Innovaatiokeskeisenä alana tyypillinen bioteknologian pk-yritys käytti 180 000 euroa tutkimukseen ja kehitykseen vuosittain ja omisti neljä patenttia tai patenttihakemusta [Hermans ym., 2005].

Yli puolet pienistä ja keskisuurista biotekniikkayrityksistä on saanut riskirahoitusta. Sellaisilla pk-yrityksillä, jotka olivat saaneet riskirahoitusta, oli enemmän työntekijöitä kuin muilla alan pk-yrityksillä. Riskirahoitusta saaneet yritykset käyttivät T&K-työhön muita enemmän resursseja, ja suurempi osuus niistä oli tappiollisia. Riskirahoittajat tuovat kuitenkin yrityksiin rahan lisäksi muun muassa tärkeää liiketoimintaosaamista. Ilman riskirahoitusta toimivien yritysten on nopeammin saatava liikevaihtoa ja toimittava voitollisesti. [Luukkonen & Maunula, 2006.]

Bioteknologian pk-yritysten rahoituksesta noin 65 % koostuu omasta pääomasta, noin 25 % pääomalainasta, josta noin kaksi kolmasosaa oli Tekesiltä, ja noin 10 % velasta. Pääomalainassa on ominaisuuksia omasta pääomasta sekä velasta. Pääomalainalla on velan luonne, mutta se kirjataan taseeseen osakepääomana. Nuoret tappiolliset yritykset,

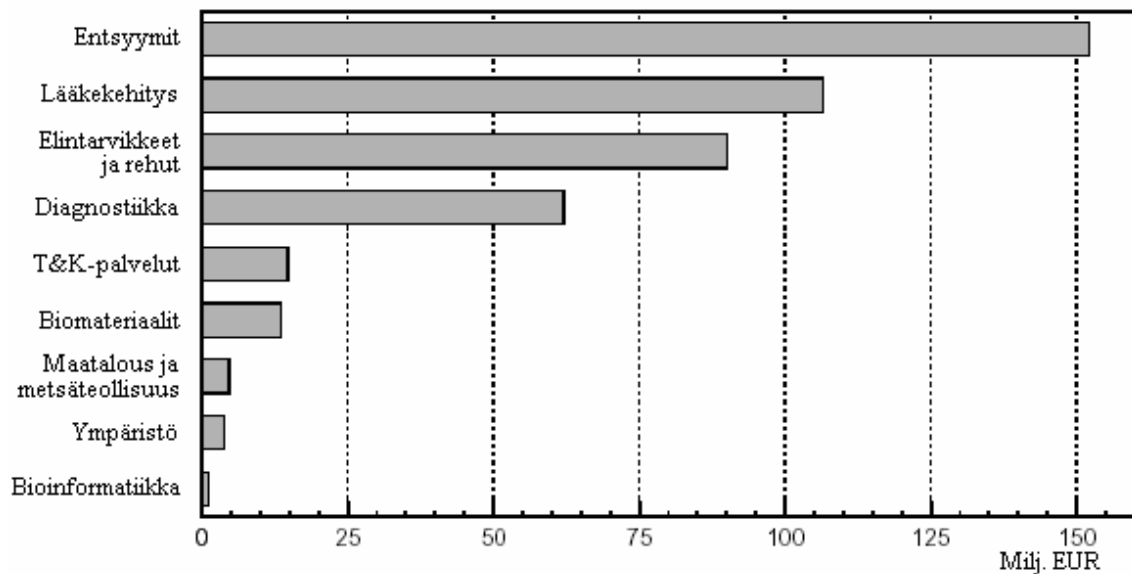
joilla on suuret T&K-menot mutta ei juuri positiivista kassavirtaa, voivat välttää konkurssin, koska pääomailainaa lisää pääomaa ja ”parantaa” tasetta. Pääomailainaa sopii korkeariskisiin sijoitusprojekteihin, minkä vuoksi sitä on muita yhtiöitä enemmän bioteknologiayrityksillä. Pääomailainaa on tavallista velkaa kalliimpi, mutta sen takaisinmaksuehdot ovat suotuisimmat. Sopimus pitää sisällään mahdollisuuden vaihtaa pääomailainaa sen umpeutuessa yrityksen osakkeisiin. Tavallinen velka on pääomailainaa halvempi rahoitusmuoto, mistä johtuen se on yleisempi rahoitusmuoto muilla kuin korkeariskisellä bioteknologia-alalla toimivilla yrityksillä. [Hermans ym., 2005.] Iän myötä pääomailainan osuus yritysten kokonaispääomasta näyttäisi selvästi vähenevän velan osuuden samalla lisääntyessä. [Hermans & Tahvanainen, 2002.]



Kuva 3. Suomalaisen biotekniikkayritysten tutkimusintensiivisyys. (Kuva on muokattu lähteestä Hermans & Kulvik, 2004a.)

Vuonna 2003 suomalaiset bioteknologian pk-yritykset saivat omistajiltaan 233 miljoonaa euroa osakepääomaa. Yksityiset riskirahoitusyhtiöt olivat pk-yritysten suurin omistajaryhmä noin 27 prosentin osuudella. Yksityiset henkilöt omistivat 24 %, valtion sijoitusyhtiöt (pääasiassa Sitra) 19 % ja muut sijoitusyhtiöt yli 17 % alan pk-yrityksistä. Raha on tärkeä osa kasvumahdollisuuksia, mikä käy ilmi siitä, että 95 % rahoituksesta meni yrityksille, joissa oli vähintään kymmenen työntekijää. Erityisesti Sitra panosti muita sijoittajaryhmiä enemmän yrityksiin, joissa tohtorin koulutuksen saaneiden työntekijöiden osuus oli suuri. Lähes 94 % sijoitetusta pääomasta meni yrityksille, joilla oli vähintään neljä patenttia tai patenttihakemusta. Vaikka tutkimuksen otoksen yrityksistä vain noin 30 % teki T&K-yhteistyötä ulkomaisten yliopistojen kanssa, niin silti noin 70 % pääomarahoituksesta meni juuri näille yrityksille. [Hermans ym., 2005.]

Alla olevan kuvan mukaan bioteknologioteollisuuden kokonaismyynti oli yli 400 miljoonaa euroa vuonna 2003. Toiminta ei kuitenkaan kokonaisuudessaan ollut tuottoisaa, vaan nettotappiota kertyi 70 miljoonaa. Suurimpana bioteknologian sovellusalana oli entsyymisektori, jonka osuus kokonaismyynnistä oli lähes puolet eli noin 150 miljoonaa. Yli 100 miljoonan myyntiin pääsi myös lääkekehityssektori. [Hermans ym., 2005.]



Kuva 4. Suomen bioteknologioteollisuuden sovellusalojen myynnit vuonna 2003. (Kuva on muokattu lähteestä Hermans ym., 2005.)

2.1.5.4 Bioteknologiakeskukset

Suomeen on muodostunut viisi vahvaa bioalan keskittymää: Helsinki, Turku, Tampere, Kuopio ja Oulu. Teknologiakeskukset tarjoavat virikkeellisen ympäristön niin alkaville kuin vanhemmillekin yrityksille. Alueille on keskittynyt monipuolista alan osaamista ja toimintaa aina perustutkimuksesta palveluntarjoajiin. Keskuksissa yritykset saavat luotua ympärilleen toimia tehostavan verkoston. Ensimmäinen biokeskus perustettiin Ouluun vuonna 1986 (Biocenter Oulu). [Tekes, 2006.]

Vapaan kaupan aikakaudella Suomen kaltaisessa pienessä ja maantieteellisesti etäällä olevassa taloudessa ei kannata rajallisten resurssien takia valmistaa itse kaikkia tuotteita. Saadakseen etua muihin nähden pienen alueen tulisi erikoistua tuotannossa

tekijöihin, jotka ovat paikallisesti runsaita mutta maailmanlaajuisesti harvinaisia. Riittävällä määrällä erityisiä resursseja alue voi houkutella perustan lisäarvoa tuottaville toiminnoille. Erikoistuneiden resurssien, vaativien asiakkaiden, tukevien teollisuudenalojen sekä paikallisen kilpailun vuorovaikutuksista syntyy innovatiivinen ja kilpailukykyinen teollisuuskeskittymä. [Hermans & Kulvik, 2005.] Teknologiakeskukset ovat paikallisia tietyn osaamisalan keskittymiä, joissa ajan mittaan kehittyä aivan erityinen pohja erikoistunutta toimintaa lisäarvon luomiseksi.

Helsingin seutu työllistää bioteknologia-alalla suunnilleen kaksinkertaisesti Turkuun verrattuna. Yhdessä nämä alueet työllistävät kaksi kolmannesta koko alan työntekijöistä Suomessa. Helsingin seutu tuotti noin 60 % koko bioteknologiasektorin pk-yritysten tuloista vuonna 2003. Alue on erityisen vahva diagnostiikassa ja lääkekehityksessä. Helsingin seudulla tehdyt panostukset mahdollistavat kasvun myös bioinformatiikan, entsyymien sekä maa- ja metsätalouden aloilla. Turku on laaja-alaisimmin toimiva alue. Se ei kuitenkaan pääse kuin neljäsosaan Helsingin tuloista. Helsingin seutu kerää suuren osan bioteknologian rahoituksesta Suomessa ja on myös pystynyt tehokkaimmin muuntamaan sijoitukset tuloiksi. [Hermans & Tahvanainen, 2006.]

Kuopio on yritysten lukumäärältään samaa kokoluokkaa Tampereen kanssa. Alue on erikoistunut diagnostiikkaan ja lääkekehitykseen, mutta ei ole pystynyt tehokkaasti muuntamaan sijoituksia tuloiksi. Oulussa on enemmän bioteknologiayrityksiä kuin Kuopiossa tai Tampereella ja alue on keskittynyt T&K-palveluihin. Oulu ei ole kuitenkaan onnistunut muuntamaan saamaansa rahoitusta kokoaan vastaavaksi tuotoksi. Lyhyellä tähtäimellä tuloja tuovien T&K-palvelujen lisäksi Oululta odotetaan keskittymistä lääkekehityksen, biomateriaalien tai maa- ja metsätalouden sektorille. [Hermans & Tahvanainen, 2006.]

Suomen biokeskukset perustivat elokuussa 2006 Biokeskus Suomen (Biocenter Finland) edistämään korkeatasoista biotieteellistä tutkimusta. Keskus kokoaa yhteen biokeskukset, bioalan tutkimusta tekevät tutkimuslaitokset sekä yliopistojen erillislaitokset. Biokeskus Suomi luo toimivat yhteydet laaja-alaisesti bioalan toimijoihin ja perustaa toimintansa yhteistyöhön. Ylläpitämällä ja tehostamalla kansallista yhteistyöverkostoa Biokeskus Suomen tarkoituksena on edistää bioalan korkeatasoista tutkimusta ja kansainvälistymistä sekä tehostaa tutkimuksen

hyödyntämistä ja teknologioiden käyttöönottoa. Osallistuminen alan perusopetuksen ja tutkijakoulutuksen kehittämiseen ja koordinointiin kuuluu yhteenliittymän tehtäviin. [<http://www.oulu.fi/ajankohtaista/uutiset/2007/Biokeskus-Suomi.htm>]; 26.4.2007.] [[http://www.turkusciencepark.com/TSP/lehti.nsf/\(\\$Search\)/0BD6559AD8F81407C22571D20027AF21](http://www.turkusciencepark.com/TSP/lehti.nsf/($Search)/0BD6559AD8F81407C22571D20027AF21)]; 26.4.2007.]

2.1.6 Bioteknologia Tampereen seudulla

2.1.6.1 Yleistä

Tampere on hyvin erikoislaatuinen alue Suomen bioteknologiakeskittymien joukossa. Tampereella sijaitsee noin 6 % alan yrityksistä. Alue vastaa kuitenkin alle kolmesta prosentista koko teollisuuden myynnistä. Henkilöstön jakautumisen perusteella alue on keskittynyt biomateriaaleihin ja T&K-palveluihin. Liikevaihdossa ja tuottavuudessa mitattuna Tampere on hyvin vahvasti erikoistunut biomateriaaleihin. Tampereella on lähes 60 % biomateriaalisektorin työntekijöistä ja tuottaa lähes 65 % sektorin myynnistä. Tampereen alueen bioteknologiayritykset tekevät vähän T&K-yhteistyötä verrattuna muihin Suomen biokeskuksiin ja lähes ainoastaan näiden kanssa. Suuri osa yritysten pääomasta on peräisin yksityisiltä riskirahoittajilta, jotka sijoittavat yleensä kypsempiin yrityksiin, mikä viittaa mahdollisiin kasvuodotuksiin. [Hermans & Tahvanainen, 2006.]

Tampereella toimii vahva bio- ja terveysteknologian sekä lääketieteellisen tutkimuksen keskus Finn-Medi. Keskuksessa yhdistyy monipuolinen osaaminen koulutuksen, tutkimuksen, yritysten ja palveluiden osalta. Usean tuhannen osaajan ja kymmenien yritysten muodostama verkosto mahdollistavat osaamisen ja alan tehokkaan kehittymisen. Tämän verkoston solmukohtana toimii Finn-Medin kampusalue, jossa sijaitsee muun muassa yliopistosairaala, yrityspuisto sekä tutkimus-, kehitys- ja liiketoimintaan keskittyvä teknologiakeskus. Bio- ja terveysteknologia-alan kehitysyhtiö Finn-Medi Tutkimus Oy, tilojen rakennuttamisesta vastaava Finn-Medi Invest Oy sekä monipuoliset terveydenhuollon palvelut ja yritykset luovat erilaisten kehitysohjelmien tehostamina hyvän valmiuden koulutuksesta ja tutkimuksesta nousevien mahdollisuuksien hyödyntämiseen. Verkoston toinen tärkeä keskus on Hervannassa,

jossa sijaitsee osa alan yrityksistä sekä koulutuksesta ja tutkimuksesta. [<http://www.finnmedi.fi/finn-medi/>; 5.3.2007.]

Finn-Medissä sijaitseva Lääketieteellisen teknologian instituutti (IMT) vastaa Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman toteutuksesta. Kansainvälinen bioinformatiikan maisteriohjelma on uusi Tampereen yliopiston ja Turun yliopiston järjestämä koulutusohjelma. Tohtorin tutkintoon tähtäävää jatkokoulutusta järjestetään puolestaan Tampereen biolääketieteen ja bioteknologian tutkijakoulussa (TGSBB) [<http://www.uta.fi/imt/>; 5.3.2007]. Myös Tampereen teknillisessä yliopistossa sekä Pirkanmaan ammattikorkeakoulussa järjestetään bioalan koulutusta.

2.1.6.2 Bioalan toimijoita

Tampereen seudulla on monia organisaatioita, joiden toiminta perustuu ainakin osaksi bioteknologioihin. Tässä luvussa esitellään tutkimuksen otokseen kuuluneet, Tamperella sijaitsevat organisaatiot. Joukossa on mukana sekä yksityisen että julkisen sektorin toimijoita. Esittelyissä on käytetty organisaatioiden www-sivuilta sekä kyselyistä saatuja tietoja. Luvussa 4.1 luetellaan myös muut kyselyn otoksen organisaatiot.

Biomeeri Oy

Vuonna 1999 perustetun yrityksen missio on kaupallistaa ja valmistaa kuitumateriaaleja muun muassa biotekniikan käyttöön.

BioNavis Oy

Tarkempaa tietoa ei ole saatu.

Bioretec Oy (www.bioretec.com)

Bioretec kehittää, valmistaa, ja markkinoi biohajoavia ja bioaktiivisia implantteja. Yritys on perustettu vuonna 1998, ja sillä on hieman yli 20 työntekijää.

Chip-Man Technologies Oy (www.chipmantech.com)

Vuonna 2002 perustettu yritys kehittää elävien solujen analysointijärjestelmiä, joita voidaan käyttää esimerkiksi lääkekehityksessä.

Dermagene Oy (www.dermagene.net)

Dermagene on vuonna 2005 perustettu bioteknologiayritys, joka kehittää syövän diagnostisia testejä. Yrityksellä on alle kymmenen työntekijää.

FIT Biotech Oy (www.fitbiotech.com)

Vuonna 1995 perustettu FIT Biotech kehittää ja kaupallistaa geeninsiirtoteknologiaansa ja sen sovelluksia DNA-rokotteissa sekä immuno- ja geeniterapioissa.

Histola Oy (www.histola.fi)

Histola tuottaa histoteknologisia ja prekliinisiä palveluja yrityksille ja tutkijoille.

HUR Labs Oy (www.hurlabs.fi)

HUR Labsin tuotteet ovat ihmisen fyysisen suorituskyvyn testaamiseen ja seurantaan tarkoitettuja laitteita ja ohjelmistoja.

Inion Oy (www.inion.com)

Inion on erikoistunut kehittämään biohajoavia, lääketieteellisiä implantteja. Yrityksen missio on luoda turvallisia, innovatiivisia ja tehokkaita ratkaisuja, jotka takaavat erinomaisen kirurgisen hoidon. Vuonna 1999 perustetulla Inionilla on noin 90 työntekijää.

Laboratoriokeskus (www.laboratoriokeskus.fi)

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Laboratoriokeskuksen henkilöstön määrä on noin 500 Pirkanmaan alueen toimipisteissä, keskitettyssä palvelutuotannossa Finn-Medi-alueella on noin 280 työntekijää. Organisaatio tuottaa kliinisiä laboratoriopalveluja.

Linvatec Biomaterials Oy (www.conmed.com)

Linvatec valmistaa biohajoavia implantteja luunmurtumien, sidekudosvaurioiden ja kudostiehyiden kirurgiseen hoitoon.

Lääketieteellisen teknologian instituutti IMT (www.uta.fi/imt)

Vuonna 1995 perustetun Lääketieteellisen teknologian instituutin (IMT) tehtävänä on harjoittaa kansainvälisesti korkeatasoista biolääketieteellistä ja bioteknologista tutkimusta ja koulutusta. IMT:ssä toimii 15 tutkimusryhmää ja henkilöstön

kokonaismäärä on noin 160. IMT on Tampereen yliopiston erillislaitos, jonka strategia on muodostua tutkimuksen ja koulutuksen huippuyksiköksi.

Santen Oy (www.santen.fi)

Santen Oy on japanilaisen lääkeyrityksen tytäryhtiö. Se perustettiin vuonna 1997 yrityskaupan seurauksena. Santen Oy on Pohjoismaiden, Baltian ja Venäjän johtava silmälääkeyritys, jolla on noin 420 työntekijää. Santenin Euroopan tutkimus- ja tuotekehitysyksikkö sijaitsee Tampereella.

