

Kumisaappaat jalassa ja labratakki päällä -- miten ekologian ja kemian yhdistäminen väitöskirjassa onnistuu?

Suvi Vanhakylä

Keväällä 2014 aloitin kesätyöt Turun yliopiston luonnonyhdistekemian tutkimusryhmässä. Olin kuullut, että ryhmän kemistit tutkivat kasvien kemiallisia puolustusyhdisteitä ja keräävät tutkittavat kasvit pääasiassa itse. Ajattelin, että vaikka en kemiallisesta puolesta mitään ymmärtäisikään, niin tutkimusryhmään ehkä sopisi yksi kesäekologi tunnistamaan ja keräämään lisää kasvinäytteitä. Ensimmäisenä kesänä pääsinkin toteuttamaan lähes jokaisen ekologin unelmaa; aamupäivät kuljin maastossa keräten kasvinäytteitä kemiallista analyysiä varten ja iltapäivällä prässäsin jokaisesta keräämästäni lajista näytteen herbaariota varten. Hyvin alkanut yhteistyö biologin ja kemistien kesken johti kolme vuotta jatkuneeseen työsopimukseen ja lopulta loikkaukseen biologian laitokselta kemian laitokselle tekemään väitöskirjaa. Mikä oikein sai biologin hyppäämään pelottavanakin nähdylle kemian alalle?

Selkeät esimerkit kemian yhteydestä biologiaan herättivät kiinnostuksen

Uudet työkaverit puhuivat kahvitauoilla tanniineista ja polyfenoleista. Tanniini oli minulle sentään sanana tuttu punaviinien yhteydestä. Tiesin, että juuri viinin tanniinit saavat aikaan kuivan tunteen suussa proteiinien saostumisen vuoksi. Polyfenolinkin saatoin ymmärtää terminä lukion ja yliopiston kemian kurssien ansiosta; poly tarkoittaa useaa ja fenolikin oli tullut vastaan aikaisemmillä kursseilla; kyseessä oli siis selvästi jonkinlaiset useita fenoliyksiköitä sisältävät yhdisteet. Termien ymmärtäminen syvällisemmin tuntui kuitenkin haastavalta ja käsitteet vaikuttivat ristiriitaisilta. Myöhemmin opin ymmärtämään, että tanniini- ja polyfenolitermit eivät itse asiassa olekaan niin yksiselitteisiä kuin olettaisi. Jopa alan tieteellisissä konferensseissa käydään keskusteluja termien käytöstä, joten ei ihme, että käsitteet tuntuivat aloittelijasta haastavilta. Jonkinlaisia kasvien puolustusyhdisteitä tanniinit ja muut polyfenolit kuitenkin selvästi olivat, joten asia tuntui biologistakin tärkeältä.

Juuri muuta pohjatietoa minulla ei ollutkaan keräämiäni kasvien kemiallisesta puolesta. Keräystyön ohella pääsin onneksi kuuntelemaan ryhmän opiskelijoiden ja tutkijoiden esityksiä useissa seminaareissa. Ensimmäisillä kuuntelukerroilla en rehellisesti sanottuna ymmärtänyt yhtään mitään. Vähitellen aloin kuitenkin huomata esityksistä ymmärrettäviä esimerkkejä tanniinipitoisuuksien ja erilaisten yhdistetyyppien vaikutuksista tuttuihin biologisiin ilmiöihin. Esimerkiksi maitohorsmaa tutkimalla on selvitetty, että tiettyjen polyfenoliyhdisteiden koko vaikuttaa selvästi lehmien aiheuttamiin metaanipäästöihin (Baert ym. 2016). Lisäksi tanniinipitoisella ravinnolla on pystytty vähentämään lampaiden sisäloisten määrää, sillä tanniinien sitoutuminen sukkulamatojen ja niiden munien pintaan häiritsee loisten kehitystä ja elinvoimaisuutta (Engström ym. 2016). Ravintokasvin yhdistekoostumuksella voi myös olla selvä vaikutus hyönteisherbivorin toukkien selviytymiseen ja kasvuun, ja eri hyönteislajit

eroavat sietokyvyn suhteen toisistaan (esim. Barbehenn ym. 2006; Roslin & Salminen 2008). Toisaalta hyönteiset voivat vaikuttaa kasvien puolustusevoluutioon nopeastikin tehokkaimpia puolustusyhdisteitä tuottavien kasvien genotyyppien yleistyessä (Agrawal ym. 2012).

