

Pakastekuivauksen laatuattribuutit

Kuinka arvioida elintarvikkeiden pakastekuivauksen laatua

PAKU-hankkeen päätösseminaari

23.11.2023

Kriittiset laatuattribuutit

- Tuotteen maku ja aromi
- Tuotteen visuaaliset ominaisuudet
- Tuotteen rakenteelliset ominaisuudet
- Ravintoaineiden säilyvyys
- Tuotteen jäännöskosteus ja stabiilisuus
- Tuotteen rekonstruotitavuus



Tuotteen maku ja aromi

- Elintarvikkeiden tärkein aistinvarainen ominaisuus
- Arvioitavissa lähinnä subjektiivisesti
- Voidaan mitata uuttesta tai tisleestä
- Pakastekuivauksessa on pyrkimys mahdollisimman luonnolliseen makuun ja aromaaniin, käytettävällä lajikkeella on merkitystä
- Lämmön käyttö pakastekuivauksen aikana aiheuttaa epätoivottujen aromiyhdisteiden syntyä mm. Maillardin reaktio, karamellisaatio ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) synty
- Aromiyhdisteet voivat sublimoitua primäärikuivauksenaikana tai haihtua sekundäärikuivauksen aikana, jolloin tuotteen maku ja aromi häviävät. Tällä saattaa olla kriittinen vaikutus mm. uutteen saantoon



Tuotteen rakenteelliset ominaisuudet

- Jäädäytysmenetelmällä on suuri vaikutus tuotteen rakenteellisiin ominaisuuksiin
- Jäätäneen tuotteen rakenteessa on jääkiteitä, joita ympäröi amorfinen jäätymätön matriisi (jäätymis konsentroitunut liuos), joka koostuu jäätymättömistä vesimolekykykeistä, sokereista ja suoloista.
- Jäädäytetyssä tuotteessa tapahtuu koko ajan uudelleen veden jäätymistä ja sulamista sulamislämpötilassa T_m
- Hidas jäädäyttäminen tuottaa isoja jääkiteitä, jotka voivat rikkoa soluja. Toisaalta se synnyttää myös isoja kapillaareja, jotka helpottavat primäärikuivausta. Mutta suuremmaksi ongelmaksi usein muodostuvat amorfisen kerroksen konsentroituneet sokeri- ja suolakonsentraatiot.



Tuotteen rakenteelliset ominaisuudet

- Amorfisella jäätymiskonsentroituneella kerroksella kerroksella on oma lasittumislämpötila T_g' , joka voidaan laskea näiden komponenttien summana
- Kun tuote saavuttaa tämän lämpötilan muuttuu sen amorfinen rakenne lasimaisesta siirappimaiseksi ja riski rakenteen luhistumiselle kasvaa
- Kun tuote saavuttaa kollapsilämpötilan T_c , sen rakenne luhistuu. Tämä on yleensä muutaman asteen korkeampi kuin T_g'
- Kammion paine määrää sublimoituvan jääkerroksen lämpötilan, jos se saavuttaa kollapsilämpötilan T_c (eutekeisilla lioksilla T_{eu}) tuotteen rakenne luhistuu.



Tuotteen rakenteelliset ominaisuudet

- Kasvisoluissa on vahva lähinnä polysakkarideista koostuva soluseinä, joka ylläpitää solun rakennetta
- Monilla kasveilla on vahmainen ulkokuori suojaamassa niitä, mikä hidastaa sublimaatiota
- Haihtuvat yhdisteet saattavat nostaa kammion painetta, apuaineiden mm. maltodekstriinin käyttö saattaa auttaa niiden pakastekuivaamisessa
- Liuosten laimentaminen saattaa helpottaa niiden pakastekuivaamista (korkeampi T_g)
- Rakenteen luhistuessa tuote tiivistyy ja menettää huokoisen rakenteensa. Rakenteen romahtaessa tuloksena voi olla myös amorfinen massa. Tällä on vaikutusta esim. tuotteen jauhatusominaisuuksiin