Scaffdex Oy (www.scaffdex.com)

Yrityksen missio on tarjota lääkinnällistä laatua ja kliiniseen käyttöön soveltuvia tukirakenteita kudosteknologiataroituksiin. Scaffdex perustettiin vuonna 2006.

Solu- ja kudosteknologiakeskus Regea (www.regea.fi)

Regea on Tampereen yliopiston hallinnoima yhteislaitos, joka on keskittynyt solu- ja kudosteknologiaan. Yksikkö erikoistuu tuottamaan uusia kudosteknologiaan perustuvia hoitomuotoja kliiniseen käyttöön. Organisaation yhteyteen on perustettu EU:n kudoslaitosdirektiivin vaatimukset täyttävä kudospankki. Vuonna 2004 perustettu Regea on kasvanut nopeasti ja sillä on noin 65 työntekijää.

Vactech Oy (www.vactech.fi)

Vactech on rokotekehitysyhtiö, jonka nykyisenä päähankkeena on ykköstyypin diabetesrokotteen kehittäminen. Vuonna 2001 perustetulla Vactechilla on noin kymmenen työntekijää.

2.1.6.3 Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelma

Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelma perustettiin vuonna 2001. Koulutuksen toteutuksesta vastaa Lääketieteellisen teknologian instituutti (IMT) yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston kanssa. Koulutusohjelmasta on valmistunut lähes 20 maisteria ja vuosittain koulun aloittaa noin 25 uutta opiskelijaa. Koulutus antaa hyvän tieteellisen pohjan muun muassa biokemiassa sekä solu- ja molekyylibiologiassa. Opiskelijat suorittavat lisäksi Tampereen teknillisessä yliopistossa kemian sivuainekokonaisuuden. Koulutusohjelman tarkoituksena on

kouluttaa bioteknologian asiantuntijoita, joilla on valmiudet jatkaa yliopistossa tutkijoina tai sijoittua terveydenhuollon, bioteknologiatoiminnan tai muun elinkeinoelämän tutkimus-, tuotanto- ja markkinointitehtäviin [Parkkila, 2004].

Koulutusohjelmassa on neljä linjaa, joista opiskelija voi valita suuntautumisvaihtoehdonsa. Opiskelija syventyy ja suorittaa maisterin tutkinnon johonkin seuraavista suuntautumisvaihtoehdoista: bioteknologian liiketoiminta, bioinformatiikka, molekyyli-biologia tai solu- ja kudosteknologia. Bioteknologian liiketoiminnan suuntautumisvaihtoehtoon kuuluu Tampereen yliopiston johtamistieteen laitoksen liiketoimintaosaamisen sivuainekokonaisuus. Bioinformatiikkaan sisältyy myös tietojenkäsittelytieteitä. Tampereen teknillisessä yliopistossa voi suorittaa biomateriaalitekniikan sivuainekokonaisuuden, joka kuuluu solu- ja kudosteknologian linjaan.

Monipuolisuutta koulutukseen tuo IMT:n laaja opetusverkosto, johon kuuluu IMT:n omien tutkimusryhmien jäsenten lisäksi useita bioteknologian toimijoita Tampereelta sekä muualta Suomesta, varsinkin bioteknologian liiketoiminnan linjan opetuksessa. Opetusverkostossa jäseninä ovat muun muassa BioneXt Tampere, Borenius & Kempainen Oy, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA, Finn-Medi Tutkimus Oy, Hermia Oy, Laboratoriokeskus, Licentia Oy, Lääkelaitos, Solu- ja kudosteknologiakeskus Regea, Suomen Bioteollisuus ja Turun kauppakorkeakoulu sekä Tampereen seudun bioalan yrityksiä, kuten FIT Biotech Oyj, Histola Oy, HUR Labs Oy, Inion Oy, Linvatec Biomaterials Oy sekä Santen Oy. Yhteistyötä tehdään alan yritysten, tutkimuslaitosten sekä viranomaistahojen kanssa. Paljon yhteistyöstä kertoo se, että moni opiskelija työskentelee jo ensimmäisen opiskeluvuoden jälkeen IMT:n tutkimusryhmissä ja saa täten tärkeää kokemusta hyvin aikaisessa vaiheessa.

2.2 Yhteistoiminta

Tässä luvussa kerrotaan erilaisista yhteistyö- ja yhteistoimintamuodoista, joita yliopiston ja elinkeinoelämän toimijoiden välillä voi olla. Elinkeinoelämän toimijoilla tarkoitetaan tässä luvussa yhteisesti yksityistä ja julkista sektoria. Esittely ei pyri olemaan täydellinen vaan tarjoaa joitain esimerkkejä moninaisista mahdollisuuksista

molempia osapuolia hyödyttävään toimintaan. Myös yhteistoimintamuotojen hyötyjä ja haittoja käsitellään.

Yhteistoiminta on osa innovaatiojärjestelmää, joka auttaa kehittämään uusia teknologioita ja löydöksiä sekä kouluttamaan osaavaa työvoimaa näihin uusiin tarpeisiin. Tämä tuo parannusta talouden toimintaan ja elämänlaatuun. [<http://web.mit.edu/newsoffice/nr/2000/alliance.html>]; 4.4.2007.] Yhteistoiminnan merkitystä ei pidä aliarvioida. Yhdysvaltojen korkea asema ”Life Sciences” -alalla Eurooppaan verrattuna ei ole peräisin vain aikaisemmin aloitetusta työstä vaan myös tehdystä yhteistoiminnasta [Owen-Smith ym., 2002]. Ei ole kuitenkaan olemassa empiirisiä todisteita siitä, että yhteistoiminnan lisääminen toisi enemmän hyötyä ja tuloksia [Sveiby & Simons, 2002].

Yhteistoiminnan päätavoitteena on hankkia uutta hyödyllistä tietoa toisen osapuolen täydentävien ominaisuuksien avulla. Tehokkainta yhteistoimintaa on sellainen, mistä kaikki osalliset hyötyvät. Yhteistoiminnan avulla organisaatio voi laajentaa suhdeverkostoaan, hankkia uutta ja täydentävää tietoa ja taitoa, saada uusia näkökulmia sekä vähentää kuluja. Myös hiljaisen tiedon siirtyminen käyttökelpoiseen muotoon lisääntyy yhteistoimintaprojektien myötä. [Miyazaki & Kusunoki, 2006.] Yhteistoiminta parantaa yliopistojen tuottavuutta muun muassa lisääntyvien julkaisujen muodossa [Adams ym., 2002].

Teknologian- ja tiedonsiirron parantuminen on yhteistoiminnan merkittävimpiä vaikutuksia. Tiedonsiirron ilmeisimpiä muotoja ovat opiskelijoiden koulutus sekä tutkimustulosten julkaiseminen. [Severson, 2005.] Yhteistoiminnan mahdollistamat teknologian- ja tiedonsiirto parantavat koko yhteiskunnan tuottavuutta ja hyvinvointia. Yhteistoiminnan avulla yliopisto voi hankkia henkilökunnalle kokemusta ja tietoa tutkimukseen ja opetukseen. Opiskelijat saavat uusia kokemuksia ja opintoja hyödyttäviä mahdollisuuksia. [<http://www.ucop.edu/raohome/cgmemos/89-20.html>]; 2.4.2007.] Kontaktien luominen elinkeinoelämän toimijoihin parantaa opiskelijoiden työllistymismahdollisuuksia. Yliopistot voivat hyötyä yhteistoiminnasta myös laajempien tutkimusten ja akateemista tehtävää hyödyntävien tulojen muodossa [Severson, 2005]. Yliopistotkin hyötyvät opiskelijoidensa tehokkaasta työllistymisestä.

Monipuoliset suhteet elinkeinoelämän toimijoihin voivat houkutella yliopistolle huippututkijoita. [Poyago-Theotoky ym., 2002.]

Elinkeinoelämän toimijat voivat parantaa yhteistoiminnalla työntekijöidensä tietoja ja taitoja, mikä tehostaa koko organisaation toimintaa [Poyago-Theotoky ym., 2002]. Yhteistoiminta mahdollistaa elinkeinoelämän toimijoiden pääsyn mukaan erityisiin tutkimusprojekteihin ja uusien ideoiden sekä erityisosaamisen hankkimisen yliopiston opiskelijoilta ja henkilökunnalta [Severson, 2005].

Yliopiston ja elinkeinoelämän toimijoiden välillä voi olla monenlaista yhteistoimintaa. On myös muistettava, että alueet, toimialat ja itse toimijat ovat erilaisia [Mowery, 1998]. Tehokkaimmat keinot yhteiselle toiminnalle muotoutuvat tapauskohtaisesti eikä valmiita malleja voida antaa. Yhteistoiminnan sisällöstä ja tavoista on sovittava tapauskohtaisesti [Lewis ym., 2001]. Ensisijaisena lähtökohtana osapuolten toimintojen on sovittava molempien kannalta oikeille osa-alueille. Yhteistoiminta on dynaaminen, molempia osapuolia hyödyttävä prosessi [<http://www.dest.gov.au/archive/highered/eippubs/eip9617/chapter5.htm#head1>]; 2.4.2007].

Ilmeinen muoto yhteistoiminnalle bioteknologia-alalla liittyy tutkimukseen. Yritys voi rahoittaa suoraan yliopistossa tehtävää tutkimusta. Tällainen sopimus on yleensä määräaikainen ja koskee jotain tiettyä tutkimusta. Yliopisto voi myös lisensoida omistamiaan patenteja ja teknologioita toiselle taholle. [Mowery, 1998; Severson, 2005.] Tutkimusyhteistyöllä voidaan vähentää investointien päällekkäisyyttä. Epävarmaa tutkimustyötä ei kannata kuitenkaan vähentää liian yksipuoliseksi. Tehokkaan teknologiansiirron avulla yrityksen ottaminen mukaan projektiin voi nopeuttaa yliopistolähtöisen tiedon kaupallistamista. [Mowery, 1998.] Teknologiansiirrosta saatavia tuloja voidaan käyttää tutkimuksen ja koulutuksen tukemiseen yliopistossa [Severson, 2005].

Konsultointi ja erilaisten palvelujen tarjoaminen ovat myös yhteistoiminnan muotoja. Neuvojen antaminen muun muassa teknisissä ja tieteellisissä asioissa kuuluu konsultointiin [<http://www.dest.gov.au/archive/highered/eippubs/eip9617/front.htm>]; 4.2.2007]. Toinen osapuoli voi antaa vastineeksi esimerkiksi käyttää tilojaan tai materiaalejaan. Korkeakoulussa voidaan tehdä toista yhteistoimintaosapuolta

hyödyttävää pientä investointia vaativaa alkuvaiheen tutkimustyötä ja testausta [Marttila ym., 2004].

Koulutus sekä teknisen ja tieteellisen tiedon hankkiminen ovat tärkeitä yhteistoiminnan tavoitteita. Opiskelijat voivat suorittaa harjoittelujaksoja yliopiston ulkopuolella ja saada kokemusta työelämästä. Elinkeinoelämän toimijoille tehtävät opinnäytetyöt ovat merkittävä yhteistoiminnan muoto. Myös elinkeinoelämän toimijat voivat osallistua yliopiston järjestämään opetukseen. [<http://www.ucop.edu/raohome/cgmemos/89-20.html>]; 2.4.2007.]

Elinkeinoelämän toimijat voivat tukea yliopistossa tehtävää tutkimusta myös lahjoituksin. Yhteistoimintaan voi kuulua henkilöiden osallistuminen toistensa organisaatioiden johtokuntiin ja neuvonantaviin toimikuntiin. [<http://www.ucop.edu/raohome/cgmemos/89-20.html>]; 2.4.2007.] Elinkeinoelämän puolelta voidaan osallistua yliopiston päätäntäelimiin ja esittää ehdotuksia koulutuksen sisällöstä. Tiedonvaihtoa osapuolten välillä voidaan lisätä esimerkiksi kannustamalla yliopiston työntekijöitä viettämään sapattivapaata työskennellen elinkeinoelämän toimijoiden parissa. Henkilöstön siirtymistä voi tapahtua myös toiseen suuntaan. Elinkeinoelämän toimijoita voidaan palkata osa-aikaisesti yliopiston henkilökuntaan. [[http://www.nyu.edu/iesp/aiheps/downloads/finalreports/June%202005/University-Industry%20Collaboration%20\(Mexico\).pdf](http://www.nyu.edu/iesp/aiheps/downloads/finalreports/June%202005/University-Industry%20Collaboration%20(Mexico).pdf)]; 2.4.2007.] Erillisiä konsortioita voidaan perustaa saattamaan tutkijoita yhteen selvittämään tutkimukseen liittyviä ongelmia [Severson, 2005].

Yhteistoiminnassa voi olla erilaisia muotoja osapuolten tarpeista riippuen. Sopimukset saattavat olla virallisia ja organisaatorakenteiden välisiä tai vähemmän muodollisia, yksilöiden kesken solmittuja sopimuksia. Esimerkiksi konsultointi ja neuvonanto ovat usein epävirallista yhteistoimintaa. [<http://www.dest.gov.au/archive/highered/eippubs/eip9617/chapter1.htm#head1>]; 2.4.2007.] Yhteistoimintaprojektien kesto voi myös vaihdella huomattavasti [Severson, 2005]. Elinkeinoelämän toimijoiden pitämät vierailuluennot voivat olla hyvinkin lyhytaikaisia, kun taas yhteiset tutkimusprojektit saattavat kestää kuukausia.

Vaikka yhteistoimintamekanismeja on monenlaisia, ovat henkilökohtaiset ja epäviralliset kontaktit ensiarvoisen tärkeitä [Miyazaki & Kusunoki, 2006]. Kumppanin

löytäminen on yhteistoiminnan suurimpia esteitä [Marttila ym., 2004]. Henkilökohtaiset verkostot helpottavat toimien käynnistämistä. Toisen osapuolen tarpeiden selvittäminen toimivilla kommunikaatiomekanismeilla auttaa yhteistoiminnan suunnittelua [[http://www.nyu.edu/iesp/aiheps/downloads/finalreports/June%202005/University-Industry%20Collaboration%20\(Mexico\).pdf](http://www.nyu.edu/iesp/aiheps/downloads/finalreports/June%202005/University-Industry%20Collaboration%20(Mexico).pdf)]; 2.4.2007]. Ilmapiiri on yksi merkittävimmistä yhteistoiminnan tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä [Sveiby & Simons, 2002]. Aktiiviset toimet toimintaa käynnistävän osapuolen taholta edistävät yhteistoiminnan aloittamista.

Mahdollisuudet yhteistoimintaan lisääntyvät organisaation koon myötä. Pienillä toimijoilla ei välttämättä ole resursseja rahan tai henkilöstön osalta luoda suhteita yhteistoiminnan toivossa. Isoilla organisaatioilla on enemmän rahaa ja erityisesti työntekijöitä, mikä antaa mahdollisuuden valita useista vaihtoehdoista sopivimman tavan yhteistoiminnalle. [Fontana ym., 2004.] Tukea yhteistoiminnalle voidaan hakea valtion tai erilaisten järjestöjen ohjelmista. Varsinkin suurempiin ja organisaatioiden välisiin projekteihin kannattaa hakea julkista rahoitusta. Ulkopuolelta tuleva tuki mahdollistaa myös pienien ja vastaperustettujen organisaatioiden osallistumisen monipuolisempaan yhteistoimintaan. [Marttila ym., 2002.] Julkinen rahoitus voi lisätä yhteistoiminnan vaikutuksia [[http://www.nyu.edu/iesp/aiheps/downloads/finalreports/June%202005/University-Industry%20Collaboration%20\(Mexico\).pdf](http://www.nyu.edu/iesp/aiheps/downloads/finalreports/June%202005/University-Industry%20Collaboration%20(Mexico).pdf)]; 2.4.2007].

Yhteistoiminnassa on otettava huomioon yliopiston ja elinkeinoelämän toimijoiden perustoiminnoista ja ympäristöstä peräisin olevat erilaiset tavoitteet. Tämä kulttuuriero voi aiheuttaa ongelmia yhteistoiminnalle. [ks. esim. Lewis ym., 2001; <http://www.dest.gov.au/archive/highered/eippubs/eip9617/front.htm>], 2.4.2007.] Yhteistoimintaprojektien vaara epäonnistua johtuu usein juuri erilaisista tavoitteista [http://www.rsd.cam.ac.uk/documents/companies/insight/2005_easter.pdf]; 2.4.2007]. Yliopiston akateeminen ympäristö on avoin ja siihen kuuluu julkaisuvapaus. Yritykset eivät puolestaan halua kilpailijoidensa hyötyvän tekemiensä tutkimusten tuloksista ennen kuin ovat itse käyttäneet saamansa edun. Yritysten paineet suojata saatuja tietoja ja kaupallistaa tuloksia eivät saa haitata yliopiston velvollisuuksia: opetusta, tutkimusta ja yhteiskunnan palvelua. [<http://www.ucop.edu/raohome/cgmemos/89-20.html>]; 2.4.2007.] Myös tutkimustulosten omistus voi aiheuttaa ongelmia yhteistoiminnalle.

Yliopiston on säilytettävä itsenäisyytensä ja muistettava tehtävänsä. [<http://www.wipo.int/sme/en/documents/pdf/fp6.pdf>]; 2.4.2007.]

Raha voi vaikuttaa yhteistoimintaan muullakin tavalla kuin mahdollistamalla monipuolisia projekteja. Rahoittaja saattaa tuoda toimintaan omia tavoitteitaan tai rajoitteita. Yhteistoiminnalle tulee olla todellisia tarpeita. Keinotekoisia hankkeita saattaa syntyä pelkän rahoituksen toivossa. Yleisestikin kannattaa muistaa, että yhteistoiminnan määrä ja projektien jatkuminen ovat riippuvaisia talouden suhdanteista. [Marttila ym., 2004.]

Yhteistoiminnan tarpeet vaihtelevat organisaation lähtökohdasta riippuen. Esimerkiksi yliopistolähtöisellä yrityksellä on jo suhteita yliopiston henkilökuntaan, kun taas ulkopuolelta peräisin olevan uuden yhtiön täytyy usein aloittaa verkoston luominen lähes tyhjästä. [Rod, 2005.] Yhteistoiminnalla on mahdollista vähentää riskinottoa ja saada edullista toimintamallien ja -ideoiden testausta. Nämä hyödyt lisäävät yliopiston ulkopuolelta lähtöisin olevien yritysten kiinnostusta luoda suhteita yliopistoon.