Nämä käytännön esimerkit vakuuttivat minut siitä, että usean biologisen ilmiön taustalla todellakin vaikuttaa lukuisia kemiallisia tekijöitä, joista kovin moni biologi ei ole kuullut edes puhuttavan. Kaiken lisäksi näiden yhdisteiden tutkimiseksi on kehitetty useita käyttökelpoisia menetelmiä, joita voisi pienellä perehtymisellä hyödyntää biologiankin tutkimuksissa jopa ilman vuosien kemian opintoja.

Mielessäni alkoi alitajuntaisesti itää ajatus, että ehkä jonakin päivänä minä voisin perehtyä näihin menetelmiin ja opetella ymmärtämään näitä toistaiseksi monimutkaiselta tuntuvia yhdisteitä ja niiden biologisia aktiivisuuksia. Ehkäpä kemian osaamisesta olisi tulevaisuudessa jotain hyötyä ekologillekin.

Aineisto alkoi muodostua huomaamatta

Pienestä kiinnostuksesta huolimatta ajatus jäi kaikessa kiireessä taka-alalle, kun keskityin kirjoittamaan graduani biologian laitoksella ja samalla tekemään töitä kemian laitoksella. Valmistumisen jälkeen työt jatkuivat tuttuun tapaan, mutta hiljalleen tehtävieni joukkoon alkoi ilmestyä yhä enemmän kasvinäytteiden jatkotyöstämistä ja laboratoriotyötkin tulivat tutuiksi (Kuva 1). Kolmen vuoden työskentelyn aikana ehdin keräämään muiden tutkimusavustajien avustuksella tuhansien uusien kasvinäytteiden aineiston sisältäen näytteitä Varsinais-Suomen alueelta (Kuva 2), Lapin tutkimuslaitos Kevolta (Kuva 3) ja Turun yliopiston kasvitieteelliseltä puutarhalta (Kuva 4 ja 5) sekä osallistumaan lähes kaikkiin tutkimuksen työvaiheisiin aina maastosta laboratorioon ja tulosten käsittelyyn.

Omien keräysteni lisäksi järjestelin vuosia kestäneen projektin aikaisempaa materiaalia ja tuloksia helpommin käsiteltäväksi kokonaisuudeksi. Lopulta olin siinä tilanteessa, että olin koonnut kaiken siihen asti kerätyn aineiston tulokset yhteen, luokitellut koko datan kasvitaksonien mukaan ja rakentanut ensimmäisen version tutkittavien lajien fylogeneettisestä puusta. Samalla pääsin kurkistamaan ensimmäisiä kertoja aineiston kemialliseen puoleen, kun piirsin kasviheimokohtaiset kasvin puolustuskyvystä kertovat kuvaajat ensimmäisistä bioaktiivisuustuloksista.

Pohdin mielessäni, että minulla alkaa olla projektista huomattavan kattava kokonaiskuva ja valtava aineisto valmiiksi koottuna. Olisi mielenkiintoista saada tietää paremmin, miten erilaiset yhdisteet ja niiden aiheuttama puolustuskyky jakautuvat koko kasvukunnassa, ja minkälainen biologinen merkitys niillä on. Tämä kuitenkin tarkoittaisi sitä, että minun pitäisi ymmärtää aineiston kemiallinen puoli huomattavasti syvällisemmin, mikä puolestaan tarkoittaisi kemian opiskelua.

Pelko uudelleen aloittamisesta vaihtui uuteen motivaatioon

Kemiasta kiinnostuminen herätti ensin epätoivon, sillä pelkäsin, että juuri kun olin valmistunut biologialta maisteriksi, joutuisin aloittamaan koko viisivuotisen opintopolun täysin alusta

kaikkine pakollisine kursseineen ja graduineen. Vasta tämän jälkeen pääsisin mahdollisesti tekemään haluamaani tutkimusta ja minulle tärkeäksi muodostunut kasviaineisto saattaisi jopa karata käsistäni.

Samoihin aikoihin jouduin muutenkin pohtimaan tulevaisuuttani tutkimuksen parissa ja suunnittelin jatko-opintoja omalla tutulla ja turvallisella alallani biologian laitoksella. Mahdollisella lähdölläni oli selvästi pientä herättelevää vaikutusta myös luonnonyhdistekemian tutkimusryhmässä, sillä pian keskustelimme ryhmän johtajan kanssa tarkemmin tulevaisuudensuunnitelmistani ja mahdollisuudestani jäädä luonnonyhdistekemialle. Loogisin tapa jatkaa tutkimusryhmässä olisi jatko-opintojen aloittaminen aineistoni parissa!

