

Afslutningsrapport

Effekt af miljøforhold på smag og aromastofdannelse
i danske skimmeloste

Mejeribrugets ForskningsFond

Rapport nr. 2007-86

Marts 2007



mejeriforeningen

danish dairy board

Afslutningsrapport

Effekt af miljøforhold på smag og aromastofdannelse i danske skimmeloste

Projektperiode:

1. januar 2000 til 31. oktober 2004

Projektdeltagere:

Lektor Per Væggemose Nielsen

Lektor, Louise Heller Stahnke, Lektor;

Adjunkt, Tatjana van den Tempel, (01-00 – 11-01)

Levnedsmiddelkandidat, Jeorgos Trihaas, (10-00 – 04-01)

Levnedsmiddelkandidat, Jeanett Karsø, (09-01 – 12-01)

Levnedsmiddelkandidat, Jesper Nørregard Christensen (02-03 – 06-03)

Levnedsmiddelkandidat, Signe Drewsen, (07-03 – 10-03)

Laborant, Azar Ameri-rad, (01-00 – 09-01)

Levnedsmiddeltekniker, Jette Larsen (12-01 – 04-03)

Grubeleder, Anne Maria Hansen, Anvendt Fødevareteknologi, Teknologisk Institut, Holbergsvej 10, 6000 Kolding, Tlf. 75 52 04 33, Fax. 75 52 99 89, e-mail: anne.maria.hansen@teknologisk.dk

Finansieringskilder:

Mælkeafgiftsfonden, Mejeribrugets ForskningsFond

Direktoratet for FødevareErhverv

Sammendrag af projektets formål:

Projektets formål er at undersøge effekten af miljøforhold på den samlede sensoriske profil af danske skimmeloste, at identificere de vigtigste aromastoffer og relatere disse stoffer til modningsforløbet under indflydelse af relevante miljøfaktorer.

Projektets resultater og konklusion:

Gennem sammenkædningen med projektet "Elektronisk næse til hurtig detektion af mikrobiel kvalitet af ost" blev det muligt at udvikle en objektiv og hurtig metode til kvalitetsvurdering af oste ud fra simple e-næse målinger.

Projektet blev koncentreret om to ostetyper, Danablu fra Arla Foods og Saga fra Tholstrup og centrale levnedsmiddelteknologiske forhold i relation til deres produktion og opbevaring.

Ved produktion af Danablu er størstedelen af produktionen overgået fra en termisering (15 s ved 61°C) til en lavpasteurisering (15 s ved 72°C) af fødevarerikkerheds-mæssige årsager. Dette reducerer imidlertid også indholdet af naturligt forekommende mælkesyrebakterier og enzymer i mælken. Ønsket var således at karakterisere effekten af denne ændring og vurdere, om tilsætning af lipase kunne kompensere herfor.

Studierne viste, at ketonen, 2-heptanon, er meget karakteristisk for Danablu, og at den sensoriske kvalitet direkte kan korreleres til indholdet af dette stof, som stammer fra *Penicillium roqueforti*'s nedbrydning af frie fedtsyrer. Derudover er 2-nonanon (frugtagtig) og 3-methylbutanal (maltagtig) kendetegnende for Danablu.

Generelt var indholdet af de naturligt forekommende non-starter mælkesyrebakterier en faktor ti højere i oste fremstillet ud fra den mildest varmebehandlede mælk. Sensorisk gav dette sig til udtryk ved en markant mere frugtagtig smag indtil 12 uge, tydende på en hurtigere udvikling af skimlen.

Oste fra det ene mejeri var kontamineret med *Geotrichum candidum*, hvilket resulterede i et markant lavere niveau af *P. roqueforti* indtil 12. uge, hvor *G. candidum* ikke længere kunne detekteres. Forskelle mellem forskellige batchbehandlinger og mejerier blev mindre med tiden indtil 20. uge. Efter 33 uger blev forskellen mellem behandlinger igen større. På baggrund af e-næse data var det muligt at skelne mellem behandling, mejeri og modningstrin fra 5 til 33 uger. Med e-næsen var det endvidere muligt at kvantificere graden af *G. candidum*-kontaminationen i ostene.

Den produktionstekniske konklusion var, at den lavpasteuriserede ost med tilsætning af lipase ligner referenceosten mest. Forbrugerundersøgelse med 30 personer viste, at 1/3 foretrækker denne ost, mens 2/3 foretrækker referenceosten.

Formålet med studierne af Saga var at undersøge, om ændrede pakkeforhold kan forbedre kvalitetsudviklingen over tid i denne milde blå- og hvidskimmelost. Fokus var her på forskellene imellem smagen i skærefladen og det indre af osten. Ud over den traditionelle pakkemetode blev ostene indpakket i fem forskellige emballagetyper med et meget bredt spektrum af ilt- og kuldioxidpermeabiliteter.

Analyserne viste, at 2-heptanon, 2-nonanon og 3-methylbutanal også findes i Saga, men indholdet af 2-nonanon og bedømmelsen frugtagtig og syrlig var meget mere udpræget i de tæt indpakkede oste. I Saga oste findes desuden 1-octen-3-ol, 2-undecanone og 2,3-butanediol, som typisk dannes af *Penicillium camemberti* og giver ostens dens karakteristiske flavour. Med tiden får de en mere udpræget ammoniak lugt og smag. Oste pakket i det meget ilt- og kuldioxidgennemtrængelige polyethylen havde lysere skimmelkolonier og en kraftig champignonlugt (1-octen-3-ol). Kuldioxidindholdet i de traditionelle alu-folie wrappede oste var markant højere (3-6 gange) end i de emballerede oste. Det er øjensynligt med til at sikre en langsommere metabolisme i skimmelsvampestarteren og dermed en bedre holdbarhed.

Ud over en bedre forståelse for de mekanismer, der foregår i skimmeloste under modningen, har projektet vist, at det er muligt at udvikle modeller til at forudsige den kemiske sammensætning af den mikrobiologiske kvalitet af oste og endda at forudsige kvaliteten af skimmeloste flere uger ud i fremtiden ud fra simple e-næse målinger. Dette vil kunne udnyttes af mejeriindustrien til bedre kvalitetsstyring, bedre styring af lagre og bedre styring af distribution.

Projektets faglige forløb:

Fase I: Karakterisering af skimmeloste

Første fase af projektet var designet til at få vores vidensplatform opdateret til "state of the art" inden for aromaudvikling og smagsprofilering af skimmelmodnede oste.

Der blev således lavet et detaljeret litteraturstudium over aromaudvikling, fysisk-kemiske ændringer og mikrobiologiske ændringer i skimmeloste under modning. Ligeledes blev der studeret metoder til studier af disse forhold (se Jeorgos Trihaas' ph.d.-afhandling "Implementation of an Electronic nose in quality control of food products").

