

Mejeriforeningen

Forudsigelse af holdbarhed, aromaudvikling og funktionalitetsændringer i mælkepulver ud fra procesparametre og tidlige fysiske og kemiske målinger

Periode: 1. januar 2000 til 31. marts 2005
 Budget: Kr. 4.221.000
 Intern finansiering: Mælkeafgiftsfonden
 Ekstern finansiering: FØTEK 3
 Afslutningsrapport:
 Projektleder: Leif Skibsted
 Institution: KVL, Mejeri- og Levnedsmiddelinstituttet
 Deltagere:
 Offentliggørelse:
 Link til projekt:
 Publikationer: Knudsen, J. C.; Antanuse, H.; Risbo, J.; Skibsted, L. H. (2002) Induction time and kinetics of crystallisation of amorphous lactose, infant formula and whole milk powder as studied by isothermal differential scanning calorimetry. *Milchwissenschaft* 57(9/10): 543-546.
 Thomsen, M. K.; Knudsen, J. C.; Risbo, J.; Skibsted, L. H. (2003) Effect of lactose crystallisation on the oxidative stability of infant formula. *Milchwissenschaft* 58(7/8): 406-409.
 Thomsen, M. K.; Lauridsen, L.; Skibsted, L. H.; Risbo, J. (2005a) Two types of radicals in whole milk powder. Effect of lactose crystallization, lipid oxidation and browning reactions. *J. Agric. Food Chem.* 53(5): 1805-1811
 Thomsen, M. K.; Lauridsen, L.; Skibsted, L. H.; Risbo, J. (2005b) Temperature effect on lactose crystallization, Maillard reactions and lipid oxidation in whole milk powder. *Indsendt til J. Agric. Food Chem.*
 Thomsen, M. K.; Jespersen, L.; Sjøstrøm, K.; Risbo, J.; Skibsted, L. H. (2005c) Water activity – temperature state diagram of amorphous lactose. *Indsendt til J. Agric. Food Chem.*

Formål: At frembringe forøget viden om samspillet mellem lipidoxidation, Maillard reaktion og faseomdannelser som laktosekrystallisation i mælkepulver.

Beskrivelse: Projektets formål var at undersøge og beskrive vekselvirkningerne mellem lipidoxidation, laktosekrystallisation og Maillard-reaktioner (ikke-enzymatiske bruningsreaktioner) i mælkepulver. Forøget viden om samspillet mellem disse reaktioner kan medvirke til en bedre holdbarhedsforudsigelse af mælkepulvere umiddelbart efter tørring og til at fastsætte krav til opbevaringsbetingelser for de enkelte produkter.

Da laktose er hovedingrediensen i mælkepulver, har laktoses fysiske tilstand stor betydning for holdbarheden af pulveret. Når laktose er amorft og i glastilstand, er tiden før laktose krystalliserer meget lang. Når laktose krystalliserer i mælkepulver frigives vand, og ved lagring i lukkede beholdere vil vandaktiviteten i pulveret stige, hvilket medfører, at kemiske reaktioner som lipidoxidation og Maillard-reaktioner fremmes, hvorved kvaliteten af pulveret forringes dramatisk.

Til at forudsige laktoses fysiske tilstand under forskellige lagringsbetingelser blev et $(a_w - T)$ -tilstandsdiagram konstrueret. Ud fra diagrammet kan det afgøres, om laktose ved givne betingelser er og vil forblive amorft og i glastilstand, eller ikke er i glastilstand og derfor må forventes at krystallisere indenfor en overskuelig tidsramme.

Til at måle laktosekrystallisation i mælkepulver og bestemme mængden af amorf laktose i pulveret blev en isoterm kalorimetrisk metode udviklet. Laktose blev fundet at krystallisere ved en "alt-eller-intet" proces som rent amorf laktose og i modermælkserstatning, mens processen var gradvis i sødmælkspulver. Tilsætning af 4% sucrose til sødmælkspulver viste sig at kunne udsætte krystallisation markant.

Til at måle flygtige sekundære oxidationsprodukter i tørt pulver blev en GC-headspace metode udviklet i løbet af projektet. Med denne metode har det været muligt at følge lipidoxidation i mælkepulveret mere direkte gennem hele processen. Hidtil har ESR spektroskopi været benyttet til måling af lipidoxidation i mælkepulver, da mængden af radikaler tidligere har vist sig at korrelere med dårlig smag af det rekonstituerede produkt. I dette projekt har ESR spektroskopi også været benyttet, og resultaterne indikerede dannelsen af mindst to typer af radikaler i mælkepulver, hvor den ene type blev tilegnet lipidoxidation, mens den andet blev tilskrevet sene Maillard-reaktioner.

Der blev fundet meget tæt vekselvirkning mellem laktosekrystallisation og de sene Maillard-reaktioner i sødmælkspulver. Dette ses som en konsekvens af, at der afgives vand ved begge typer af reaktioner, hvorved vandaktiviteten i pulveret ændres og fremmer yderligere reaktion. Lipidoxidation synes derimod at forløbe uafhængigt af de to andre reaktioner.

Der blev påvist en meget stor temperaturafhængighed for reaktioner, der forløber i mælkepulver, og aktiveringsenergi i størrelsesordenen 200 kJ/mol (svarer til $Q_{10} \sim 11$) kunne beregnes. Det kunne konkluderes, at glasovergangstemperaturen har stor betydning for langtidsholdbarheden, da lagring ved temperaturer mindre end 10 °C højere end T_g medførte drastiske forringelser i pulveret indenfor 20 dage, mens lagring ved temperaturer mindre end 10 °C under T_g ikke medførte forringelser i pulveret indenfor 150 dage. Der var dog indikationer af, at der sker kemiske reaktioner i mælkepulver i glastilstand, da der blev observeret radikaldannelse, dannelse af det tidlige Maillard-reaktionsprodukt furosin, samt dannelse af sekundære lipidoxidationsprodukter. Glasovergangstemperaturen kan derfor ikke betragtes som

en absolut tærskel for holdbarheden af mælkepulver, men lagring ved temperaturer 10 °C under glasovergangstemperaturen kan dog anbefales for at sikre langtidsholdbarhed

Afslutningsrapport kan bestilles hos Mejeribrugets ForskningsFond.