Kun minulle tarjottiin mahdollisuutta tehdä suoraan väitöskirjatutkimus tutusta aineistosta, tunsin suurta huojennusta. Minun ei sittenkään tarvitsisi aloittaa opintoja täysin alusta. En kuitenkaan heti uskaltanut suostua, sillä tiesin, että väitöskirjan tekeminen on jo itsessään suuri urakka, joten vieraan alan väitöskirja olisi varmasti valtava haaste. Enhän minä edelleenkään ymmärtänyt tutkimuksen kemiallisesta puolesta juuri mitään. Parin viikon päästä olin kuitenkin vakuuttunut siitä, että olisin todella typerä, jos hylkäisin näin merkittävän aineiston. Päätin, että kunnon motivaatiolla kaikki on mahdollista! Oman motivaationi lisäksi tukenani on alusta asti ollut neljä poikkitieteellisyydestä innostunutta ohjaajaa, joista kaksi on kemistejä ja kaksi biologeja.

Opiskelu on ollut haastavaa mutta innostavaa

Kun päätös väitöskirjan tekemisestä kemian laitokselle oli tehty, piti miettiä tarkasti, miten pystyn sisäistämään mahdollisimman tehokkaasti valtavan määrän tietoa minulle uudelta alalta. Aloitin lukemalla tanniinikemian keskeisiä artikkeleja ja tutkimusryhmämme julkaisuja, joiden avulla pystyin tutustumaan alustavasti aiheen sanastoon, termeihin ja käytettyihin menetelmiin, vaikka itsenäinen lukeminen ei pystynytkään vielä avaamaan aihetta kovin tehokkaasti. Sovimme tiedekunnan johdon kanssa, että sisällytän opintoihini enemmän opintopisteitä kemian kursseista kuin normaalisti jatko-opintoihin kuuluisi. Tämä helpottaisi varmasti aiheen syvällisempää ymmärtämistä. Heti ensimmäisenä syksynä hyppäsin kylmiltäni syventävän tason tanniinikemian kurssille. Opiskeluni oli artikkelien lukemisesta huolimatta aluksi hidasta ja vaivalloista, sillä minun piti tarkistaa monia muille itsestään selviä termejä ja palauttaa mieleen valtavasti perusasioita lukioaikojen kemian kursseista. Lopulta selvisin kurssista kunnialla, ja seuraava perusopintotasoinen kurssi tuntuikin jo selvästi helpommin ymmärrettävältä.

On ollut mielenkiintoista huomata, miten eri luokkaa opiskelumotivaatio on nyt, kun tiedän, minkälaista osaamista juuri itseäni kiinnostava tutkimustyö todella vaatii. Nyt on myös huomattavasti helpompi muistaa, että opiskelen itseäni enkä kurssin pitäjää tai opintopisteitä varten. Haluan todellakin oppia kursseilla käydyt asiat ja pystyä soveltamaan niitä myöhemmin, enkä vain opetella niitä tenttipäiväksi unohtaakseni ne autuaasti seuraavaan viikkoon mennessä.

Eri näkökulmat tekevät aiheestani mielenkiintoisen

Muotoilimme tutkimussuunnitelmani sopivan poikkitieteelliseksi, jotta pystyn käsittelemään kemiallista aihetta biologisesta näkökulmasta soveltaen molempien tieteenalojen menetelmiä. Tutkimuksessani pääsen käsittelemään juuri niitä asioita, joista olen erityisen kiinnostunut. Tutkimukseni päätavoite on selvittää tanniinien ja muiden polyfenoliyhdisteiden ja bioaktiivisuuksien jakautumista kasvikunnassa eri taksonomian tasoilla. Voin esimerkiksi etsiä yhtäläisyyksiä tietyn kasviheimon puolustusyhdisteissä tai tutkia, esiintyykö tietyn yhdisteryhmän biosynteesipolkua vain tietyillä kasviryhmillä vai useissa kasvifylogonian haaroissa. Aineistostani pystyn etsimään myös merkkejä siitä, onko puolustuksessa tapahtunut suuria edistysaskelia esimerkiksi niin sanottujen alkeellisempien ja kehittyneempien kasvien välillä, ja onko kemiallinen puolustus monipuolistunut tai erikoistunut ainutlaatuisella tavalla joissakin kasviryhmissä. Vertaamalla kemiallista aineistoa tietoon kasvilajien tunnetuista herbivoreista voin lisäksi etsiä yhteyksiä eri puolustusyhdisteiden ja niiden monimuotoisuuden sekä kasvien herbivorialttiuden välille.