Sammen med Arla Foods og Tholstrup Cheese blev de osteprodukter, som hovedvægten i projektet skulle ligge på, udvalgt. Det var en meget positiv proces, hvor der blev udvalgt kerneprodukter med stor markedsværdi (Danablu og Saga). Herefter blev det muligt at udvælge metoder til analyse af ostene og indkøre metoderne.

I starten blev en metode til dynamisk headspace aromaanalyse indkørt, idet det er den foretrukne metode i litteraturen, men da metoden både er meget tids- og arbejdskrævende og ikke gav så god korrelation over til sensorik og e-næse målinger, blev den erstattet med den meget mindre tidskrævende passiv opsamling på tenax, som også gav meget bedre korrelation over til de andre analyser. Der blev sideløbende med dette arbejdet ihærdigt på at få indkørt en Tekmar desorber til olfactometrianalyser, men trods en stor indsats kom denne metode aldrig til at fungere.

Der blev indkørt en metode til tekstur analyse på vores Teksture Analyzer.

Der blev ikke indkørt en metode til peptidanalyse, men dette blev analyseret på udvalgte oste hos Product Support, Innovationscenter Brabrand, Arla Foods.

Der blev indkørt en metode til morfologisk karakterisering af skimmeloste ved billedanalyse i samarbejde med Institut for Matematisk Modellering og Videometer.

Den sensoriske profilering blev udført hos Teknologisk Institut i Kolding.

I sidste del af fase I blev de to ostetyper karakteriseret ved analyse af aromaprofil og sensorik over et modningsforløb på 120 dage for Danablu og 56 dage for Saga. Studierne viste, i overensstemmelse med litteraturen, at ketonen 2-heptanon er meget karakteristisk for Danablu, og at den sensoriske kvalitet direkte kan korreleres til indholdet af dette stof (stammer fra *Penicillium roqueforti*'s nedbrydning af frie fedtsyrer). Desuden er 2-nonanon (frugtagtig) og 3-methylbutanal (maltagtig) kendetegnende for Danablu. Analyserne af Saga viste, at 2-heptanon, 2-nonanon og 3-methylbutanal også er kendetegnede for Saga på grund af starteren *P. roqueforti*. I Saga findes desuden 1-octen-3-ol, 2-undecanone og 2,3 butanediol, som typisk dannes af *Penicillium camemberti* og giver ostens dens karakteristiske flavour.

Fase II og III: Effekt af relevante miljøfaktorer og modellering af resultaterne

Effekt af miljøforhold kom til at spille en større rolle og tage længere tid end oprindeligt tiltænkt. Dette skyldes dels ønsket om at følge ostene gennem hele deres modningsforløb (Danablu 33 uger), og dels ønsket om at behandle begge ostetyper ligeligt. Problemet med at fastholde medarbejdere på et tidsbegrænset projekt i en organisation, som undergår store strukturmæssige ændringer, har ligeledes gjort, at specielt sidste del af fase II (studierne af Saga) blev forsinkede.

Første del af Fase II blev kørt i tæt samarbejde med samarbejdsprojektet "Elektronisk næse til hurtig detektion af mikrobiel kvalitet af ost". Dette gjorde det muligt at få en dybere forståelse af de videnskabelige forhold i projektet, samt at sammenkæde de oprindeligt planlagte analyser med elektronisk næseanalyser og gennemføre detaljerede kemometriske analyser af disse sammenhænge.

Danablu

Formålet med denne del var at undersøge, hvorledes kvalitetsparametre påvirkes af den øgede varmebehandling fra termisering (15 s ved 61°C) til en lavpasteurisering (15 s ved 72°C), som mælken udsættes for med formålet at sikre elimination af patogene bakterier i mælken. Ostene blev bedømt af et trænet smagspanel (10 personer) mht. smag, lugt og tekstur på Teknologisk Institut, for aromaudvikling (GC-MS og elektronisk næse), skimmeludvikling (billedanalyse), tekstur (hårdhed og elasticitet), mikrobiologi (skimmel, gær, mælkesyrebakterier) og kemi (pH, vandaktivitet) på BioCentrum-DTU. Disse undersøgelser blev senere sammenholdt med hinanden og med de sensoriske bedømmelser af ostene ved multivariate analyser.

Ostene fra det ene mejeri, B, var kontamineret med *Geotrichum candidum*. Det gav sig udtryk i markante forskelle i udviklingen af ostene fra de to mejerier. De kontaminede oste havde et lavere niveau af *P. roqueforti* indtil 12. uge, hvor *G. candidum* ikke længere kunne detekteres.

Der var en generelt højere forekomst af de naturligt forekommende mælkesyrebakterier, NSLAB i oste fra mejeri B. Dette hænger øjensynligt sammen med forekomsten af *G. candidum*. Ligeledes var der en generelt højere forekomst af (NSLAB) bakterier i referenceoste end i de lavpasteuriserede oste. I de ukontaminede oste fra mejeri A blev indholdet af bakterier således reduceret med en faktor 10 som følge af den øgede varmebehandling.

Kontamination med *G. candidum* resulterede i en større spredning på alle 5 ugers prøver, dette udlignes dog gradvist med alderen. Referenceostene karakteriseres generelt som mere "frugtagtige" end de lavpasteuriserede oste indtil 12. uge, hvor den forskel synes udlignet, i hvert fald i forhold til oste tilsat lipase. Sensoriske analyser har sammen med peptidanalyser vist, at bitter smag almindeligvis kan korreleres til unge oste (5-8 uger).

Sensoriske data viste større variation i prøverne fra mejeri B i forhold til mejeri A. Efter 20 uger væsker de lavpasteuriserede oste mere end referenceostene. Efter 33 uger var de lavpasteuriserede oste mere gulgrønne og cremede end de andre. Ostene fra mejeri B, som var kontamineret med *G. candidum*, var så dårlige efter 33 uger, at de ikke blev analyseret.

Mekaniske teksturanalyser korrelerer til sensoriske analyser, idet 5 ugers oste karakteriseres som "hårde" bevægende sig mod "elastiske" efter 8 og 12 ugers modning, mens teksturanalyser på oste kontamineret med *G. candidum* ofte blev karakteriseret som "smuldrende".

På baggrund af elektronisk næse data var det muligt at skelne mellem modningstrin fra 5 til 33 uger. Forskelle mellem batch og behandling blev mindre indtil 20. uge. Efter 33 uger blev forskellen mellem behandlinger igen større. Forskellen mellem de to mejerier var også mindst efter 20 uger. Med elektronisk næse var det endvidere muligt at skelne mellem graden af *G. candidum*-kontaminationen i ostene.