Yhteistoiminta on tulos paikallisista tekijöistä, käytännöistä ja tahojen ominaispiirteistä. Malleja ei ole helppo siirtää alueelta toiselle kysynnänkin vaihdellessa alueittain ja sektoreittain. Tehokkaan yhteistoiminnan saavuttamiseksi paikallisia piirteitä ja tekijöitä sekä erilaisia tarpeita ja näkemyksiä on osattava ymmärtää. Yhteistoiminta on yhteinen oppimisprosessi, joka kehittyy ja luo uusia ja vakiintuneita käytäntöjä, joiden kautta voidaan muodostaa entistäkin syvällisempää yhteistoimintaa. Kun huomioidaan osapuolten erot niin lähtökohdissa kuin tavoitteissa, on mahdollista rakentaa yliopiston ja elinkeinoelämän toimijoiden välisestä yhteistoiminnasta pitkäaikainen hyödyn lähde koko yhteiskunnalle.

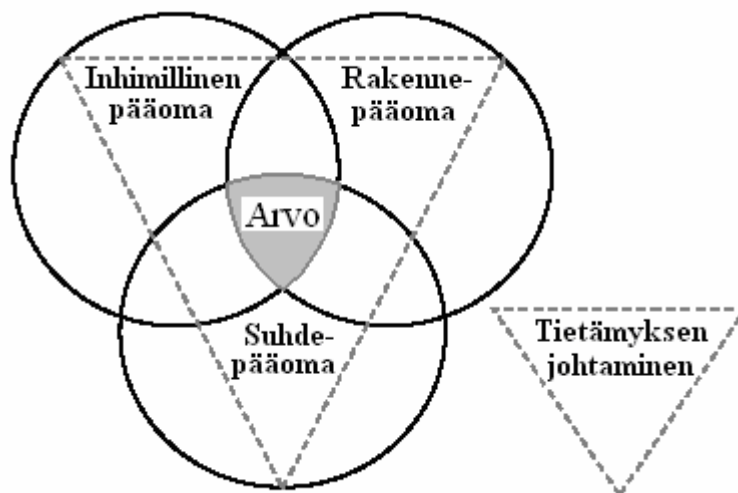
2.3 Osaamispääoma

Organisaation menestyksen takana on paljon sellaista, mikä ei näy ulospäin tai kirjanpidossa. Osaamispääoma huomioi asioita, jotka näkyvät taloustuloksessa vasta vuosien päästä. Organisaation nykyisen osaamispääoman tarkastelu on hyvä keino arvioida tulevaisuuden kaupallisia mahdollisuuksia. Osaamispääoman pohja on organisaation pääasiallinen arvon lähde. [Edvinsson & Malone, 1997.] Tulevaisuuden tuotto-

odotukset määrittelevät yritysten markkina-arvon. Bioteknologia on tyypillinen ala, jonka arvo perustuu tulevaisuuden korkeisiin odotuksiin. [Hermans & Kauranen, 2005.]

Tässä tutkielmassa osaamispääomasta käytetään MERITUM-työryhmän määritelmää: ”Osaamispääoma on organisaation inhimillisten, organisaatioon liittyvien ja ulkoisiin vuorovaikutussuhteisiin liittyvien voimavarojen yhdistelmä. Se muodostuu inhimillisestä pääomasta sekä sisäisistä ja ulkoisista rakenteista. Osaamispääoman avulla organisaation osaamisvaranto saadaan toimimaan organisaation hyväksi ja luomaan arvoa.” [<http://www.etla.fi/meritum/>; 20.3.2007.] Osaamispääomalla tarkoitetaan kaikkea hyödyllistä tietoa organisaatiossa, oli se sitten missä muodossa tahansa [Luthy, 1998].

Osaamispääoman jakaminen eri komponentteihin voidaan tehdä eri tavoilla. Tässä tekstissä käytetään jakoa inhimilliseen pääomaan (human capital), rakennepääomaan (structural capital) ja suhdepääomaan (relational capital) [Hermans & Kulvik, 2004b]. Kuva 5 havainnollistaa tätä asetelmaa. Näiden komponenttien leikkausala on keskeinen arvonluontia ajatellen. Yksilöiden taitojen ja kokemuksen muuntaminen organisaation yhteisiksi voimavaroiksi on tietämyksen johtamista [<http://www.etla.fi/meritum/>; 20.3.2007]. Se toimii voimana, joka vetää kuvassa 5 ympyröinä merkityjä ulottuvuuksia tiiviimmin toistensa päälle muodostaen enemmän arvoa [Hussi, 2003].



Kuva 5. Osaamispääomaan perustuva arvonmuodostus. (Kuva on muokattu lähteestä Edvinsson & Malone, 1997.)

Inhimilliseen pääomaan kuuluvat luovuus ja työntekijöiden kyvyt suorittaa tehtävänsä. Esimerkiksi henkilöstön tiedot, taidot, kokemukset, innovointikyky ja motivaatio kuuluvat inhimilliseen pääomaan. [<http://www.etla.fi/meritum/>; 20.3.2007.] Sitä voidaan mitata muun muassa tutkimalla organisaation työntekijämäärää, koulutustasoa sekä johtajan kokemusta liiketoimintatehtävistä. [Tahvanainen & Hermans, 2005.] Inhimillinen pääoma ei ole organisaation omistamaa, ja se voi poistua organisaatiosta työntekijän mukana [Luthy, 2007].

Rakennepääoma käsittää osaamisvarannon, joka jää työpaikalle työntekijöiden lähdettyä. Rakennepääomaan kuuluvat asiat, jotka tukevat työntekijöiden tuottavuutta, kuten työtilat, laitteet ja ohjelmistot. Siihen sisältyy muiden muassa myös organisaation kulttuuri, menettelytavat, ohjeistukset sekä patentit. [<http://www.etla.fi/meritum/>; 20.3.2007.] Rakennepääoman mittareina voidaan käyttää esimerkiksi patenttien ja patenttihakemusten määrää, T&K-panosta tai vaikkapa yrityksen ikää [Hermans & Kauranen, 2005]. Organisaatio omistaa rakennepääomansa, joka jää, vaikka työntekijöitä lähtee [Luthy, 2007]. Organisaatio voi myös myydä rakennepääomaansa, kuten laitteita ja patenteja.

Organisaation suhteet asiakkaisiin, tavarantoimittajiin sekä muihin yhteistoimintatahoihin sisältyvät suhdepääomaan. Sitä voidaan mitata esimerkiksi tutkimalla ulkopuolisen rahoituksen määrää tutkimukseen ja kehitykseen tai viennin osuutta myynnistä. [Hermans & Kauranen, 2005; Hermans & Kulvik, 2004b.]

Näiden kolmen osaamispääoman komponentin vuorovaikutuksella organisaatio voi luoda arvoa. Osaamispääoman kokonaisuuden tulee olla tasapainossa. Yksi heikko osa voi häiritä arvonluontia, vaikka kaksi muuta olisivat vahvoja. Tasapainoinen osaamispääoma edellyttää osaavaa tietämyksen johtamista. [Hermans & Kulvik, 2004b; Hussi, 2003.] Hermansin & Kaurasen tutkimuksen perusteella 70 % suomalaisten pienten ja keskisuurten bioteknologiayritysten tulevaisuuden myyntiodotuksista voidaan selittää yritysten osaamispääomapohjalla [Hermans & Kauranen, 2003].

Arvonluonnin kannalta osaamispääoman komponenttien tasapainoinen ja strategisesti järkevä johtaminen on tärkeää [Hermans & Kulvik, 2004b]. Kuva osaamispääomasta voidaan muodostaa vain organisaation vision ja strategian yhteydessä. Visio kertoo,

millainen tulevaisuudessa halutaan olla. Strategia konkretisoi tavoitteet ja antaa keinoja niiden saavuttamiseksi. Visio antaa mittapuun, jolla osaamispääoman arvoa mitataan tavoitteiden saavuttamiseksi. [Hussi, 2003.]

Organisaation toimiala ja visio vaikuttavat osaamispääoman johtamisstrategiaan. Tietointensiivisellä bioteknologia-alalla inhimillisen pääoman ulottuvuuden merkitys korostuu. Osaava henkilöstö luo perustan innovaatioille, tiedon muodostukselle ja jakamiselle sekä organisaation rakenteiden ja vuorovaikutussuhteiden kehittämiseksi. Yksilöt ovat organisaation tärkein voimavara.

Myös yhteistoiminnalla on paljon merkitystä bioteknologia-alalla. Suuretkin lääkekehitystyötä tekevät yritykset voivat joutua kontrolloimaan riskejään ja ulkoistavat tutkimus- ja kehitystoimiaan toisille organisaatioille. Läheiset kontaktit yliopistoihin auttavat organisaatioita inhimillisen pääoman vahvistamisessa. Yliopistokontaktit mahdollistavat yhteistoiminnan, T&K-toiminnan ulkoistamisen sekä yhteydet uusiin työntekijöihin.

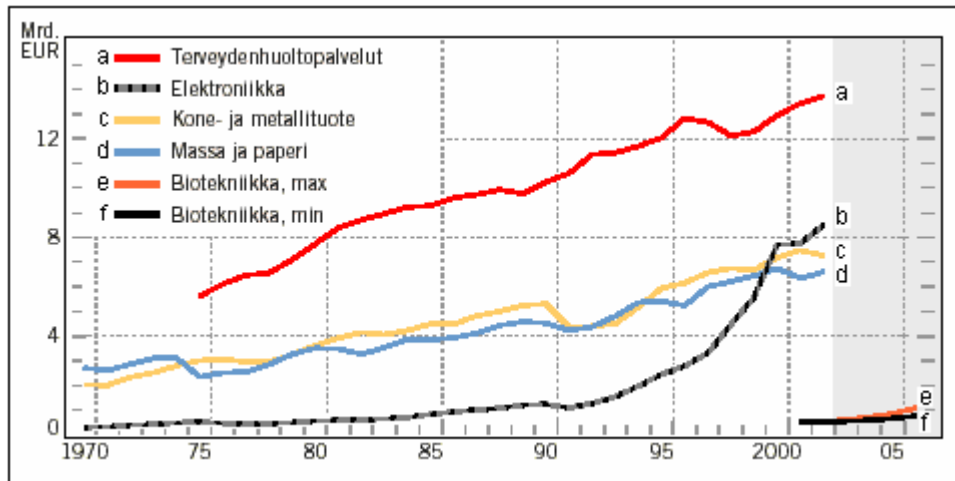
2.4 Bioteknologian tulevaisuus

Vaikka bioteknologia on lupaava teollisuuden ala, johon kohdistuvat suuret tulevaisuuden odotukset, ei merkittäviä saavutuksia synny itsestään. Kehityksensä alkuvaiheessa olevaan teollisuuteen on panostettava pitkäjänteisesti, jotta hedelmät ehtivät kypsyä ennen keräämistä. Tässä luvussa käsitellään bioteknologian yleisiä tulevaisuuden näkymiä ja tarkastellaan asioita, jotka voivat rajoittaa odotusten toteuttamista. Kirjallisuudesta on poimittu joitain ehdotuksia toimista, joiden avulla alan toimia voitaisiin tehostaa.

2.4.1 Mahdollisuuksia

Suomen lisäksi lähes kaikki muutkin teollisuusmaat panostavat bioteknologiaan ja haluavat osansa menestyvästä liiketoiminnasta. Joillain mailla on alasta Suomea vahvemmat perinteet. Suomessa bioteknologiasta odotetaan uutta tukipylvästä nykyisten vahvojen teollisuudenalojen rinnalle. Bioteollisuudella kestäisi noin 25 vuotta

elektroniikkateollisuuden ja yli 50 vuotta metsäteollisuuden kasvuvauhdilla saavuttaa näiden vahvojen alojen asema. Jos pitkän aikavälin kasvuvauhti pysyisi ennusteen vaihteluvälissä, bioteollisuudella kestäisi 15–30 vuotta, jotta se saavuttaisi metsä- tai elektroniikkateollisuuden tuotannon nykytason. [Hermans & Kulvik, 2004a.]



Kuva 6. Terveydenhuoltopalvelujen ja teollisuuden tukipylväiden jalostusarvo vuoden 2000 hinnoin sekä bioteollisuuden tuotantoennuste vuoteen 2006. (Kuva on muokattu lähteestä Hermans & Kulvik, 2004a.)

Richard W. Oliver esittää kirjassaan *The Biotech Age* yhden optimistisimmista bioteknologian tulevaisuutta koskevista näkemyksistä siirryttäessä bioteriaalien aikakauteen. Oliver määrittelee termin bioteriaalit (bioterials) käsittämään bioteknologiaa ja kehittyneitä materiaaleja. Hänen mukaansa bioteriaalien aikakausi tulee olemaan nopeimmin, voimakkaimmin ja laajimmin vaikuttava aika kuin mikään muu historiassa. Bioterialiteknologioiden tuotteet tulevat olemaan tärkeämpiä kuin auto, tietokone tai tuli. [Oliver, 2003.]

Oliver perustaa näkemyksensä muun muassa sille, että kehitys ja kasvu tapahtuvat eksponentiaalisesti. Teknologioiden kypsyminen vei ”agraarisena aikana” (Agrarian Age) useamman tuhat vuotta, ”teollisena aikana” (Industrial Age) muutaman sata vuotta ja ”informaatioaikana” (Information Age) noin 50–60 vuotta. ”Bioterialiajan” (Bioterials Age) teknologioiden kypsyksen saavuttaminen kestäisi 15–30 vuotta. [Oliver, 2003.]

Bioterialien teknologiat tulevat tuottamaan enemmän arvoa ja nopeammin kuin mikään muu. Teknologioiden soveltaminen tulee olemaan maailmanlaajuisin tapaus historiassa.

Käytännössä kaikki yhtiöt tulevat olemaan riippuvaisia bioteriaalien teknologioista. Vaikka Oliver myöntääkin kehityksen tiellä olevan uhkia, hän pitää kiinni myönteisestä tulevaisuuden näkemyksestään. [Oliver, 2003.]

Suomen valtio on kiinnittänyt huomion bioteknologiaan, jolle on hyödyksi alan mahdollisuuksien tunnustaminen näin korkealla tasolla. Bioteknologia on monien mahdollisuuksien ala, joka voi kääntää edukseen muiden teollisuudenalojen uhkia. Väestön ikääntyessä erityisesti terveydenhuollon kustannusten odotetaan nousevan. Tällöin on haettava edullisempia vaihtoehtoja, joihin voi löytyä ratkaisu bioteknologiasta. Bioteknologian avulla voidaan tuottaa entistä nopeampia ja tarkempia diagnooseja. Terveydenhuoltopalvelujen korkea jalostusarvo kuvassa 6 kertoo bioteollisuuden tulevaisuuden suuresta mahdollisuudesta ja markkinapotentiaalista. [Hermans & Kulvik, 2004a.]

Tehostettuun diagnostiikkaan liittyvät läheisesti myös uudenlaiset hoitokeinot. Bioteknologian avulla on mahdollisuus kehittää tehokkaampia hoitoja useampiin sairauksiin. Hoitojen lisäksi myös ennaltaehkäisy, täsmähoito ja parantaminen ovat bioteknologioiden tulevaisuuden mahdollisuuksia. [Hermans & Kulvik, 2005.] Bioteknologialta odotetaan lääkkeitä vaikeisiin sairauksiin, kuten AIDS:iin ja syöpään [Bioteknologia info, 2004, s.10]. Teknologioiden kehitys on arvaamatonta, mutta mahdollisuuksia ratkaisujen löytämiseksi on.

Tarkat terveydenhuollon rekisterit ovat yksi Suomen varteenotettavista mahdollisuuksista bioteknologian hyödyntämiseen. Näiden laajojen tietoaisteiden pohjalta olisi hyvä tehdä tutkimusta terveydenhuollon tehostamiseksi. Rekisterit ovat tarkkoja ja kattavat monta sukupolvea. Tietoja ei kuitenkaan voida nykyään käyttää tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Jotta näitä tietoja voitaisiin hyödyntää laajamittaisesti, tarvitaan muutoksia lainsäädännössä ja varmuutta siitä, että tietoja ei käytetä hyväksi väärällä tavalla. [Hermans & Kulvik, 2005.] Terveydenhuollon rekisterit ovat ehdottomasti erityinen mahdollisuus Suomelle.

Ihmisen genomin kartoittaminen toi paljon uutta tietoa. Tuota aineistoa tulisi nyt osata hyödyntää. Bioinformatiikalla tulee olemaan suuri merkitys laajojen geenitietojen hallitsemisessa ja hyödyntämisessä niin tutkimusmateriaalin kuin terveydenhuollon

rekisterien osalta. Suomessa on vahva tietotekniikan osaamis pohja, jonka avulla bioteknologia-alalle on mahdollista luoda kansainvälisesti kilpailukykyistä toimintaa. [Hermans & Kulvik, 2005.]

Bioteknologisia sovelluksia voidaan käyttää hyvin moniin tarkoituksiin. Yksi bioteknologian suurimmista mahdollisuuksista on sen hyödyntäminen perinteisten teollisuudenalojen uudistamisessa. Erityisesti lääketeollisuus on onnistunut käyttämään hyväksi bioteknologiaa omissa prosesseissaan [Hermans ym., 2005]. Suomen kannalta olisi tärkeää tutkia mahdollisuuksia bioteknologisten sovellusten hyödyntämiseen ennestään vahvoilla teollisuudenaloilla [Hermans & Kulvik, 2004a]. Geenitekniikalla voidaan esimerkiksi nopeuttaa ja täsmentää metsänjalostusta [<http://www.metla.fi/metinfo/jalostus/jalostus-ohjelma-2050-haasteet.htm>]; 3.5.2007]. Tämä tuo etuja niin metsä- kuin paperiteollisuudelle.

Ilmastonmuutoksen myötä yhä useampi on alkanut vaatia ympäristön parempaa huomioonottamista. Bioteknologia voi tuoda ratkaisuja kestävän kehityksen periaatteiden mahdollistamiseksi useilla eri teollisuuden aloilla [ks. esim. Hermans & Kulvik, 2005]. Energian ja materiaalien säästäminen sekä saasteiden vähentäminen ovat vain eräitä ympäristön kannalta nykyistä kestävämpiä keinoja, jotka ovat bioteknologian mahdollistamia. Se, että Suomella ei ole omia öljylähteitä, voisi kannustaa Suomea kehittämään uusia teknologioita energiatuotantoon [Hermans & Kulvik, 2005].

Teknologian sovelluksien tarkoitus on parantaa hyvinvointia. Teknologiaa kehittämällä on mahdollista säilyttää nykyiset kilpailuedut sekä saavuttaa hyvä asema myös muilla aloilla. Suomen teollisuuden uusiutumisen mahdollisina apuvälineinä ovat verkottuminen ja monitieteisyys. Yhteistyöllä voidaan saavuttaa uusia kilpailuetuja sekä parantaa tuottavuutta ja hyvinvointia. [Tekes, 2002.]