Biologian opintoni ovat olleet suureksi hyödyksi luonnonyhdistekemian alalla, sillä pystyn usein ajattelemaan tulosten merkitystä eri näkökulmasta kuin kemistit. Välillä huomaan, että lähdemme käsittelemään esimerkiksi oman tutkimukseni aihetta täysin erilaisesta lähtökohdista. Itse aloitan asian käsittelyn miettimällä, minkälaiset evolutiiviset seikat ja lajien väliset vuorovaikutukset ovat mahdollisesti vaikuttaneet kemialliseen puolustukseen, kun taas kemistit aloittavat pohtimalla, miten eri yhdisteiden rakenteet ja biosynteesipolut ovat yhteydessä toisiinsa ja ilmentävät jakautumista kasvikunnassa. Tutkimusryhmässämme nämä näkemykset onneksi täydentävät toisiaan tehden tutkimuksesta monipuolisempaa.

Kemialliset menetelmät alkavat hahmottua

Erityyppisillä yhdisteillä havaitaan erilaisia biologisia aktiivisuuksia, jotka ovat avainasemassa kasvin puolustuskyvyn muodostumisessa. Tärkeimmät bioaktiivisuudet ovat yhdisteiden aiheuttamat proteiiniensaostuskyky ja oksidatiivinen aktiivisuus, jotka ovat haitallisia herbivoreille riippuen niiden ruoansulatuselimistön pH:sta. Esimerkiksi emäksisissä olosuhteissa, kuten useiden perhosten elimistössä, oksidatiivinen aktiivisuus voi aiheuttaa haitallista oksidatiivista stressiä (Barbehenn ym. 2006; Salminen 2014; Salminen & Karonen 2011) ja happamissa ja neutraaleissa olosuhteissa polyfenolien aiheuttama proteiiniensaostus voi olla joissakin tapauksissa haitallista estämällä ravinteiden imeytymistä (esim. Haslam 1988; Salminen 2014). Molempia aktiivisuuksia voidaan nykyään mitata helposti kuoppalevylukijalla spektrofotometrisillä menetelmillä, eli laite havaitsee näytteen värinmuutoksen hapetusreaktion jälkeen tai sakan muodostumisen puskurin lisäämisen jälkeen (Salminen & Karonen 2011). Perinteinen, hitaampi tapa tutkia proteiiniensaostuskykyä on mitata BSA-geelimaljalle lisätyn näytteen aiheuttama rengasmainen saostuma (Hagerman 1987). Aktiivisuuksien mittaaminen on suhteellisen yksinkertaista, helposti ymmärrettävää ja onnistuu kätevästi ekologiinkin.

Kasvien puolustuskyvyn ymmärtämiseksi on kuitenkin tunnettava myös taustalla vaikuttavat yhdisteet ja yhdisteryhmät. Tämä osuus on biologille selvästi haastavin, sillä näin syväälle kemiallisiin rakenteisiin ja luokitteluun en ole koskaan aikaisemmin sukeltanut. Lisäksi

mittauksiin käytettävää laitteistoa ei löydy aivan jokaisesta laboratoriosta, joten laitteiden toimintaperiaatteet olivat aluksi täysin vieraita minulle. Laboratoriomme UPLC-MS/MS-laitteistolla (erittäin korkean erotuskyvyn nestekromatografia yhdistettynä tandemmassaspektrometriaan) ja tutkimusryhmän menetelmillä on mahdollista erotella ja luokitella erityyppiset yhdisteryhmät ja määrittää yksittäiset yhdisteet ja niiden pitoisuudet näytteessä (Engström ym. 2014, 2015; Moilanen ym. 2013). Näin jokaiselle tutkittavalle kasvilajille saadaan määritettyä niiden pääyhdisteet, eri yhdisteryhmien monimuotoisuudet sekä yhdisteiden pitoisuudet.