Sammenfattende kan det konkluderes, at der er tydelige forskelle på ostene, hvilket primært skyldes de forskellige produktionsmetoder. Generelt ser det ud til, at den lavpasteuriserede ost med tilsætning af lipase ligner referenceosten mest. En forbrugerundersøgelse (30 personer) har vist, at 1/3 foretrækker denne ost, mens 2/3 foretrækker referenceosten.

SAGA

Formålet med denne fase af projektet var at undersøge, om der gennem ændrede pakkeforhold kunne opnås en forbedring i kvalitetsudviklingen over tid i den milde blå- og hvidskimmelost. Fokus var her på de forskelle, der ses imellem smagen i skæreflader og det indre af osten. Dette skete ved

først at karakterisere osten med hensyn til saltindhold, pH og ilt- og kuldioxid-niveau, samt dens sensoriske profil, gennem hele perioden fra modningen til holdbarhedsudløb. Ud over den traditionelle pakkemetode, pakkedes ostene i fem forskellige emballagetyper med et meget bredt spektrum af ilt- og kuldioxid gennemtrængeligheder. Emballagetyper vil nemlig have en afgørende betydning for, hvor meget ilt og kuldioxid der kommer ind til osten og dermed både til de kemiske og mikrobielle processer i osten. Efter opbevaring ved 7°C i op til 5 uger sammenlignedes ostene kemisk og sensorisk samt ved elektronisk næse og GC-MS målinger.

Ostens smag var meget tydeligt påvirket af pakkemetoden, og således havde de traditionelt pakkede oste en mere udpræget ammoniak lugt og smag. Oste pakket i de tætteste emballager var mere syrlige og frugtagtige (Danablu smag). Oste pakket i det mere ilt- og kuldioxidgennemtrængelige polyethylen havde lysere skimmelkolonier og en kraftig champignonlugt. Kuldioxidindholdet i de pakkede oste var markant lavere end i de traditionelt pakkede oste (3-6 gange). Det høje indhold af kuldioxid i de traditionelle alufolie-wrappede oste ville kunne hæmme metabolismen af svampen markant og dermed være med til at sikre en bedre holdbarhed.

Disse data er blevet kædet sammen med en række kemiske, gaskromatografiske og elektronisk næseanalyser. Grundet den store udskiftning i personalet sidst i projektet er dette arbejde endnu ikke publiceret, men fremlagt ved flere lejligheder for mejeribranchen og i andre sammenhænge.

I den oprindelige projektplan var det tanken, at undersøgelserne skulle munde ud i udviklingen af et såkaldt ekspertsystem (en samlet model), men da der blev taget udgangspunkt i to ret forskellige ostetyper, valgte vi i stedet at fokusere på enkeltstående modeller for de to produkter til beskrivelse af en række forskellige forhold omkring bl.a. lagring og emballering. Disse er medtaget i Jeorgos Trihaas Ph.d.-afhandling og i øvrigt i artiklerne Trihaas, van den Temple & Nielsen (2005), Trihaas, Vognsen & Nielsen (2005) og Trihaas & Nielsen (2005).

Konklusion

Projektet viser med stor tydelighed, at mange forskellige faktorer har forskellige effekter afhængigt af ostens sammensætning, alder og lagringsforhold. Denne kompleksitet gør det mere relevant at benytte modeller, som er rettet mod de enkelte produkter. Dog kan resultaterne fra dette projekt bruges som indikation af, hvordan andre produkter vil blive påvirket af tilsvarende forhold.

På baggrund af projektets gode resultater med at sammenkæde elektronisk næsemålinger med fysiske, kemiske, sensoriske og mikrobiologiske målinger på skimmeloste, udfærdigede vi sammen med Arla Foods, Tholstrup Cheese og Alpha MOSS, Frankrig en ansøgning til Innovationsloven om et nyt projekt byggende på resultaterne fra dette projekt og projektet "Elektronisk næse til hurtig detektion af mikrobiel kvalitet af ost". Det nye projekt "Mejeriprodukter, kvalitetsstyring ved elektronisk næse teknologi" Journal nummer 3414-04-00908, blev imidlertid kun tildelt en støtte på 25% af projektets total budget, hvorfor det trods mange forsøg på at skaffe yderligere midler ikke var muligt at få det startet op.

Projektpartner:

Gennem hele projektet har der været tæt samarbejde med både Arla Foods og Tholstrup Cheese. Arla Foods mejerier i Grenå og Høgelund var de centrale samarbejdspartnere i første del af fase II af projektet, mens Tholstrup Cheese's afdeling i Gjesing var deltagere i anden del af fase II. Ligeledes har der været tæt samarbejde med Arla Foods Innovationscenter Brabrand. I alle tilfælde har samarbejdet fungeret meget godt. Der har været en god dialog, og det har været muligt for os at få fremskaffet de oste og osteprøver, der har været brug for i projektet.

Bioteknologisk Institut i Kolding (nu Teknologisk Institut) har været en deltager i projektet i forbindelse med de sensoriske analyser. De har dog fungeret som en underleverandør til BioCentrum-DTU og har således ikke haft nogen indflydelse på projektets forløb.

Samarbejdet her har også fungeret fint. Alle analyser er blevet udført som aftalt. Dog førte samarbejdet ikke til nogen egentlig videnskabelig udvikling hos Bioteknologisk Institut.

Store dele af projektet er sket i tæt samarbejde med projektet "Elektronisk næse til hurtig detektion af mikrobiel kvalitet af ost", hvilket har gjort det muligt at få en dybere forståelse af de videnskabelige forhold i projektet. Der har ligeledes været samarbejde med projektet "Kvalitet og holdbarhed af hvidskimmelost".

Alle partnere har opfyldt deres økonomiske tilsagn.

A. Vurdering af projektets erhvervs- og samfundsmæssige betydning:

- Konkurrencefremmende effekt,

Projektet har givet mejerierne indgående kendskab til nye metoder og en række af de parametre, der har betydning for modning og smagsdannelse i skimmelost. Endvidere har resultaterne haft betydning i forbindelse med overflytning af produktionen fra Grenå Mejeri til Høgelund Mejeri. Endvidere har projektet øget viden om mulige emballeringsløsninger for skimmelost.

- Antal af ansøgte og opnåede patenter eller anden eneretsbeskyttelse, Ingen.

- Beskæftigelses- og markedseffekt (direkte og indirekte),

Projektet har vist, at metoderne vil kunne anvendes til opnåelse af en bedre og mere ensartet kvalitet. Derfor vil anvendelsen af disse principper kunne føre til en øget beskæftigelse i forbindelse med en udvidelse af tonnage eller ved udvikling af nye produkter.