Tuotteen visuaaliset ominaisuudet

- Arvoitavissa subjektiivisesti
- Laadukkaasti pakastekuivatun tuotteen pitäisi muistuttaa ulkonäöltään tuoretta tuotetta
- Jos pakastekuivauksen aikana ylitetään tuotteen kollapsilämpötila T_c , sen rakenne luhistuu, joka voidaan havaita rypistymisenä, kasaanpainumisena, tahmeutena ja värimuutoksina
- Liiallinen lämmön käyttö pakastekuivauksen aikana aiheuttaa tuotteen ruskistumista mm. Maillardin reaktio, fenolisten yhdisteiden hapettuminen
- Karotenoidit; B-karoteeni ja lykopeeni vaalenevat usein pakastekuivauksen aikana



Ravintoaineiden säilyvyys pakastekuivauksessa

- Laadukkaan pakastekuivauksen pitäisi olla niin hellävarainen, että tärkeiden ravintoaineiden määrä tai niiden aktiivisuus eivät laske kuivauksen aikana merkittävästi.
- Ravintoaineita voi sublimoitua primäärikuivauksen aikana ja haihtua sekundäärikuivauksen aikana
- Suurin syy ravintoaineiden hajoamiselle on pakastekuivausprosessissa käytetty lämpö
- Vesiliukoiset vitamiinit mm. C-vitamiini, B1-vitamiini tiamiini ja B5-vitamiini pantoteenihappo ovat lämpöherkkiä vitamiineja.
- Fenoliset yhdisteet mm. antosyaanit ovat lämpöherkkiä ja hapettuvat helposti lämpöaktiivisten entsyymien mm. peroksidaasin vaikutuksesta
- Proteiinit denaturoituvat eli menettävät tertiäärin rakenteensa helposti lämmön vaikutuksesta.



Tuotteen jäännöskosteus ja stabiilisuus

- Jäännöskosteus vaikuttaa tuotteen säilyvyyteen, pakastekuivatun tuotteen jäännöskosteus on noin 1-5%
- Tuotteen alhainen jäännöskosteus alentaa aktiivisen veden (a_w) määrää, joka pakastekuivatuilla elintarvikkeilla on tyypillisesti 0,08-0,3
- Näin alhaisissa veden aktiivisuuksissa ei tapahdu mikrobiologista pilaantumista ja entsyymaattiset reaktiot hidastuvat merkittävästi
- Mikrobit voivat kuitenkin säilyä elinkykyisinä ja aloittaa kasvun kun tuote rekonstruktoidaan.
- Jäädäytysmenetelmällä on vaikutusta sekundäärikuivaukseen. Mitä pienemmät jääkiteet sitä enemmän desorptio pinta-alaa, jolloin tarvitaan vähemmän energiaa.



Tuotteen jäännöskosteus ja stabiilisuus

- Epätäydellinen sekundäärikuivaus lyhentää tuotteen säilyvyysaikaa, suurempi vesipitoisuus -> alhaisempi T_g
- Pakkaukseen täytyy käyttää hyvät barrier-ominaisuudet omaavia materiaaleja
- Huokoinen rakenne ja pitkäaikainen säilytys altistaa hapen vaikutukselle, jolloin ravintoaineet mm. C-vitamiini voivat hapettua
- Rasva ja öljyt eivät kuivu pakastekuivauksen aikana, joten happi pitää poistaa pakkausteknologisesti esim. suojakaasupakkauksella tai hapen poistajalla
- Joidenkin elintarvikkeiden kohdalla voi olla hyvä tehdä esikäsittely ennen pakastamista ja pakastekuivaamista pidemmän säilyvyyden takaamiseksi



Tuotteen rekonstruoktoitavuus

- Pakastekuivattuja tuotteita voidaan käyttää sellaisenaan tai rekonstruoktoituna
- Tuotteen rakenteelliset ominaisuudet vaikuttavat suuresti rekonstruoktoitavuteen
- Kasvipohjaisten materiaalien kuori hidastaa rekonstruoktiota
- Jos tuotteen rakenne on päässyt luhistumaan edes osittain ei rekonstruoktio välttämättä onnistu, koska kapillaarit ovat sulkeutuneet.
- Lisäksi mm. tasalaatuista on jauhetta mahdoton saada