Näiden menetelmien ja työvaiheiden opettelussa on ollut omat haasteensa, sillä jokainen työvaihe, laite ja termi oli opeteltava täysin uutena alusta asti. Nyt tutkimusryhmämme käyttämät menetelmät alkavat kuitenkin tuntua loogisilta ja johdonmukaisilta, joten olen voinut jälleen keskittyä ihmettelemään, miten paljon niiden avulla voidaan saada irti yksinkertaisestakin kasviaineistosta. Haluaisin ehdottomasti rohkaista muitakin biologeja tutustumaan näihin kemiallisiin menetelmiin, jotka toisivat huomattavaa lisäarvoa useille biologisille tutkimuksille. Jokaisen ei tietenkään ole tarpeen opetella menetelmien käyttöä alusta loppuun itse, vaan yhteistyön ansiosta menetelmät, laitteistot ja tulkinta-apu ovat lähes jokaisen saatavilla.

Lähtökohdat ja asenteet voivat rajoittaa poikkitieteellisyttä

Ilman tutkimukseni biologista näkökulmaa kemiallinen aineisto jäisi irralliseksi, joten ilman poikkitieteellistä lähestymistapaa tärkeät tulokset voisivat jäädä huomiotta. Valitettavan usein vastaan tulee artikkeleita, joissa aineistoa käsitellään selvästi vain joko biologisesta tai kemiallisesta näkökulmasta, jolloin hienokin tutkimus näyttäytyy toiselle alalle kevyenä ja pinnallisena tai monimutkaisena ja epäkiinnostavana.

Tiiviillä yhteistyöllä voidaan monipuolistaa tutkimusta, mutta yhteistyössä voidaan joskus kohdata selvää haluttomuutta edes yrittää ymmärtää toisen osapuolen tuloksia ja tutkimusmenetelmiä. Toisaalta voi olla myös haluttomuutta yksinkertaistaa omia hienoja menetelmiä niin, että ne olisivat helpommin sisäistettävissä muillekin kuin oman erikoisalan tutkijoille. Yhteistyöstä huolimatta voi olla haastavaa liittää molempien alojen tuloksia yhtenäiseksi ja tasapainoiseksi kokonaisuudeksi, jos kukaan ei ole riittävän perehtynyt kokonaiskuvaan. Valitettavasti akateemisen työn kiireellisyys ei useinkaan mahdollista kunnollista perehtymistä muihin aloihin.

Tämän vuoksi koen olevani jopa etuoikeutetussa asemassa, sillä pystyn käyttämään jatko-opinnoissani normaalia enemmän aikaa uuden opiskeluun ja keräämään suunnitelmallisesti osaamista uudelta alalta. Oma tavoitteeni on tulevaisuudessa ymmärtää molempia aloja niin hyvin, että pystyn sujuvasti kommunikoimaan eri osapuolten kanssa ja ennen kaikkea välittämään ymmärrettävää tietoa alojen tutkimuksesta myös toiselle osapuolille ja jopa tiedeyhteisön ulkopuolelle.

Luonnonilmiöt eivät rajoitu yhteen alaan

Poikkitieteellinen tutkimus antaa parhaat mahdollisuudet vastata laajemmin useaan kysymykseen luonnon toiminnasta. Laajempi osaaminen antaa paremmat edellytykset ymmärtää ilmiöiden taustalla vaikuttavia tekijöitä ja ennustaa muutoksia niiden avulla. Tämän vuoksi halusin itse jo opintojeni alussa opiskella biologiaa mahdollisimman laajasti, joten valitsin kursseja niin ekologian, fysiologian, solubiologian kuin genetiikan puolelta. Opintojeni aikana havaitsin, että opiskelijat jakautuivat usein hyvin mustavalkoisesti niin sanottuun labratakkipuoleen ja kumisaapaspuoleen, eikä yhteisiä kursseja juurikaan käydä. Mielestäni on huolestuttavaa, että omalle erikoisalalle eristäytyminen alkaa jo hyvin varhaisessa vaiheessa, eikä omalta mukavuusalueelta edes haluta katsoa muualle.

Eri opiskelualojen välillä on aina ollut keskinäistä naljailua omasta paremmuudesta ja toisten tieteenalojen vähäpätöisyydestä. Pieni tervehenkinen kilpailu on varmasti vain hyväksi ja voi jopa lähentää eri alojen opiskelijoita, mutta jos omaan paremmuuteensa alkaa uskoa sokeasti, on mahdotonta solmia hedelmällisiä yhteistyökuvioita. Erikoistuminen omalle alalle on tietysti välttämätöntä, mutta esimerkiksi sivuainevalinnoilla voi jo huomattavasti laajentaa omaa näkökulmaansa ja kaventaa tieteiden välistä kuilua. Tieteenaloja voi yhdistää lukemattomalla eri tavalla, mutta jo toisiaan melko lähellä olevia biologiaa ja kemiaa yhdistämällä saadaan tutkimukseen uutta syvyyttä.