- Kompetenceopbygning hos projektdeltagerne,

Projektet har dannet grundlag for kompetenceopbygning hos projektdeltagerne, som efterfølgende er blevet benyttet i forbindelse med uddannelsen af levnedsmiddelkandidater. Der er udviklet ekspertiser på Bioteknologisk Institut (nu Teknologisk Institut), som kan anvendes i forbindelse med nye undersøgelser af skimmeloste. Denne ekspertise har været anvendt til efteruddannelse af personale fra Thostrup Cheese. Ligeledes har projektet ført til en større forståelse hos de deltagende parter af de processer, der foregår i forbindelse med produktion af skimmeloste.

- Effekt i relation til kvalitetsparametre (spisekvalitet, holdbarhed, hygiejne m.v.), herunder "bløde" parametre som miljø, arbejdsmiljø, dyrevelfærd m.v.

Det har været en fordel at sammenkæde mange analyser kemometrisk. Og den elektroniske næse fungerede fint til kvalitetsovervågning og –styring. Muligheden for meget tidligt at detektere fejl i produktionen vil kunne sikre et mindre spild og dermed en mindre miljøbelastning.

- Resultaternes praktiske og/eller videnskabelige betydning samt hvilke nye problemstillinger projektet måtte have afdækket herunder relationer til andre/fremtidige projekter.

Som tidligere nævnt har de gode resultater med at sammenkæde elektronisk næsemålinger med fysiske, kemiske, sensoriske og mikrobiologiske målinger på skimmeloste ført til, at vi sammen med Arla Foods, Thostrup Cheese og Alpha MOSS, Frankrig udfærdigede en ansøgning til innovationsloven om et nyt projekt med titlen: "Mejeriprodukter, kvalitetsstyring ved elektronisk næse teknologi" Journal nummer 3414-04-00908. Det blev imidlertid kun tildelt en støtte på 25% af total budgettet i projektet, hvorfor det trods mange forsøg på at skaffe yderligere midler ikke var muligt at få det startet op.

Nationale og internationale samarbejdsrelationer til offentlige og private forskningsmiljøer, erhverv, m.m.

Projektet har styrket vores samarbejde med andre forskningsmiljøer i Europa både inden for skimmelmodnede oste og inden for anvendelse af elektronisk næse til kvalitetsvurdering af fødevarer. Forskerne fra dette projekt har således holdt mange foredrag på internationale møder og har ageret som censor på ph.d.-studier i England og Sverige.

Forskeruddannelse herunder tilknyttede gæsteforskere og udstationering

Projektet har især haft stor betydning for ph.d.-uddannelsen af Jeorgos Trihaas, men har også haft betydning for ph.d.-uddannelsen af Marianne Decker og Dorthe Dorph-Petersen. Erfaringer fra dette projekt var afgørende for, at det blev muligt for os at arrangere den internationale workshop "E-nose data analysis" på DTU den 17.-18. april 2002.

Engelsk resumé

Food quality plays a major role for all food producers and consumers, but despite its impotence, it still remains difficult to determine food quality in an objective manner.

The goal of this project was to determine the effect of environmental conditions on the collective sensory profile of two different Danish mould ripened cheeses and relate the most important aroma compounds to maturation as affected by relevant environmental conditions. By linking this project to the project "Electronic nose for rapid detection of microbial quality of cheese" it became possible to develop an objective and rapid method for quality assessment of cheese by simple E-nose measurements.

Danablu, Arla Foods: Due to food safety reasons, a request had been made to increase the heat treatment temperature of the cheese milk from 61°C to 72°C. This will, however also reduce the natural content of enzymes and non-starter lactic acid bacteria, NSLAB, in the milk. The purpose was therefore to characterise any changes and to investigate if addition of lipase could compensate for the losses of NSLAB and natural enzymes when increasing the pasteurisation temperature.

The analysis showed that the ketone, 2-heptanone, was characteristic for Danablu and that the sensory quality could be directly correlated to this compound, which is formed during degradation of fatty acids by *Penicillium roqueforti*. Besides this compound, 2-nonanone (fruity) and 3-methylbutanal (malt) were characteristic for Danablu.

Generally, the NSLAB content was ten times higher in cheese made from the less heat-treated milk. This was recognized as a more fruity taste up to week 12 indicating a more rapid development of the mould.

Cheese from one dairy was contaminated with *Geotrichum candidum*, which resulted in a significantly lower level of *P. roqueforti* until week 12 where *G. candidum* no longer could be detected. The differences between the different batches and treatment, as well as between dairies were also reduced up to week 20. But up to week 33 the differences grew again. The E-nose could distinguish between dairy, treatment and maturation of cheeses. From the E-nose readings it was also possible to quantify the degree of *G. candidum* contamination.

It could be concluded that cheese made from low pasteurised milk with the addition of lipase was the treatment that most resembled the traditional cheese. Consumer test with 30 persons showed that 1/3 preferred the new cheese, while 2/3 preferred the traditional cheese.

Saga, Tholstrup Cheese: The focus was to investigate weather packaging conditions could improve quality changes over time for this mild, blue white mould cheese, especially the difference that are observed when comparing the cut surface and the center of the cheese. Five packaging materials, displaying a wide range of oxygen and carbon dioxide permeabilities, were used.

The analysis showed that Saga was characterised by the content of 2-heptanone, 2-nonanone, 3-methylbutanal and 2-nonanone. The sensory attributes, fruity and acidic were much more pronounced in cheeses packaged in low permeability materials. In Saga cheese, the compounds, 1-octen-3-ol, 2-undecanone and 2,3-butanediol, which are typical for *Penicillium camemberti* also add to the flavour of the cheese. With time, the flavour contribution from ammonia gets more pronounced. Cheese packaged in low barrier material (polyethylene) had paler fungal colonies and a more pronounced mushroom flavour (1-octen-3-ol). The carbon dioxide content in the traditionally alu foil wrapped cheeses was marked higher (3-6 times) than in the cheeses packaged in plastic with different permeabilities. This may result in a lower metabolism of the fungal starter and thus a better shelf life.

This project has led to a better understanding of the mechanisms that are at play during cheese maturation. It has been shown that it is possible to develop models for prediction of chemical composition, microbial quality, and even sensory evaluation based on a series of simple E-nose measurements. This could be used by the dairy industry to obtain better quality management and improved control of storage facilities and distribution.

Projektets perspektiver:

Som tidligere nævnt har de gode resultater med at sammenkæde elektronisk-næsemålinger med fysiske, kemiske, sensoriske og mikrobiologiske målinger på skimmeloste ført til, at vi sammen med Arla Foods, Tholstrup Cheese og Alpha MOSS, Frankrig udfærdigede en ansøgning til Innovationsloven om et nyt projekt med titlen: "Mejeriprodukter, kvalitetsstyring ved elektronisk næse teknologi" Journal nummer 3414-04-00908. Det blev imidlertid kun tildelt en støtte på 25% af total budgettet i projektet, hvorfor det trods mange forsøg på at skaffe yderligere midler ikke var muligt at få det startet op. Der er imidlertid store perspektiver i en implementering af denne teknologi i forbindelse med osteproduktion generelt, idet det vil kunne medvirke til en mere sikker og mindre personafhængig styring af produktionen.