Suomessa on hyvin teknologiamyönteinen ilmapiiri [Lähteenmäki, 2002]. Se mahdollistaa sovellusten laajamittaisen hyödyntämisen. Uusia teknologioita ei syntyisi ilman laadukasta tutkimusta. Suomalainen bioteknologiutkimus on monella osa-alueella maailman kärkeä [Tekes, 2002]. Tämän pohjan varaan on hyvä rakentaa entistä merkittävämpää toimintaa. Kansallisen menestyksen turvin voi suunnata katset yhä enemmän kohti kansainvälisiä markkinoita.

2.4.2 Rajoitteita ja uhkia

Monista mahdollisuuksista huolimatta bioteknologian kehityksen esteenä tai ainakin hidasteena on monia rajoitteita ja uhkia. Yleisellä tasolla itse teknologiat ovat epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Biologisten prosessien toimivuus on riippuvainen atomitason kemiasta, jota ei vielä täysin ymmärretä eivätkä tulokset ole kokonaan ennustettavissa.

Tutkimuksen taso on Suomessa hyvää, mutta pelkällä tutkimuksella ei varmisteta bioteknologian kehitystä ja kasvua. Tutkimuksesta on päästävä tuotteisiin. [Hassinen, 2002.] Nykymaailmassa on erityisen tärkeää olla kilpailukykyinen myös kansainvälisillä markkinoilla. Yksi kilpailuetu Suomelta kuitenkin puuttuu – koko. Vaikka Suomi ei voi kasvaa bioteknologian osalta rajattomasti, täytyy kuitenkin yritysten kasvaa menestyäkseen suurempien kilpailijoiden joukossa. Suomi voisi toimia sopivana testimarkkina-alueena tuotteille, jotka sitten voitaisiin viedä ulkomaille saadun kokemuksen avustamina [Hermans & Kulvik, 2006]. Suomalaisten bioteknologiayritysten pitäisi kasvaa entistä suuremmiksi ja saada nopeammin tuotteita markkinoille.

Bioteknologia-ala tarvitsee korkeasti koulutettua työvoimaa. 30 %:lla yrityksistä on ollut vaikeuksia löytää koulutettua työvoimaa [Hermans & Luukkonen, 2002]. Erityisesti Suomessa on puutetta kokeneista liiketoimintaosaajista [ks. esim. Tahvanainen, 2004]. Suomessa tulisi kouluttaa johtajia ja liiketoimintaosaajia, jotka tuntevat myös bioalaa [Suomen Akatemia, 2002].

Tutkimusintensiivisellä alalla vastaperustetut yritykset ovat usein lähtöisin jostain tutkimuslaitoksesta. Yrityksen työntekijät ovat lähes ainoastaan tutkijoita ja keskittyvät vain tutkimukseen eivätkä ajattele liiketoimintaa. [Tahvanainen, 2004.] Ala tarvitsee huippuosaajia, joilla on kokemusta tutkimuksen kaupallistamisesta ja jotka voivat nopeammin viedä yritystä askeleen eteenpäin. Investoinnit eivät tuota tuloksia ilman kaupallisia sovelluksia. [Hassinen, 2002.] Järjestettävän koulutuksen tulisi kohdata alan tarpeet sekä tutkimuksen että liiketoimintaosaamisen osalta, jotta osaamis pohjaa voitaisiin kasvattaa monipuolisesti. Kasvu edellyttää korkeasti koulutettua työvoimaa laaja-alaisesti [Hassinen, 2002].

Yhtenä kasvun rajoitteena on raha. Suomeen ei ole saatu houkuteltua tarpeeksi rahoittajia ulkomailta täydentämään kapea-alaista rahoituspohjaa [Hermans & Kulvik, 2006]. Erityisesti yksityinen rahoitustoiminta on koko Euroopassa vähäisempää kuin Yhdysvalloissa [Ernst & Young, 2005b]. Pitkien tuotekehitysaikojen alalla kassavirtaa ei synny kovin aikaisessa vaiheessa, mutta menot täytyisi saada maksettua. Liian lyhyellä tähtämellä tehdyt sijoitukset eivät kannata yrityksen toimintaa tarpeeksi pitkää aikaa, jolloin potentiaalisetkin tuotteet voivat jäädä hyödyntämättä. Lisärahoituksen hankkimisen ohella Suomessa olisi kehitettävä pääomasijoitustoimintaa kokonaisuutena [ks. esim. Luukkonen & Maunula, 2004].

Tärkeä tutkimustoiminnan tulos on patentti. Se takaa oman innovaatiotoiminnan tuloksen hyödyntämisen niin, että sijoituksille voidaan saada tuottoa. Patentointi on kuitenkin hyvin kallista, eikä varsinkaan nuorilla yrityksillä ole usein varaa siihen. Tällöin muillakin on mahdollisuus käyttää hyväkseen toisten tuotosta ilman, että työn tekijät itse hyötyvät. Erityisesti lääkekehitys on riippuvainen patenteista. [Luukkonen, 2004a.] Oikeus kalliin kehitystyön tuloksiin on varmistettava, jotta toiminta olisi kannattavaa. Kansainvälisessä toiminnassa on tunnettava kansallisten tapojen lisäksi myös erityisesti Euroopan, Japanin ja Yhdysvaltojen patentointikäytännöt. Alueiden erilaiset käytännöt tuovat lisähaasteita suurien markkinoiden luomiselle ja tuotteiden mahdollisuuksien täysimittaiselle hyödyntämiselle.

Tutkimustyö vaatii rahaa. Jotta tutkimustyö olisi yhteiskunnallisesti vaikuttavaa, on tuloksia osattava kaupallistaa. Suomessa on tutkimusta ja koulutusta, mutta ei tuotteita. [Tulkki ym., 2001.] Yksi nuoren bioteknologia-alan ongelmista Suomessa on kehittämätön teknologiansiirto [ks. esim. Suomen Akatemia, 2002]. Tutkimuksen vaikuttavuuden edistämiseksi on toimijoiden välistä yhteistoimintaa lisättävä ja kehitettävä keinoja, joiden avulla sekä tutkimuksen että yhteiskunnan intressit kohtaisivat entistä paremmin. Yhteistoiminta tutkimusta tekevien tahojen välillä sekä rahoittajien kanssa kuuluu toimivaan järjestelmään, jossa vuorovaikutuksen tuloksena syntyy vaikuttavuutta. Vaikka vaikuttavuuden kannalta kansallisten toimijoiden vuorovaikutus on etusijalla, ei kansainvälistä yhteistoimintaa pidä unohtaa. [Suomen Akatemia, 2006.] Yhteistyön avulla voidaan löytää uusia kilpailuetuja ja lisätä tuottavuutta ja hyvinvointia [Tekes, 2002].

Lainsäädäntö voi olla bioteknologia-alan kehityksen hidasteena. Koska teknologinen kehitys on nopeaa, lainsäädäntö ei aina pysy mukana muutoksessa. [Hassinen, 2002.] Esimerkiksi terveysvaikutteisten elintarvikkeiden käsitettä ei ole määritelty Suomen tai EU:n lainsäädännössä [Tekes, 2006]. Myös päättäjiltä vaaditaan bioteknologian ominaispiirteiden tuntemusta. Globaalissa maailmassa Suomeen vaikuttaa myös muu kuin valtion oma lainsäädäntö. Esimerkiksi Euroopan unionin päätökset koskevat suoraan myös Suomea [Hassinen, 2002]. Aina ei ole varmaa, että pienen ja syrjäisen maan ominaispiirteitä osataan ottaa tarpeeksi huomioon.

Vaikka Suomessa ollaan teknologiamyönteisiä ja kehityksen kannalla, ei se tarkoita sitä, että tilanne olisi sama kaikkialla muuallakin. Bioteknologia voidaan nähdä etäisenä alana eikä sitä tunneta tarpeeksi hyvin kansan keskuudessa. Riikka Heikinheimon (Bioteknologia info -projektin alkuunpanija ja ensimmäinen päätoimittaja) mielestä alan imagoa haittaa se, ettei lopputuotteita ole usein helppo mieltää bioteknologiaksi, vaikka sitä olisi hyödynnetty valmistusprosessissa [Bioteknologia info, 2006, s.3]. Yleinen mielipide ei aina perustu tietoon vaan oletuksiin. Tiedotusvälineillä on merkittävä rooli bioteknologian kannalta. Ihmisten totuudenmukaista tietämystä alasta tulisi lisätä, jotta mielipiteet eivät perustuisi vain oletuksiin. Vuonna 2003 tutkimusyhtiö MDC Riscin tekemän tutkimuksen mukaan vain 8 % suomalaisista koki edes jossain määrin tuntevansa bioteknologia-alaa ja kolmasosa ei osannut päättää, ostaisiko geenimuokattuja tuotteita [Tiilikainen, 2006]. Ylioptimististen ja toteutumatta jääneiden lupauksen myötä alan kiinnostavuus vähenee eikä kehitysmahdollisuuksiin enää jakseta uskoa.

Tiedon lisääminen edesauttaa sitä, ettei yhden tuotteen epäonnistuminen toisi koko alalle kielteistä huomiota. Tulehduslääke Vioxxin vetäminen pois markkinoilta vaikutti kielteisesti kaikkiin samaan kohteeseen vaikuttaviin lääkkeisiin sekä lähes koko lääketeollisuuteen. [Ernst & Young, 2005d.] Kyseessä onkin yhdistelmä tilanteesta, jossa lainsäädäntö ei toiminut toivotulla lailla ja jonka lopputuloksena median vajavaisiin tietoihin perustuva uutisointi johti koko alan kannalta huonoihin seurauksiin.

Bioteknologian kehitys Aasiassa, erityisesti Kiinassa ja Intiassa, voi olla sekä myönteinen että kielteinen asia. Kallista tuotantoa voidaan tehdä edullisemmin halvan työvoiman maissa. [Ernst & Young, 2005c.] Tämä alentaisi lopputuotteen hintaa myös

Suomessa. Asialla on kääntöpuolensakin. Tuotannon siirtäminen pois Suomesta vähentäisi työpaikkoja myös bioteknologia-alalla, vaikka tutkimus ja kehitys säilyisivät maassa.

Teknologia on työkalu, jota voidaan käyttää sekä rakentamiseen että tuhoamiseen [Oliver, 2003]. Bioteknologian sovelluksilla voidaan saada aikaan monia hyviä asioita, mutta aina on mahdollisuus myös päinvastaisiin toimiin. Teknologian kehitykseen liittyy myös uhka, että keksintöjä ei sovelleta vain hyvinvoinnin edistämiseksi. Bioaseet ovat mahdollinen uhka tulevaisuudessa, mikä pitäisi ottaa huomioon [Saarikko, 2005].

Tosiasia on kuitenkin se, että bioteknologian kehitys on melko hidasta ja ennalta arvaamatonta eikä voida varmuudella sanoa, mitä tulevaisuus tuo tullessaan ja milloin. Monet tärkeät ideat ja keksinnöt ovat syntyneet täysin sattumalta. Potentiaalia bioteknologiassa kuitenkin on, eikä kaikkia mahdollisuuksia ole vielä edes osattu arvioida. Bioteknologia antaa suuria odotuksia, jotka voivat täyttyä tai jäädä hyvinkin täyttymättä. Joka tapauksessa tulevaisuus voi olla hyvinkin erilainen kuin nyt kuvittelemme.

3 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kiinnittää huomiota bioteknologia-alan koulutuksen ja työvoiman kysynnän vastaavuuteen. Tarkastelun lähtökohtina olivat Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman antamat valmiudet sekä työelämän tarpeet.

Tarkoituksena oli selvittää koulutusohjelmasta valmistuneiden opiskelijoiden mielipiteitä saamastaan koulutuksesta ja työllistymismahdollisuuksistaan. Tavoitteena oli kartoittaa myös elinkeinoelämän toimijoiden näkemyksiä bioalan, edustamiensa organisaatioiden sekä työvoimantarpeen kehityksestä. Heidän mielipiteitään selvitettiin myös koulutuksesta, työelämässä vaadittavasta osaamisesta sekä mahdollisuudesta yhteistoimintaan koulutusohjelman kanssa.

Tutkimuksen tavoitteet olivat:

1. selvittää valmistuneiden opiskelijoiden ja elinkeinoelämän mielipiteitä bioteknologian koulutuksesta ja työelämän vaatimuksista,
2. etsiä muotoja yhteistoiminnalle koulutuksen ja työvoiman tarpeiden vastaavuuden tehostamiseksi,
3. kehittää yhteistoimintamalli Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman ja elinkeinoelämän vuorovaikutuksen lisäämiseksi.

4 Materiaalit ja menetelmät

4.1 Kyselyiden kohderyhmät ja vastausten käsittely

Tutkimusmateriaalin hankinta toteutettiin kyselyinä, joiden tarkoitus oli saada vastaajilta mielipiteitä bioteknologian koulutuksesta, opiskelijoiden työllistymismahdollisuudesta sekä yhteistoiminnasta. Vastaamisen käytännönläheisyys huomioitiin kaavakkeiden suunnittelussa. Kysymykset muotoiltiin pääasiassa avoimiksi, jotta vastaukset olisivat mahdollisimman vapaamuotoisia ja jotta vastaajien ei tarvitsisi luokitella liikaa mielipiteitään. Joihinkin vastauksiin haluttiin kuitenkin ryhmittelyä vaihtoehtokysymysten avulla. Kyselylomakkeet ovat tutkielman liitteinä.

Opiskelijakyselyn kohderyhmäksi valittiin kaikki Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman opiskelijat, joiden pro gradu -tutkielma oli hyväksytty helmikuun loppuun 2007 mennessä. Kysely lähetettiin näille 19 opiskelijalle sähköpostilla maaliskuun alussa 2007. Kyselyssä tiedusteltiin opiskelijoiden mielipiteitä saamastaan koulutuksesta sekä työllistymismahdollisuuksistaan.

Finn-Medi Tutkimus Oy:n kehitysjohtaja Reijo Itkosen kanssa käydyn keskustelun perusteella valittiin bioalan toimijoille lähetettävän kyselyn otos sekä yhteyshenkilöt. Otokseen kuului 20 bioalan organisaatiota [ks. Taulukko 2], joista 17 toimii yksityisellä ja kolme julkisella sektorilla. 16 organisaatiota sijaitsee Tampereella. Neljä Tampereen ulkopuolella sijaitsevaa organisaatiota valittiin otokseen tuomaan monipuolisuutta.

Kysely bioalan organisaatioille lähetettiin sähköpostina valituille, johtotehtävissä toimiville yhteyshenkilöille. Heillä oli mahdollisuus lähettää kysely eteenpäin organisaatiossa, jos halusivat jonkun toisen henkilön vastaavan siihen. Kyselyssä tiedusteltiin vastaajien näkemyksiä bioalan kehityksestä. Lisäksi selvitettiin organisaatioiden työvoimantarvetta sekä työssä tarvittavaa osaamista ja vastaajien mielipiteitä bioteknologian koulutuksesta sekä yhteistoiminnasta.

Kyselyiden mukana organisaatioille lähetettiin kuvaus Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmasta. Saatekirjeissä vastaukset luvattiin käsitellä luottamuksellisesti. Mielipiteitä, joita voidaan johtaa yksittäiseen vastaajaan, ei julkaista tutkielmassa.

Kysymykset olivat pääasiassa avoimia, joten vastauksia käsiteltiin enimmäkseen kvalitatiivisesti. Kysymyksissä, joissa oli valmiita vastausvaihtoehtoja, oli myös tilaa kirjoittaa perusteluja valinnalle. Saadut vastaukset on koottu aiheittain tutkielman Tulokset-osioon. Tekstiin on poimittu vastausten yhteenvetoja tukevia, suoria lainauksia näkemysten konkretisoimiseksi.

Taulukko 2. Kyselyn otoksen organisaatiot. (Tampereella sijaitsevat organisaatiot on esitelty tarkemmin luvussa 2.1.6.2.)

| Tampereella sijaitsevat organisaatiot | Bioteknologian ydinosamisalueet |
|--|---|
| Biomeeri | Biopolymeerit ja -kuidut |
| BioNavis | Ei tietoa |
| Bioretec | Biohajoavat ja bioaktiiviset implantit |
| Chip-Man Technologies | Elävien solujen analysointijärjestelmät |
| Dermagene | Syöpädiagnostiikka |
| FIT Biotech | Geeninsiirto- ja raketeknologiat |
| Histola | Histoteknologiset ja prekliiniset palvelut |
| HUR Labs | Laitteet ja ohjelmistot fyysisen suorituskyvyn testaamiseen ja seurantaan |
| Inion | Biohajoavat implantit |
| Laboratoriokeskus | Kliiniset laboratoriopalvelut |
| Linvatec Biomaterials | Biomateriaalit |
| Lääketieteellisen teknologian instituutti | Biolääketieteellinen ja bioteknologinen tutkimus ja koulutus |
| Santen | Silmälääkkeet |
| Scaffdex | Kudosteknologiset tukirakenteet ja viljelyä edesauttavat apuvälineet |
| Solu- ja kudosteknologiakeskus Regea | Solu- ja kudosteknologia |
| Vactech | Rokoteteknologiat |
| Muulla toimivat organisaatiot | |
| BBS Bioactive Bone Substitutes | Luun kasvua indusoivat implantit |
| EvoStem Finland | Kantasolu- ja kudosteknologia |
| GeneOS | "Biohealthcare informatics" |
| Jurilab | "Genetic Discovery" |

4.2 Lisäselvitys yhteistoimintamallista

Kyselyssä saatujen vastausten perusteella tehtiin alustava lisäselvitys tutkielmassa esitettävästä ehdotuksesta yhteistoiminnalle. Selvitys tehtiin lyhyenä puhelinhaastatteluna osalle otoksen organisaatioista. Selvityksellä tiedusteltiin organisaatioiden mielipiteitä yhteistoimintamallista. Myös kiinnostusta mallin kuvaamaan yhteistoimintaan sekä siihen liittyviä tarpeita selvitettiin. Organisaatioiden mielipiteitä käytettiin mallin kehittämisessä. Puheluissa esitettyjä kommentteja on käsitelty Pohdinta-osion yhteydessä luvussa 6.4.

5 Tulokset

5.1 Kysely valmistuneille opiskelijoille

5.1.1 Taustatietoa vastaajista

Kyselykaavake lähetettiin sähköpostilla jokaiselle 19 Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman opiskelijalle, jonka pro gradu -tutkielma oli hyväksytty helmikuun loppuun 2007 mennessä. Kyselyyn vastasi 16 henkilöä ja vastausprosentiksi tuli täten 84 %. Kaikista kyselyn otokseen kuuluneista henkilöistä käytetään tässä työssä nimitystä valmistuneet opiskelijat.