Haasteet eivät lopu, mutta osaamisen laajentaminen kannattaa

Vaikka oma työnkuvani onkin muuttunut hyvin paljon haasteellisemmaksi ensimmäisten vuosien leppoisasta kasvien keräämisestä ja sisältää nykyään hyvin paljon tietokoneella istumista ja laboratoriossa työskentelyä, motivaationi on vain kasvanut. Haasteita lisää luonnollisesti se, että tutkimusmenetelmät eivät ole koskaan täydellisen valmiita paketteja, vaan uuden tiedon karttuessa ne hioutuvat jatkuvasti monimuotoisemmiksi. Väitöskirjatyöni aikana on jo useasti käynyt niin, että juuri kun oletan hallitsevani tutkimukseni kannalta kaiken oleellisen, professori on päättänyt uudistaa ja päivittää metodologiaa yhä syvällisemmäksi. Tästä seuraa se, että biologi saa jatkuvasti hämmästellä kemiallisten menetelmien monipuolisuutta ja yrittää pysyä oman tutkimuksen kannalta oleelliseen kehityksen mukana. Tulevaisuus on siis yhä täynnä suuria haasteita, eikä opiskelu ja tietojen täydentäminen tule varmasti koskaan loppumaan. Tärkeintä opiskelun ja tutkimuksen haasteiden ja vaikeuksien voittamisessa ovat ehdottomasti olleet tutkimusryhmän tuki, innostuneet ohjaajat ja ennen kaikkea erittäin mielenkiintoinen tutkimusaihe ja oma motivaatio laajentaa osaamista.

Omalta mukavuusalueelta poistuminen on aina haastavaa ja pelottavaa. Kannustan kuitenkin etenkin opiskelijoita pohtimaan, voisiko laajemmasta osaamisesta olla hyötyä tulevaisuudessa. Jos opiskelujen aikana herää kiinnostus toista alaa kohtaan, saattaa mieltä, onko liian myöhäistä alkaa opiskella täysin uutta aihetta. Omasta kokemuksestani voin sanoa, että koskaan ei ole liian myöhäistä opiskella itseään kiinnostavaa alaa ja tilaisuuteen kannattaa tarttua! Uuden opiskelu voi avata yllättäviäkin uusia mahdollisuuksia ja tarjota etua myös työmarkkinoilla. Parhaassa tapauksessa aikaisempaa osaamista ei tarvitse jättää taka-alalle, vaan sitä voi hyödyntää uudella alalla.

Vaikka minusta leivotaan kovaa vauhtia luonnonyhdistekemistiä, pääsen yhä ajoittain nauttimaan ekologitaustastani ja oman mukavuusalueeni osaamisesta. Olen yhä tutkimusryhmässämme epävirallisessa vastuussa, kun on kyse kasvikeräyksistä esimerkiksi jonkin lajin lisäanalyysjä varten. Pystyn helposti vastaamaan, mistä löytyy lähin sopiva populaatio lajin tutkimusta varten, ja useat biologiset termit käyvät varmistuskierroksella kauttani. Järjestely on mielestäni hyvä, sillä näin koko tutkimusryhmä hyötyy siitä, että joukkoon on livahtanut yksi biologi, ja vastaavasti saan itse apua koko ryhmälliseltä kemistejältä. Yhteiset kahvitauotkin ovat muuttuneet huomattavasti antoisammiksi, kun olen alkanut ymmärtää, mistä kollegani puhuvat.

Kirjallisuus

Agrawal, A.A. & Fishbein, M. 2008: Phylogenetic escalation and decline of plant defense strategies. -- *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 10057--60.

Baert, N., Pellikaan, W., Karonen, M. & Salminen, J.-P. 2016: A study of the structure-activity relationship of oligomeric ellagitannins on ruminal fermentation in vitro. -- *Journal of Dairy Science* 99: 8041--8052.

