

### NIRS-TEKNIikka NURMIREHUN LAADUN ARVIOINNISSA

MMM Anna Sipilä

MMT Juha Nousiainen, Valio Oy, juha.nousiainen@valio.fi

#### **Yleisesti NIRS-tekniikasta**

NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) on lähi-infrapunaspektroskopiaan perustuva menetelmä, jolla voidaan mitata erilaisten näytteiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia. Se perustuu näytteen kemiallisten pääkomponenttien erilaisiin sähkömagneettisen säteilyn absorptio-ominaisuuksiin lähi-infrapuna-alueella. Lähi-infrapuna-alue (750–2500 nm) sijaitsee spektrissä näkyvän valon alueen (300–750 nm) ja infrapuna-alueen (2500–25000 nm) välissä.

Lähi-infrapunaspektroskopiolla mitataan heijastuvaa valoa. Lähi-infrapuna-alueella kohdistetaan tutkittavaan näytteeseen, jolloin osa säteilystä absorboituu näytteeseen ja osa heijastuu pois. Säteilyn absorboituminen lähi-infrapuna-alueella johtuu pääasiassa orgaanisissa yhdisteissä olevista C-H, O-H ja N-H -sidoksista. Absorboituneen valon osuus vaihtelee riippuen aallonpituudesta sekä näytteen kemiallisesta (absorboivien sidosten määrä) ja fysikaalisesta rakenteesta (kosteus, väri ja partikkelikoko).

NIRS mittaa näytteen pintaan absorboituneen ja näytteen pinnasta detektoreille heijastuneen lähi-infrapuna-alueen suhteellisen intensiteetin eri aallonpituuksilla (rehusovelluksissa yleensä 1 100 - 2 500 nm). Tuloksena saadaan kullekin yhdisteelle tyypillinen heijastusspektri. Eri yhdisteet absorboivat valoa vaihtelevilla aallonpituuksilla ja spektrissä niiden spesifiset absorptiokaistat sekoittuvat osittain toisiinsa. NIR-spektriä ei voikaan tulkita sellaisenaan vaan se vaatii tilastomatematiikkaa (kemometriaa).

NIR-laitteet kalibroidaan sopivaa referenssimenetelmää apuna käyttäen, ja kalibroinnissa käytetään erilaisia monen muuttujan regressiomenetelmiä. NIR-menetelmällä saadut tulokset ovat siis tilastomallin antamia arvioita mitattavasta ominaisuudesta. Kalibroinnissa oleellista on käytettävien näytteiden edustavuus suhteessa tutkittavien näytteiden ominaisuuksiin. Sopivien kalibrointien

avulla näytteestä voidaan analysoida useita ainesosia samanaikaisesti.

NIR-mittausta sovelletaan nykyisin monilla eri aloilla kuten elintarvikkeiden ja rehujen analysoinnissa, kemian- ja lääketieteellisen prosessiseurannassa ja laadunvalvonnassa, ympäristöanalytiikassa sekä tekstiiliteollisuudessa. Menetelmän etuna on erinomainen toistettavuus. Se on myös riittävän tarkka, mikäli kalibrointi on suoritettu oikein. NIRS on nopea ja käyttökustannuksiltaan halpa ja soveltuu hyvin suurten näytemäärien mittaamiseen. Menetelmänä se on helppokäyttöinen eikä tulos ole riippuvainen analyysin tekijästä. Näytteiden esikäsittely on vähäistä, eikä määritys tuhoa käytettyjä näytteitä. Samalla mittauksella voidaan mitata monia eri ominaisuuksia samalla kertaa. Haittapuolena voidaan pitää laitteiden kalleutta. Myös kalibrointi on kallista (referenssi-analytiikka), erityisesti haasteellisimmassa rehusovelluksissa (mm. sulavuuden määritys).

#### **NIRS rehujen laadun arvioinnissa**

NIR-tekniikalla voidaan mitata nurmirehun biologisia ominaisuuksia kuten sulavuus ja käymislaatu. Suomessa Valio aloitti säilörehun raakavalkuais- ja kuitupitoisuuden määrittämisen NIR-menetelmällä 1980-luvun alussa, ja 1990-luvun alusta lähtien sillä on tehty myös nurmen sulavuusmäärittämiä. Nykyisin NIR-menetelmällä voidaan määrittää nurmirehuista edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi myös mm. kuiva-aine, neutraali detergenttikuitu (NDF), ja sulamaton NDF (INDF).

NIR-mittauksia tehtiin pitkään pääasiassa kuiva- ja jauhetuista näytteistä, mutta nykyisin käytössä olevat menetelmät mahdollistavat tuoreiden rehujen analysoinnin ilman esikäsittelyä. Tuoreiden rehujen mittaukset eivät ole kovin toistettavia veden hallitsevan absorptioon ja näytteiden epähomogeenisuuden vuoksi. Tästä syystä käytännön tilarehujen mittauksessa siihen ei ole siirrytty.

Rehujen laadun arviointi NIR-tekniikalla on haasteellista, koska monet tutkittavat ominaisuudet kuten sulavuus tai NDF eivät ole spesifisiä kemiallisia kokonaisuuksia, vaan kuvaavat rehun toiminnallisia ominaisuuksia märehitjän ruuansulatuksessa. Kuitenkin huolellisen kalibroinnin ja matemaattisten sovellutusten avulla määrittäminen on mahdollista.

Rehujen NIR-kalibrointeja varten erilaisia näytteitä on kerätty monen vuoden aikana kalibrointien kattavuuden varmistamiseksi. NIR-menetelmällä saatuja tuloksia myös vertaillaan muilla analysointimenetelmillä saatuihin tuloksiin. Nurmirehujen analysoitaessa hyvässä kalibroinnissa täytyy olla näytteitä usealta vuodelta, ja laitteiden mittaustaso on tarvittaessa säädettävä vuosittain, koska eri vuosina korjattujen rehujen NIR-spektrit voivat olla erilaisia.

Tekniikan ja menetelmien kehittyminen mahdollistaa jopa näytekohtaisten kalibrointien laskemisen. Tällöin NIR-ohjelmisto vertaa tutkittavan näytteen spektriä laajaan tausta-aineistoon, johon voi kuulua säilörehu- ruoho- ja kokoviljasäilörehunäytteitä, ja valitsee sieltä sopivan materiaalin näytekohtaiseen kalibrointiin.

NIR-menetelmän käytöstä sulavuuden määrittämisessä on kerrottu artikkelissa Nurmirehujen sulavuus.

**Lisätietoa:**

Artturi-kirjasto

<http://www.agronet.fi/artturi>

*Asiasanat: NIRS, nurmirehujen laatu, sulavuus*