Kymmenen (63 %) kyselyyn vastanneesta opiskelijasta on valmistunut vuoden 2006 aikana. 11 valmistuneen opiskelijan (69 %) suuntautumisvaihtoehtona oli molekyylibiologia. Solu- ja kudosteknologia oli suuntautumisvaihtoehtona kahdella opiskelijalla, samoin bioteknologian liiketoiminta. Yksi vastaaja on valmistunut bioinformatiikan linjalta.

Kuusi vastaajaa kertoo tehneensä vain jatko-opintoja valmistumisensa jälkeen. Kolme henkilöä on suorittanut jatko-opintoja sekä tehnyt koulutusta vastaavaa työtä. Kaksi vastaa opiskelleensa jatko-opintojen ohella jotain muuta alaa. Yhteensä 69 % kyselyyn vastanneista henkilöistä on suorittanut jatko-opintoja valmistuttuaan maisteriksi. Yksi vastaaja kertoo suorittaneensa toista tutkintoa. Koulutusta vastaavan työn ohella yksi vastaaja on suorittanut muita opintoja. Kaksi valmistunutta opiskelijaa kertoo tehneensä vain koulutusta vastaavaa työtä. Yhteensä 38 % vastaajista on tehnyt koulutusta vastaavaa työtä ainakin jossain vaiheessa maisteriksi valmistumisen jälkeen. Neljä vastaajaa (25 %) on suorittanut muita opintoja. Yksikään ei ole ollut työttömänä.

5.1.2 Mielipiteitä työllistymisestä

Kyselyyn vastanneista opiskelijoista 11 (69 %) sanoo olleensa töissä tai harjoittelussa bioteknologia-alan organisaatiossa Tampereella. Kaikki valmistuneet opiskelijat, jotka ilmoittivat hakeneensa työ- tai harjoittelupaikkaa julkiselta sektorilta, kertovat myös

päässeensä siihen. Yksityiselle sektorille hakeneet eivät ole päässeet haluamaansa paikkaan. Yhdelle on kuitenkin tarjottu työtä yksityiseltä sektorilta.

Puolet vastaajista kertoo haluavansa työskennellä mieluummin yksityisellä kuin julkisella sektorilla. Kolme vastaajaa (19 %) kokee julkisen sektorin mieluisammaksi työpaikaksi. Valmistuneista opiskelijoista neljän (25 %) halukkuudessa työskennellä yksityisellä tai julkisella sektorilla ei ole juurikaan eroa. Julkisella sektorilla suoritetun tohtorintutkimuksen jälkeen moni haluaa siirtyä työskentelemään yrityksiin. Yksi bioteknologian koulutusohjelmasta valmistunut opiskelija ei halua työskennellä alalla vaan suorittaa muita opintoja.

Lähes jokainen vastaaja mainitsee korkeamman palkkatason perusteena haluun työskennellä mieluummin yksityisellä sektorilla. Myös sosiaali- ja terveysetuudet lisäävät yksityisen sektorin kiinnostavuutta. Alhaista palkkaa ja vähäisiä työsuhde-etuja pidetään apurahatutkimuksen huonoimpina puolina. Yksityisen sektorin paremman palkkatason katsotaan johtuvan siitä, että yksilön osaamista arvostetaan siellä enemmän kuin julkisella sektorilla. Eräs vastaaja on sitä mieltä, että monipuolista osaamista, kuten kielitaitoa, voi hyödyntää paremmin yksityisellä sektorilla. Osaamisen arvostusta seuraa myös parempi mahdollisuus urakehitykseen.

Yritysmailman vahvuuksina pidetään myös säännöllistä työaika ja sekä työn konkreettisuutta ja selkeitä päämääriä. Yritysten innovaatiohenkisyyttä pidetään yksityisen sektorin vahvuutena. Työ yksityisellä sektorilla mielletään haasteelliseksi ja vaihtelevaksi.

”Yrityksissä tutkimuksen ja tuotekehityksen tähtäimenä on kaupallinen tuote, joka pyritään saamaan markkinoille mahdollisimman nopeasti, kun taas yliopistomaailmassa tutkimuksen päämäärä voi olla hyvinkin kaukainen.”

Julkinen sektori on mieluisa työpaikka vastaajille, jotka ovat kiinnostuneita tutkimus- ja opetustyöstä. Työpaikkaa pidetään varmempana julkisella kuin yksityisellä sektorilla. Toisaalta useiden, lyhyiden työsuhdeiden mahdollisuus nähdään uhkaksi työskenneltäessä julkisella sektorilla. Epävarmuus apurahan saamisesta vähentää julkisen sektorin vetovoimaa.

Julkisen sektorin vahvuutena pidetään mahdollisuutta ”oikean” tieteen ja tutkimuksen, eli voittoa tavoittelemattoman perustutkimuksen, tekemiseen. Julkisella sektorilla katsotaan olevan yksityistä sektoria paremmat mahdollisuudet tehdä tutkimusta suhteellisen vapaasti ja ohjata työtä itseä kiinnostavaan suuntaan.

Neljätoista vastaajaa (88 %) pitää mahdollisuuttaan päästä töihin julkiselle sektorille vähintään melko hyvänä, kymmenen vastaajan mielestä mahdollisuus on jopa hyvä. Kahdella valmistuneella opiskelijalla ei ole asiasta mielipidettä. Aikaisempien kokemustensa perusteella moni vastaaja sanoo pääsyn harjoittelemaan tai työskentelemään julkiselle sektorille olleen vaivatonta. Opiskeluaikana luoduilla suhteilla katsotaan olevan suuri merkitys mahdollisuuteen päästä töihin julkiselle sektorille, varsinkin tekemään tutkimustyötä. Mahdollisuutta tehdä väitöskirjatyötä julkisella sektorilla ja varsinkin yliopistossa pidetään hyvänä.

Vastaajat muistuttavat, ettei yliopisto ole ainoa työpaikka julkisella sektorilla. Valmistuneet opiskelijat epäilevät kuitenkin pääsyn muihin julkisen sektorin laitoksiin kuin yliopistoon olevan hieman hankalampaa. Jatkokoulutuksessa olevien suuren määrän pelätään vaikeuttavan koulutusta vastaavan työn saamista. Vastaajat kuitenkin uskovat suurten ikäluokkien eläkkeelle jäämisen avaavan paikkoja julkisella sektorilla.

Kysyttäessä valmistuneiden opiskelijoiden mielipidettä mahdollisuuksistaan työskennellä yksityisellä sektorilla vastaukset eroavat selvästi julkisen sektorin mahdollisuuksista. Vain seitsemän vastaajaa (44 %) pitää mahdollisuutta päästä yksityiselle sektorille hyvänä tai melko hyvänä. Vain neljän (25 %) mielestä mahdollisuus on jopa hyvä. Tohtorintutkinnolla ja aikaisemmalla työkokemuksella katsotaan olevan paljon merkitystä. Suhteet työnantajiin nähdään merkittäviksi, tosin vastaajat kertovat omaavansa enemmän kokemusta julkiselta kuin yksityiseltä sektorilta. Joidenkin vastaajien mielestä alalle koulutetaan liikaa ihmisiä. Avoinna olevia työpaikkoja on oltava valmiina hakemaan entistä sinnikkäämmin. Työpaikkoja uskotaan löytyvän helpommin Tampereen ulkopuolelta.

Kaksi vastaajaa pitää mahdollisuuksiaan päästä töihin yksityiselle sektorille huonoina ja kaksi melko huonoina. Työllisyystilanteen katsotaan olevan huono erityisesti

yksityisellä sektorilla. Yritysten rahoitustilanne nähdään heikkona. Bioteknologian maistereiden työllistymismahdollisuuksia heikentää muun muassa se, että biotekniikan insinöörit hakevat samoja työpaikkoja. Maisteritutkintoa pidetään kuitenkin kilpailukykyisenä koulutuksena. Heikkojen suhteiden ja kokemuksen puutteen yritysmaailmasta katsotaan heikentävän mahdollisuuksia päästä töihin yksityiselle sektorille.

Viisi valmistunutta opiskelijaa (31 %) ei osaa arvioida mahdollisuuksiaan päästä yksityiselle sektorille. Kokemuksen puute rajoittaa vastaajien tarkkaa työllistymismahdollisuuksien arviointia. Bioteollisuuden tilannetta Suomessa pidetään huonona. Yritysten taloudellisen tilanteen katsotaan vaikuttavan työllistymismahdollisuuksiin. Erään vastaajan mielestä Tampereen seudulla on vähän vartenotettavia, puhtaasti bioteknologiaan liittyviä yrityksiä. Yleisesti ottaen ollaan sitä mieltä, että mahdollisuus työllistyä on heikompi yksityisellä kuin julkisella sektorilla.

5.1.3 Mielipiteitä koulutuksesta

13 vastaajan (81 %) mielestä koulutuksen sisältö Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmassa vastaa alan tulevaisuuden vaatimuksia hyvin tai melko hyvin. Heistä kolmen mielestä vastaavuus on jopa hyvä. Kolme valmistunutta opiskelijaa (19 %) katsoo, että koulutus vastaa tulevaisuuden vaatimuksia melko huonosti.

Monipuolisuutta pidetään koulutuksen erityisenä vahvuutena. Myös mahdollisuus käytännön työkokemukseen laitoksen tutkimusryhmissä sekä laboratorioskurssit saavat kiitosta osakseen. Koulutuksen vahvana puolena mainitaan lisäksi mahdollisuus suorittaa kauppa- ja insinööritieteiden opintoja perinteisten biotieteiden rinnalla. Tutustuminen alueen liiketoimintaan sekä korkeatasoisen tutkimustoiminnan läheisyys nähdään myönteisinä. Koulutus luo vastaajien mielestä hyvän tieto- ja taitopohjan työelämää varten sekä valmiuden uusien asioiden oppimiseen varsinaisten opintojen jälkeenkin. Valmistuneiden opiskelijoiden mielestä koulussa ei ole tarkoitus opettaa kaikkea, sillä lisäopin saa kokemuksen myötä.

”Ei ole olemassa yhtään työpaikkaa, jossa pärjäisi ainoastaan koulutuksesta saaduilla tiedoilla, vaan jokaista työtä varten täytyy oppia paljon muitakin asioita. Bioteknologian koulutuksesta saa hyvät perustiedot ja -taidot tulevaa työuraa varten.”

Vaikka koulutus antaa hyvän pohjan työskennellä akateemisella puolella, joidenkin vastaajien mielestä teollisuuden työelämän tarpeita ei ole otettu tarpeeksi huomioon. Koulutus tähtää heidän mielestään liiaksi jatko-opintoihin ja tutkimustyöhön.

Koulutukseen sisältyvien laboratoriokurssien määrän tulisi olla korkea. Se olisi pidettävä ainakin nykyisellä tasolla. Joidenkin vastaajien mielestä laboratoriokurssien ja -menetelmien opetusta tulisi kehittää ja tehdä vielä nykyistä monipuolisemmaksi. Myös laboratoriokokeiden suunnittelutyötä voisi lisätä koulutukseen.

Vastaajat toivovat opetukselta enemmän eri tieteenalojen toisiaan täydentävien ominaisuuksien tärkeyden havainnollistamista. Myös bioteknologian hyödyntämismahdollisuuksien entistä laaja-alaisempi käsittely olisi tarpeellista.

Koulutuksessa tulisi valmistuneiden opiskelijoiden mielestä huomioida nykyistä paremmin myös yksityisen sektorin tarpeita. Alan teollisuutta ja siihen liittyviä suuren mittakaavan tuotantoprosesseja, tuotteistamista ja markkinointia halutaan esiteltävän enemmän. Laatuosaaminen ja laitejärjestelmien hallitseminen nähdään tärkeiksi opetuksiksi yksityisellä sektorilla työskentelemistä ajatellen. Yhteistyön alan yritysten kanssa toivotaan jatkuvan. Vastaajien mielestä harjoittelusta yrityksissä olisi suurta hyötyä. Myös bioteknologian liiketoiminnan koulutukseen toivotaan konkreettisia harjoituksia.

”...teollisuuden ja liiketoiminnan osa-alueilla tarvitaan yhtä lailla bioteknologian osaajia kuin tutkimustyössäkin ja akateemisissa ammateissa.”

Osa vastaajista toivoo, että opetusta syventävien opintojen osalta kehitettäisiin entisestään. Syventäviä opintoja pidetään yhtenä koulutuksen olennaisimpana osana, joten niihin halutaan enemmän ja nykyistä syvällisempää opastusta. Syventäviä opintoja tulisi vastaajien mielestä kehittää tukemaan paremmin suuntautumisvaihtoehtoja ja antamaan erityisosaamista.

Bioteknologia-alan tilannetta Suomessa ei pidetä Vapaa sana -osion kirjoitusten perusteella hyvänä. Yleisesti alan mahdollisuudet nähdään merkittäviksi, mutta Suomessa toiminta ei ole kaikilta osin kilpailukykyistä. Varsinkin työllistymisessä yksityiselle sektorille nähdään vaikeuksia. Eräs vastaaja on sitä mieltä, että koulutusohjelman yhteistyö yritysten kanssa parantaisi työllistymistä yksityiselle sektorille. Jatko-opiskelun aloittavien suuri määrä herättää kysymyksiä opiskelijoiden motiivista. Eräs vastaaja arvioi, että väitöskirjaa aletaan tehdä vain siksi, ettei muuten uskota saatavan töitä.

”Paikan saaminen saattaa olla turhankin helppoa..., koska olen kuullut, että väitöskirjatutkijoiksi päätyy myös henkilöitä, jotka eivät oikeasti ole motivoituneita moiseen urakkaan.”

Heikon työllistymistilanteen takia vastaajat kokevat, että osaaminen päästetään pois Suomesta. Tämän ei katsota edistävän alan kehitystä kotimaassa.

”Suomessa ei ole tarpeeksi alan firmoja/työpaikkoja... Ulkomailla jopa ilman tohtorin tutkintoa voi saada mitä mielenkiintoisempia työtarjouksia ja korkeita palkkoja.”

”Nykytilanteessa näen, että mikäli haluaa työllistyä akateemisen maailman ulkopuolelle, niin lähes ainoaksi mahdollisuudeksi jää muuttaminen työn perässä ulkomaille. Näin ollen katson, että Suomi kouluttaa laadukkaita luonnon-tieteilijöitä ulkomaiden tarpeisiin.”

Myös periaate, että gradutyöstä ei makseta palkkaa, vaikka joissain toisissa opetuslaitoksissa niin tehdään, sai kritiikkiä vastaajilta.

5.2 Kysely bioalan organisaatioille

5.2.1 Taustatietoa vastaajista

Kyselykaavake lähetettiin sähköpostilla 20 bioalan organisaatioon. Otokseen kuului 17 yksityisen ja kolme julkisen sektorin toimijaa. Suurin osa otoksen organisaatioista sijaitsee Tampereen seudulla. Mukana oli neljä yritystä Tampereen ulkopuolelta tuomassa monipuolisuutta tutkimukseen. Kysely lähetettiin johtotehtävissä toimiville yhteyshenkilöille. Heillä oli mahdollisuus lähettää kysely eteenpäin organisaatiossa henkilölle, jonka katsoivat osaavan paremmin vastata siihen.

12 organisaatiota (60 %) vastasi kyselyyn. Yhteyshenkilöiden työskentelyaika bioalan organisaatiossa vaihtelee kahdesta noin 30 vuoteen, painottuen kuitenkin alle kymmenen vuoden kokemukseen. Kyselyyn vastanneista organisaatioista viisi (42 %) on perustettu 2000-luvulla. Seitsemän organisaation (59 %) työntekijämäärä on alle 25.

5.2.2 Mielipiteitä kehityksestä ja tulevaisuudesta

Yhdeksän vastaajaa (75 %) kertoo organisaationsa muutaman vuoden takaisten tavoitteiden täyttyneen. Toimiin tavoitteiden saavuttamiseksi kuuluivat muun muassa rahoituksen hankkiminen ja turvaaminen, toiminnan käynnistäminen, tuotteiden valmistaminen ja kaupallistaminen sekä organisaation tunnettavuuden parantaminen niin Suomessa kuin kansainvälisestikin.

Organisaatioiden tulevaisuuden tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat toimet eivät juuri poikkea aikaisemmista strategioista. Rahoituspohjan vahvistamisen, tuotteistamisen ja markkinoinnin lisäksi organisaatioissa panostetaan asiakaspalveluun ja lisätään automaatiota. Jotkut organisaatiot suunnittelevat toimintojensa keskittämistä, toiset laajentamista. Myös yhteistyö, erityisesti tutkimuksen ja kaupallistamisen osalta, kuuluu organisaatioiden tulevaisuuden suunnitelmiin.

Yhdeksän organisaatiota (75 %) kertoo työntekijämäärän kasvavan tulevina vuosina. Erityisesti rahoituksen määrän katsotaan vaikuttavan henkilöstön lisäykseen. Työntekijämäärät tulevat kasvamaan eniten tutkimuksessa ja tuotekehityksessä sekä

kaupallisissa tehtävissä. Markkinoinnin, myynnin sekä asiakaspalvelun merkitys kasvaa monissa yrityksissä. Myös laadunhallintatehtäviin aiotaan palkata lisää työntekijöitä. Lisäksi jotkut organisaatiot kertovat henkilöstön määrän kasvavan hallinnossa.

Vastaajat näkevät bioteknologia-alan kehityksen pääsääntöisesti valoisana. Erityisesti terveydenhuoltoalan katsotaan luovan tarvetta bioteknologia-alan tuotteille. Myös kohdennetut lääkkeet, biopolttoaineet ja terveysvaikutteiset elintarvikkeet nähdään bioteknologian mahdollisuuksina. Moniosaamisen uskotaan korostuvan entisestään.

”...täysin uusia sovelluksia tullaan varmasti saattamaan markkinoille.”

Bioteknologia-alan uskotaan kasvavan ja laajenevan. Tällä hetkellä yritysten koko nähdään pienenä ja ala hajanaisena. Yksiköiden kokojen uskotaankin kasvavan, ja keskittymistä vahvoille aloille tulee tapahtumaan entistä enemmän. Yritysten määrän odotetaan vähenevän pienten toimijoiden yhdistyessä suurempiin. Jotkut vastaajat muistuttavat kuitenkin, että ihmisten on oltava pitkäjänteisiä ja pidettävä mielessä, että alan kehitysprosessit kestävät kauan.