Liste over publikationer m.m., der er et direkte resultat af projektet:

Artikler i internationalt anerkendte tidsskrifter, indlæg ved kongresser, symposier o.lign., faglige artikler eller anden formidling, f.eks. mødeindlæg, åbent hus m.m. eller eventuelle planlagte publikationer og artikler, som indsendes løbende, når de er accepteret.

Der har været et meget tæt samarbejde med projektet "Elektronisk næse til hurtig detektion af mikrobiel kvalitet af ost", hvorfor der vil være en vis overlap i publikationslisten med dette projekt, men de listede publikationer er alle et direkte resultat af dette projekt.

Artikler:

- Trihaas, J., Tempel van den, T. & Nielsen, P. V. 2003. Monitoring of Danish Blue Cheese Ripening by Means of Electronic Nose System, Trained Sensory Panel and GC-MS. In Flavour Research at the Dawn of the Twenty-First Century. (Proceedings of the 10th Weurman Flavour Research Symposium). Eds. J.L. Le Quéré & P.X. Etiévant. Lavoisier, Paris, 2003, 729-732.
- Trihaas, J., Tempel van den, T. & Nielsen, P. V. 2003. Quality control of Danish Blue Cheese with an Electronic nose. In Proceedings of ISOEN'02 (Proceedings of the Ninth International Symposium on Olfaction and Electronic Nose). Eds. A.D'Amico & C. Natale. Aracne, Rome, 2003, 281-284.
- Trihaas, J. & Nielsen, P. V. 2002. Elektroniske næse (E-næse). Nyt værktøj for kvalitetskontrol. Mælkeritidende, 13/14, 318-322.
- Nielsen, P. V. 2003. Hvad er det der giver skimmelosten sin gode smag? Mælkeritidende 2003(17), 388-393.
- Trihaas, J. 2004. "E-nose" in Danish Blue cheese production. (New tool for quality control during ripening). European Dairy Magazine, 4, 13-14.
- Trihaas, J., van den Temple, T. & Nielsen, P. V. 2005. Electronic Nose Technology in Quality Assessment. Predicting the Volatile Composition of Danish Blue Cheese. Journal of Food Science, 70(6), E392
- Trihaas, J., Vognsen, L. & Nielsen, P. V. 2005. Electronic Nose: New tool in modeling the ripening of Danish Blue Cheese. International Dairy Journal, 15(6-9), 679-691.
- Trihaas, J. & Nielsen, P. V. 2005. Electronic Nose Technology in Quality Assessment. Monitoring the Ripening Process of Danish Blue Cheese. Journal of Food Science, 70(1), E44-E49.

Foredrag:

- Trihaas, J. E-nose: Smelling the microbiological quality of cheese, 9. ISOEN symposium, Rom, Italien, oktober 2002.
- Trihaas, J. Brug af e-næse til måling i skimmeloste. Bioteknologisk Institut, Kolding. Temadage, 7. februar 2002.
- Nielsen, P. V.. Ecophysiology of food borne fungi. Center for Process Biotechnology, DTU, 28. februar 2003.
- Nielsen, P. V. Måling af ostekvalitet med sensorer, Mejeribrugets forårsseminar, Dalum Landbrugsskole, Odense, 4. marts 2003.
- Nielsen, P. V. Aktiv og intelligent emballering. Kan det anvendes til mejeriprodukter? Emballering og Emballeringsystemer på Hotel Sabro Kro, 9. april 2003.
- Nielsen, P. V. Fungal ecophysiology, Symposium on Food Microbiology, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, 28. maj 2003.
- Trihaas, J. Electronic nose in quality control of Danish Blue Cheese. Friday seminars, Centre for Microbial Biotechnology, DTU. 5. september 2003.
- Nielsen, P. V., Trihaas, J. & Decker, M. 5th International Workshop on Food Mycology (Ballen Badehotel, Samsø, 16.-19. oktober 2003). Mundtlig fremlæggelse: "New rapid methods for detection and identification of fungal contaminants of food" (16. oktober 2003).
- Nielsen, P.V., Suhr, K.I. & Dorph-Petersen, D.: 5th International Workshop on Food Mycology (Ballen Badehotel, Samsø, 16.- 19. oktober 2003). Mundtlig fremlæggelse: "New aspects of prevention of fungal growth on foods" (18. oktober 2003).
- Nielsen, P.V. New ecological aspects in prevention of fungi and their toxins. Foredrag på mødet "Microfungi and their toxins" i Levnedsmiddelselskabet, Ingeniørhuset, København, 20. oktober 2003.
- Nielsen, P.V. Fungi in foods, detection, prevention and control. Foredrag i forbindelse med besøg i Denmark-China co-operation, Administration and inspection techniques training on entry-exit, food package container, utensil, package materials. 29. oktober 2003, Fødevarecenteret, KVL.
- Trihaas, J.. Electronic nose: New tool in modelling the ripening of Danish blue cheese. IDF Symposium on Cheese, Prag, marts 2004.
- Nielsen, P. V. Aktiv og intelligent emballering. Konferencen. Emballage - design og innovation. Scandic Hotel København, 27.-28. maj 2004.
- Schnürer, J. & Nielsen, P. V. 2004. The role of chance and probability in biopreservation of food. Oral presentation, 19th International ICFMH Symposium, Food Micro 2004, Slovenien, 12.-16. September 2004.
- Nielsen, P. V. Er den elektroniske næse og andre objective målemetoder et alternativ til sensorikken?, Temadag om mælk, Dalum UddannelsesCenter, Odense, 1. december 2004.
- Nielsen, P. V. Anvendelse af elektronisk næse til kvalitetsvurdering i mejeriindustrien, foredrag i Danmarks Mejeritekniske Selskab ved seminaret "Fremtidige perspektiver ved anvendelse af in-, on- og at-line målemetoder i forbindelse med processtyring", Sabro, 19. januar 2005.
- Nielsen, P. V. Emballage der beskytter og forbedrer den mikrobiologiske og sensoriske kvalitet. På seminaret Fødevareemballage – lag på lag på Teknologisk Institut i Kolding, 13. september 2005.

Posters

- Trihaas, J., Tempel van den, T. & Nielsen, P.V. Electronic nose – a new tool for evaluation of cheese quality. Food Science Congress, 16.-17. januar 2001, København.
- Trihaas, J., Tempel van den, T. & Nielsen, P.V. Monitoring of Danish Blue Cheese Ripening by Means of Electronic Nose System, Trained Sensory Panel and GC-MS. 10. Weurman symposium, Beaune, Frankrig juni 2002.
- Decker, M., Trihaas, J. & Nielsen, P.V. White mould cheese – new tools for objective quality evaluation. LMC kongres, DTU, 2002.

