

Väitöstiedote

Väitös 14.12.2022

'Electrochemical sensors based on cellulose and carbon nanomaterials

Väitöskirjan nimi	Nanocellulose and carbon nanomaterial based hybrid electrodes for direct electrochemical detection of small molecules.
Väitöskirjan sisältö	Altistumme jokapäiväisessä elämässämme lukuisille luonnollisille ja synteettisille molekyyleille, jotka ovat peräisin lääkkeitä, kosmetiikasta, elintarvikelisiä aineista, torjunta-aineista ja monista vastaavista lähteistä. Näillä molekyyleillä voi olla erityisiä vuorovaikutuksia ihmiskehon kanssa, minkä vuoksi niiden havaitseminen nopeilla, yksinkertaisilla ja tarkoilla menetelmillä on elintärkeää terveydellemme ja hyvinvoinnillemme. Sähkökemialliset, erityisesti hiilinanomateriaaliin perustuvat anturit voivat mahdollistaa erilaisten pienten molekyylien erittäin herkan havaitsemisen. Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että kasvipärisestä selluloosasta saadut nanoselluloosamateriaalit voivat tehokkaasti dispergoida erilaisia hiilinanomateriaaleja vesiliuoksiin. Tämä tarjoaa kestävästi toimivien sähkökemiallisten antureiden kehittämiseen ilman kovia kemiallisia käsittelyjä ja ympäristölle haitallisia synteettisiä polymeerejä. Tämä ala on kuitenkin suhteellisen uusi, eikä nanoselluloosamateriaalien roolista tällaisten antureiden toiminnassa ole julkaistu monia tutkimuksia. Tämä opinnäytetyö keskittyy muodoltaan ja pintafunktionaalisuuksiltaan erilaisten nanoselluloosamateriaalien hyödyntämiseen komposiittielektrodirakenteiden kehittämisessä kaupallisten moniseinäisten hiilinanoputkien (MWCNT) kanssa. Nanoselluloosamateriaalien, MWCNT:n ja näitä yhdistävien komposiittien fysikaalista ja kemiallista luonnetta tutkitaan useilla pinta- ja bulkkikarakterisointimenetelmillä, ja ominaisuuksien osoitetaan korreloivan sähkökemiallisen suorituskyvyn kanssa. Nanoselluloosan muodolla on selvästi osoitettu olevan merkittävä vaikutus komposiitin morfologiaan, ja nanoselluloosan funktionaalisuuden luonteen ja määrän on osoitettu vaikuttavan merkittävästi komposiitin sähköstaattisten vuorovaikutusten voimakkuuteen. Lisäksi edellä kuvattujen nanoselluloosa/MWCNT-komposiittielektrodien on osoitettu ylittävän selvästi kaupalliset MWCNT-elektrodit kationisen pienen molekyylin, kuten dopamiinin, selektiivisessä ja herkässä havaitsemisessa.
Väitöskirjan ala	Materiaalitiede
Väittelijä ja väittelijän yhteystiedot	Diplomi-insinööri Vasuki Durairaj vasuki.durairaj@aalto.fi
Väitöksen ajankohta	14.12.2022 klo 12
Etäväitöksen osoite	https://aalto.zoom.us/j/64523168802
Paikka	Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu, Circular Raw Materials Hub, Aluminium-sali, Vuorimiehentie 2, Espoo
Vastaväittäjä(t)	Professori Frank Marken, Universitetet i Bath, Iso-Britannia
Valvoja	Professori Jari Koskinen, Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu
Väitöskirjan verkko-osoite	https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51
Avainsanat	Nanoselluloosa, hiilinanoputket, MWCNT, sähkökemialliset anturit

Press release

Public Defence on 14th December 2022

Electrochemical sensors based on cellulose and carbon nanomaterials

Title of the doctoral thesis	Nanocellulose and carbon nanomaterial based hybrid electrodes for direct electrochemical detection of small molecules.
Content of the doctoral thesis	In our daily lives, we are exposed to a multitude of natural and synthetic molecules from drugs, cosmetics, food additives, pesticides, and many such sources, which can have specific interactions with the human body. Detection of such molecules using fast, simple and accurate methods is vital to our health and well-being. Electrochemical sensors, particularly those based on carbon nanomaterials, can enable highly sensitive detection of various small molecules. Recent research has shown that nanocellulosic materials, obtained from plant-based cellulose, can effectively disperse different carbon nanomaterials in aqueous solutions. This offers a sustainable route to development of highly functional electrochemical sensors without the use of harsh chemical treatments and environmentally hazardous synthetic polymers. However, this field is relatively new, and not many studies have been published regarding the role of nanocellulosic materials upon the performance of such sensors. This thesis focuses on using nanocellulosic materials with different geometries and functionalizations, to develop composite electrode architectures with commercial multiwalled carbon nanotubes (MWCNT). The physical and chemical nature of the nanocellulosic materials, MWCNT, and their composites, are studied using several surface and bulk characterization methods and are correlated to electrochemical performances. The nanocellulose geometry is clearly demonstrated to have a significant effect upon the composite morphology and the nature and degree of nanocellulose functionalization is shown to have a significant effect on the extent of electrostatic interactions in the composite. Further, the proposed nanocellulose / MWCNT composite electrodes are shown to clearly outperform commercial MWCNT electrodes in the selective and sensitive detection of a cationic small molecule such as dopamine.
Field of the doctoral thesis	Materials Science
Doctoral candidate and contact information	M.Sc. (Tech.) Vasuki Durairaj vasuki.durairaj@aalto.fi
Public defence date and time	14 December 2022 at 12 o'clock
Remote defence	https://aalto.zoom.us/j/64523168802
Place of public defence	Aalto University School of Chemical Engineering, Circular Raw Materials Hub, lecture hall Aluminium, Vuorimiehentie 2, Espoo
Opponent(s)	Professor Frank Marken, University of Bath, United Kingdom
Custos	Professor Jari Koskinen, Aalto University School of Chemical Engineering
Link to electronic thesis	https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51
Keywords	Nanocellulose, carbon nanotubes, MWCNT, electrochemical sensors