Suomen asema bioteknologia-alan tulevaisuudessa ei nähdä yhtä valoisana kuin kehitystä maailmalla yleisesti. Erityisesti vähäistä rahoitusta pidetään Suomen ongelmana. Osaajia ja korkealaatuista tutkimusta Suomessa katsotaan olevan, mutta kaupallistaminen on hankalaa. Alan tulisi saada lisää yleistä hyväksyntää. Bioteknologia-alan katsotaan kuitenkin sopivan tulevaisuuden Suomeen.

”Nykyisten lukujen valossa usko bioteknologia-alaan maailmalla näyttää palautuvan, kotimaassa tilanne on vielä hankala.”

Kuten opiskelijat myös elinkeinoelämän toimijat kokevat, että Suomessa syntyvää osaamista ei hyödynnetä tehokkaasti.

”Yhteiskunnan aiemmin tekemät satsaukset annetaan valua ulkomaille. Tämä kehitys ei vie bioteknologia-alaa Suomessa eteenpäin.”

Vastaajien mielestä Suomen tulisi keskittyä joihinkin erityisalueisiin. Panostuksen lisääminen vahvoihin aloihin nähdään tarpeelliseksi. Kansainvälisten yhteyksien vahvista pidetään välttämättömänä. Menestyminen vaatii kovaa työtä.

”Onnistumiset tuovat uskottavuutta, menestystä ja rahoitusta.”

”Jotta Suomen asema säilyy ja vahvistuu, meidän täytyy verkottua kansallisesti ja kansainvälisesti ja panostaa rohkeasti valittuihin teknologioihin.”

”Pitäisi kansainvälistyä ja verkottua aikaisemmin ja rohkeammin jo tutkimusvaiheessa tai muuten taannumme takapihan taaveiksi.”

5.2.3 Mielipiteitä osaamisesta ja koulutuksesta

Organisaatioilla on kysyntää hyvin monipuoliselle osaamiselle. Työntekijän tulisi osata yhdistää teknologioita, tuotekehitystä ja biotieteitä. Muun muassa kantasolu- ja biomateriaalitekniikoiden ohella tulisi hallita myös erilaisia teollisia prosesseja ja tekniikoita. Lisäksi organisaatioissa on tarvetta hyvälle laatujärjestelmien ja viranomaisvaatimusten tuntemukselle. Teknologioiden kehityksen ymmärtämisen ohella työntekijän tulisi hallita myös liiketoimintaa ja kaupallista puolta. Myynnin ja markkinoinnin asiantuntemuksen lisäksi henkilöstön tulisi omata myös substanssiosaamista.

”...teknologiaosaamista tulee maustaa leveämmällä näkemyksellä.”

”Kansainvälinen kokemus ja/tai kyky toimia kansainvälisessä monikulttuuriympäristössä korostuu.”

Kysyttäessä, mistä suuntautumisvaihtoehdosta valmistuneelle organisaatiolla on eniten kysyntää, valittavina olivat kaikki Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman linjat. Vastaaja saattoi valita useamman vaihtoehdon. Puolella vastaajista olisi eniten kysyntää solu- ja kudosteknologian suuntautumisvaihtoehdosta valmistuneelle. Kolmasosa kertoo organisaatiossaan olevan tarvetta henkilöille, jotka ovat valmistuneet molekyylibiologian tai bioteknologian liiketoiminnan linjoilta. Vain yhdellä

organisaatiolla on eniten kysyntää bioinformatiikan suuntautumisvaihtoehdosta valmistuneelle. Kaksi vastaajaa ei halunnut täsmentää osaamisen tarvettaan.

Kysyttäessä, millainen mielikuva vastaajalla on Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmasta, seitsemän (58 %) kertoo, ettei tunne koulutusohjelmaa juuri lainkaan. Viidellä vastaajalla on mielestään hyvä kuva koulutusohjelmasta, jonka kanssa heillä onkin ollut yhteistyötä. Heidän mielestään koulutus on monipuolinen ja käytännönläheinen.

Koulutusohjelman tehtävänä on vastaajien mielestä antaa opiskelijoille bioalasta hyvä kokonaiskuva ja perustaidot. Näiden lisäksi tulisi keskittyä syvällisesti johonkin erityisosaamiseen, mistä olisi apua siirryttäessä työelämään. Lisäksi kyky hankkia uutta tietoa sekä suullinen ja kirjallinen osaaminen nähdään tärkeiksi ominaisuuksiksi. Konkreettisen kokemuksen hankkimista jo opiskeluaikana pidetään merkittävänä.

”Luoda valmiuksia toimia erilaisissa työtehtävissä ja hankkia kulloinkin tarvittavaa tietoa eri lähteistä.”

”Kouluttaa päteviä osaajia tutkijoiksi, yrittäjiksi ja yritysten eri toimintojen tarpeisiin.”

Vastaajien mielestä koulutuksen tulee tukea bioteknologian tutkimuksen ja tuotekehityksen tarpeita. Esimerkiksi solusignaaloinnin ja solu-biomateriaalivuorovaikutusten hallitsemisen lisäksi laboratoriotyöskentelytaitoja ja soluviljelyä pidetään tärkeinä. Laatu järjestelmien ja viranomaisvaatimusten tuntemus liittyvät läheisesti bioalan nopean kehityksen seuraamiseen.

Bioteknologian liiketoiminnan ja tuotannon opetusta pidetään tärkeinä koulutuksen kannalta. Moni vastaaja kokee, että pelkästään tutkimuksen ja tuotekehityksen tuntemus ei riitä vaan opiskelijan tulisi saada valmiudet myös myynti- ja markkinointitehtäviin.

”Käytännön asiat liiketoiminnassa ja tuotannossa ovat mielestäni etusijalla. Tällä hetkellä Suomessa on osaajia bioteknologian alalla. Keksinnöistä ja t&k-työstä pitäisi pystyä jalostamaan tuote jota päästään myymään.”

Monet vastaajista eivät kommentoineet koulutuksen sisältöä tai työelämän vastaavuutta eivätkä he antaneet ehdotuksia koulutuksen sisällön parantamiseksi, koska eivät tunne koulutusta. Yhden vastaajan mielestä koulutus vastaa hyvin työelämän tarpeita. Tarkempaa opetusta muun muassa kantasolu- ja kudosteknologiaan toivotaan. Koulutuksen tulisi kiinnittää huomiota siihen, että opiskelijat saavat hyvät valmiudet myös markkinointi- ja myyntitehtäviin. Opetuksessa tulisi huomioida yritysten näkemyksiä tulevaisuuden erityisosaamisen tarpeista.

”...mieluummin painottaisin kansainvälisiä erityispiirteitä / tarpeita, koska jos mennään paikallistason toiveiden mukana niin voidaan olla parin vuoden päästä metsässä.”

”Näkisin, että koulutusohjelman kautta mieluumminkin luodaan valmiuksia työelämää varten, kun vastataan suoraan olemassa oleviin tarpeisiin.”

5.2.4 Mielipiteitä yhteistoiminnasta

Yhtä lukuun ottamatta kaikilla kyselyyn vastanneista organisaatioista on ollut yhteistoimintaa jonkin Tampereen yliopiston laitoksen kanssa. Kaikilla organisaatioilla on ollut yhteistoimintaa jonkin muun korkeakoulun kanssa. Yhteistoimintaan on kuulunut tutkimusyhteistyötä sekä laitteiston ja asiantuntijapalveluiden käyttämistä.

Työntekijöitä viidestä organisaatiosta on ollut mukana Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman kursseilla opettamassa tai opiskelemassa. Yhdeksän vastaajan (75 %) mielestä käytännön yhteistoiminta koulutusohjelman kanssa kuuluu organisaation suunnitelmiin tai sitä ainakin pidetään mahdollisena. Osa näistä on jo tehnyt teoriatason yhteistyötä koulutusohjelman kanssa.

Organisaatiot odottavat yhteistoimintakumppaniltaan asiantuntemusta ja paneutumista asiaan. Vastaajien mielestä yhteistoiminta edellyttää molemminpuolista keskustelua ja yhteydenpitoa. Tavoitteiden tulisi täyttyä molempia osapuolia hyödyttävällä tavalla.

Vastaajat toivovat, että heidän organisaationsakin näkökulma otetaan huomioon suunniteltaessa ja toteutettaessa yhteistoimintaa. Yhteistoiminnan tulee olla tehokasta, ja projekteja täytyy pystyä viemään eteenpäin aikataulun mukaisesti. Sopimuksen pitävyyteen ja suunnitelmien toteutumiseen liittyvät olennaisesti muun muassa luottamuksellisuus sekä sovitun budjetin noudattaminen. Yhteisprojektien ei toivota rasittavan liikaa organisaatioita, etteivät näiden perustoiminnot häiriintyisi.

Organisaatioissa on eniten tarvetta yhteistoiminnalle, joka liittyy bioteknisten tuotteiden tutkimus- ja kehityshankkeisiin. Uudenlaisen yhteistoiminnan muotoina voisi olla esimerkiksi elinkeinoelämän toimijoille annettava tutkimuskoulutus tai T&K:ta palveleva tutkimustoiminta. Yhteistoiminta voisi liittyä myös tuotteen ja prosessin analyttisiin menetelmiin. Yrityksillä on kiinnostusta yhteistoiminnalle, jonka tuloksen voi tuotteistaa. Organisaatioissa on ollut ja on edelleenkin halua osallistua koulutusohjelman kursseihin ja yliopiston seminaareihin. Vastineeksi organisaatiot ovat tukeneet ja haluavat edelleen tukea koulutusta rahallisesti tai tietotaidollisesti, esimerkiksi opetukseen osallistumalla.

Organisaatioissa on kiinnostusta olla mukana yrityspartnerina julkisen rahoituksen hankkeissa. Yrityksille tehtävät opinnäytetyöt nähdään myös mahdollisina. Organisaatiot ovat erityisen kiinnostuneita käyttämään yliopiston laitteistoja. Niiden käyttö lisäisi organisaatioiden halukkuutta ja mahdollisuuksia yhteisiin tutkimusprojekteihin sekä opinnäytetöiden tarjontaan. Yhteistoiminnan toivotaan johtavan myös uuden työvoiman rekrytointiin.

6 Pohdinta

6.1 *Bioteknologia-ala*

Bioteknologia vaikuttaa monien mahdollisuuksien alalta. Uusia sovelluksia voidaan hyödyntää useissa eri paikoissa ja lukuisiin tarkoituksiin. Mahdollisuus uudistaa muita teollisuudenaloja on bioteknologian erityinen vahvuus. Bioteknologiaan liittyy niin laaja-alaista toimintaa, että kokonaisuutta on vaikea käsitellä kattavasti. Alalla tarvitaankin hyvin monipuolista osaamista ja samalla myös joidenkin alueiden yksityiskohtaista tuntemusta.

Bioteknologia on herättänyt huomiota jo varhaisessa vaiheessa. Vaikka uusia tekniikoita saatetaan keksiä hyvinkin nopeasti, on alan kehitys kokonaisuudessaan melko hidasta. Uusien keksintöjen myötä ala muuttuu koko ajan. Alan eri toimipaikoissa käytetään erilaisia menetelmiä ja erilaisia termejä. Samoilta asioille on vakiintunut toisistaan poikkeavia käytäntöjä eri yhteisöissä. Bioteknologiaa vähemmän tunteva henkilö voi kokea alan etäiseksi tieteellisen ja osin kehittymättömän sanaston takia. Eri lähteistä saatavia tietoja voi olla vaikea verrata, koska aineiston kokoamisessa ja luokittelussa on käytetty eri määritelmiä.

Teknologioihin liittyy monia epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi lääkekehitys vie kauan, koska tuotteen turvallisuus on taattava. Pidemmät ja vaativammat tutkimusprojektit taas kuluttavat enemmän rahaa. Rajallisten resurssien takia tutkimusta tulisi keskittää tarkasti kohteisiin, joista saatavista tuloksista on eniten hyötyä koko yhteiskunnalle. Mutta samalla kun etsitään esimerkiksi synergistisiä sovelluskohteita tuotekehitykseen, pitäisi tukea voimakkaasti myös bioalan perustutkimusta.

Suomessa on melko paljon bioteknologiaan liittyvää yritystoimintaa. Alan kehitys ei kuitenkaan tule olemaan helppoa. Suuri osa organisaatioista on pieniä ja nuoria. Vähäiset resurssit rajoittavat kasvua ja kaikkien mahdollisuuksien hyödyntämistä. Jotta kehitystä voisi tapahtua, organisaatioiden on hankittava lisää rahoitusta. Pienet toimijat tulevat yhdistymään entistä suuremmiksi ja vahvemmiksi. Bioteknologiayritysten tulisi pyrkiä kaupallistamaan tehokkaammin kehitystyötään turvatakseen toimintansa

jatkuvuuden. Kilpailukyvyn parantaminen lisää myös sijoittajien kiinnostusta yhtiötä kohtaan. Suomen bioteknologian osittainen kehittymättömyys vahvistaa osajien halua lähteä muualle töihin. Bioalan houkuttavuuden lisääminen vähentäisi kotimaisen työvoiman ja tehtyjen investointien siirtymistä ulkomaille.

6.2 Kyselyaineisto

Opiskelijoilta haluttiin saada mielipiteitä koulutuksesta sekä työllistymisestä. Koska tarkoituksena oli myös selvittää kokemuksia työnantajista, otokseen valittiin henkilöitä, jotka olivat valmistuneet tai päättämässä opintojaan. Otoksen rajaamiseksi kyselyn kohdehenkilöiksi valittiin kaikki ne, joiden pro gradu -tutkielma oli hyväksytty. Koska Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelma perustettiin vuonna 2001, kovin moni opiskelija ei ole vielä ehtinyt valmistua. Saadut vastaukset edustavat hyvin kaikkia valmistuneita vastausprosentin ollessa 84,2.

Suurin osa otoksen opiskelijoista on valmistunut vuonna 2006, joten heille ei näin ollen ole kertynyt juuri työkokemusta. Monien näkemykset työnantajasektoreista saattavat olla melko yksipuolisia, koska heillä on kokemusta lähinnä vain työskentelystä laitoksen tutkimusryhmissä opiskeluaikana. Väitöskirjatyötäkin tehdään julkisella sektorilla.

Otokseksi organisaatioille suunnattua kyselyä varten valittiin enimmäkseen Tampereella sijaitsevia toimijoita, jotta vastaajilla olisi ollut tietoa myös bioteknologian koulutusohjelmasta. Kyselyyn haluttiin saada kuitenkin vielä laajempi näkökulma, joten kaavake lähetettiin myös joillekin toimijoille Tampereen ulkopuolella. Muun muassa kyselyyn vastanneiden organisaatioiden ikäjakauma oli samanlainen kuin vastaamatta jättäneillä, joten saadut tiedot edustavat alaa melko kattavasti.

Yli puolet vastaajista ei tunne bioteknologian koulutusohjelmaa kovinkaan hyvin. Tähän voi olla syynä se, että yritykset ovat nuoria tai että tieto koulutuksesta siirtyy vain koulutusohjelmassa toimivien opettajien ja opiskelijoiden välittämänä. Koska vastaamatta jättäneistä organisaatioista noin puolet on ollut aiemmin yhteydessä koulutusohjelman kanssa, saadut vastaukset kuvastavat myös todellista tilannetta. Koulutuksen huono tuntemus vähensi koulutuksen sisältöön liittyvien vastausten määrää.

Sekä opiskelijoille että organisaatioille suunnattujen kyselyjen vastaukset edustavat otoksia melko hyvin. Omakohtainen hyötyajattelu näytti olevan useissa vastauksissa lähtökohtana. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että opiskelijat ovat kiinnostuneita saamaan korkeaa palkkaa ja työskentelemään yksityisellä sektorilla. Organisaatioiden toiveissa on hankkia päteviä osaajia työntekijöiksi sekä saada hyötyä mahdollisimman vähäisellä sijoituksella ilman, että jokapäiväiset perustoimet kärsivät. Opiskelijoiden vähäinen kokemus elinkeinoelämästä ja organisaatioiden heikko tuntemus koulutuksesta kuitenkin hieman rajoittavat pitkälle vietyjen päätelmien tekemistä.

6.3 Bioteknologian koulutus ja yhteistoiminta

Sekä valmistuneet opiskelijat että elinkeinoelämän toimijat pitävät Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman vahvuutena monipuolisuutta, sillä siihen kuuluu biotieteiden lisäksi myös alan liiketoimintaopetusta. Koulutus antaa laajat perustiedot ja valmiudet monenlaisiin bioteknologia-alan tehtäviin. Laboratoriokurssit ovat myös merkittävä koulutusohjelman vahvuus. Mahdollisuus päästä laitoksen tutkimusryhmiin jo opiskelun varhaisessa vaiheessa lisää kursseilla hankittujen taitojen omaksumista. Laboratoriotyöskentelytaidot ovat erityinen etu varsinkin tutkimustyöpaikkaa haettaessa.

Työskennellessään laitoksen tutkimusryhmissä opiskelija saa tärkeää kokemusta ja mahdollisuuden kasvattaa suhdeverkostoaan. Bioteknologian koulutusohjelma antaa erinomaiset valmiudet jatkaa opintoja tohtorintutkintoon. Aiemmin luodut suhteet tutkimusryhmiin parantavat opiskelijan mahdollisuuksia päästä tekemään väitöskirjatyötä.

Suuri osa opiskelijoista haluaisi työskennellä yksityisellä sektorilla. Sinne pääsemistä pidetään kuitenkin vaikeampana kuin työllistymistä julkiselle sektorille. Moni aloittaa tohtorintutkinnon pian maisteriksi valmistumisen jälkeen. Tällöin opiskelijat eivät ole ehtineet saada työkokemusta, josta olisi hyötyä hakeuduttaessa yritysmaailmaan. Tohtorintutkinnon suorittaminen ei tosin sulje pois yksityiselle sektorille työllistymistä, sillä se osoittaa kykyä toimivaan projektityöhön.

Valmistuneet opiskelijat pohtivat itsekin väitöskirjatyön aloittamisen motiiveja. On osoitettu, että luonnonvara-alalla biokemiaa tai kemiaa pääaineena lukeneiden väitöskirjatyöntekijöiden joukossa on eniten realiteettimotivoituneita, jotka kokivat, ettei muuta työnsaantimahdollisuutta ollut [Tyni, 2005]. Pääseekö väitöskirjatyötä sitten tekemään IMT:ssä liian helposti suhteessa yksityiselle sektorille työllistymiseen? Olisi mielenkiintoista selvittää, aloittavatko bioteknologian koulutusohjelman opiskelijat väitöskirjatyön, koska kokevat, ettei muuta työtä ole saatavissa, vai onko koulutukseen alunperinkin hakeutunut paljon opiskelijoita, jotka ovat kiinnostuneita tutkimustyöstä.