Ud over disse indgår resultater fra projektet i en række bogkapitler, artikler og præsentationer.

Censurering af p.hd.-afhandlinger og eksterne bedømmelser

- Censor ved Department of Microbiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sverige, 9. maj, ved Jesper Magnussons ph.d.-forsvar med titlen: "Antifungal lactic acid bacteria".
- Ph.d. Viva for Olinda Canhoto, Application of electronic nose for environmental applications, Cranfield University, UK, 29. april 2005.

Studenterprojekter

- Jeanett Karsø, Mikrobiel interaktion i skimmeloste, Civilingeniørprojekt i samarbejde med Arla Foods, forår 2002.
- Jakob Mølholm og Pierre Soelberg, Dating Cheese, Billedanalyse af blåskimmeloste, Speciale projekt, IMM, efterår 2001.
- Pierre Soelberg, Undersøgelse af sammenhæng mellem produktionsforhold og farvesammensætning i Danablu-oste, Speciale projekt, IMM, forår 2002.
- Line Soenderbaek Olesen, Lactic acid bacteria in blue and white cheese, bachelorprojekt i samarbejde med Arla Foods, efterår 2004.
- Rui Xing, Inhibition of *Penicillium roqueforti* by low oxygen conditions, specialeprojekt, forår 2004.
- Jeorgos Trihaas, Implementation of an Electronic Nose in quality control of food products.

Uddybende beskrivelse af projektets forløb og opnåede resultater:

Baggrund

Skimmelsvampe anvendes som starterkulturer i produktion af en lang række traditionelle oste. Her spiller de en afgørende rolle ved at medvirke til nedbrydning af næringsstoffer som fedt, protein, frie aminosyrer, kulhydrater, mælkesyre, osv. Det sker gennem et komplekst samspil med den primære starterkultur, hvorved ostematrixens tekstur ændres, og de aromastoffer, der er bestemmende for produktets samlede smagsprofil, udvikles.

Ud over den primære starter (mælkesyrebakterier) og den sekundære starter (skimmelsvampe) har også den del af mælkenes naturlige indhold af enzymer og bakterier, gær og skimmel, som overlever varmebehandlingen, stor betydning for ostens kvalitet. Specielt i ostetyper, der lagres i lang tid, vil produktets naturlige mikrobiota (den såkaldte mikrobiologiske følgefloora), altså de mikroorganismer, som har overlevet varmebehandlingen, sammen med dem der kommer fra produktionsmiljøet, kunne få en stor betydning for den sensoriske kvalitet af osten. Af disse er non-starter mælkesyrebakterierne (NSLAB) nok de vigtigste, men gær- og skimmelsvampe har også stor betydning.

Opbevaringsforholdene kan ligeledes have afgørende indflydelse på den færdige ost, idet temperaturændringer kan medføre ændringer i den interne balance mellem de enkelte mikroorganismer i osten. Forskellige pakkemetoder, som lader forskellige iltmængder trænge ind til mikroorganismene i osten, vil også have stor betydning, idet de fleste mikroorganismer ændrer deres stofomsætning fundamentalt, når iltniveauet kommer under et niveau, som varierer fra organisme til organisme. Afhængigt af de andre forhold i osten kan det i uheldige tilfælde medføre kraftig afsmag i osten.

Alle disse forhold gør, at det er vigtigt at vide, hvorledes ostens smag og aromastofdannelse påvirkes af miljøforhold såvel som procesbetingelser, ostens næringsstofsammensætning, opbevaringsforhold og sammensætningen af den mikrobielle population. Denne viden er afgørende for at kunne kontrollere og styre osteproduktionen på optimal vis.

Projektets forløb

Litteratur studie - Fase I: Karakterisering af skimmeloste

Løbende gennem projektet blev al relevant litteratur om emnet studeret. Arbejdet er sammenfattet i Jeorgos Trihaas p.dh.-afhandling "Implementation of an Electronic nose in quality control of food products".

Udvælgelse af osteprodukter

Tidligt i projektet blev det besluttet at bruge to forskellige ostetyper som model for studierne. Her blev Danablu, produceret på Arla-mejerierne i Høgelund og Grenå, valgt som den ene model og Saga, produceret på Tholstrup Cheese i Gjesing, som den anden. Dette skete med accept fra styregruppen i Mejeribrugets ForskningsFond.

Formålet med de to dele har dels været at undersøge, hvilke kvalitetsparametre der påvirkes af en forøget varmebehandling af ostemælken fra termisering (15s ved 61°C) til lavpasteurisering (15s ved 72°C) efterfulgt af tilsætning af lipase ved produktion af Danablu, samt at undersøge effekten af forskellige emballeringsmaterialer på kvaliteten af Saga.

Næste trin var at tilpasse og indkøre en lang række analysemetoder og udføre en grundlæggende karakterisering af de to ostetyper.

Billedanalyse

Med henblik på morfologisk karakterisering af skimmelvæksten og strukturen af Danablu blev en ny metode optimeret til billedtagning af ostestykker udtaget fra Danablu. Det skete i samarbejde med Institut for Matematisk Modellering, (IMM), DTU og Videometer. I den forbindelse blev der udviklet et program til optælling af den relative del af et snit igennem osten, som er grøn. En cylinder Ø 50 mm blev udsåret af osten og skåret op i skiver af 15 mm. Alle sammenlignende analyser blev derfor udført på snitfladen mellem 1. og 2. skive (den inderste del af 1. skive). Programmet optalte, hvor stor procentdel, der udgøres af huller uden vækst hhv. grønne områder og gav således en objektiv vurdering af skimmeludviklingen i osten og specielt, hvornår svampen sporulerer og danner den grønne farve. Den store indbyrdes variation mellem oste fra samme batch førte dog til en uacceptabel stor variation i måltallene, hvorfor metoden ikke umiddelbart kunne anvendes til vurdering af udviklingen i ostens bygning, medmindre der blev tages flere prøver for at tage højde for variationen mellem prøver.

Teksturanalyse

En metode til teksturanalyser på Danablu og Saga blev indkøbt. Forinden blev der eksperimenteret med prøveforberedelse, prøvetemperatur og settings på Texture Analyzeren. Et specialudstyr til prøveudtagning, som gør det muligt at udtage en repræsentativ prøve fra osten uden at påvirke strukturen, blev fremstillet i samarbejde med værkstedet på Biocentrum-DTU. Prøverne blev analyseret ved normal lagringstemperatur dvs. ved 10°C og 15°C for hhv. Danablu og Saga. Settings på Texture Analyzeren blev indstillet således, at der blandt andet kunne opnås viden om ostenes elasticitet og brudstyrke. Teksturanalysen udføres som to kompressioner, hvor 1. kompression er 10% og 2. kompression 60% med en hviletid på 30 sekunder mellem kompressionerne.