Barbehenn, R.V., Jones, C.P., Hagerman, A.E., Karonen, M. & Salminen, J.-P. 2006: Ellagitannins have greater oxidative activities than gallotannins and condensed tannins at high pH: potential impact on caterpillars. -- *Journal of Chemical Ecology* 32: 2253--2267.

Engström, M.T., Päljjarvi, M., Fryganas, F., Grabber, J., Mueller-Harvey, I. & Salminen, J.-P. 2014: Rapid qualitative and quantitative analysis of proanthocyanidin oligomers and polymers by UPLC-MS/MS. -- *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62: 3390--3399.

Engström, M.T., Päljjarvi, M. & Salminen, J.-P. 2015: Rapid fingerprint analysis of plant extracts for ellagitannins, gallic acid and quinic acid derivatives, and quercetin-, kaempferol- and myricetin-based flavonol glycosides by UPLC-QqQMS/MS. -- *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63: 4068--4079.

Engström, M.T., Karonen, M., Ahern, J.R., Baert, N., Payré, B., Hoste, H. & Salminen, J.-P. 2016: Chemical structures of plant hydrolyzable tannins reveal their in vitro activity against egg hatching and motility of *Haemonchus contortus* nematodes. -- *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64: 840--851.

Hagerman, A. 1987: Radial diffusion method for determining tannin in plant extracts. -- *Journal of Chemical Ecology* 13: 437--449.

Haslam, E. 1988: Plant polyphenols (syn. vegetable tannins) and chemical defence -- a reappraisal. -- *Journal of Chemical Ecology* 14: 1789--1805.

Moilanen, J., Sinkkonen, J. & Salminen, J.-P. 2013: Characterization of bioactive plant ellagitannins by chromatographic, spectroscopic and mass spectrometric methods. -- *Chemoecology* 23: 165--179.

Roslin, T. & Salminen, J.-P. 2008: Specialization pays off: contrasting effects of two types of tannins on oak specialist and generalist moth species. -- *Oikos* 117: 1560--1568.

Salminen, J.-P. 2014: The chemistry and chemical ecology of ellagitannins in plant--insect interactions: from underestimated molecules to bioactive plant constituents. -- 83-113 s. teoksessa *Recent advances in polyphenol research*. Editorit Romani, A., Lattanzio, V. & Quideau, S.). -- John Wiley & Sons, UK.

Salminen, J.-P. & Karonen, M. 2011: Chemical ecology of tannins and other phenolics: we need a change in approach. -- *Journal of Functional Ecology* 25: 325--338.

Kuvatekstit

Kuva 1 Kasviuutteita odottamassa jatkokäsittelyä. Kerätty kasvimateriaali käy läpi monta työvaihetta ennen kuin se on valmis analysoitavaksi UPLC-MS/MS-laitteistolla. (DSC_0025_uutteet)

Kuva 2 Kasvien keräystä Raision Haunisten altaalla. (IMG_7377_Haunisten allas)

Kuva 3 Lapin tutkimuslaitos Kevolla näytteiden kerääminen ei aina ollut kovin helppoa sääolosuhteiden tai haastavan maaston vuoksi. (IMG_5943_kevo)

Kuva 4 Ruissalon kasvitieteelliseltä puutarhalla saimme kerätä näytteitä jättilumpeesta (*Victoria* 'Longwood Hybrid'), joka osoittautui varsin epämukavaksi lajiksi käsitellä. Pian saamme tietää, miten suhteellisen alkeellisten lummekasvien puolustusyhdisteet eroavat muista kasviryhmistä. (IMG_3444_lumme)

Kuva 5 Meidät kutsuttiin paikalle, kun 50 vuoden välein kukkiva jättiagaave (*Agave americana*) alkoi kukkia Ruissalon kasvitieteellisellä puutarhalla. Puutarhalla olemme saaneet täydennettyä kasviaineistoa tärkeillä ja mielenkiintoisilla lajeilla, joihin olisi muuten ollut haastavaa päästä käsiksi. (IMG_0643_agaave)

Kirjoittaja

Suvi Vanhakylä,

kemian laitos, 20014 Turun yliopisto
0400781575
smhvan@utu.fi

Tohtorikoulutettava FM Suvi Vanhakylä on taustaltaan ekologi, mutta tutkii nyt kemiallisten puolustusyhdisteiden jakautumista kasvikunnassa Turun yliopiston kemian laitoksella. Vapaa-aikanaan hän tekee käsitöitä ja harrastaa parveke- ja palstaviljelyä.