

Koetoiminta ja käytäntö

Liite 19.12.2005 62. vuosikerta Numero 4 Sivu 13

Reologia on elintarviketutkijan apuneuvo

Pirjo Rantamäki, MTT

Oletko koskaan ihmetellyt, miksi ketsuppipulloa pitää ravistaa ennen kuin tomaattikastikkeen saa ulos? Miksi kiinteä jogurtti muuttuu juoksevaksi kun sitä sekoittaa lusikalla? Tai miksi sinappi pysyy tuubissa, kunnes sitä puristaa?

Reologia kuvaa aineen muodon muuttumista siihen kohdistuvan voiman vaikutuksesta. Kyseessä voi olla yhtä hyvin kiinteä aine, neste tai kaasu. Viskometria taas on reologian osa-alue, joka käsittelee nesteiden virtausominaisuuksia. Viskositeetti ilmaisee nesteen sisäistä kitkaa, joka aiheutuu molekyylien välisistä vetovoimista. Tällaista kitkaa esiintyy aina, kun nesteitä sekoitetaan, levitetään siveltimellä tai sumutetaan. Sama kitka vaikuttaa, kun nesteitä pumputaan putkistossa tai puristetaan tuotantolinjalla suuttimen läpi. Nesteet, joiden viskositeetti on korkea, vaativat virrataksaan enemmän energiaa kuin matalaviskoosiset. Jokainen keittiössä puuhailut on huomannut, että on kevyempää sekoittaa kulhossa maitoa tai vettä kuin siirappia.

Keittiössä tapahtuu monenlaista virtailua

Liusten virtauskäyttäytymisen selvittäminen on elintarviketeknologian kannalta välttämätöntä. Pseudoplastiset liuokset ovat ehkä kaikkein yleisimpiä. Niiden viskositeetti laskee, kun sekoitusnopeutta tai virtausta putkiston tai kapillaarin läpi lisätään. Pseudoplastista käyttäytymistä esiintyy hyvin erilaisissa elintarvikeryhmissä. Käyttäytyminen johtuu siitä, että monet liuokset tai seokset sisältävät pieniä hiukkasia, hiukkasrykelmiä tai erikokoisia pisaroita. Voimistuvan virtauksen aikana hiukkaset asettuvat virtauksen suuntaisesti, molekyylirakenteet saattavat avautua, hiukkasryhmät hajoavat ja pyöreät pisarat venyvät soikeiksi. Tällaiset muutokset alentavat viskositeettia. Usein muutos on kuitenkin palautuva. Muun muassa valkuaisaineiden liuokset käyttäytyvät usein pseudoplastisesti.

Plastiset liuokset taas käyttäytyvät kuin kiinteä aine niin kauan kun niitä ei liikutella. Liuokseen täytyy kohdistaa tietyn suuruinen voima, ennen kuin se alkaa virrata. Tätä voimaa kutsutaan myötörajaksi. Esimerkiksi ketsuppi saattaa olla plastinen liuos: usein pulloa täytyy ravistaa kunnolla ennen kuin kastike suostuu tulemaan ulos. Plastisissa

liuoksissa molekyylit tai partikkelit ovat sitoutuneita toisiinsa ja muodostavat verkoston. Kun riittävän suuri voima ylittää sidosvoimat, rakenne hajoaa ja seos voi virrata vapaasti. Myös sekoitusaika voi aiheuttaa muutoksia viskositeettiin, vaikka sekoitusnopeus pidettäisiin samana. Tiksotrooppisten liuosten viskositeetti laskee ajan mukana vakionopeudella sekoitettaessa.

Miten reologisia ominaisuuksia mitataan?

Materiaalien reologisten ominaisuuksien mittaukseen käytetään nykyään yleisimmin tietokoneella ohjattavaa rotaatiiviskometriä tai -reometriä. Reometrillä voidaan mitata sekä viskositeettia että elastisia, eli kiinteän aineen ominaisuuksia. Elastisia ominaisuuksia mitataan oskillaatiomittauksella. Siinä tutkittavan aineen kanssa kosketuksissa oleva mitta-anturi suorittaa pientä edestakaista liikettä, jonka taajuus ja amplitudi voidaan säätää. Tietokone laskee tämän liikkeen perusteella, millaiset elastiset ominaisuudet materiaalilla on. Oskillaatiomittaukset ovat avanneet kokonaan uusia mahdollisuuksia seurata erilaisten rakenteiden syntymistä ja niiden reologisten ominaisuuksien kehittymistä, koska muodostumassa oleva rakenne ei vahingoitu mittauksen aikana.

Eero Pahkala



Reometria käytetään esimerkiksi erilaisten juomien ja meijerituotteiden tutkimuksessa, tuotekehityksessä ja laadunvalvonnassa.

Maarit Mäki



Jogurtinäytteen reometrinen mittaus alkamassa. Kuvassa näkyvä pyöreä metallitaso lasketaan alas, niin että jogurtti jää ohueksi kerrokseksi alustan ja metallitason väliin.

Reometri apuna juustonvalmistuksessa

Reometriset mittaukset ovat tärkeitä monien elintarvikkeiden tutkimuksessa, tuotekehityksessä ja laadunvalvonnassa. Tällaisiin tuotteisiin kuuluvat erilaiset juomat, meijerituotteet, kuten jogurtti, juustot ja levitteet, taikinat, hillot ja marmeladit, suklaa, sokeri ja siirappi sekä monet jälkiruoat, kuten erilaiset hyytelöt.

MTT elintarvikkeiden tutkimuksessa on kuluvana vuonna tutkittu reometristen menetelmien käyttöönottoa aikaisemman optisen menetelmän rinnalle maidon juoksettumisen mittauksessa. Juustonvalmistuksen alkuvaiheessa maitoon lisätään juoksete, joka saostaa kaseiinin. Juusto syntyy monien valmistusvaiheiden jälkeen tästä valkuaisaostumasta. Maidon juoksettumisominaisuudet ja juoksetteen toimivuus ovat oleellisia hyvän juuston valmistuksessa. Reometrisillä oskillaatiomittauksilla voidaan seurata maidon juoksettumisprosessia ja testata olosuhteiden ja erityyppisten juoksetteiden vaikutusta prosessin nopeuteen ja saostuman ominaisuuksiin.

Lisätiedot: pirjo.rantamaki@mtt.fi
puh. (03) 4188 3281