Aromaanalysen

Aromaanalysen blev i første del af projektet udført ved først at opsamle aromastofferne ved dynamisk headspace. Her blev osten opslemmet i vand og de flygtige stoffer drevet ud ved at gennemboble væsken med nitrogen. De flygtige stoffer opsamledes ved at blæse dem igennem et rør pakket med tenax. Tenax binder de fleste flygtige stoffer til sig. Efterfølgende kunne stofferne så frigives igen inde i gaskromatografen ved at opvarme røret og blæse nitrogen igennem. Ved denne proces sker der en betydelig opkoncentrering af stofferne. Senere i projektet gik vi over til en mere simpel passiv opsamling på tenax-rør, hvor rørene blot placeredes sammen med osten i en lukket beholder. Denne metode var simplere og mindre arbejdskrævende og gav et resultat, som nærmere svarede til elektronisk næse-analyserne.

Aromastofferne blev analyseret på en gaskromatograf med massespektrometrisk detektion (GC-MS). Gennem samarbejde med projektet "Elektronisk næse til hurtig detektion af mikrobiel kvalitet af ost", som var linket op til EU-projektet: "Rapid detection of microbial contaminants in food products using electronic nose technology" (QLK1-2000-01763), blev det muligt parallelt at undersøge prøverne med elektronisk næse. Denne samkøring af flere projekter har været meget udbytterig for begge projekter.

Under ledelse af Louise Stahnke blev en Tekmar desorber indkøbt og forsøgt indkøbt til olfactometri analyser (GC-snif) af skimmeloste. Trods ihærdig indsats kom apparaturet aldrig til at fungere ordentligt, og det blev sidst i projektet returneret til forhandleren.

Sensorik

I samarbejde med Teknologisk Institut i Kolding blev et dommerpanel på 10 dommere udvalgt til smagsprofilering af Danablu og Saga. Dommerne foretog en "ordudvikling" på henholdsvis Danablu og Saga ved at dufte og smage på oste af forskellig modningsgrad. I denne optræningsfase af panelet blev der desuden anvendt forskellige referencestoffer udvalgt på basis

af aromaanalyser foretaget på DTU. På basis af ordudviklingen kom dommerpanelet i samarbejde med panellederen frem til et "ordsæt". Samme panel og "ordsæt" blev efter en kort kalibrering af panelet anvendt i de efterfølgende karakteriseringer af oste fra forskellige produktioner eller lagringer, mht. smag, lugt og tekstur.

Indledningsvis blev aromaprofilen af en traditionelt fremstillet Danablu analyseret over et modningsforløb på 120 dage med udtag efter 7, 11, 13, 15, 26, 28, 35, 55, 70, 84 og 120 dage. Tilsvarende blev Saga analyseret efter 7, 10, 14, 21, 28, 35, 42, 49 og 56 dage. For hvert udtag blev 3 oste fra samme batch analyseret.

Disse indledende analyser viste, at ketonen, 2-heptanon, var meget karakteristisk for Danablu (stammer fra *Penicillium roqueforti*'s nedbrydning af frie fedtsyrer), og vores studier har i overensstemmelse med litteraturen vist, at den sensoriske kvalitet af Danablu direkte kan korreleres til forekomsten af 2-heptanon i osten. Desuden var 2-nonanon (frugtagtig) og 3-methylbutanal (maltagtig) kendetegnende for Danablu. Analyserne af Saga viste, at 2-heptanon, 2-nonanon og 3-methylbutanal også var kendetegnede for Saga på grund af starteren *P. roqueforti*. I Saga fandtes desuden 1-octen-3-ol, 2-undecanone og 2,3-butanediol, som typisk dannes af *Penicillium camemberti* og giver ostens dens karakteristiske flavour.

Fase II og III: Effekt af miljøforhold og modellering af resultater

I anden del af projektet fokuserede vi på nogle konkrete problemstillinger omkring de to ostetyper. Først studerede vi forholdene omkring produktion af Danablu, hvorefter vi studerede pakkeforholdenes betydning for smagsændringer i skærefladen af Sagaoste.

I den sidste, afsluttende del af projektet blev data samlet sammen og brugt til opbygning af beskrivende modeller over effekt af miljøfaktorer på smag og aromastofdannelse i de to typer skimmeloste (fase III).

Danablu

Formålet med denne del var at undersøge, hvorledes kvalitetsparametre påvirkes af en forøget varmebehandling fra termisering (15 s ved 61°C) til lav pasteurisering (15 s ved 72°C) og tilsætning af lipase til ostemælken ved produktion af Danabluoste på to mejerier.

Hvert mejeri producerede tre typer (én ud fra termiseret mælk (reference), én ud fra lavpasteuriseret mælk og én ud fra lavpasteuriseret mælk og tilsætning af et fedtspaltende enzym). Disse tre produktioner blev sammenlignet med hinanden med henblik på at karakterisere produktionsformens betydning for kvaliteten af den færdige ost.

Oversigt over de udførte analyser.

Analyser / uge	5	8	12	20	33
Mikrobiologi	A/B (4)	A/B (4)	A/B (4)	A/B (4)	A (4)
pH/vandaktivitet	A/B (4)	A/B (4)	A/B (4)	A/B (4)	
Kemiske analyser (Steins)	A/B (1)				
Peptidanalyser	A-udvalgte	A-udvalgte	A-udvalgte		
Teksturanalyser	A/B (4)	A/B (4)	A/B (4)		
E-nose	A/B (6)	A/B (6)	A/B (6)	A/B (6)	A (6)
GC-MS	A/B (6)	A/B (6)	A/B (6)	A/B (6)	
Billedanalyse	A/B (10)	A/B (10)	A/B (10)	A/B (10)	A-udvalgte
Sensorik - Biotekn. Inst.	A/B (1)	A/B (1)	A/B (1)		

De to mejerier er betegnet hhv. A og B. Tallet i () angiver antal prøver pr. batch per produktion.

Forsøget blev designet således, at ostene efter 5 ugers lagring på mejerierne blev sendt med fragt til DTU – hvor ostene opbevarede ved 3°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), indtil disse analyseredes efter 5., 8., 12., 20 og 33. uge (efter saltning). For hver ostetype (reference, termiseret med eller uden lipase) blev fremstillet 3 batch (A, B, C) og i hver batch en trippelbestemmelse.