Noin kolmannes bioteknologian koulutusohjelmasta valmistuneista opiskelijoista on suorittanut muitakin opintoja. Joku on jopa siirtynyt täysin toiselle alalle. Olisi mielenkiintoista selvittää, miksi valmistuneet suorittavat myös muiden alojen opintoja. Opiskelijat ehkä haluavat laajentaa osaamistaan ja parantaa työllistymismahdollisuuksiaan. Jotkut ovat voineet kokea bioteknologian työllistymistilanteen niin heikoksi, että ovat vaihtaneet alaa.

Biomateriaalit ovat Tampereen selvä vahvuusalue. Kyselyyn vastanneilla organisaatioilla onkin eniten kysyntää solu- ja kudosteknologian suuntautumisvaihtoehdosta valmistuneille opiskelijoille. Tampereen teknillisessä yliopistossa (TTY) annettavan bioalan koulutuksen vahvuutena on materiaalitekniikoihin liittyvä opetus. Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman solu- ja kudosteknologian suuntautumisvaihtoehdon syventäviin opintoihin sisältyykin useita TTY:n kursseja. Tampereen yliopiston kannattaisi vahvistaa solu- ja kudosteknologian linjaa siten, että se tarjoaisi jotain selvästi erityisosaamista tukevaa koulutusta, mikä parantaisi linjalta valmistuneiden opiskelijoiden asemaa kilpailussa työpaikoista diplomi-insinöörien kanssa.

Suuri osa suomalaisista bioteknologiayhtiöistä on pieniä. Tällaisissa yrityksissä työskentelevien henkilöiden tulisi osata toimia hyvin laaja-alaisissa tehtävissä tai hallita kokonaan jokin yritystoiminnan osa-alue, esimerkiksi kaupallinen toiminta. Suomessa on myös vähän bioalaa tuntevia liiketoimintaosaajia. Bioteknologian koulutuksessa olisikin huomioitava entistä enemmän myös alan kaupallista osaamista. Laadunhallinta ja viranomaisvaatimusten tuntemus ovat tärkeitä työelämässä. Myös mahdollisuus työllistyä myynti- ja markkinointitehtäviin tulisi ottaa koulutuksessa huomioon.

Bioteknologian koulutusohjelmaan on sisällytetty teoriaopintoja laadunhallinnasta, viranomaisvaatimuksista, immateriaalioikeuksien suojaamisesta sekä bioalan liiketoiminnasta. Koska konkreettisen kokemuksen saaminen on tärkeää liiketoiminta-osaamisessa, tulisi näihin syventyä myös käytännössä.

Bioteknologia on nopeasti muuttuva ala. Tällöin jonkin tietyn, yksittäisen tarpeen tyydyttäminen ei ole kannattavaa pitkällä tähtäimellä, vaan koulutus tulisi säilyttää mahdollisimman monipuolisena. Bioteknologian koulutusohjelman suuntautumisvaihtoehtoja tulisikin kehittää edelleen monipuolisempaan suuntaan ja vahvistaa niiden profiileja entisestään.

Koulutusohjelman tulisi entisestään tehostaa vuorovaikutusta elinkeinoelämän toimijoihin myös käytännönläheisen yhteistoiminnan alueella. Erityisesti suhteita yksityisen sektorin organisaatioihin tulisi lisätä ja kehittää. Koska vain yritykset, jotka olleet suoraan yhteydessä bioteknologian koulutusohjelman kanssa tuntevat sen hyvin, on ensiarvoisen tärkeää tehdä koulutusta tunnetuksi organisaatioille, jotta vuorovaikutusta voidaan tehostaa. Tämä vaatii muun muassa koulutusohjelman aktiivista esillä oloa.

Organisaatioiden olisi myös hyödyllistä tarkastella omia kehitysmahdollisuuksiaan. Osaamis pääoman komponentit tulisi pitää tasapainossa [ks. luku 2.3]. Yhden osa-alueen kehittäminen auttaa toisen osan vahvistumista. Esimerkiksi kehittämällä suhdetoimintaa koulutusohjelman kanssa organisaatiot tulevat tunnetuiksi opiskelijoille, mikä edistää työntekijöiden rekrytoimista ja siten inhimillisen pääoman vahvistamista. Osaavat työntekijät voivat puolestaan tuottaa rakenteellista pääomaa ja luoda lisää suhdetoimintaa. Jokainen investointi johonkin pääoman komponenttiin vahvistaa siis koko organisaation toimintaa.

Olisi tärkeää lisätä ja tukea koulutusohjelman yhteistoimintaa elinkeinoelämän kanssa. Se vahvistaisi vuorovaikutusta osapuolten välillä. Käytännönläheinen yhteistoiminta lisäisi opiskelijoiden kokemuksia työelämästä, ja suhteet elinkeinoelämään parantaisivat myös heidän työllistymismahdollisuuksiaan. Yhteistoimintaprojektit voivat tukea organisaatioiden perustoimia ja antaa mahdollisuuden totuttaa opiskelijoita tuleviin työtehtäviin. Organisaatioilta saatavien työelämän tarpeita koskevien tietojen avulla

yliopisto voi kehittää koulutustarjontaansa entistä paremmaksi. On kaikkien edun mukaista, että valmistuneet opiskelija työllistyvät koulutusta vastaaviin tehtäviin.

6.4 Yhteistoimintamalli: GLP-laboratorioyksikkö

Organisaatiot kertoivat kyselyssä kiinnostuksestaan yhteistoimintaan Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman kanssa. Monet yritykset ovat kuitenkin pieniä, eikä niillä ole paljon resursseja tai tiloja, joita käyttää yhteistoiminnassa. Tällaisessa tilanteessa toiveet kohdistuvat yliopiston ja koulutusohjelman antamiin mahdollisuuksiin. Yliopiston resursseilla voitaisiin tehdä yritysten T&K-toimintaa tukevia töitä.

Koulutusohjelman yhteyteen voitaisiin kehittää käytännön yhteistoimintaa tukeva laboratorioyksikkö, jolla olisi oma laatujärjestelmänsä ja GLP:n (Good Laboratory Practice) mukaiset toimintakriteerit. Työskentely laboratoriossa olisi viranomaisvaatimusten mukaista, jolloin tilaa voitaisiin käyttää tutkimusprojekteihin ja tilaustöihin, jotka tukisivat yritysten T&K-toimintaa ja palvelisivat yliopiston koulutustarpeita.

Laboratorioyksiköllä tulisi olla läheinen yhteys koulutukseen. Tilaa voisi käyttää laboratoriotyöskentelyn opettamiseen. Projekteihin voisi liittää myös opinnäytetöitä.

GLP-laboratoriossa laitteet ovat kalibroituja ja validoituja, jolloin mittaukset ovat varmasti luotettavia. Laitteiston käyttöön on tarkat ohjeistukset, ja kaikki toimet on kirjattava ylös seuranta ja jäljitettävyyttä varten. Tulisi selvittää, millaista työtä laboratoriossa tulisi voida tehdä ja millaista välineistöä siihen vaadittaisiin. Perustutkimusvälineiden lisäksi käytössä voisi olla myös joitain erityislaitteita, jotka lisäisivät yritysten kiinnostusta yhteistoimintaa kohtaan. Laboratorioyksikön mahdollistamalle työlle tulisi olla mahdollisimman paljon kysyntää. Olisi taloudellisesti kannattavaa, että tila olisi koko ajan käytössä. Tilaratkaisun täytyisi olla tarpeeksi joustava, jotta laboratoriota voitaisiin tarvittaessa käyttää moniin muihinkin tarkoituksiin.

Yhteistoimintamalli hyödyttäisi kaikkia osallisia. Laboratorioyksikkö toisi opiskelijoille käytännön kokemusta T&K:sta ja siihen kuuluvasta laadunhallinnasta. Työskentely-

jakso laboratoriossa voisi sisältyä koulutukseen. Yrityksille tehtävät opinnäytetyöt parantaisivat opiskelijoiden mahdollisuuksia luoda suhteita elinkeinoelämän toimijoihin. Koska suuri osa alan yrityksistä on pieniä, niillä ei ole varaa palkata ”vieraita” opiskelijoita tekemään opinnäytetöitä. Yrityksen tilaama tutkimusprojekti, joka tehtäisiin koulutuksen yhteydessä, mahdollistaisi opiskelijoiden pääsyn osallisiksi yritysten toimintaan. Tutkimusprojekteissa opiskelijat osoittaisivat taitonsa, mikä lisäisi yritysten kiinnostusta heitä kohtaan ja parantaisi heidän työllistymismahdollisuuksiaan.

Tutkimusprojekti olisi hyvä keino yrityksille arvioida ja hankkia osaavaa työvoimaa. Koulutuksen aikana tehtävä tutkimus opettaisi opiskelijoille konkreettisia taitoja, kuten laatujärjestelmien tuntemusta, joille työelämässä on tällä hetkellä kysyntää. Projekteissa voisi olla mukana myös kaupallisen toiminnan koulutusta. Saadut kokemukset edistäisivät opiskelijoiden työllistymistä. Jos opiskelija tuntisi työtapoja jo ennen työuran aloittamista, sopeutuminen uuteen tilanteeseen veisi vähemmän aikaa kuin tavallisesti. Opettajat voisivat ohjata ja valvoa koulutuksen yhteydessä tehtäviä projekteja, jolloin yrityksiltä ei kuluisi niin paljon resursseja.

Yritysten tilaama tutkimusprojekti voitaisiin tehdä kokonaan koulutuksen yhteydessä. Yrityksen toimittaman näytteen tutkimus ja analysointi tehtäisiin koulutusohjelman laboratoriossa. Lopuksi yritykselle toimitettaisiin vain raportti tehdystä työstä. Projektityön onnistunut suorittaminen edellyttäisi asetetun aikataulun tarkkaa noudattamista. Erityisesti pienillä ja uusilla yrityksillä, joilla ei ole vielä pitkälle kehittyneitä tutkimustiloja, voisi olla tarvetta projektiluonteisille palveluille. Ulkopuolisen ja puolueettoman laboratorion raportti lisäisi uskottavuutta yritysten tutkimustuloksiin. Lisäksi tällainen projektiluonteisesti tehtävä palvelututkimus vapauttaisi yritysten resursseja.

Viranomaisvaatimukset täyttävä GLP-laboratorioyksikkö edistäisi koko bioteknologia-klusterin rakentamista. Laboratoriotilat voisivat houkutella paikalle uusia yrityksiä, jotka ovat kiinnostuneita saatavilla olevasta palvelututkimuksesta. Tilat voisivat toimia ”laboratorioyrityshautomona” pienentäen kynnystä perustaa yritys. Yksikkö auttaisi siten kehittämään koko osaamisverkoston toimintaa.

GLP-laboratorioyksikkö toimisi mallina kokonaisvaltaiselle ja pitkäkestoiselle yhteistoiminnalle, joka olisi omiaan lisäämään koulutuksen ja elinkeinoelämän välistä vuorovaikutusta. Molemmat osapuolet hyötyisivät toiminnasta. Aiheesta tulisi tehdä vielä laajempia selvityksiä. Toimintaan liittyvien tahojen kiinnostus ja tarpeet tulisi selvittää. Elinkeinoelämän toimijoiden mielipiteitä voitaisiin kartoittaa laajemmin esimerkiksi henkilökohtaisilla haastatteluilla. Julkisen sektorin tutkimusryhmätkin olisivat varmaan kiinnostuneita tutkimustulostensa kehittamisestä. Yksikölle täytyisi löytää sopiva tila. Myös eri rahoituslähteitä ja mahdollisuutta GLP-laboratorion perustamiselle tulisi kartoittaa. Hankkeeseen voisi saada neuvoja henkilöiltä, jotka ovat olleet aikaisemmin mukana laboratoriotilojen kehittämishankkeissa.

Edellä esitetty ehdotus yhteistoimintamalliksi on ollut esillä muun muassa keskusteluissa BioneXt Tampere -ohjelman johtajan Tero Välimaan kanssa käydyissä keskusteluissa. Jatkoselvitysten tekeminen hankkeesta on saanut kannatusta myös bioteknologian koulutusohjelman opettajilta. Yhteistoimintamallia esiteltiin alustavasti myös osalle kyselyn otokseen kuuluvista organisaatioista. Kaikki tavoitetut henkilöt pitivät ideaa mielenkiintoisena ja kannattivat sen kehittämistä. He esittivät myös ehdotuksiaan siitä, mitä laboratoriossa tulisi voida tehdä. Organisaatioilla on hyvin monenlaisia esimerkkejä laboratorion käyttömahdollisuuksista.

Tämä tutkimus toimii alustavana selvityksenä yhteistoiminnan kehittämiseksi. Laboratorioyksikön kehittämishanke sopii Tampereen yliopiston rakenteellisen kehittämisen ohjelmaan. Yhteistoiminnan lisääminen vahvistaisi bioteknologian alueellista ja koko yhteiskunnallista vaikuttavuutta. Esitetyn mallin mahdollisuuksien ja tarpeiden hahmottaminen vaatii vielä laajempia selvityksiä.

7 Johtopäätökset

Hyvin monet voivat hyötyä bioteknologian sovelluksista. Alan monipuolisessa työssä vaaditaan laaja-alaista osaamista, mikä tulisi huomioida myös koulutuksessa. Suomessa on paljon pieniä bioteknologiayrityksiä, joissa työskenneltäessä tarvitaan tietoa lähes jokaiselta organisaatiotoiminnan osa-alueelta. Koulutuksessa tulisi käsitellä entistä laajemmin ja konkreettisemmin yrityksissä vaadittavia taitoja. Bioteknologian liiketoimintaosaamisen lisäksi koulutusta tulisi syventää kaupallisen toiminnan (esim. myynti ja markkinointi) sekä laadunhallinnan ja viranomaisasioiden tuntemuksen osalta.

Bioteknologian koulutuksen ja elinkeinoelämän välistä vuorovaikutusta tulisi lisätä. Yhteistoiminnan avulla voidaan kehittää työelämän tarpeisiin vastaavaa koulutusta sekä parantaa opiskelijoiden työllistymistä. Jotta vuorovaikutusta voitaisiin lisätä, tulisi koulutusohjelmaa tehdä nykyistä paremmin tunnetuksi alan organisaatioissa. Laaja ja aktiivinen toimijoiden välinen verkosto kehittäisi koko bioteknologia-alaa.

Hanke koulutusohjelman yhteyteen kehitettävästä, viranomaisvaatimukset täyttävästä GLP-laboratorioyksiköstä edellyttää laajoja lisäselvityksiä. Laboratoriossa tehtävät projektit palvelisivat niin yritysten tarpeita kuin koulutusta. Laatujärjestelmien tuntemus on tärkeä työelämän osa-alue. Opetuksen ohella laboratoriossa tehtävät opinnäytetyöt toisivat opiskelijoille kokemusta. Projektityöt tukisivat myös yritysten tutkimustoimintaa. Laboratorioyksikköön liittyvä yhteistoiminta vahvistaisi koulutuksen ja elinkeinoelämän välistä vuorovaikutusta. Lisäselvityksiä hankkeesta ja sen mahdollisuuksista tarvitaan ja niitä kannattaa tehdä.

Lähdeluettelo

Adams, James D.; Black, Grant C.; Clemmons, Roger & Stephan, Paula E. Patterns of Research Collaboration in U.S. Universities, 1981-1999. 2002.
<<http://www.nber.org/~confer/2002/prodf02/adams.pdf>>; 2.4.2007.

Ahlqvist, Toni. Avainteknologiat ja tulevaisuus – Yhteiskunnallisia tarkasteluja nousevien teknologioiden ja kvalifikaatioiden yhteyksistä. Opetusministeriön julkaisuja 2003:2, Yliopistopaino, Helsinki, 2003.

Bioteknologia info. Edetääkö kehityksessä sopivaa tahtia? 3, 2004.

Bioteknologia info -tiedotuspalvelun loppuraportti. Päätoimittajat puntarissa. 2006.

Critical I. Biotechnology in Europe: 2006 Comparative study. 2006.

DaSilva, Edgar J. The Colours of Biotechnology: Science, Development and Humankind. Electronic Journal of Biotechnology, Vol. 7, No. 3, 2004.
<<http://www.ejbiotechnology.info/content/vol7/issue3/editorial.html>>; 21.2.2007.

Edvinsson, Leif & Malone, Michael. Intellectual Capital: Realising your company's true value by finding its hidden brainpower. HarperBusiness, New York, 1997.

Ernst & Young. Coming of Age. 2005a.
<[http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Coming_Age/\\$file/BeyondBorders2005ComingAge.pdf](http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Coming_Age/$file/BeyondBorders2005ComingAge.pdf)>; 15.2.2007.

Ernst & Young. Competitive Growth, Growing Competition. 2005b.
<[http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Competitive_Growth/\\$file/BeyondBorders2005CompetitiveGrowthGrowing.pdf](http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Competitive_Growth/$file/BeyondBorders2005CompetitiveGrowthGrowing.pdf)>; 15.2.2007.

Ernst & Young. Emerging Challenges. 2005c.
<[http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Emerging_Challenges/\\$file/BeyondBorders2005EmergingChallenges.pdf](http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Emerging_Challenges/$file/BeyondBorders2005EmergingChallenges.pdf)>; 15.2.2007.

Ernst & Young. Gaining Momentum. 2005d.
<[http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Gaining_Momentum/\\$file/BeyondBorders2005GainingMomentum.pdf](http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Gaining_Momentum/$file/BeyondBorders2005GainingMomentum.pdf)>; 15.2.2007.

Ernst & Young. Global Challenges, Global Solutions. 2005e.
<[http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Global_Challenges/\\$file/BeyondBorders2005GlobalChallengesSolutions.pdf](http://www.ey.com/Global/download.nsf/International/Industry_Biotechnology_Beyond_Borders_Report_2005_Global_Challenges/$file/BeyondBorders2005GlobalChallengesSolutions.pdf)>; 15.2.2007.

Euroopan yhteisöjen komissio. Komission tiedonanto, Tavoitteena strateginen näkemys biotieteistä ja biotekniikasta: kuulemisasiakirja. KOM(2001) 454, 2001.

Fontana, Roberto; Geuna, Aldo & Matt, Mireille. Firm Size and Openness: The Driving Forces of University-Industry Collaboration. 2004.
<<http://www.diw.de/english/produkte/veranstaltungen/earie2004/papers/docs/2004-234-V01.pdf>>; 2.4.2007.

