

Väitöstiedote

Väitös 10.06.2022

# Molekyylien järjestäytymisen rooli funktionaalisten materiaalien syntymisessä

Väitöskirjan nimi	Molecular assembly routes for biological materials
Väitöskirjan sisältö	<p>Luonnon materiaalit ovat inspiroineet uusien synteettisten biomateriaalien kehitystä jo pitkään. Muun muassa hämähäkin silkki on kiinnostava luonnon materiaali sen poikkeuksellisten mekaanisten ja adheesio-ominaisuuksien vuoksi. Silkkiproteiinien järjestäytyminen kuiduiksi tietyllä tavalla on oleellista kuiduille tyypillisten erinomaisten mekaanisten ominaisuuksien saavuttamiseksi. Tätä monimutkaista prosessia ei kuitenkaan vielä ymmärretä tarpeeksi hyvin ja siksi synteettiset silkkimateriaalit ovat ominaisuuksiltaan huonompia. Tässä tutkielmassa keskitytään syventämään ymmärrystä siitä, miten rekombinantitiset, bakteereissa tuotetut, hämähäkin silkkiproteiinit järjestäytyvät liuoksessa.</p> <p>Tämän tutkielman tulokset osoittavat, että rekombinanttisia silkkiproteiineja voidaan käyttää materiaalien muodostumiseen johtavan molekyylien järjestäytymisen ymmärtämiseen. Työssä tutkittu silkkiproteiini muodosti nestemäisiä koaservaatteja, jotka osoittautuivat tärkeäksi välivaiheeksi kuitujen muodostumiselle. Inertin polymeerin lisäys mahdollisti faasierottumisen tarkemman tutkimisen kontrolloiduissa olosuhteissa. Proteiinin pidentäminen lähemmäs hämähäkin silkkiproteiinin luonnollista kokoa taas alensi faasierottumisen vaatimaa kriittistä pitoisuutta ja lisäsi tietämystämme faasierottumiseen johtavasta molekyylien järjestäytymisestä. Neste-neste faasierottumisen (koaservoitumisen) rooli molekyylien järjestäytymiselle on erityisen kiinnostava, koska useiden luonnon organismien uskotaan käyttävän koaservaatiota välivaiheena toiminnallisten materiaalien tuottamisessa. Tässä väitöskirjassa esitetyt tulokset tuovat uutta tietoa silkkiproteiinien järjestäytymisestä ja työ lisää ymmärrystä molekyylien järjestäytymisen merkityksestä materiaalien muodostumisesta.</p>
Väitöskirjan ala	Bioteknologia
Väittelijä ja väittelijän yhteystiedot	M.Sc. Laura Lemetti <a href="mailto:lemetti.laura@gmail.com">lemetti.laura@gmail.com</a>
Väitöksen ajankohta	10.6.2022 klo 12
Etäväitöksen osoite	<a href="https://aalto.zoom.us/j/62670726802">https://aalto.zoom.us/j/62670726802</a>
Paikka	Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu, Sali Ke2, Kemistintie 1, Espoo
Vastaväittäjä(t)	Professori Vesa Hytönen, Tampereen yliopisto, Suomi
Valvoja	Professori Markus Linder, Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu
Väitöskirjan verkko-osoite	<a href="https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51">https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51</a>
Avainsanat	Neste-neste faasierottuminen, koaservaatio, rekombinanttiproteiini, hämähäkin silkki

Press release

Public Defence on 10th of June 2022

# The role of molecular assembly in the formation of functional materials

**Title of the doctoral thesis** Molecular assembly routes for biological materials

**Content of the doctoral thesis** Natural materials have provided inspiration for the development of new synthetic biomaterials for a long time. For example spider silk is an interesting natural material due to its exceptional toughness and adhesion properties. The specific assembly of spider silk proteins is relevant for the exceptional mechanical properties that are typical for silk fibers. However, this complex process is not fully understood, which is one reason why the properties of synthetic materials are inferior to natural ones. This thesis aims at deepening the understanding of how recombinant spider silk proteins assemble in solution.

The results of this thesis show that engineered recombinant silk proteins can be used to gain a deeper understanding of the molecular assembly behind the material formation process. The silk protein studied in this thesis forms liquid-like coacervates, which proved to be an important intermediate step for fiber formation. The addition of an inert polymer enabled studying the phase separation in more detail in controlled conditions. Lengthening the studied protein closer to the native size of spider silk proteins lowered the critical concentration needed for phase separation to occur and increased our understanding of the molecular interactions that lead to phase separation. The role of liquid-liquid phase separation (coacervation) in the correct molecular assembly is of special interest, because it has been suggested that many natural organisms utilize coacervation as an intermediate step to produce functional materials. The results presented in this thesis provide new insight into the molecular assembly of silk proteins as well as increase the understanding of the role of molecular assembly in the formation of materials.

**Field of the doctoral thesis** Biotechnology

**Doctoral candidate and contact information** M.Sc. Laura Lemetti  
[lemetti.laura@gmail.com](mailto:lemetti.laura@gmail.com)

**Public defence date and time** 10<sup>th</sup> of June 2022 at 12 o'clock (in Finnish time)

**Remote defence** <https://aalto.zoom.us/j/62670726802>

**Place of public defence** Aalto University School of Chemical Engineering, Lecture Hall Ke2, Kemistintie 1, Espoo

**Opponent(s)** Professor Vesa Hytönen, Tampere University, Finland

**Custos** Professor Markus Linder, Aalto University School of Chemical Engineering

**Link to electronic thesis** <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51>

**Keywords** Liquid-liquid phase separation, coacervation, recombinant protein, spider silk