Inden analyse blev osten skåret i to halve. En halv ost blev brugt til analyser på DTU, og den tilsvarende anden halv ost sendt direkte med fragt til Bioteknologisk Institut i Kolding. Her blev ostene bedømt af et trænet smagspanel (10 personer) mht. smag, lugt og tekstur. Fra den anden halvdel af osten blev der udtaget prøver med ostebor, og der blev analyseret for aromaudvikling (GC-MS og elektronisknæse), skimmeludvikling (billedanalyse), tekstur (hårdhed og elasticitet), mikrobiologi (skimmel, gær, mælkesyrebakterier) og kemi (pH, vandaktivitet). Disse undersøgelser blev senere sammenholdt med hinanden og med de sensoriske bedømmelser af ostene ved multivariate analyser.

Ostene fra det ene mejeri var kontamineret med *Geotrichum candidum*. Det gav sig udtryk i markante forskelle i udviklingen af ostene fra de to mejerier (A og B). De kontaminede oste havde et lavere niveau af *P. roqueforti* indtil 12. uge, hvor *G. candidum* ikke længere kunne detekteres.

Der var en generelt højere forekomst af de naturligt forekommende mælkesyrebakterier (NSLAB) *Lactococci/Streptococci* samt *Lactobacilli/Leuconostoc* i oste fra mejeri B. Dette var muligvis relateret til forekomsten af *G. candidum*. Ligeledes var der en generelt højere forekomst af bakterier i referenceoste end i de lavpasteuriserede med (M) og uden (U) lipase. Dette var især synligt i de ukontaminede oste fra mejeri A, her var der op til en log-enhed i forskel, altså ca. 10 gange flere i den ene end den anden.

De sensoriske data viste større variation i prøverne fra mejeri B i forhold til mejeri A, hvilket skyldes kontamination med *G. candidum*. Analyserne viste også, at der generelt var en større spredning på alle 5 ugers prøver (uanset ostetype) – denne forskel udlignedes gradvist, når ostene blev ældre end 8 uger. Referenceostene karakteriseres generelt som mere "frugtagtige" end oste med og uden lipase indtil 12. uge, hvor den forskel synes udlignet, i hvert fald i forhold til oste med lipase. Sensoriske analyser samt peptidanalyser har indtil videre vist, at bitter smag almindeligvis kan korreleres til unge oste (5-8 uger) produceret uden lipase.

Sensoriske data viste større variation i prøverne fra mejeri B i forhold til mejeri A. Efter 20 uger væsker M- og U-ostene mere end R-ostene. Efter 33 uger var U-ostene mere gulgrønne og mere cremede end de andre. Ostene fra mejeri B, som var kontamineret med *G. candidum*, var så dårlige efter 33 uger, at de ikke blev analyseret.

Mekaniske teksturanalyser korrelerer til sensoriske analyser, idet 5 ugers oste karakteriseres som "hårde" bevægende sig mod "elastiske" efter 8 og 12 ugers modning, mens teksturanalyser på oste kontamineret med *G. candidum* ofte blev karakteriseret som "smuldrende".

På baggrund af elektronisk næse-data var det muligt at skelne mellem modningstrin fra 5 til 33 uger. Forskelle mellem batch og behandling blev mindre med tiden indtil 20. uge. Efter 33 uger var forskellen mellem behandlinger igen blevet større. Forskellen mellem de to mejerier var også mindst efter 20 uger. Med elektronisk næse var det endvidere muligt at skelne mellem graden af *G. candidum* kontaminationen i ostene.

Sammenfattende kan det konkluderes, at der var tydelige forskelle på ostene, der kommer ud af de forskellige produktionsmetoder, men generelt lignede den lavpasteuriserede ost med lipase referenceosten mest. Forbrugerundersøgelse (30 personer) viste, at 1/3 foretrækker LP med enzym, og 2/3 foretrækker referenceosten.

SAGA

Formålet med denne fase af projektet var at undersøge, om der gennem ændrede pakkeforhold kunne opnås en forbedring i kvalitetsudviklingen over tid i den milde blå- og hvidskimmelost, Saga. Fokus var her på de forskelle, der ses imellem smagen i skæreflader og det indre af osten. Osten blev først karakteriseret med hensyn til saltindhold, pH og ilt- og kuldioxidniveau, samt dens sensoriske profil gennem hele perioden fra modningen til holdbarhedsudløb. Ud over den traditionelle pakkemetode, pakkes ostene i fem forskellige emballagetyper med et meget bredt spektrum af ilt- og kuldioxid-gennemtrængeligheder. Emballagetyperne har nemlig en afgørende betydning for, hvor meget ilt der kommer ind til osten, og hvor meget kuldioxid der slipper ud og dermed får indflydelse på de kemiske og mikrobielle processer i osten. Efter opbevaring ved 7°C i op til 5 uger blev ostene sammenlignet kemisk og sensorisk samt ved elektronisk næse og GC-MS-målinger.

Analyserne af kontrolostene viste, at de for Danablu så karakteristiske stoffer, 2-heptanon, 2-nonanon og 3-methylbutanal også findes i Saga, men indholdet af 2-nonanon og bedømmelsen frugtagtig og syrlig var meget mere udpræget i de tætindpakkede oste. I Sagaoste findes desuden 1-octen-3-ol, 2-undecanone og 2,3-butanediol, som typisk dannes af *Penicillium camemberti*, og giver ostens dens karakteristiske flavour. Med tiden får de en mere udpræget ammoniak lugt og smag. Oste pakket i det meget ilt- og kuldioxidgennemtrængelige polyethylen havde lysere skimmelkolonier og en kraftig champignonlugt (1-octen-3-ol).

Kuldioxidindholdet i de traditionelle alu-folie wrappede oste var markant højere (3-6 gange) end i de emballerede oste. Det er øjensynligt med til at sikre en langsommere metabolisme i skimmelsvampstarteren og dermed en bedre holdbarhed.

Disse data er blevet kædet sammen med en række kemiske, gaskromatografiske og elektronisk næse-analyser. Grundet den store udskiftning på personale sidst i projektet er dette arbejde endnu ikke publiceret, men fremlagt ved flere lejligheder for mejeribranchen og i andre sammenhænge.

Konklusion

Projektet viser med stor tydelighed, at mange forskellige faktorer har forskellige effekter afhængigt af ostens sammensætning, alder og lagringsforhold. Denne kompleksitet gør det mere relevant, at benytte modeller, som er rettet mod de enkelte produkter. Dog kan resultaterne fra dette projekt bruges som indikation på, hvordan andre produkter vil blive påvirket af tilsvarende forhold.

På baggrund af projektets gode resultater med at sammenkæde elektronisk næse-målinger med fysiske, kemiske, sensoriske og mikrobiologiske målinger på skimmeloste, vil det være relevant at se nærmere på implementering af metode på mejerierne samt udbrede metodikken til andre mejeriprodukter og fødevarergrupper.