Hassinen, Saara. Life Sciences and Biotechnology at the Crossroads. *Kemia-Kemi* Vol. 29, 2002, s.19–20.

Hermans, Raine & Kauranen, Ilkka. Intellectual capital and anticipated future sales in small and medium-sized biotechnology companies. *Keskusteluaiheita – Discussion papers* No. 856, Helsinki, 2003.

Hermans, Raine & Kauranen, Ilkka. Value creation potential of intellectual capital in biotechnology – empirical evidence from Finland. *R&D Management*, Vol. 35, Issue 2, 2005, s.171–185.

Hermans, Raine & Kulvik, Martti. Bioteollisuuden kasvupotentiaali ja terveydenhuollon kustannuskriisi. *Etlä Suhdanne*, 2, 2004a, s.133–138.

Hermans, Raine & Kulvik, Martti. Initiatives on a Sustainable Development Strategy for Finnish Biotechnology. *Keskusteluaiheita – Discussion papers* No. 988, ETLA, Helsinki, 2005.

Hermans, Raine & Kulvik, Martti. Initiatives on a Sustainable Development Strategy for Finnish Biotechnology. Teoksessa Hermans, Raine & Kulvik, Martti (toim.). *Sustainable Biotechnology Development – New Insights into Finland*. ETLA B 217, Helsinki, 2006, s.155–184.

Hermans, Raine & Kulvik, Martti. Measuring intellectual capital and sources of equity financing – value platform perspective within the Finnish biopharmaceutical industry. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, Vol. 1, No. 3, 2004b, s.282–303.

Hermans, Raine; Kulvik, Martti & Tahvanainen, Antti-Jussi. ETLA 2004 Survey on the Finnish Biotechnology Industry – Background and Descriptive Statistics. *Keskusteluaiheita – Discussion papers* No. 978, ETLA, Helsinki, 2005.

Hermans, Raine & Luukkonen, Terttu. Findings of the ETLA survey on Finnish biotechnology firms. *Keskusteluaiheita – Discussion papers* No. 819, ETLA, Helsinki, 2002.

Hermans, Raine & Tahvanainen, Antti-Jussi. Ownership and Financial Structure of Biotechnology SMEs: Evidence from Finland. *Keskusteluaiheita – Discussion papers* No. 835, ETLA, Helsinki, 2002.

Hermans, Raine & Tahvanainen, Antti-Jussi. Regional Differences in Patterns of Collaboration, Specialisation and Performance. Teoksessa Hermans, Raine & Kulvik, Martti (toim.). *Sustainable Biotechnology Development – New Insights into Finland*. ETLA B 217, Helsinki 2006, s.117–154.

Hernesniemi, Hannu & Kulvik, Martti. Helsingin seudun klusterit sekä erikoistuminen bioteknologiaan ja logistiikkaan. Keskusteluaiheita – Discussion papers No. 1013, ETLA, Helsinki, 2006.

Hussi, Tomi. Reconfiguring Knowledge Management – Combining Intellectual Capital, Intangible Assets and Knowledge Creation. Keskusteluaiheita – Discussion papers No. 849, ETLA, Helsinki, 2003.

Kuusi, Hannele. Finland a European Leader in Biotechnology. Kemia-Kemi Vol. 28, 2001, s.432–437.

Lewis, Steven; Baird, Patricia; Evans, Robert G.; Ghali, William A.; Wright, Charles J.; Gibson, Elaine & Baylis, Françoise. Dancing with the porcupine: rules for governing the university-industry relationship. Canadian Medical Association Journal, September 18, 165 (6), 2001, s.783–785.

Luthy, David H. Intellectual capital and its measurement. 1998.
<<http://www3.bus.osaka-cu.ac.jp/apira98/archives/pdfs/25.pdf>>; 20.3.2007.

Luukkonen, Terttu. Patentointi biotekniikka-alalla. Keskusteluaiheita – Discussion papers No. 938, Helsinki, 2004a.

Luukkonen, Terttu. Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa. Teoksessa Luukkonen, Terttu (toim.). Biotekniikka – Tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B 207, Helsinki, 2004, s.53–64. b.

Luukkonen, Terttu & Maunula, Mari. Riskirahoituksen merkitys biotekniikka-alalla – Pääomasijoittajien vertailu yritysten näkökulmasta. Keskusteluaiheita – Discussion papers No. 1057, ETLA, Helsinki, 2006.

Lähteenmäki, Tero. Finnish biotechnology – built on solid foundations. Nature, Vol. 420, 2002, s.A34–A39.

Marttila, Liisa; Kautonen, Mika; Niemonen Heidi & von Bell, Kaarina. Yritysten ja ammattikorkeakoulujen T&K-yhteistyö – Ammattikorkeakoulut alueellisessa innovaatiojärjestelmässä: koulutuksen ja työelämän verkottumisen mallit, osaprojekti III. Työraportteja 69/2004, Tampereen yliopistopaino Oy, Tampere, 2004.

Miyazaki, Kumiko & Kusunoki, Daigo. An Empirical Analysis of Industry-Academia Linkages based on the Knowledge Incentive Model. 2006.
< <http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/events/ocs/viewpaper.php?id=13>>; 4.4.2007.

Mowery, David C. Collaborative R&D: How Effective Is It? Issues in Science and Technology, Fall, 1998.
<<http://www.issues.org/15.1/mowery.htm>>; 2.4.2007.

Oliver, Richard W. The Biotech Age. McGraw-Hill, 2003.

Opetusministeriö. Koulutus- ja tiedepolitiikan aluestrategia vuoteen 2013. Opetusministeriön julkaisuja 2003:40, Yliopistopaino, Helsinki, 2003.

Opetusministeriö. Koulutus ja tutkimus 2003-2008 – kehittämissuunnitelma. Opetusministeriön julkaisuja 2004:6, Yliopistopaino, Helsinki, 2004

Owen-Smith, Jason; Riccaboni, Massimo; Pammolli, Fabio & Powell, Walter W. A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences. *Management Sciences*, Vol. 48, No. 1, 2002, s.24–43.

Parkkila, Seppo. Tervetuloa opiskelemaan bioteknologiaa Tampereen yliopistoon! Opinto-opas 2004-2005, Tampereen yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta, Luonnontieteiden kandidaatin ja filosofian maisterin tutkinnot, 2004, s.7.

Poyago-Theotoky, Joanna; Beath, John & Siegel, Donald S. Universities and Fundamental Research: Reflections on the Growth of University-Industry Partnerships. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 18, No. 1, 2002, s.10–21.

Rod, Michel R. M. University-Industry Cooperation: Perspectives from a Non-University Biotechnology Start-Up Company. 2005.
<http://www.triplehelix5.com/pdf/A154_THC5.pdf>; 2.4.2007.

Saarikko, Marja. Pelätyt bioaseet. Luonnontieteiden akateemiset -verkkolehti 3, 2005.
<http://www.luonnontieteilijat.fi/portal/verkkolehti/3_05/pelatyt_bioaseet/>; 17.4.2007.

Severson, James A. Models of University-Industry Cooperation. *Journal of Industry-Academia-Government Collaboration*, Vol. 1, No. 2, 2005.
<http://sangakukan.jp/journal/main/200502/002-06/002-06_e.pdf>; 2.4.2007.

Stewart, Thomas A. *Intellectual Capital*. Nicholas Brealey Publishing, Lontoo, 1997.

Suomen Akatemia. *Biotechnology in Finland, Impact of public research funding and strategies for the future, Evaluation report*. Publications of the Academy of Finland 11/02, Painopörssi Oy, Helsinki, 2002.

Suomen Akatemia. Tutkimuksen vaikuttavuus biotieteiden ja ympäristön tutkimuksen aloilla. Suomen Akatemian julkaisuja 7/06, Edita Prima, 2006.

Sveiby, Karl-Erik & Simons, Roland. Collaborative climate and effectiveness of knowledge work – an empirical study. *Journal of Knowledge Management* Vol. 6, No. 5, 2002, s.420–433.

Tahvanainen, Antti-Jussi. Academic spin-offs in Finnish biotechnology – a portrait of firm characteristics. *Keskusteluaiheita – Discussion papers* No. 900, ETLA, Helsinki, 2004.

Tahvanainen, Antti-Jussi & Hermans, Raine. Funding intellectual-capital-abundant technology development: empirical evidence from the Finish biotechnology business. *Knowledge Management Research & Practice*, 3, 2005, s.69–86.

Tekes. Monien mahdollisuuksien teknologia. 2006.

Tekes. Tulevaisuus on osaamisessa, Teknologiastrategia – näkemys valinnoista. 2002.

Tiilikainen, Titta. Huonosti tunnettu ala herättää kysymyksiä. Lehdessä Bioteknologia info -tiedotuspalvelun loppuraportti, 2006, s.4–5.

Tulkki, Pasi; Järvensivu, Anu & Lyytinen, Anu. The emergence of Finnish Life Sciences industries. Sitra Reports series 12, Hakapaino Oy, Helsinki, 2001.

Tyni, Päivi. Kutsumusta, työtä vai työntöä? Luonnonvara-alojen maistereiden ja tohtoreiden uravalinnat ja niiden seuraukset. 2005.

<http://www.luonnontieteilijat.fi/attachments/Kutsumusta_tyota_ja_tyontoa.pdf>;
15.2.2007.

LIITE 1: Kysely bioteknologian koulutusohjelmasta valmistuneille

Perustiedot

Opiskelun aloitusvuosi bioteknologian koulutusohjelmassa:

Suuntautumisvaihtoehto:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Bioinformatiikka | <input type="checkbox"/> Bioteknologian liiketoiminta |
| <input type="checkbox"/> Molekyylibiologia | <input type="checkbox"/> Solu- ja kudosteknologia |

Valmistumisvuosi:

Mitä olet tehnyt valmistumisen jälkeen?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ollut työttömänä | <input type="checkbox"/> Tehnyt koulutusta vastaavaa työtä |
| <input type="checkbox"/> Tehnyt muuta työtä | <input type="checkbox"/> Suorittanut jatko-opintoja |
| <input type="checkbox"/> Jotain muuta, mitä? | |

Mielipide työnantajista, koulutuksesta sekä tulevaisuudesta

1. Oletko ollut töissä tai harjoittelussa bioteknologia-alan organisaatiossa Tampereella?
 Kyllä Ei

2. Oletko hakenut alan työ- tai harjoittelupaikkaa Tampereella? Haitko julkiselle vai yksityiselle sektorille? Pääsitkö hakemaasi paikkaan?

3. Haluaisitko mieluummin työskennellä julkisella vai yksityisellä sektorilla? Perustele valintaasi.

4. Millaiset ovat mielestäsi mahdollisuutesi päästä töihin julkiselle sektorille?

5. Millaiset ovat mielestäsi mahdollisuutesi päästä töihin yksityiselle sektorille?

6. Miten koulutuksen sisältö mielestäsi vastaa alan tulevaisuuden vaatimuksia?

7. Tulisiko koulutuksen sisältöä mielestäsi muuttaa, jotta se vastaisi paremmin alan vaatimuksia tulevaisuudessa? Miten?

8. Vapaa sana. Tähän voit kirjoittaa kommenttisi esim. koulutuksesta, alasta, tulevaisuudesta tai muusta aiheeseen liittyvästä asiasta.

Kiitos vastauksestasi!

LIITE 2: Kysely bioteknologia-alan yksityisen sektorin toimijoille

Perustietoja

Yrityksen nimi:

Vastaajan nimi:

Asema/toimi yrityksessä:

Asiantuntemusalue/koulutus:

Työskentelyaika bioalan yritystoiminnassa:

Yrityksen perustamisvuosi:

Yrityksen ydinliiketoiminta-alue:

Yrityksen liikevaihto:

Yrityksen henkilöstörakenne (työntekijöiden määrä/koulutus):

Yrityksen missio:

Kehitys & tulevaisuus

1. Millainen yrityksenne kehitys ja strateginen linja on pääpiirteissään ollut viime vuosina?

2. Onko yrityksenne mielestänne saavuttanut muutaman vuoden takaiset tavoitteensa?

3. Mitkä ovat yrityksenne päätavoitteet muutaman seuraavan vuoden aikana?

4. Mitä muutoksia yritystoiminnassanne tarvitaan tulevaisuuden tavoitteiden toteutumiseksi?

5. Millainen yrityksenne kehitys ja strateginen linja tulevat olemaan tulevaisuudessa?

a) Muutokset tuotteissa/palveluissa:

b) Muutokset markkinoissa:

c) Muutokset kilpailukeinoissa:

6. Mikä on yrityksenne työvoimantarpeen kehitys tulevina vuosina?

7. Kuinka paljon eri työtehtävien työntekijämäärät tulevat muuttumaan?

a) Hallinnossa

b) Tutkimuksessa ja tuotekehityksessä

c) Laadunhallinnassa

d) Kaupallisissa tehtävissä

8. Millaiseksi näette bioteknologia-alan kehityksen tulevaisuudessa?

9. Millaiseksi näette Suomen aseman bioteknologia-alalla tulevaisuudessa?

Koulutus

10. Millaiselle bioalan asiantuntemukselle/osaamiselle yrityksellänne on eniten kysyntää nyt ja tulevaisuudessa?

11. Mistä suuntautumisvaihtoehdosta valmistuneelle yrityksellänne on eniten kysyntää?

Bioinformatiikka

Bioteknologian liiketoiminta

Molekyylibiologia

Solu- ja kudosteknologia

Perustelut valinnalle:

12. Millainen mielikuva Teillä on Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmasta?

13. Millaisena näette bioteknologian koulutusohjelman tehtävän/roolin?

14. Mitkä ovat tärkeimmät asiat, joihin koulutusohjelmassa tulisi keskittyä?

15. Onko yrityksenne ollut mukana koulutusohjelmassa opettamassa/opiskelemissa?

16. Miten ko. koulutus mielestänne vastaa työelämän tarpeita?

17. Ovatko alan paikalliset erityispiirteet/-tarpeet otettu huomioon koulutuksessa?

18. Mitä ehdotuksia teillä on koulutuksen sisällön parantamiseksi?

Yhteistoiminta

19. Onko yrityksellänne yhteistoimintaa Tampereen yliopiston kanssa? Millaista?

20. Jos yrityksellänne ei ole ollut yhteistyötä niin, mitkä asiat ovat olleet sen esteenä?

21. Onko yrityksellänne yhteistoimintaa muiden kotimaisten tai ulkomaisten korkeakoulujen kanssa? Minkä kanssa ja millaista?

22. Minkälaiselle yhteistoiminnalle yrityksellänne olisi tarvetta? (esim. opetus, opinnäytetyöt, tutkimus, liiketoiminta)

23. Kuuluuko yhteistoiminta Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman kanssa yrityksenne tulevaisuuden suunnitelmiin?

24. Mitä odotatte yhteistoimintakumppanilta?

25. Millaista olisi yrityksenne kannalta kaikin puolin ihanteellinen yhteistoiminta?

Vapaa sana

Kiitos vastauksestanne!

LIITE 3: Kysely bioteknologia-alan julkisen sektorin toimijoille

Perustietoja

Organisaation nimi:

Vastaajan nimi:

Asema/toimi organisaatiossa:

Asiantuntemusalue/koulutus:

Työskentelyaika bioalan organisaatiotoiminnassa:

Organisaation perustamisvuosi:

Organisaation ydinosamisalue:

Organisaation henkilöstörakenne (työntekijöiden määrä/koulutus):

Organisaation missio:

Kehitys & tulevaisuus

1. Millainen organisaationne kehitys ja strateginen linja on pääpiirteissään ollut viime vuosina?

2. Onko organisaationne mielestänne saavuttanut muutaman vuoden takaiset tavoitteensa?

3. Mitkä ovat organisaationne päätavoitteet muutaman seuraavan vuoden aikana?

4. Mitä muutoksia toiminnassanne tarvitaan tulevaisuuden tavoitteiden toteutumiseksi?

5. Millainen organisaationne kehitys ja strateginen linja tulevat olemaan tulevaisuudessa?

a) Muutokset tuotteissa/palveluissa:

b) Muutokset markkinoissa/kysynnässä:

c) Muutokset kilpailuasetelmissa/-keinoissa:

6. Mikä on organisaationne työvoimantarpeen kehitys tulevina vuosina?

7. Kuinka paljon eri työtehtävien työntekijämäärät tulevat muuttumaan?

a) Hallinnossa

b) Tutkimuksessa ja tuotekehityksessä

c) Laadunhallinnassa

d) Kaupallisissa tehtävissä

8. Millaiseksi näette bioteknologia-alan kehityksen tulevaisuudessa?

9. Millaiseksi näette Suomen aseman bioteknologia-alalla tulevaisuudessa?

Koulutus

10. Millaiselle bioalan asiantuntemukselle/osaamiselle organisaatiossanne on eniten kysyntää nyt ja tulevaisuudessa?

11. Mistä suuntautumisvaihtoehdosta valmistuneelle organisaatiossanne on eniten kysyntää?

Bioinformatiikka

Bioteknologian liiketoiminta

Molekyylibiologia

Solu- ja kudosteknologia

Perustelut valinnalle:

12. Millainen mielikuva Teillä on Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelmasta?

13. Millaisena näette bioteknologian koulutusohjelman tehtävän/roolin?

14. Mitkä ovat tärkeimmät asiat, joihin koulutusohjelmassa tulisi keskittyä?

15. Onko organisaationne ollut mukana koulutusohjelmassa opettamassa/opiskelemissa?

16. Miten ko. koulutus mielestänne vastaa työelämän tarpeita?

17. Ovatko alan paikalliset erityispiirteet/-tarpeet otettu huomioon koulutuksessa?

18. Mitä ehdotuksia teillä on koulutuksen sisällön parantamiseksi?

Yhteistoiminta

19. Onko organisaatiollanne yhteistoimintaa Tampereen yliopiston kanssa? Millaista?

20. Jos organisaatiollanne ei ole ollut yhteistyötä niin, mitkä asiat ovat olleet sen esteenä?

21. Onko organisaatiollanne yhteistoimintaa muiden kotimaisten tai ulkomaisten korkeakoulujen kanssa? Minkä kanssa ja millaista?

22. Minkälaiselle yhteistoiminnalle organisaatiollanne olisi tarvetta? (esim. opetus, opinnäytetyöt, tutkimus, liiketoiminta)

23. Kuuluuko yhteistoiminta Tampereen yliopiston bioteknologian koulutusohjelman kanssa organisaationne tulevaisuuden suunnitelmiin?

24. Mitä odotatte yhteistoimintakumppanilta?

25. Millaista olisi organisaationne kannalta kaikin puolin ihanteellinen yhteistoiminta?

Vapaa sana

Kiitos vastauksestanne!