



## Kohti tehokasta ja kestävästä arktista öljyntorjuntaa: Pohjoisen luonnonvaroista valmistetut pinta-aktiiviset öljyntorjunta-aineet

Pysyvän jääpeitteen sulaminen arktiselta alueelta lisää öljyntuotantoa ja -kuljetuksia, mistä johtuen myös öljyonnettomuuksien todennäköisyys alueella tulee kasvamaan merkittävästi. Arktisen alueen ankara ilmasto, jäinen vesi sekä logistiset ongelmat tekevät öljyntorjunnasta haastavaa. Laajan öljyvuodon sattuessa mekaaniset menetelmät öljyn poistamiseen ovat liian hitaita ja vastaavasti kaupalliset, kemialliset dispersantit voivat olla vahingollisia herkälle ympäristölle. Näiden syiden takia uudentyypiset, biopohjaiset pinta-aktiiviset aineet voisivat olla tehokas öljyntorjuntamenetelmä arktisille alueille.

Tämän projektin tavoitteena on kehittää vihreitä ja ympäristöä säästäviä pinta-aktiivisia nanopartikkeleita pohjoisten alueiden öljyntorjuntaan käyttäen myrkyttömiä, biohajoavia sekä uusiutuvia biomateriaaleja. Tutkimukseen valikoituivat kitosaani sekä nanoselluloosa, jotka luonnon biopolymeereinä täyttävät em. kriteerit ja tarjoavat ”vihreämmän” vaihtoehdon nykyisille synteettisille öljyntorjuntakemikaaleille. Nanoselluloosaa voidaan käytännössä valmistaa kaikista selluloosaa sisältävistä kasvikuiduista, mutta sen lisäksi myös teollisuuden rejektimateriaaleista, kuten jättepaperista ja -pahvista. Kitosaania saadaan pääasiassa ruokateollisuuden jätteenä syntyvistä äyriäisten kuorista. Sekä kitosaanissa että nanoselluloosassa on reaktiivisia hydroksyyliiryhmiä, joita voidaan hyödyntää polymeerin kemiallisessa muokkaamisessa. Pinta-aktiivisilla aineilla on yleensä sekä hydrofiilisiä että hydrofobisia osia ja niitä voidaan käyttää öljyntorjunnassa kahdella tavalla: dispersantit hajottavat öljyn pieniksi pisaroiksi edesauttaen öljyn luonnollista, mikrobiologista hajoamista ja kokoojat keräävät öljyn paksummaksi lautaksi, joka voidaan esimerkiksi polttaa veden pinnalla.

Selluloosasta valmistettujen bifunktionalisoitujen (pinta-aktiivisia aminoryhmiä liitetty) nanoselluloosa-partikkeleiden on osoitettu toimivan laivadiesel-vesiemulsiossa olevien öljypisaroiden stabiloinnissa. Selluloosananopartikkelit asettuvat öljy-vesirajapintaan estäen öljypisaroiden yhteensulautumisen sekä hidastaen emulsion erottumista vesifaasissa. Tämä on suotuisa ilmiö meressä tapahtuvan öljyn mikrobiologisen hajoamisen kannalta. Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta selluloosananopartikkeleiden toimivan myös kylmissä olosuhteissa, mutta on havaittu herkkyyttä meriveden suolan aiheuttamalle muutoksille emulsion erottumisessa, ja tätä on tutkittava tarkemmin.

Kitosaanitutkimuksessa on havaittu, että Ca-ioneilla linkitetyt karboksyyliimetyyli-kitosaani-nanopartikkelit (CMC-Ca) voivat stabiloida öljy-vesi-emulsioita adsorboitumalla öljy-vesi-rajapinnalle. CMC-Ca nanopartikkelit ovat melko stabiileja korotetussa NaCl pitoisuudessa, mutta ovat herkkiä pH:n muutoksille. CMC-Ca:n epästabiilisuus emäksisellä pH-alueella havaittiin johtuvan vähentyvästä vuorovaikutuksesta amino- ja karboksyyliiryhmien välillä, ja nanopartikkelit voitiin stabiloida korkeammassa pH-arvoissa (7–9) säätämällä pH:ta ja Ca-ioni konsentraatiota sen mukaisesti. Amino- ja karboksyyliiryhmien välinen vuorovaikutus ilmenee nanopartikkelien muodostumisena ilman Ca-ioneja, kun pH on lähellä isoelektristä pistettä (~5). Kun nanopartikkelit sekoitetaan dodekaanin kanssa, emulsion stabiilisuus kasvaa pH:n pienentyessä johtuen polymeerin aggregoitumisesta ja nanopartikkelien muodostumisesta. Nanopartikkelien muodostuminen on reversiibeliä, koska nanopartikkelien muodostumiseen riittää pH:n muutos eikä linkittäviä yhdisteitä tarvita. Tämä mahdollistaa reversiibelin öljyn emulgoinnin ainoastaan sekoittamalla ja pH:ta muuttamalla. Seuraavaksi tutkimusta laajennetaan

sovellettavaksi muihin uusiin materiaaleihin, jotta saadaan vielä parannettua nanopartikkelien ominaisuuksia.

Yhteystiedot:

Oulun yliopisto:

[henrikki.liimatainen@oulu.fi](mailto:henrikki.liimatainen@oulu.fi) Henrikki Liimatainen, Apulaisprofessori

[jonna.ojala@oulu.fi](mailto:jonna.ojala@oulu.fi) Jonna Ojala, DI

Lappeenrannan teknillinen yliopisto:

[Mika.sillanpaa@lut.fi](mailto:Mika.sillanpaa@lut.fi) Mika Sillanpää, Professori

[Eveliina.repo@lut.fi](mailto:Eveliina.repo@lut.fi) Eveliina Repo, Tkt

[Simo.kalliola@lut.fi](mailto:Simo.kalliola@lut.fi) Simo Kalliola, DI